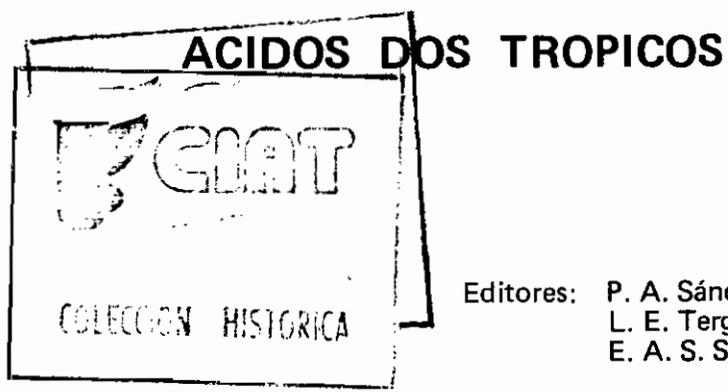


P77

UCF 533
1012
502
116457

PRODUÇÃO DE PASTAGENS EM SOLOS



Editores: P. A. Sánchez
L. E. Tergas
E. A. S. Serrão

29980

REGISTRACION Y
REGISTRACION

023046

27 MAR 1996

EDITERRA EDITORIAL

CIAT – Centro Internacional de Agricultura Tropical
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Brasília

DF

1982

AGRADECIMENTO

A Comissão Organizadora do Seminário agradece ao pesquisador José Ferreira Teixeira Neto, do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (CPATU) da EMBRAPA, por sua colaboração na revisão técnica desta edição.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	9
PREFÁCIO	11
ABREVIATURAS	13
CAPÍTULO I: POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE FORRAGEM DAS REGIÕES DE OXISSOLOS E ULTISSOLOS	15
Avaliação dos ecossistemas de savana utilizados na América tropical para a produção de gado de corte. <i>Thomas Cochrane</i>	17
Potencial da produção agropecuária na região amazônica. <i>Paulo de T. Alvim</i>	29
Comparação entre os solos tropicais da América Latina e os da Austrália. <i>Pedro A. Sánchez e Ray F. Isbell</i>	41
Recursos genéticos de leguminosas forrageiras para as savanas de solos ácidos e de baixa fertilidade da América Tropical. <i>Rainer Schultze-Kraft e Dalmo C. Giacometti</i> ...	71
Leguminosas espontâneas em pastagens cultivadas da Amazônia brasileira. <i>Susanna Hecht</i>	81
CAPÍTULO II: RELAÇÕES DE FERTILIDADE DO SOLO	95
Problemas e sucessos em pastagens mistas de gramíneas e leguminosas, especialmente na América Latina tropical. <i>E. Mark Hutton</i>	97
Formulação de programas de fertilização de pastagens para a costa úmida tropical da Austrália. <i>James K. Teitzel</i>	111
Considerações sobre a fertilização fosfatada no estabelecimento e persistência de pastagens em solos ácidos e de baixa fertilidade na América Latina tropical. <i>William E. Fenster e Luis Alfredo León</i>	127
Respostas de leguminosas forrageiras tropicais à inoculação com <i>Rhizobium</i> . <i>Jake Halliday</i>	143
O potencial de associações simbióticas entre bactérias fixadoras de nitrogênio e gramíneas forrageiras. <i>David H. Hubbell</i>	159
CAPÍTULO III: ESTABELECIMENTO E SISTEMAS DE MANEJO DE PASTAGENS ..	165
Estabelecimento e manejo de pastagens nos cerrados do Brasil. <i>Euclides Kornelius, Moacir G. Saueressig e Wenceslau J. Goedert</i>	167
Estabelecimento e manutenção de pastagens em solos de savanas nas planícies orientais da Colômbia. <i>J.M. Spain</i>	189
Estabelecimento e manejo de pastagens melhoradas na Amazônia peruana. <i>José M. Toledo e Victor A. Morales</i>	199

Produtividade de pastagens cultivadas em solos de baixa fertilidade das áreas de floresta da Amazônia brasileira. <i>Emanuel Adilson Souza Serrão, Italo Claudio Falesi, Jonas Bastos da Veiga e José Ferreira Teixeira Neto</i>	219
Produção de forragens em solos ácidos e de baixa fertilidade da Flórida subtropical. <i>Albert E. Kretschmer Jr. e George H. Snyder</i>	253
Problemas de invasoras de pastagens em solos ácidos e de baixa fertilidade dos trópicos. <i>Jerry D. Doll</i>	285
CAPÍTULO IV: PRODUÇÃO DE CARNE BOVINA EM PASTAGENS TROPICAIS	295
Interpretação dos resultados da pesquisa australiana sobre manejo de pastagens tropicais. <i>Tony R. Evans</i>	297
Produção de carne no trópico úmido do México. <i>Ricardo Garza Treviño</i>	315
Produção de carne bovina em solos de baixa fertilidade do Brasil: estudo de dois sistemas de produção simulados no Mato Grosso. <i>José Mendes Barcelos, Luis Carlos R. Echeverria, Dorival Monteiro Pimentel, Wilson Vieira Soares e Leonidas S. Valle</i>	327
Manejo e produtividade das pastagens nas planícies orientais da Colômbia. <i>Oswaldo Paladines e Jorge A. Leal</i>	337
Avaliação econômica de sistemas de produção de carne nas planícies orientais da Colômbia. <i>Gustavo A. Nores e Rubén D. Estrada</i>	355
CAPÍTULO V: PRODUÇÃO DE SEMENTES FORRAGEIRAS	371
Importância do clima na produção de semente de leguminosas forrageiras tropicais. <i>John M. Hopkinson e Robert Reid</i>	373
Produção de semente de forrageiras tropicais na África, com referência especial ao Kênia. <i>Jos G. Boonaman</i>	393
Experiências na produção de sementes comerciais de forrageiras tropicais no Brasil. <i>Paulo R. Rayman</i>	411
Sistema de produção de sementes de forrageiras na América Latina. <i>John E. Ferguson</i>	419
CAPÍTULO VI: TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA	431
Algumas causas comuns dos fracassos das pastagens tropicais de leguminosas e gramíneas em fazendas comerciais e as possíveis soluções. <i>Clarence R. Roberts</i>	433
Experiências em ensaios regionais de demonstração no Brasil. <i>Juan D. Rólon e Armando T. Primo</i>	453
Ensaio regional sobre produção e manejo de forrageiras em solos ácidos e de baixa fertilidade da Colômbia. <i>Enrique Alarcón Millán</i>	469
Pesquisa e transferência de tecnologia forrageira em dois programas de desenvolvimento pecuário na América Latina: Equador e Panamá. <i>Luis E. Tergas</i>	487
Cursos de treinamento em pastagens tropicais da FAO. <i>Fernando Riveros</i>	503
CAPÍTULO VII: CONCLUSÕES DO SEMINÁRIO	507
Pesquisa sobre pastagens tropicais em solos ácidos e de baixa fertilidade da América Latina: situação atual das necessidades futuras. <i>Pedro A. Sánchez</i>	509
GLOSSÁRIO DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS MENCIONADAS	517

APRESENTAÇÃO

Quando da realização em Cali, Colômbia, em abril de 1978, do Seminário que deu origem a este livro, era a intenção da Comissão Organizadora publicar os anais do mesmo nos idiomas inglês e espanhol. Assim é que, em março de 1979, o Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), instituição patrocinadora do evento, publicou a edição em inglês e, em agosto do mesmo ano, a edição em espanhol.

Em virtude da reduzida disponibilidade e da grande demanda no Brasil pelas edições em inglês e espanhol, principalmente a última, de mais fácil acesso ao leitor brasileiro, dirigentes do CIAT e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) concordaram, em meados de 1980, em publicar conjuntamente a presente edição em português, cuja coordenação de tradução e revisão técnica foi desenvolvida por um dos editores, pesquisador Emanuel Adilson Souza Serrão, do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (CPATU) da EMBRAPA.

Um outro aspecto que ensejou a publicação desta edição foi a quantidade bastante significativa de informações técnico-científicas de diversos segmentos da produção de pastagens nas regiões tropicais do Brasil, além do grande interesse por parte do CIAT e da EMBRAPA em manterem estreito relacionamento e cooperação, com vistas ao desenvolvimento de tecnologias que visem o aumento de produtividade das atividades pecuárias — assim como a difusão dessas tecnologias — em regiões similares nas suas respectivas áreas de jurisdição.

Temos a certeza de que este trabalho irá de encontro aos anseios de muitos cientistas, professores e estudantes universitários, extensionistas e produtores brasileiros interessados no estado atual de conhecimentos do sistema clima-solo-pastagem-animal de alguns dos principais ecossistemas tropicais do Brasil e de ecossistemas similares em outras áreas tropicais do globo.

ELISEU ROBERTO DE ANDRADE ALVES
Presidente da EMBRAPA

PREFÁCIO

A produção de gado de corte em pastagens é uma das atividades de produção de alimento mais importantes nas baixas latitudes da América Latina tropical, onde a carne bovina é o principal componente da dieta familiar de todas as classes econômicas da população. A América Latina tropical é o continente que possui as maiores possibilidades de estender sua fronteira agrícola às vastas regiões interiores de 850 milhões de hectares de savanas tropicais e florestas úmidas. Muitas dessas regiões estão sendo colonizadas rapidamente; porém, a baixa fertilidade dos principais solos classificados como Oxissolos e Ultissolos e a deficiente infraestrutura limitam seu progresso. Sob estas condições, a produção de carne bovina é usualmente a atividade inicial mais eficiente; porém, é limitada em larga escala pela disponibilidade de forragem durante parte ou todo o ano.

O objetivo do Seminário foi o de rever o estado atual dos conhecimentos sobre a produção, manejo e utilização de forragem em condições de solos ácidos e de baixa fertilidade dos trópicos, dando ênfase à América Latina e aproveitando, ao mesmo tempo, as experiências pertinentes obtidas em outras partes do mundo. Um outro objetivo foi o de estabelecer mecanismos de colaboração entre as instituições interessadas no desenvolvimento e transferência de tecnologia de produção de pastagens melhoradas aos produtores de carne.

Um total de 189 cientistas, especialistas em desenvolvimento, e produtores, representando 69 instituições de 23 países, participaram ativamente em discussões onde compartilharam experiências e apresentaram sugestões valiosas. Os países representados foram: Antigua, Austrália, Bolívia, Brasil, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Equador, Estados Unidos, Guatemala, Guiana, Honduras, Itália, Kênia, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, Reino Unido, República Dominicana e Venezuela.

Este livro consta de 31 trabalhos, 30 dos quais foram apresentados no Seminário e um que resume as conclusões, estando agrupados em sete capítulos. O Capítulo I descreve a natureza da área e seu potencial de produção. O Capítulo II trata das relações solo — pastagem, com ênfase às necessidades nutricionais e à fixação simbiótica de nitrogênio. O Capítulo III descreve experiências em métodos de estabelecimento e manejo de pastagem em diferentes regiões ecológicas, e o Capítulo IV analisa tais métodos em termos de produção de carne e implicações econômicas. O Capítulo V trata do importante aspecto de produção de sementes de forrageiras, freqüente obstáculo que impede a aplicação de uma nova tecnologia forrageira. Por último, o Capítulo VI descreve experiências em transferência de tecnologia aos produtores de carne, e o Capítulo VII apresenta as conclusões do Seminário.

A Comissão Organizadora agradece os esforços dos 48 autores e co-autores dos trabalhos, pelo grande número de novas e relevantes informações apresentadas e pela cooperação durante o processo de edição deste livro. Deseja agradecer também a colaboração dos presidentes de sessões, senhores Horacio Ayala (Colômbia), Walter Couto (Brasil), Antonio Leone (Venezuela), Rui Stein (Colômbia), José A. Toledo (Nicarágua), Fernando Riveros (FAO-Roma), e os presidentes dos grupos de trabalho sobre pesquisa (Alexander Grobman, CIAT), transferência de tecnologia (José A. Toledo, Nicarágua), treinamento (Fernando Riveros, FAO-Roma) e ensaios regionais (Enrique Alarcón, Colômbia). Eles foram extremamente eficientes na sumarização das discussões e na tirada de conclusões do Seminário.

Luis E. Tergas, Presidente
Pedro A. Sánchez, Vice-Presidente
Fritz Kramer
David Evans

Cali, dezembro de 1981

ABREVIATURAS

GPDM	ganho de peso diário médio
CTC	capacidade de troca de cátions
cm	centímetro(s)
CPB	conteúdo de proteína bruta
cv.	cultivar(es)
DMS	diferença mínima significativa
ha	hectare(s)
kg	kilograma(s)
g	grama(s)
MO	matéria orgânica
MS	matéria seca
MV	matéria verde
m	metro
meq	milequivalente(s)
mg	miligrama(s)
mm	milímetro(s)
PMA	precipitação média anual
pH	concentração de íons de hidrogênio
ppm	partes por milhão
SFS	superfosfato simples
SFT	superfosfato triplo
SVP	semente(s) viva(s) pura(s)
t	tonelada(s)
UA	unidade(s) animal(is)
var.	variedade(s)
%	por cento, percentagem
>	maior que
<	menor que
≥	igual ou maior que
≤	igual ou menor que
±	mais ou menos

CAPÍTULO I

POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE FORRAGEM DAS REGIÕES DE OXISSOLOS E ULTISSOLOS

AVALIAÇÃO DOS ECOSISTEMAS DE SAVANA UTILIZADOS NA AMÉRICA TROPICAL PARA A PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE

Thomas T. Cochrane*

RESUMO

A medida que aumenta a pressão demográfica, as vastas áreas de Oxissolos e Ultissolos ácidos e de baixa fertilidade da América tropical, exercem um papel mais relevante na produção de gado de corte. Por esta razão, existe um interesse crescente por estas áreas. Visando obter uma idéia mais clara sobre os problemas relacionados com a produção de gado de corte nestas regiões, decidiu-se empreender um estudo dos sistemas de terras usando imagens de satélite como base para confrontar e ampliar os conhecimentos existentes, dentro de um contexto geográfico comum. O estudo foi iniciado em junho de 1977, e, em sete meses, foram elaborados mapas de cerca de 188 milhões de ha de terras. Alguns pontos relevantes das descobertas feitas neste estudo, no Centro-Oeste do Brasil, são: (1) o uso da evapotranspiração total estimada durante a estação das chuvas, como um critério climático para zoneamento da vegetação nativa. (2) A subdivisão das terras de savana em duas categorias completamente diferentes, para produção de gado de corte segundo as características de drenagem do solo: classificaram-se 97 milhões de ha como terras de "cerrado" bem drenados, 28 milhões de ha como savanas pobremente drenadas e o resto como outras formações. (3) Ainda que predomine um tipo de solo em qualquer sistema de terra, existem, inevitavelmente, manchas menores de solos menos importantes, que são diferentes, tanto em termos de umidade como de fertilidade natural. (4) A falta de umidade do solo, durante a estação seca nas terras bem drenadas, indicaria a necessidade de uma busca mais intensa de plantas que tenham um sistema radicular profundo para ajudar a aliviar o estresse hídrico durante este período. (5) Sabe-se que, em toda a região, existe uma deficiência de nutrientes no solo causada pela carência de minerais, e problemas de toxidez são comuns em toda a região.

ms
53658

Os Oxissolos e Ultissolos da América tropical, como mostram os Mapas dos Solos do Mundo, elaborados pela FAO-UNESCO (6, 7) se estendem desde o sul do México até o norte do Paraguai.

A Tabela 1 (3) permite avaliar a extensão destas terras na América Latina tropical. Não existe dúvida alguma sobre a sua importância no contexto de cada país. Tais terras ocupam 850 milhões de ha, aproximadamente, ou seja, quase a metade da superfície da América tropical, e se caracterizam por uma

alta precipitação anual, com uma estação seca de intensidade variável e uma fertilidade natural bastante baixa. Mais ou menos 300 milhões de ha são constituídos por savanas, e o resto, por florestas.

As terras de savana são usadas principalmente para pastejo extensivo de gado, face a fatores químicos e/ou físicos, fortemente limitantes. Acredita-se que a produção de carne, nestas terras e nas florestas vizinhas, aumentará à medida que aumentem as pressões demográficas, pois a produção de carne nos solos de maior fertilidade da América tropical será incapaz de competir com a produção de cereais. Por tal razão, existe um interesse crescente por estas áreas.

* Especialista em Recursos de Terra, Programa de Produção de Gado de Corte, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colômbia.

TABELA 1. Distribuição, por país, dos Oxissolos e Ultissolos na América Latina^a.

País	Milhões de ha	% do país	Importância ^b
1. Brasil	572,71	68	***
2. Colômbia	67,45	57	***
3. Peru	56,01	44	**
4. Venezuela	51,64	58	***
5. Bolívia	39,54	57	**
6. Guiana	12,25	62	***
7. Suriname	11,43	62	***
8. Paraguai	9,55	24	*
9. Equador	8,61	23	*
10. Guiana Francesa	8,61	94	***
11. México	4,42	2	
12. Panamá	3,59	63	***
13. Honduras	3,13	29	**
14. Nicarágua	2,92	30	::
15. Cuba	2,42	21	*
16. Chile	1,37	2	
17. Argentina	1,28	0,4	
18. Guatemala	0,96	9	
19. Costa Rica	0,70	14	*
20. Haiti	0,52	19	*
21. Jamaica	0,45	41	**
22. Trinidad	0,42	84	***
23. República Dominicana	0,42	9	
24. Belize	0,40	18	*
25. Porto Rico	0,16	18	*
26. Guadalupe	0,09	47	**
27. Martinica	0,05	43	**
Totais: ^c			
América Latina	851,10	42	**
América tropical	848,45	51	***
América do Sul tropical	828,21	59	***
América Central e Caribe	15,80	23	*

^a Preparado por P.A. Sánchez, 3 (Calculado por 6,7)

^b *** Mais de 50% do país

** Mais de 25% do país

* Mais de 10% do país

^c Inclui os países citados a seguir, onde não existem Oxissolos e Ultissolos: Uruguai, El Salvador, Antigua, Bahamas, Barbados, Curaçao e outras Antilhas menores.

A informação existente, sobre o clima, a topografia, a vegetação e os solos destas terras, não é detalhada e não tem sido reduzida a um denominador comum. Por esta razão, o CIAT elaborou um projeto para comparar os estudos existentes e realizar trabalhos exploratórios como um meio para verificar e ampliar a informação, vi-

METODOLOGIA

ando a proporcionar uma base comum mais detalhada que permita identificar as áreas geográficas com aptidão para desenvolvimento tecnológico. Para se determinarem as prioridades, levar-se-ão em conta considerações econômicas relacionadas com as aspirações de desenvolvimento de cada nação.

Os objetivos do estudo são: (a) classificar e registrar em mapas os recursos de terras das áreas de Oxissolos e Ultissolos como uma base para a estratégia de desenvolvimento e de transferência de tecnologia do Programa de Gado de Corte do CIAT; e (b) identificar as áreas geográficas prioritárias para realizar as inovações tecnológicas através das avaliações econômicas.

Os produtos do estudo serão:

1. A formação de um banco de dados que contenha:
 - a) Mapas e/ou fotografias por satélites, com uma escala de 1:1.000.000 em unidades geográficas mínimas de cerca de 3.300.000 ha, apresentando sistemas de terras.
 - b) Informação relacionada com cada sistema de terras em termos de clima, topografia e solos.
 - c) Informações sobre gramíneas e leguminosas selecionadas, dominantes ou adaptáveis para o cultivo em qualquer dos sistemas de terras.
 - d) Informação sobre problemas de manejo e doenças dos animais, bem como medidas de controle apropriadas para cada sistema de terras.
 - e) Referências bibliográficas e resumos.
2. Informações que resumam dados de solos e estimativas, orientadas geograficamente, das áreas prioritárias, para se realizar esforços de produção de gado de corte a nível nacional, segundo os resultados dos estudos econômicos.

Para se poder fornecer um resumo geográfico dos recursos de terra, decidiu-se modificar os enfoques sobre sistemas de terras desenvolvidos por Christian & Stewart (4), em seu estudo dos recursos de terras da região de Katherine-Darwin no norte da Austrália.

Para este estudo, definiu-se um sistema de terras como uma área ou um grupo de áreas no qual exista padrão recorrente de clima, topografia e solo. Estes parâmetros ambientais ordenam nas seguintes categorias para formar uma verdadeira classificação de terras:

1. Clima

- a) Energia radiante recebida.
- b) Temperatura
- c) Evapotranspiração potencial
- d) Balanço hídrico
- e) Outros fatores climáticos

2. Topografia

- f) Forma do terreno
- g) Hidrologia

3. Solo

- h) Características físicas do solo
- i) Características de fertilidade do solo

As análises climáticas estão sendo realizadas através do método de Hargreaves (12). Subcontratou-se a Universidade americana de Utah para efetuar o trabalho relativo ao clima, utilizando os dados selecionados de cerca de 1.000 estações meteorológicas da área estudada. Na Tabela 2 é apresentado um exemplo das análises preliminares da informação climática.

As imagens dos satélites (ERTS e LANDSAT) estão sendo usadas no reconhecimento aéreo e terrestre para a definição dos modelos topográficos.

As propriedades físicas do solo estão sendo catalogadas por meio de uma modificação da técnica descrita por Mansfield (16), para

TABELA 2. Um exemplo da análise provisória do balanço hídrico de Hargreaves, na Estação Meteorológica de Porto Nacional, Goiás (lat. 10°31', long. 48°43', alt. 237 m.s.n.m.)

	Temp ^a	U.R. ^b	PPLS ^c	RS ^d	Prec ^e	ETP ^f	Def Prec ^g	Dep Prec ^h	IUD ⁱ
Jan.	25,3	84	42	471	274	146	- 128	182	1,24
Fev.	25,3	85	40	452	229	127	- 103	151	1,19
Mar.	25,4	85	40	435	272	135	- 137	181	1,33
Abr.	26,0	81	57	474	150	145	- 5	95	0,66
Mai.	25,8	75	77	497	36	156	119	15	0,10
Jun.	24,8	67	85	489	1	145	144	- 9	- 0,05
Jul.	24,8	62	89	513	2	157	155	- 8	- 0,04
Ago.	26,4	53	87	559	3	178	175	- 8	- 0,04
Set.	27,9	57	66	540	35	172	137	14	0,08
Out.	27,0	73	52	510	142	164	23	89	0,54
Nov.	25,9	81	42	468	233	142	- 91	153	1,08
Dez.	25,5	84	38	447	284	139	- 144	189	1,35
Anual	25,8	74	60	448	1.663	1.808	145		

^a Temperatura média (°C)

^b Umidade relativa média (%)

^c Percentual médio de possível luz solar

^d Radiação solar provável calculada por meio da PCT sol

^e Precipitação média (mm)

^f Evapotranspiração potencial estimada (mm)

^g Deficiência de precipitação (mm) (ETP - PREC. MED.)

^h (0,70 x PREC) menos 10.

ⁱ Índice de umidade disponível (PREC. CONF./ETP EST.)

facilitar a comparação dos dados feita através de computador. A fertilidade do solo é descrita de acordo com o Sistema de Classificação de Fertilidade do Solo, desenvolvido por Buol e colaboradores (2), na Carolina do Norte, e modificado para as condições de baixa fertilidade.

O estudo será complementado com uma definição preliminar das condições de crescimento das principais gramíneas e leguminosas da área, para ajudar a introdução de forrageiras e as subseqüentes recomendações de manejo. Este aspecto é importantíssimo, pois, logicamente, algumas plantas se adaptam melhor a condições específicas de clima de fertilidade que outras.

Como o controle das doenças é um dos

custos que mais afeta a produção do rebanho, tentar-se-á localizar os limites geográficos aproximados das principais enfermidades endêmicas do gado.

Após o delineamento dos sistemas de terras, as áreas geográficas prioritárias serão indicadas para a introdução de tecnologia melhorada para produção de gado de corte, de acordo com as considerações econômicas. Este trabalho será complementado por estudos de campo sobre práticas de manejo em áreas específicas que permitam a identificação dos problemas de produção.

De vez que estas áreas cruzam os limites internacionais, estes estudos estão sendo realizados com a cooperação de organismos nacionais. No Brasil, está sendo desenvol-

vida uma operação conjunta com o Centro de Cerrados da EMBRAPA, e na Bolívia, com o Ministério da Agricultura desse país.

O estudo começou em junho de 1977 e está programado para continuar por um período de mais dois anos.

RESULTADOS ATÉ JANEIRO/1978

Foi efetuada uma verificação, no campo da interpretação preliminar dos resultados, das imagens do satélite de cerca de 188 milhões de ha de terras, realizada na principal região de savana da América do Sul tropical, — centro-oeste do Brasil e em uma parte do leste da Bolívia, entre as latitudes 10°S e 20°S (Fig. 1). Isto representa cerca de 22% da área total do projeto, à qual foi dada prioridade, pois os mapas gerais da vegetação provenientes dos Mapas Mundiais

de Solos da FAO-UNESCO (6, 7) indicam que mais ou menos 60% das regiões de savana a serem estudadas se encontram nessa região. A interpretação preliminar das imagens do satélite foi revista à luz dos estudos de campo e os dados estão sendo compilados para serem armazenados em um banco de dados antes da publicação do relatório.

Clima

Foram analisados e cartografados, provisoriamente, dados de 83 estações meteorológicas ao leste da fronteira da Bolívia. Comprovou-se que a região de savana está associada com uma forte estação seca, de cinco meses, que aumenta em direção ao nordeste. Uma observação particularmente interessante foi a de que o total de evapotranspiração potencial da estação chuvosa

Latitude

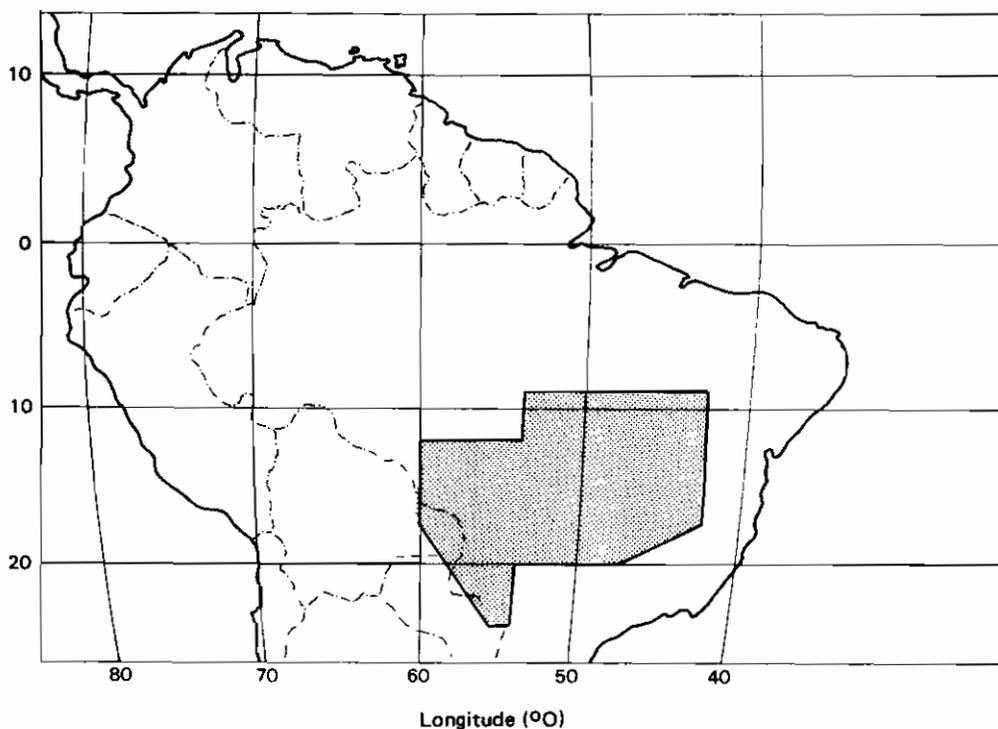


Figura 1. Região centro-oeste do Brasil e parte do leste da Bolívia.

(meses com um Índice de Disponibilidade de Umidade* superior a 0,33) nessas áreas é notavelmente constante. A Tabela 3 resume essa informação das 25 estações meteorológicas encontradas na região de sava-

nas áridas. A ETP é de 923 a 1.112 mm, com uma média de 1.001 mm e um desvio-padrão de 56 mm. É lógico que a ETP, durante a estação úmida do ano (que efetivamente é uma medida da energia disponível para o crescimento da planta ou o multiplicando da radiação solar e temperaturas), deva correlacionar-se com a vegetação natural, desde que outros fatores que afetam o ecossistema, tais como a fertilidade do solo, sejam relativamente constantes.

* O Índice de Disponibilidade de Umidade (IDU) é um termo que Hargreaves (12) define como um índice adequado de umidade ao nível de probabilidade de ocorrência da precipitação pluviométrica de 75% (ou de uma Precipitação confiável, PC). Define-se o IDU como a precipitação confiável dividida pela Evapotranspiração Potencial, ETP. A equação é

$$IDU = \frac{PC}{ETP}$$

Verificou-se como um ponto interessante o fato de que, na região estudada, a média mensal da estação úmida foi expressamente

TABELA 3. Evapotranspiração potencial — Região do Cerrado, Brasil.

Estações	Estados	Latitude	Longitude	Evapotranspiração potencial
		S	W	mm
Carolina	Maranhão	7°20'	47°28'	1.058
Imperatriz	Maranhão	15°32'	47°30'	1.110
Belo Horizonte	Minas Gerais	19°56'	43°56'	954
Curvelo	Minas Gerais	18°46'	44°26'	1.929
Frutal	Minas Gerais	20° 2'	48°56'	1.098
Itabira	Minas Gerais	19°37'	43°13'	984
Monte Alegre	Minas Gerais	18°52'	48°52'	1.024
Muriáe	Minas Gerais	21° 8'	42°22'	997
Paracatu	Minas Gerais	17°13'	46°52'	940
Pedra Azul	Minas Gerais	16° 0'	41°17'	952
Catalão	Goiás	18°10'	47°58'	987
Formosa	Goiás	15°32'	47°18'	935
Goiânia	Goiás	16°41'	49°17'	989
Luziânia	Goiás	16°15'	47°56'	995
Pirenópolis	Goiás	15°51'	48°58'	934
Porto Nacional	Goiás	10° 3'	48°43'	998
Taguatinga	Goiás	12°16'	45°54'	1.112
Cáceres	Mato Grosso	16° 3'	57°41'	1.028
Cuiabá	Mato Grosso	15°36'	56° 6'	1.058
Merurí	Mato Grosso	15°43'	51°44'	1.024
Pres. Murtinho	Mato Grosso	15°38'	53°55'	965
Goiás	Goiás	15°56'	50° 8'	989
Paraná	Goiás	12°33'	47°47'	923
Franca	São Paulo	20°33'	47°26'	1.002
Mínima				923
Máxima				1.112
Média				1.001,4
Desvio-padrão				55,9

superior à da estação seca, enquanto que o contrário é verdadeiro acima de uma linha que coincide aproximativamente com o paralelo 8°S.

As análises meteorológicas até esta data são consideradas como provisórias, enquanto se realiza um ensaio para obter medições mais exatas da radiação solar recebida, através de um estudo dos dados de nebulosidade que se observam nas fotografias por satélite.

Topografia

Nos Oxissolos e Ultissolos cartografados ocorrem duas situações de solos, completamente diferentes para a produção de gado de corte.

A primeira é caracterizada por uma criação de gado em terrenos bem drenados, principalmente Ultissolos de topografia plana. Estes solos apresentam uma horizonte de textura pesada, no subsolo, que impede a drenagem debaixo da camada superior do solo de textura mais leve. Com o início da estação chuvosa, a capa superior do solo se satura de água com muita rapidez, e, em geral, o terreno se inunda a tal ponto que o gado deve ser transferido a terrenos mais altos. De modo geral, a disponibilidade de terrenos mais elevados situados a distâncias razoáveis é limitada, e então ocorre a escassez de forragem na estação úmida. No entanto, parece que esses terrenos estão, hoje, suportando uma lotação por unidade de área maior que a dos terrenos bem drenados e os produtores de gado as consideram satisfatórias.

Aproximadamente 43% dos 80 milhões de ha estudados até hoje, poderiam ser classificados como savanas bem drenadas (principalmente Oxissolos), 15%, — isto é, 28 milhões de ha —, como savanas inundadas periodicamente (principalmente Ultissolos), e o restante, como outras formações, incluindo 17 milhões de ha de savanas de Entissolos.

Vegetação

A literatura revista, indica que se tem dedicado muito tempo e esforço considerável ao estudo dos terrenos de savana do Brasil. Apesar deste fato, até os mapas mais recentes de vegetação omitem representação da área de savanas deficientemente drenadas, ao longo do rio Araguaia, no Brasil Central.

Existe um gradiente de vegetação variável nas savanas secas ou "cerrados". As formas fisionômicas, localmente reconhecidas, descrevem-se, em geral, como: "campo limpo" (pradarias), "campo sujo" (pradarias com arbustos ocasionais), "campo cerrado" (savana aberta), "cerrado" (savana fechada, com árvores pequenas, esparsas), e "cerradão" (savana fechada com árvores mais altas e mais densas).

A terminologia e as descrições específicas variam de acordo com o autor, e somente alguns, como Goodland (9), descrevem os tipos fisionômicos em termos quantitativos, tais como a percentagem de cobertura vegetal, o número de componentes, e a altura. A Fig. 2 é uma fotografia do tipo de vegetação do cerrado que mostra os arbustos xeromórficos e árvores pequenas e semidecíduas tipicamente retorcidas.

Eiten (5) fez uma excelente descrição da vegetação do cerrado, onde registrou um resumo dos conhecimentos existentes e assinalou que, "dentro de sua própria região climática, o cerrado se adapta aos solos senis, pobres e bem drenados". No entanto, existe muita controvérsia com relação à origem da vegetação dos cerrados. Goodland (10) e Hill (13) fornecem antecedentes sobre esse aspecto, resumindo a opinião de vários autores, segundo sua preferência geral, em termos climáticos, pedológicos ou edáficos, geomórficos, bióticos e antrópicos ou uma combinação de todos. Sem dúvida, a controvérsia continuará até quando forem usados padrões apropriados para medir os componentes interdependentes dos ecossistemas da savana.

m aspecto relevante, comum a todas as



Figura 2. Vegetação dos campos cerrados.

savanas bem drenadas, é que muitas das espécies de árvores e arbustos se conservam verdes, mesmo durante os últimos meses da estação seca. Rawitsher *et al.* (19) e Ferri (8) demonstraram que essas plantas transpiram normalmente durante a estação seca. No entanto, nem eles nem outros autores fizeram cálculos da área foliar total que transpira nestas espécies como uma porcentagem da cobertura vegetal total; além disso, suas descobertas sobre umidade do solo e altura dos lençóis freáticos são de lugares específicos. É fato que as gramíneas e ervas secam rapidamente após o início da estação seca, devido a que o primeiro metro, aproximadamente, do solo, seca quase completamente.

Interessante é observar que o gado de corte pasta ativamente as folhas e galhos dos arbustos e árvores do cerrado, principalmente durante a estação seca. O único trabalho sobre este ponto que existe na literatura brasileira (18) indica que, no pico da estação seca (setembro), acima de 60% da ingestão

animal provém do pastejo de arbustos e árvores. Do ponto de vista da produção de carne, o fornecimento de forragem com teor de proteínas apropriado, durante a estação seca, é crítico nos terrenos bem drenados e se deveria dedicar mais atenção ao uso de gramíneas, leguminosas, arbustos e árvores de enraizamento mais profundo. Dentro deste contexto, talvez se deveria testar o uso de uma gramínea como o *Andropogon gayanus* Kunth que, segundo Howden (1), possui um sistema radicular especializado e profundo.

Solos

A paisagem dos cerrados mostra interessantes contrastes entre planaltos planos, colinas e vales e planícies de terras baixas. Estas formações principais estão resumidas num mapa fisiográfico em escala reduzida (Fig. 3). Os sistemas de terras têm sido cartografados dentro destas unidades. Muitos sistemas são bem irrigados por rios perenes que os atravessam em inter-

valos regulares. Todos contêm áreas de solos contrastantes. Lepsch *et al.* (14) ilustraram a variabilidade de solos que existem dentro das unidades fotográficas no estuoco que realizaram sobre o planalto ocidental de São Paulo.

Os níveis dos lençóis freáticos variam nas savanas bem drenadas, mas, como indica Eiten (5), em geral, estão oscilando entre 10 e 30 metros de profundidade. A capacidade de retenção de umidade dos Oxissolos, como informa o mesmo autor, é, geralmente baixa, apesar de que os solos apresentam teores relativamente altos de argila. Não obstante, dentro de qualquer das unidades topográficas existem áreas de solos importantes, como as que vão margeando os riachos, que possuem características físicas e químicas completamente diferentes e que podem ser utilizadas para ajudar a aliviar o estresse hídrico durante a estação seca. O contrário ocorre nas áreas deficientemente drenadas.

Como regra geral, existe um gradiente de fertilidade entre a savana e a vegetação de floresta contígua. O mesmo acontece dentro das savanas que, quando contêm maior biomassa, possuem, em geral, maior fertilidade. Isto foi demonstrado anteriormente por Goodland (9, 11) e está ilustrado com clareza na Tabela 4, na qual se pode observar que os níveis de Al e Mn em alguns solos podem tornar-se tóxicos para as plantas sensíveis a níveis altos desses elementos, e que os níveis de Ca, P, Mg e Zn são freqüentemente baixos. Os níveis de S não estão apresentados, mas McLung & De Freitas (17), e outros autores indicam que o S é deficiente em solos similares. Outros dados indicam que, freqüentemente, os níveis de Na no solo são baixos, o que é significativo na produção animal.

CONCLUSÕES

Está sendo demonstrado que a metodologia adotada para o estudo, — classificação das terras em sistemas edáficos se-

gundo o clima, a topografia e os solos — é eficaz para cartografar e descrever o componente edáfico como base para a estratégia de desenvolvimento e transferência da tecnologia da produção de carne do CIAT.

O clima das terras altas de savana do Cerrado do centro-oeste do Brasil parece ser notavelmente constante, quando elas são descritas como sendo "uma área com cinco ou mais meses secos e uma evapotranspiração total durante estação úmida de 950 a 1.050 mm". O uso da evapotranspiração total durante a estação úmida claramente se correlaciona com o período mais ativo de crescimento das plantas. O "Índice de Disponibilidade de Umidade", de Hargreaves, (12) facilitou a definição prática de um "mês seco".

A avaliação sistemática da topografia, usando as imagens do satélite e reconhecimento no campo, possibilitou fazer uma estimativa rápida e razoavelmente precisa da extensão dos sistemas topográficos principais. Viu-se que as regiões de savanas podem ser classificadas amplamente em terrenos bem drenados e pobremente drenados. O manejo das terras bem drenadas versus as pobremente drenadas englobaria o desenvolvimento de duas estratégias diametralmente opostas para melhorar a produção de gado na região.

A caracterização dos sistemas edáficos dá certa ênfase às áreas de solos menos importantes dentro de determinada região na qual predomine um tipo particular de solo. Essas áreas menores de terra podem exercer um papel relevante no contexto da agricultura prática, durante os períodos de carências, e para tais circunstâncias poderiam ser selecionadas plantas forrageiras.

Nas savanas bem drenadas de Oxissolos, os lençóis freáticos são profundos e os solos possuem uma baixa capacidade de retenção de umidade. Durante a estação seca, o solo permanece seco até uma profundidade de um ou mais metros. A necessidade de utilizar plantas forrageiras que possuam sistema radicular profundo fica bem clara.

O teor de nutrientes dos Oxissolos e Ultissolos é bastante baixo, particularmente com relação ao Ca, P, Zn e provavelmente S. Outros elementos também podem ser deficientes para a planta e/ou para a produção

animal, incluindo o Na.

Os níveis de Al e Mn são elevados em vários solos e a toxidez pode ser um fator limitante relevante para a produção de forragem.

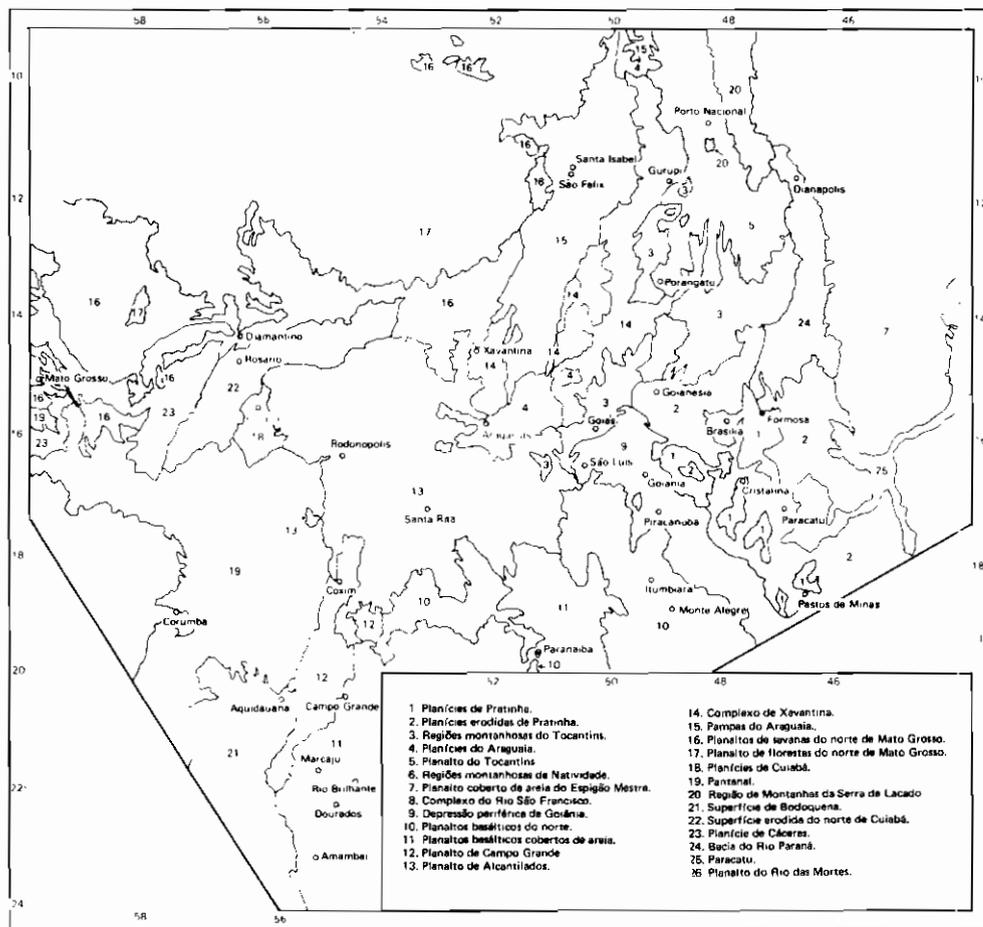


TABELA 4. Relação entre tipos de vegetação nativa de cerrado no Brasil Central e características médias da camada superior do solo (15) *

Propriedades do solo	Campo limpo (64) **	Campo cerrado (148)	Cerrado (255)	Cerradão (45)	Floresta (16)
pH (H ₂ O)	4,87a	4,94b	5,00b	5,14b	5,28c
pH (KCl)	4,16a	4,25b	4,25b	4,32b	4,35b
ΔpH	- 0,71ab	- 0,69a	- 0,76bc	- 0,82dc	0,93d
O M (%)	2,21a	2,33a	2,35a	2,32a	3,14b
Ca Troc. (meq/100 cc)	0,20a	0,33ab	0,45b	0,69c	1,50d
Mg Troc. (meq/100 cc)	0,06a	0,13a	0,21b	0,38c	0,55d
K Troc. (meq/100 cc) ***	0,08a	0,10ab	0,11b	0,13b	0,17c
Al Troc. (meq/100 cc)	0,74a	0,63a	0,66a	0,61a	0,78a
CTC Ef. (meq/100 cc)	1,08a	1,19a	1,43b	1,81c	3,00d
Saturação de Al (%)	66a	58b	54b	44c	40c
P Extr. (ppm)	0,5a	0,5a	0,9b	2,1c	1,4bc
Zn Extr. (ppm)	0,58a	0,61a	0,66b	0,67b	1,11c
Cu Extr. (ppm)	0,60a	0,79ab	0,94b	1,32c	0,95b
Mn Extr. (ppm)	5,4a	10,3b	15,9c	22,9d	24,1d
Fe Extr. (ppm)	35,7a	33,9a	33,0a	27,1b	37,2c
Argila (%)	33a	36a	34a	32a	37a
Aluvião (%)	20a	16b	15b	16b	16b
Areia (%)	46a	48a	51a	53a	47a
Matiz	7,3YRa	6,7 Ra	5,4Rb	4,4YRc	4,4YRc
Valor	4,3a	4,2a	3,8b	3,5c	3,6bc
Pureza	4,5a	4,7a	4,9a	4,7a	5,7a
Croma	4,06	4,06	4,06	4,06	4,06

* As médias de cada linha que não têm a mesma letra são significativamente diferentes ao nível de probabilidade de 0,05

** Número de amostras.

* Extraído por meio de 0,05 N HCl + 0,025 N H₂SO₄.

LITERATURA CITADA

1. Bowden, B.N. 1963. The root distribution of *Andropogon gayanus* var. *Bisquamulatus*. East African Agricultural and Forestry Journal, October 1963. p.157-159.
2. Buol, S.W., P.A. Sánchez, R.B. Cate & M.A. Granger. 1975. Soil fertility capability classification. p.126-141. In E. Bornemisza and A. Alvarado (ed.) Soil management in tropical America, North Carolina State University, Raleigh, N.C., USA.
3. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1978. Annual Report 1977. CIAT, Cali, Colômbia.
4. Christian, C.S. & S.A. Stewart. 1953. Survey of Katherine-Darwin region, 1946. Land Research Series nº 1., Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Melbourne, Austrália.
5. Eiten, G. 1972. The Cerrado vegetation of Brazil. The Botanical Review 38 (2): 201-341.

6. Food and Agriculture Organization of the United Nations — United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 1971. Soil map of the world. Vol. 4 — South America. UNESCO, Paris.
7. _____. 1975. Soil map of the world. Vol. 3 — Mexico, Central America and Caribbean. UNESCO, Paris.
8. Ferri, M.G. 1944. Transpiração de plantas permanentes dos Cerrados. Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo. Botânica 41(4): 159-224.
9. Goodland, R. 1969. An ecological study of the Cerrado vegetation of South Central Brazil. Ph.D. Thesis, Botany Department, McGill University, Montreal. 224p.
10. _____ (ed.). 1970. The savanna controversy. McGill University Savanna Research Project Publication nº 15. Montreal. 66p.
11. _____. 1971. The Cerrado Oxisols of the Triangulo Mineiro, Central Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências 43: 407-414.
12. Hargreaves, G.H. 1977. World water for agriculture. Climate, precipitation probabilities and adequacies for rainfed agriculture. Utah State University, Logan.
13. Hill, T.L. 1965. Savannas: A review of the major research problem in tropical geography. Savanna Research Series nº 3, Department of Geography, McGill University, Montreal, Canada, 6p. (Also, Canadian Geographer 9: 4).
14. Lepsch, I.F., S.W. Buol & Daniels. 1977. Soil-landscape relationships in the Occidental plateau of São Paulo State, Brazil. II. Soil morphology, genesis and classification. Soil Science Society of America Journal 41: 109-115.
15. Lopes, A.S. & F.R. Cox. 1977. Cerrado vegetation: and edaphic gradient. Agronomy Journal 69: 828-831.
16. Mansfield, J.E. 1977. Land capability for annual rainfed arable crops in Northern Nigeria based on soil physical limitation. International Conference on Role of Soil Physical Properties in Maintaining Productivity of Tropical Soils. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria.
17. McClung, A.C. & L.M.M. de Freitas. 1959. Sulfur deficiency in soils from Brazilian Campos. Ecology 40.
18. Neto, M.S., J.C. Escuder, N.M. Rodriguez, M. de Almeida Lina & A. Rodriguez Medina. 1976. Estudos em pastagens nativas em área de cerrado usando novilhos com fistula esofágica. II. Disponibilidade e seletividade botânica. Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais XIII Reunião, Salvador, Bahia, p.254-256.
19. Rawitsher, F.K., M.G. Ferri & Rachid. 1943. Profundidade dos solos e vegetação em Campos Cerrados do Brasil meridional. Anais da Academia Brasileira de Ciências 15(4): 267-294.

POTENCIAL DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA NA REGIÃO AMAZÔNICA

Paulo de T. Alvim *

RESUMO

A baixa fertilidade dos solos da Amazônia tem sido um obstáculo para a introdução da agricultura do tipo convencional que se pratica em outras regiões tradicionalmente agrícolas. Devido ao efeito das chuvas torrenciais, estes solos apresentam, além da escassez de nutrientes, uma alta concentração de Al trocável e uma severa fixação de P. Por estas razões, a agricultura, nos solos da Amazônia, tem sido essencialmente migratória, uma vez que, para corrigir suas deficiências minerais, a vegetação natural é derrubada e queimada; depois, o terreno é cultivado durante alguns anos e, em seguida, a área é abandonada para a recomposição da fertilidade do terreno. Se o valor da produção agrícola nesta região não chegar a ser suficientemente elevado para que se justifique a aquisição de fertilizantes, a agricultura continuará sendo, necessariamente, migratória. Alguns exemplos são citados para ilustrar que a agricultura intensiva, com utilização de insumos modernos, é economicamente viável no futuro. No entanto, o baixo nível tecnológico e o alto custo dos insumos nesta região obrigam, por hora, a reduzir ao mínimo a aplicação de fertilizantes. Com base nessas premissas, e considerando, principalmente, o problema da produção de alimentos, três alternativas são sugeridas: a) utilizar, preferencialmente, as pequenas áreas férteis que se encontram na Amazônia, pelo menos, durante os períodos iniciais dos programas orientados para o aumento da produção de alimentos; b) estabelecer sistemas de exploração pecuária nas áreas apropriadas. O estabelecimento de pastagens em solos relativamente pobres, porém de boa topografia, pode ser um método racional e econômico para explorar as regiões florestais. As pastagens na região amazônica podem ser consideradas como uma variante da agricultura migratória, pois a duração do período de cultivo depende da fertilidade do solo, quando não é possível fertilizá-lo economicamente; c) desenvolver sistemas eficientes de produção de alimentos que sejam auto-sustentáveis, com base no cultivo de árvores tropicais que produzem frutos comestíveis, como a árvore da fruta-pão e certas palmeiras. Aparentemente, a agricultura migratória pode-se transformar, também, em um sistema de produção mais evoluído, apesar de que esse tipo de agricultura continuará sendo sempre um sistema de subsistência, incapaz de melhorar apreciavelmente o nível de vida do agricultor. A pesquisa agrícola pode contribuir para aperfeiçoar os sistemas de auto-sustentação, a fim de que atinjam o nível de exploração comercial.

Os problemas agrícolas dos trópicos úmidos têm dado motivo a opiniões controversas e, em geral, baseadas mais em considerações teóricas do que em dados experimentais. Nos últimos anos, como resultado dos movimentos em defesa do meio ambiente, esses problemas passaram a ser analisados

por conservacionistas ou naturalistas, mais do que por especialistas em agricultura. Como consequência, tornaram-se populares alguns conceitos, obviamente exagerados, sobre as consequências ecológicas do desmatamento ou da substituição da floresta nativa por outra cobertura vegetal mais produtiva para o homem, e originou-se uma escola, que poderíamos chamar de "catastrofista", caracterizada por suas teses alarmantes sobre formação de verdadeiros desertos, completo

* Diretor Técnico-Científico, Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), Itabuna, Bahia, Brasil.

desaparecimento de rios, redução do oxigênio na atmosfera e outros desastres ecológicos. Alguns conservacionistas mais exarcebados defendem, por exemplo, que a Amazônia, sob o ponto de vista ecológico, deve ser considerada como um "deserto coberto de árvores", e que, se as árvores forem cortadas, a região se converterá em um "deserto vermelho" (9). Dentro desse raciocínio, pareceriam remotas as possibilidades de aproveitamento dos solos da Amazônia para fins agrícolas, sem o perigo de gravíssimas alterações ambientais.

Em trabalhos publicados anteriormente (1, 2, 3), analisamos as potencialidades e limitações da agricultura na região amazônica, mencionando alguns exemplos de exploração agrícola que não oferecem riscos de grandes modificações ecológicas. No presente trabalho, procuramos estabelecer algumas normas ecológicas para a utilização racional dos solos potencialmente aproveitáveis da região, seja para cultivos alimentícios, seja para formação de pastagens, seja para cultivos agroflorestais.

ÁREAS APROVEITÁVEIS

Não há informações precisas sobre a ex-

tensão das áreas potencialmente aproveitáveis para a agricultura, na região amazônica. A Tabela 1 reproduz alguns dados preliminares, compilados pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (14), sobre a distribuição percentual das terras atualmente em uso, e daquelas potencialmente utilizáveis, em diferentes países do continente americano. Observa-se que, nos Estados Unidos, cerca de 80% das terras potencialmente utilizáveis já se encontram ocupadas pela agricultura, ao passo que, nos países da América Latina, somente se cultivam, aproximadamente, 16% da área teoricamente aproveitável, observando-se índices mais baixos, precisamente, nas regiões tropicais.

Um levantamento preliminar (15) dos recursos de solos dessas regiões dá uma idéia aproximada da extensão das áreas potencialmente utilizáveis no futuro. Para os países da América Central, esses autores estimam em, aproximadamente, 2,3 milhões de ha a extensão da área com possibilidades de utilização para culturas; em 5,2 milhões de ha a área para pastagens ou cultivos arbóreos e em 18,5 milhões de ha a área para reservas florestais e silvicultura.

Na América do Sul, conforme mostra a

TABELA 1. Ocupação atual e potencial de terra nos Estados Unidos e em países latino-americanos (Adaptado de USDA, 1976).

Países ou regiões	Área atualmente ocupada			Área potencialmente utilizável			
	Com cultivos	Com pastagens	Com florestas	Com cultivos	Com pastagens e florestas	Para reservas	Total
	%						
Estados Unidos	16	30	32	20	58	22	100
México	14	36	17	22	45	33	100
América Central	9	17	50	42	34	24	100
Venezuela	6	15	50	51	20	29	100
Países andinos	4	19	41	34	30	36	100
Brasil	4	12	63	40	39	21	100
Países do cone sul	9	51	25	26	59	15	100
América Latina	6	23	46	35	40	25	100

Tabela 2, os mesmos autores estimam em 362,2 milhões de ha a extensão total de áreas com possibilidade de aproveitamento agrícola, sendo 11,3 milhões de ha de terrenos de aluvião (várzea), com boa fertilidade, porém, sujeitos a inundações periódicas; 56,6 milhões de ha de baixadas hidromórficas com problema de drenagem; 35,5 milhões de ha de solos bem drenados de "terra firme", com fertilidade entre média e alta, e 258,8 milhões de ha de solos bem drenados, de baixa fertilidade (Oxisolos ou Ultissolos), com alguma possibilidade de aproveitamento com cultivos menos exigentes e aplicação de fertilizantes. Somente nos países da bacia amazônica haveria, aproximadamente, 350 milhões de ha de terras aproveitáveis, o que representa cerca de 20% da área disponível para fins agrícolas, em todo o mundo. É importante assinalar que esta gigantesca reserva de terras se situa, precisamente, na faixa ecológica do globo terrestre,

onde os processos biológicos são mais acentuados e onde a produtividade primária dos ecossistemas alcança seus valores mais elevados (2, 11). Tal produtividade se deve, naturalmente, à abundância de radiação solar e à inexistência de épocas frias ou de estações secas prolongadas. Estamos, portanto, diante de uma região aparentemente muito promissora para a expansão da fronteira agrícola, tanto por sua extensão territorial como por seu potencial de produtividade biológica. Somos, entretanto, forçados a reconhecer que ainda não descobrimos o segredo de transformar este tremendo potencial de produtividade biológica em produtividade agrícola ou econômica. Não fosse assim, como explicar o fato de permanecer a região entre as mais atrasadas do mundo, em termos de desenvolvimento agrícola ou industrial? Ou, mais especificamente, por que o desenvolvimento da agricultura nessa região continua tão aquém do observado em outras regiões do

TABELA 2. Solos com possibilidade de aproveitamento para cultivos nas regiões tropicais úmidas da América do Sul (Adaptado de Wright e Bennema, 1965).

	Solos de aluvião ^a	Solos hidromórficos ^b	Solos bons de terra firme ^c	Solos marginais de terra firme ^d	Total
	milhões de ha				
Argentina	2,7	2,3	3,1	5,7	13,8
Bolívia	0,7	10,8	0,6	12,3	24,4
Brasil	3,2	25,4	21,8	174,4	224,8
Colômbia	3,6	6,3	1,5	20,2	31,6
Equador	0,1	0,6	0,4	4,8	5,9
Paraguai	0,7	2,8	4,2	7,1	14,8
Peru	0,1	2,7	1,6	17,2	21,6
Venezuela	0,2	5,7	2,3	17,1	25,3
Total	11,3	56,6	35,5	258,8	362,2

a) Solos de "várzeas" sujeitos a inundações periódicas, formados por depósitos, à margem dos rios ou em deltas.

b) Solos de baixadas ou depressões, com problemas de drenagem.

c) Solos planos ou ligeiramente ondulados, bem drenados, com fertilidade natural média e alta.

d) Solos com muito baixa fertilidade natural, porém passíveis de aproveitamento com determinadas culturas e com aplicação de fertilizantes.

continente americano, embora todo o continente tivesse sido colonizado quase na mesma época? Quais são, especificamente, os fatores que dificultam a agricultura nos trópicos úmidos da América Latina, particularmente na Amazônia?

FATORES ADVERSOS

Não parece haver dificuldade em identificar os principais fatores ecológicos característicos do ambiente tropical úmido e que têm dificultado a utilização dos solos da Amazônia para fins agrícolas. Os dois obstáculos mais importantes estão, na verdade, relacionados com as condições climáticas da região, ou, mais especificamente, com a excessiva precipitação pluviométrica que a caracteriza: a pobreza mineral dos solos, quando esses são profundos e sujeitos à lixiviação, e o impedimento de drenagem dos terrenos de baixada ou das margens dos grandes rios. O clima chuvoso ou excessivamente úmido, também favorece a incidência de pragas e doenças; dificulta a mecanização da lavoura e acelera o desgaste de máquinas e implementos agrícolas. As propriedades químicas dos solos são, entretanto, os obstáculos mais sérios para a introdução da agricultura do tipo convencional ou tradicionalmente praticada em regiões de clima frio ou temperado. Por efeito principalmente das chuvas torrenciais, esses solos, além de pobres em nutrientes essenciais, apresentam alta concentração de Al trocável e severa fixação de P. Essas características, desfavoráveis para a agricultura convencional, não são obstáculos para o crescimento exuberante da vegetação nativa, indubitavelmente bem adaptada a solos pobres. Deve-se assinalar, entretanto, que as plantas tradicionalmente cultivadas para a produção de alimentos foram selecionadas, através dos anos, precisamente por seu crescimento rápido e sua eficiente capacidade de armazenagem de assimilados, propriedades essas que as tornam mais exigentes quanto à fertilidade do solo. Para essas plantas manifestarem seu potencial de produção em terras pobres como as que predominam nas regiões de elevada precipitação pluviométrica, torna-se indispensável a aplicação de

adubos químicos ou de matéria orgânica.

Os povos antigos, que não conheciam a prática da adubação, descobriram empiricamente um método simples de corrigir as deficiências minerais dos solos tropicais, através da prática da derruba e queima da vegetação natural. Tal prática não é utilizada pelos agricultores com a finalidade de, apenas, "preparar o campo para o plantio", como geralmente se diz, mas sim, para incorporar ao solo, através das cinzas e detritos orgânicos em decomposição, os minerais que se encontravam na biomassa da vegetação natural. Lamentavelmente, esta forma de "adubação" tem duração efêmera e não pode ser repetida indefinidamente.

Quando o solo é cultivado por plantas que não protegem completamente o terreno, como a maioria das culturas de ciclo curto, os minerais, incorporados através da derruba e queima, são facilmente arrastados pela lixiviação ou erosão, fazendo com que a fertilidade do solo, em poucos anos, volte a níveis, às vezes, mais baixos do que os originais. Nasceu dessa forma a chamada "agricultura itinerante" ou "migratória", baseada no corte e queima da floresta nativa, seguindo-se o cultivo de plantas alimentícias por uns poucos anos, geralmente dois ou três, no máximo quatro, e, finalmente, o abandono da área por um período de vários anos ou mesmo décadas para a recomposição da fertilidade do terreno. Este sistema tem sido, através dos anos, o mais difundido método de cultivar plantas alimentícias nas regiões tropicais úmidas de todo o mundo. Ainda hoje, estima-se que o método seja praticado por mais de 200 milhões de pessoas, distribuídas em uma área de cerca de 30 milhões de km² ou, aproximadamente, 15% da superfície dos continentes (6).

Apesar de ser considerado um sistema relativamente eficiente para evitar o empobrecimento excessivo dos solos, a agricultura migratória deve ser utilizada com extrema cautela e somente em regiões pouco povoadas, onde cada família possa ter áreas relativamente extensas para empregar o método

SISTEMAS PREFERENCIAIS DE UTILIZAÇÃO

sem causar danos irreparáveis ao solo. Quando a pressão demográfica aumenta em uma área onde só se pratica a agricultura migratória, há uma natural tendência para aumentar os períodos de cultivo e diminuir os de repouso, com desastrosos efeitos sobre a fertilidade dos solos e o rendimento dos cultivos. Esse problema motivou sérias crises econômicas em algumas áreas da Amazônia brasileira como, por exemplo, na região bragantina, nas proximidades de Belém. Por outro lado, em virtude de sua baixa rentabilidade econômica, a agricultura itinerante, em geral, só produz para as necessidades mínimas do agricultor e de sua família, não sendo, por isso, considerada um sistema capaz de elevar o padrão de vida das populações rurais.

Por sua fertilidade natural mais elevada, os solos de aluvião ou de "várzeas" foram sempre os mais utilizados para a produção de alimentos na região amazônica. O fator limitante desses terrenos são as enchentes periódicas, com duração de três a quatro meses, geralmente entre maio e agosto, na Amazônia brasileira. Trabalhos de drenagem e de controle das águas por comportas e diques podem contribuir consideravelmente para aumentar o potencial de produção desses solos, mas essas práticas são ainda praticamente desconhecidas pela quase totalidade dos agricultores da região.

Os fatores mencionados — baixa fertilidade dos solos e problemas de drenagem — são incontestavelmente os mais restritivos para o uso dos solos da Amazônia. Naturalmente outros fatores importantes para programas de desenvolvimento agrícola como, por exemplo, problemas de transporte, comercialização, assistência técnica, crédito, armazenagem, estrutura agrária, incentivos fiscais, etc., poderiam, também, ser analisados. Os aspectos puramente agronômicos, entretanto, merecem atenção especial, pois, concretamente, o que nos interessa saber é, em primeiro lugar, o que fazer com os solos relativamente pobres que predominam na região ou que sistemas de produção seriam mais indicados para tais solos, sob o ponto de vista econômico e ecológico.

Algumas sugestões sobre métodos de utilização para alguns tipos de solos da Amazônia já foram discutidas em trabalho anterior (3), de onde extraímos a seguinte observação: "o maior desafio para os cientistas que trabalham em agricultura nos trópicos úmidos é, sem dúvida, o de encontrar novos sistemas de produção ecologicamente adequados para a região. Isso, eventualmente, haverá de conduzir o homem a um novo estado de equilíbrio com o ambiente e, sem dúvida, requererá a substituição das florestas naturais por outras comunidades vegetais, em áreas selecionadas. Infelizmente, teremos que esperar alguns anos até que esses novos sistemas de produção, desenvolvidos pela pesquisa, possam ser extensamente usados para promover o desenvolvimento agrícola nos trópicos úmidos. Isso não significa, no entanto, que somos completamente ignorantes sobre o que se pode fazer agora em algumas áreas selecionadas dos trópicos, sem provocar desastres ecológicos". Para ilustrar este ponto de vista, alguns projetos agrícolas, atualmente em execução na Amazônia brasileira, foram resumidamente descritos no citado trabalho, salientando-se, por exemplo, o cultivo de arroz irrigado nos terrenos de várzea, alguns cultivos arbóreos como o cacaueteiro (*Theobroma cacao*), a seringueira (*Hevea brasiliensis* e *Hevea pauciflora*), o dendzeiro (*Elaeis guineensis*), a castanha do Pará (*Bertholletia excelsa*), a silvicultura (*Gmelina arborea* e *Pinus caribea*) e a formação de pastagens em algumas regiões de menor precipitação e topografia plana ou ligeiramente ondulada.

Entre os cereais de grande consumo, o arroz é certamente o que parece oferecer maior possibilidade de expansão na região amazônica. Somente na região do delta do rio Amazonas, por exemplo, estima-se em mais de 1,5 milhões de ha a área de várzea apropriada para o cultivo de arroz irrigado (12). Uma plantação de 2.000 ha na região do rio Jari vem registrando uma produção média de 12-14 t/ha/ano com duas colhei-

tas. Além do arroz, outros cultivos alimentares se adaptam perfeitamente às condições climáticas e a determinados tipos de solos da região, podendo-se citar como exemplo o feijão "Cowpea" (*Vigna spp*) e o "guandu" (*Cajanus cajan*) e, entre as feculentas, a mandioca (*Manihot esculenta*), a batata-doce (*Ipomea batata*), os carás (*Dioscorea spp*) e os inhames ou taiobas (*Xanthosoma saggitifolium* e *Colocasia esculenta*). Diversas outras espécies econômicas apropriadas para os trópicos são mencionadas no recente livro de Alvim e Kozlowsky (5).

Obviamente, qualquer espécie vegetal, quando cultivada por métodos convencionais, conduz inevitavelmente a um decréscimo da fertilidade natural do solo. Para se obterem colheitas razoáveis, por vários anos consecutivos em um terreno relativamente pobre, será indispensável o uso de fertilizantes. Se o preço desses fertilizantes é demasiadamente elevado em relação ao valor da produção do cultivo, não haverá outra solução senão a de recorrer ao velho sistema de agricultura itinerante, isto é, abandonar o campo por alguns anos e instalar novo plantio em área recém-aberta pela queima da vegetação natural. Chegamos assim à inevitável conclusão de que, enquanto o valor da produção agrícola não for suficientemente elevado para justificar a aquisição de fertilizantes e corretivos, a agricultura nos solos relativamente pobres dos trópicos continuará sendo do tipo itinerante, sem possibilidade de se transformar em um empreendimento capaz de melhorar o padrão de vida do agricultor. Tal situação, contudo, poderá modificar-se em qualquer região e a qualquer momento, sempre que haja alterações na relação entre o preço dos fertilizantes e o preço dos produtos agrícolas. Como exemplo, podemos citar o que acontece hoje na Amazônia brasileira com algumas culturas altamente valorizadas no comércio, como a pimenta-do-reino (*Piper nigrum*) e os produtos hortigranjeiros.

A pimenta-do-reino, introduzida por colonos japoneses na década dos 30, é hoje, amplamente cultivada em solos pobres

(Oxissolos), com emprego de doses relativamente altas de fertilizantes. Cerca de 70% do custo da produção corresponde a gastos com insumos e mão-de-obra. Ainda assim, o cultivo da pimenta-do-reino se constitui em uma das atividades agrícolas mais rentáveis na Amazônia. Outro exemplo interessante é o da produção de hortaliças, principalmente tomate, com tecnologia altamente avançada e em casas de vegetação cobertas de plástico transparente. O sistema foi introduzido com grande êxito e em escala comercial (cerca de 100 casas de vegetação de 8 m x 30 m) pelo Instituto Agropecuário Adventista, nas vizinhanças de Manaus, cidade onde a escassez de hortaliças torna seus preços suficientemente elevados para cobrir todos os custos de produção e dar boa rentabilidade ao negócio.

Esses exemplos, naturalmente, não podem ser generalizados para toda a região tropical, mas servem para ilustrar que a agricultura intensiva, com utilização de insumos modernos, não é, necessariamente, um sistema de produção agrícola totalmente condenável para os trópicos ou que só tenha viabilidade comercial em regiões economicamente desenvolvidas. Em outras palavras, não se pode descartar, *a priori*, a hipótese de que, no futuro, a utilização de fertilizantes venha a ter nos trópicos tanta aplicação como nas regiões temperadas, tudo naturalmente dependendo, como sempre, da relação custos/benefício do empreendimento. Obviamente, na situação atual, tendo em vista o baixo nível tecnológico em que se encontra a agricultura na região amazônica, e levando-se em conta, principalmente, o elevado custo dos insumos modernos nessa região, teremos que explorar preferencialmente as possibilidades de expandir a fronteira agrícola sem aplicação ou com reduzida aplicação de fertilizantes. Partindo dessa premissa, e considerando principalmente o problema de produção de alimentos, teremos aparentemente que nos contentar por algum tempo com uma das três seguintes alternativas.

Utilização preferencial de terras férteis

São ainda relativamente escassos os levan-

tamentos pedológicos na região amazônica, mas os estudos já realizados revelam grande variabilidade no potencial de uso dos solos em função de sua fertilidade natural e relevo. Para se formar uma idéia dessa variabilidade, em termos de fertilidade natural, representamos na Figura 1, através do sistema gráfico proposto por Alvim e Cabala (4), nove tipos de solos representativos de diferentes regiões tropicais brasileiras. Chama-se a atenção para os solos de boa fertilidade natural (Terra Roxa ou Alfissolos) encontrados não apenas na região cacauzeira da Bahia, mas também em algumas áreas da Amazônia como, por exemplo, Rondônia, Santarém e Altamira (Fig. 1A, 1B, 1C, 1D). Igualmente férteis, como já foi dito, são os solos de aluvião (Fig. 1E). Contudo, os solos encontrados com maior frequência, provavelmente cobrindo mais de 70% da região amazônica, correspondem aos Oxissolos e Ultissolos de muito baixa fertilidade (Fig. 1F e 1H).

Segundo levantamentos realizados pelo Projeto RADAM e pelo Ministério da Agricultura do Brasil, há entre 8 e 10 milhões de ha de terras relativamente férteis na Amazônia brasileira, entre solos de várzea (Inceptissolos) e de terra firme (Alfissolos). São essas as únicas terras onde se pode praticar agricultura do tipo convencional e sem uso de fertilizantes, devendo-se, por isso, reservá-las preferencialmente para tal finalidade. Sua utilização para formação de pastagens e projetos de reflorestamento deve ser evitada por todos os meios.

Pecuária em áreas apropriadas

As conseqüências ecológicas da transformação das florestas em pastagens para criação de gado têm sido um dos assuntos mais discutidos nas regiões tropicais. Por ser precisamente o sistema de utilização que se expande com mais facilidade e rapidez, a pecuária é considerada por muitos como a mais grave ameaça ao ambiente tropical, capaz de provocar alterações nos cursos dos rios, com aumento das enchentes na época das chuvas e diminuição das águas nos períodos das estiagens. Alguns autores falam, também, em

alterações climáticas (diminuição das chuvas, por exemplo) em conseqüência da formação de pastagens, mas não existe comprovação científica de que tais mudanças de fato tenham ocorrido em algum lugar.

Pesquisas realizadas no Brasil têm demonstrado ser aparentemente possível, através de boas práticas de manejo e em determinados tipos de solos, implantar projetos pecuários que, na verdade, contribuem para melhorar as características originais do solo sob o ponto de vista agrônomico e oferecem razoável proteção contra perdas por lixiviação ou erosão. O principal defensor desse ponto de vista no Brasil tem sido Falesi (7, 8). Alguns resultados do trabalho de Falesi estão representados na Figura 2, segundo o sistema gráfico proposto por Alvim e Cabala (4). Observa-se por esses resultados que, em conseqüência da queima da floresta, a fertilidade do solo efetivamente melhora de forma apreciável, em termos de disponibilidade de fósforo, bases trocáveis e decréscimo na percentagem de saturação de alumínio. Após 10 a 11 anos de exploração de pastagens nesses solos, seu nível de fertilidade ainda se conserva relativamente elevado em relação aos níveis da floresta primária. Com base nesses resultados, Falesi (7) conclui taxativamente que "a formação de pastagens nos Oxissolos e Ultissolos de baixa fertilidade é uma maneira racional e econômica de ocupar e valorizar essas extensas áreas". Faz, entretanto, advertência sobre a necessidade de introduzir boas práticas de manejo para evitar a tendência natural de regeneração da floresta tropical, havendo necessidade de controlar com especial cuidado o número de animais por unidade de área de pastagens. Conclui também em seu trabalho que "as áreas de várzeas altas e baixas bem como os campos naturais de formação holocênica são excelentes para o criatório extensivo de búfalo, constituindo uma solução imediata para o problema de escassez de proteína que o mundo atravessa".

O problema de formação de pastagens nas zonas tropicais da América Central foi recentemente revisto por Parsons (13). Na opinião

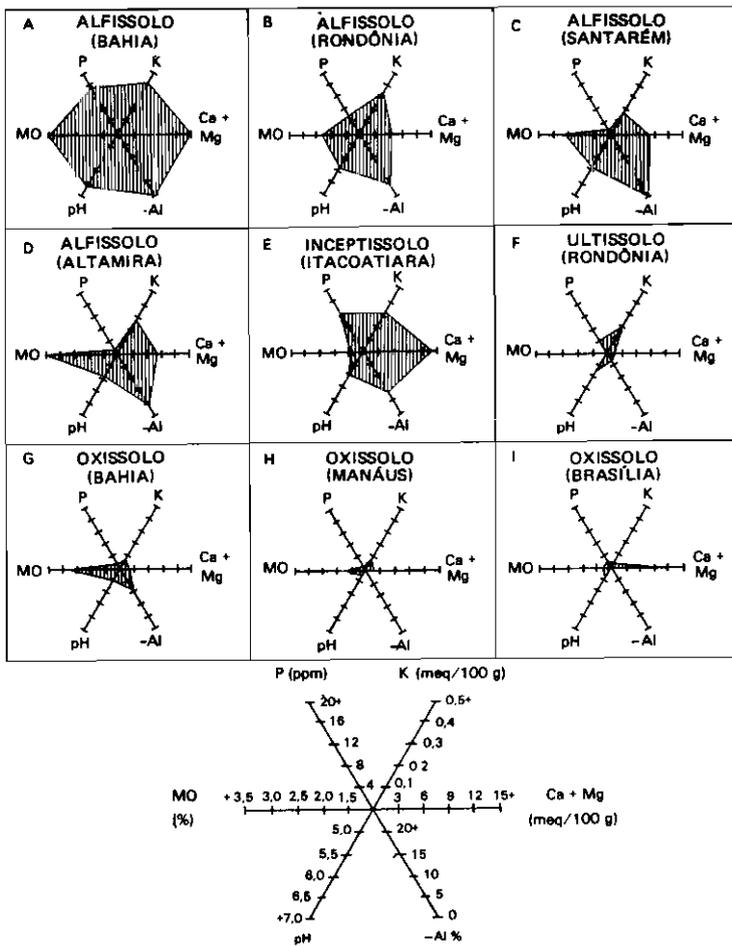


Figura 1. Representação gráfica da fertilidade de diferentes tipos de solos de regiões tropicais brasileiras, em termos de pH (em água), percentagem de matéria orgânica (combustão úmida), concentração de P (método de Mehlich), concentração de K (método de Mehlich), concentração de Ca + Mg (extração com KCl) e percentagem de saturação de alumínio (extração com KCl). A figura inferior representa as escalas para os diferentes parâmetros, segundo Alvim & Cabala (1974).

desse autor, a manutenção da produtividade das pastagens em climas tropicais exigirá, além de práticas de manejo intensivo, a aplicação de fertilizantes. Como esses fertilizantes geralmente não são aplicados, devido a seu alto custo nas florestas tropicais, as pastagens formadas poderão ter uma "vida útil" relativamente curta, naturalmente dependendo da fertilidade natural do solo. A formação de pastagens em clima de flores-

tas parece ser assim uma variante da "agricultura itinerante", na qual o período de cultivo pode ser estendido por vários anos quando os solos são relativamente férteis, ou reduzir-se a uns poucos anos naqueles mais pobres.

Sistemas auto-sustentados

Sob o ponto de vista ecológico, um

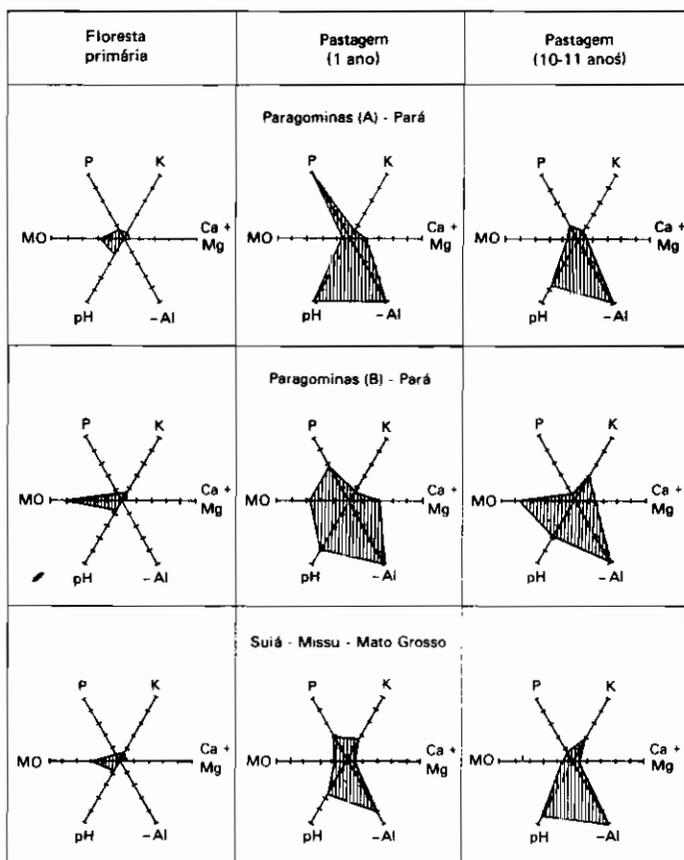


Figura 2. Representação gráfica das alterações na fertilidade dos Oxissolos como resultado da queima e formação de pastagens em três diferentes localidades da região Amazônia, segundo dados analíticos obtidos por Falesi (1976). Para interpretação dos valores, ver escala da Figura 1.

sistema auto-sustentado é aquele que se encontra em equilíbrio perfeito com o ambiente, mantendo-se praticamente inalterado através dos anos. Sob o ponto de vista agrônomo, um sistema auto-sustentado é aquele que é capaz de cumprir duas funções básicas: produzir para o homem mais do que a natureza normalmente produz, e evitar a degradação do solo. As funções contra a degradação devem cumprir três finalidades específicas: evitar a erosão, manter a reciclagem dos nutrientes e evitar a lixiviação.

A floresta tropical é um sistema auto-sustentado, perfeitamente adaptado às condições de solo e clima dos trópicos úmidos (Fig. 3). Inúmeros produtos de utilidade para o homem são extraídos da floresta, sendo que alguns são de grande interesse comercial, como por exemplo, a castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*), a borracha (*Hevea* spp.), a sorva (*Coouma* spp.), a piaçava (*Leopoldinia piassaba*), além de inúmeras essências florestais. Está claro, contudo, que o aproveitamento desses produtos da floresta

por puro extrativismo jamais poderá contribuir para promover o desenvolvimento das regiões tropicais. No caso da exploração de madeiras, existe a possibilidade de desenvolver sistemas de utilização das florestas naturais por cortes seletivos, obedecendo o princípio da produção auto-sustentada, mas na prática, a viabilidade econômica do sistema é, quase sempre, comprometida pelo custo do

transporte. A silvicultura e os cultivos arbóreos (borracha, dendê, cacau, etc.) são sistemas que se assemelham, em seu funcionamento, à floresta natural, mas não podem ser considerados como completamente auto-sustentados, pois invariavelmente exigem, pelo menos a longo prazo, a reposição dos nutrientes exportados com as colheitas (Fig. 3).

1. a. Redução do impacto das chuvas
- b. Diversidade botânica
- c. Reciclagem dos nutrientes
- d. Retorno dos nutrientes ao solo
- e. Resíduos vegetais

2. a. Redução mínima do impacto das chuvas
- b. Competição de ervas daninhas
- c. Perda de nutrientes por lixiviação
- d. Perda de solo por erosão
- e. Exportação de nutrientes pelas colheitas

3. a. Redução do impacto das chuvas
- b. Sombra
- c. Reciclagem de nutrientes
- d. Resíduos vegetais
- e. Retorno de nutrientes ao solo
- f. Exportação de nutrientes pelas colheitas

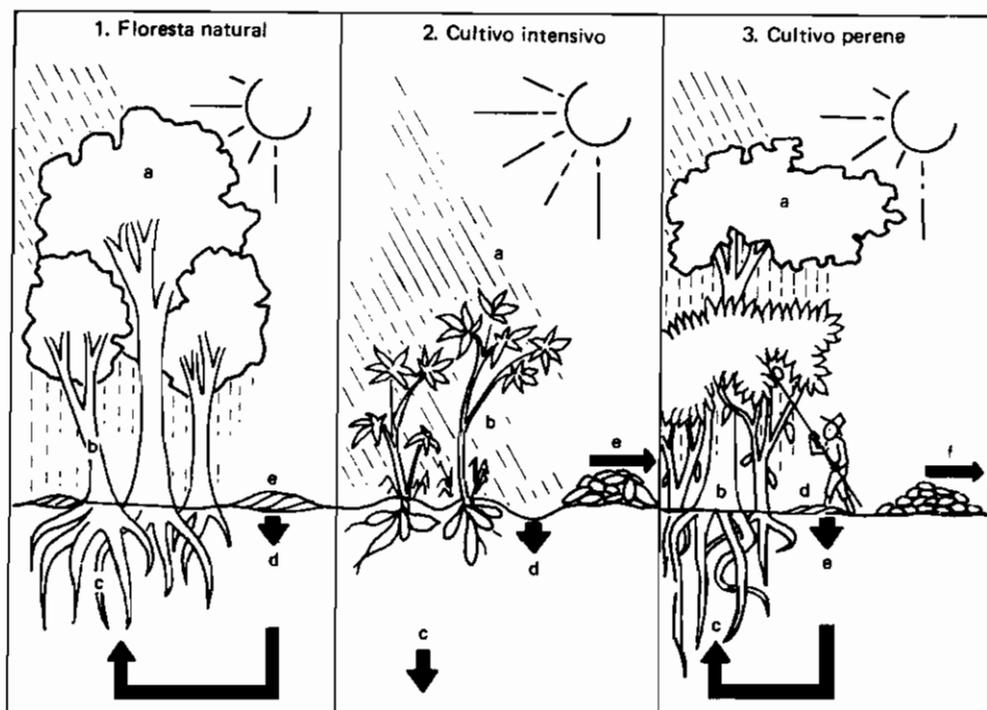


Figura 3. Representação esquemática do efeito da cobertura vegetal sobre a conservação da fertilidade do solo em floresta natural, cultivos intensivos (mandioca) e cultivos perenes (cacau).

No campo da produção de alimentos, parece haver boas possibilidades de poder desenvolver sistemas eficientes com o cultivo de plantas arbóreas produtoras de frutos comestíveis, das quais há inúmeras espécies nos trópicos, inclusive algumas palmeiras produtoras não só de frutos, mas também de palmito como, por exemplo, a pupunha (*Guilielma* spp.), o assaí (*Euterpe oleracea*), a jussara (*Euterpe edulis*), etc. A formação de pomares domésticos com árvores alimentícias como fruta-pão, pupunha, abacate, manga, jaca, etc. é, aliás, uma prática tradicional em todas as regiões tropicais. Sem dúvida, a experimentação agrícola contribuirá enormemente para aperfeiçoar esses sistemas, tornando-os viáveis para uma agricultura de tipo comercial. Deve-se dar ênfase à recente revisão, feita por Harwood, sobre as vantagens e possibilidades de esses sistemas "não convencionais" produzirem alimentos nos trópicos (10).

Segundo Andreae (6), a agricultura itinerante também poderá ser melhorada através da experimentação, de forma a se transformar em uma modalidade de agricultura auto-sustentada. Conforme ilustrado na Figura 4, quando os intervalos entre os períodos de cultivos são muito curtos, a fertilidade dos solos decresce rapidamente ao ponto de tornar o sistema completamente improdutivo, após alguns anos de cultivo itinerante. Por outro lado, quando os intervalos entre os períodos de cultivo são muito longos, a rentabilidade econômica do sistema, por natureza baixa, torna-se totalmente desprezível. Teoricamente, a experimentação pode-

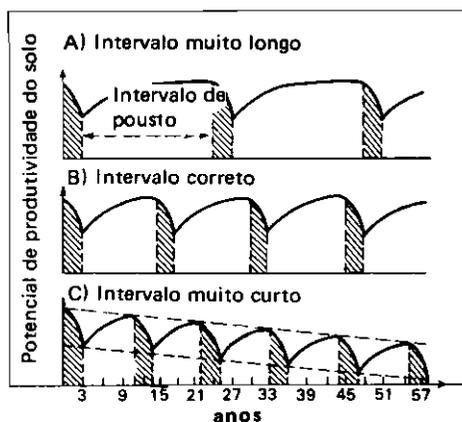


Figura 4. Alterações no potencial de produtividade do solo por influência da duração do período de pousio em campo cultivado pelo sistema de agricultura itinerante. (Adaptado de Andreae, B 1974).

rá definir o intervalo entre cultivos que melhor cumpre a dupla função de manter níveis constantes de produtividade e de fertilidade do solo. Não se pode, contudo, esperar que a agricultura itinerante, mesmo transformada em um sistema auto-sustentado, possa deixar de ser, como sempre foi, uma agricultura basicamente de subsistência, incapaz portanto de contribuir para uma sensível melhoria no padrão de vida do agricultor.

LITERATURA CITADA

1. Alvim, P. de T. 1972. Potencial agrícola da Amazônia. *Ciência e Cultura* 24: 437-443.
2. ———. 1973. Los trópicos bajos de América Latina: recursos y ambiente para el desarrollo agrícola. p. 43-61. In *Simposio sobre El Potencia del Trópico Bajo*. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.
3. ———. 1977. The balance between conservation and utilization in the humid tropics with special reference to Amazonian Brazil. p. 347-352. In G. T. Prance and T. S. Elias (ed) *Extinction is forever*. The New York Botanical Garden.
4. ——— e F. P. Cabala. 1974. Um novo sistema de representação gráfica da fertilidade dos solos para cacau. *Cacau Atualidades, Ilhéus/Bahia* 11(1): 2-6.

5. _____ and T. T. Zozlowsky (ed.). 1977. Ecophysiology of tropical crops. Academic Press Inc. New York. 512 p.
6. Andreae, B. 1974. Problems of increasing the productivity in tropical farming. Institute for scientific cooperation, Tübingen, Germany. Applied Science and Development 3: 124-139.
7. Falesi, I. C. 1974. O solo da Amazônia e sua relação com a definição de sistemas de produção agrícola. Documento 2, 17p. Reunião do Grupo Interdisciplinar de Trabalho Sobre Diretrizes de Pesquisa Agrícola para Amazônia. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília.
8. _____. 1976. Ecosistema de pastagem cultivada na Amazônia brasileira. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisas Agropecuárias do Trópico Úmido, Belém, 150p.
9. Goodland, R. J. and H. S. Irwin. 1975. Amazon jungle: Green hel to red desert? Elsevier, Amsterdam. 1955 p.
10. Harwood, R. R. 1976. The application of science and technology to long-range solutions: multiple cropping potentials. p. 423-441. In M. S. Scrimshaw and M. Béhar (ed.) Nutrition and agricultural development. Significance and potential for the tropics. Plenum Press.
11. Lieth, H. and R. H. Whittaker (ed.) Primary productivity of the biosphere. Springer-Verlag Inc. 339 p.
12. Lima, R. R. 1956. A agricultura nas várzeas do estuário do Amazonas. Instituto Agronômico do Norte, Belém. Boletim Técnico no. 33. 164 p.
13. Persons, J. 1976. Forest to pasture: development or destruction? Revista de Biologia Tropical (Costa Rica) 24(1):121-138.
14. United States Department of Agriculture. 1976. Economic Research Service, FDCD. Working paper – Agriculture in the Americas. Statistical Data.
15. Wright, A. C. S. and J. Bennema. 1965. The soil resources of Latin America. FAO/UNESCO Project, World Soil Resources Project No. 18, FAO, Rome.

COMPARAÇÃO ENTRE OS SOLOS TROPICAIS DA AMÉRICA LATINA E OS DA AUSTRÁLIA

Pedro A. Sánchez*
Ray F. Isbell**

RESUMO

Este trabalho descreve as propriedades contrastantes dos solos sob pastagens tropicais melhoradas da Austrália e seus correspondentes na América Latina. Os solos predominantes na Austrália são os Alfissolos e Vertissolos, com proporções menores de Entissolos, Aridissolos, Ultissolos e Oxissolos. Na América Latina predominam os Oxissolos e Ultissolos, ocorrendo também áreas menores de Alfissolos, Inceptissolos e Entissolos. O clima da Austrália se caracteriza por uma estação seca de seis a oito meses com baixas temperaturas, incluindo geadas, que ocorrem na região norte, a altura do paralelo 17°S. Na América Latina, as regiões de savana apresentam de quatro a seis meses de estação seca, sem geadas, enquanto que na bacia Amazônica e em outras regiões não há uma estação seca definida. A vegetação predominante nos trópicos australianos com mais de 500 mm de chuvas anuais é a de savanas arbóreas. Os valores do pH do solo nas regiões de Alfissolos e Vertissolos da Austrália fluctuam entre 5,5 e 9,0. Tais solos não apresentam problemas de toxidez de Al, e, em geral, sua provisão de bases trocáveis é elevada. No subsolo, é comum se encontrarem níveis altos de Na trocável. A capacidade de fixação de P destes solos, assim como de vários Ultissolos australianos, é baixa. No entanto, as deficiências de P e S estão amplamente distribuídas e as de Mo e Zn são importantes em muitas áreas. O pH das savanas e selvas da América Latina fluctua entre 3,8 e 5,5, com uma alta saturação de Al trocável que causa toxidez normal deste elemento. O nível de bases trocáveis é baixo e não existe Na trocável. A fixação de P é elevada nos Oxissolos e Ultissolos, com exceção dos que possuem uma textura arenosa na superfície. Além das deficiências de P, Ca e Mg, as de K e S estão amplamente distribuídas, e as de micronutrientes também são comuns, se bem que menos caracterizadas. Tanto na Austrália como na América Latina, a deficiência de N é aguda. Em geral, os Alfissolos e Vertissolos australianos apresentam limitações físicas mais sérias do que químicas, enquanto que nos Oxissolos e Ultissolos dominantes na América Latina as limitações mais sérias são as que se relacionam com a baixa fertilidade destes solos ácidos. Destarte, a extrapolação direta de resultados de um continente para o outro é, portanto, limitada. Não é provável que as espécies de leguminosas tropicais adaptadas às condições australianas apresentem resultados relevantes na maioria dos Oxissolos e Ultissolos da América Latina, e vice-versa.

* Cientista de Solos e Coordenador do Programa de Gado de Corte do Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colômbia.

** Cientista Diretor de Pesquisa, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Division of Soils, Townsville, Queensland 4810, Austrália.

As porções tropicais da Austrália e da América Latina contêm as maiores áreas do mundo dedicadas à produção extensiva de gado de corte. Estas áreas caracterizam-se

por sua grande extensão, sua baixa densidade populacional, seus solos de baixa fertilidade natural e suas consideráveis distâncias dos principais mercados. Estas limitações fazem com que a produção de carne, baseada em pastagens, seja a principal atividade agropecuária, a não ser que sejam feitos grandes investimentos em fertilização e infra-estrutura que permitam atingir produções rentáveis com culturas. Na América Latina existem grandes extensões de savanas nos "llanos" da Colômbia e Venezuela e no Cerrado do Bra-

sil; fato semelhante ocorre na bacia amazônica e em outras florestas tropicais úmidas, desmatadas para agricultura, e em muitos flancos de colinas no sopé dos Andes. Na Austrália, a região capaz de suportar pastagens tropicais melhoradas é a usualmente definida como a que recebe mais de 500 mm anuais de chuvas. Este trabalho se concentrará nesta área. A América Latina tropical possui áreas de solos mais férteis, dedicados principalmente a culturas; possui, também, faixas costeiras desérticas. A Austrália tropical possui pequenas áreas de alta precipitação, dedicadas à produção de cana-de-açúcar e outras culturas, além de extensa área desértica no interior.

Os dois continentes estão estreitamente vinculados, em termos de desenvolvimento de pastagens tropicais. O crescimento da indústria de carne na Austrália tropical baseou-se, na introdução, adaptação e difusão das espécies de leguminosas forrageiras coletadas na América Latina e de gramíneas provenientes principalmente da África. Por outro lado, os esforços mais recentes feitos na América Latina tropical estão baseados na experiência australiana, tanto em termos de estratégia de pesquisa como através de tentativas para adaptar diretamente as cultivares australianas na América Latina. Este relacionamento sugere a necessidade de quantificar as similaridades e as diferenças físicas entre os dois continentes, visando a conseguir uma melhor compreensão do tipo e do grau de extrapolação possível. A finalidade deste trabalho é comparar os solos tropicais da América Latina e da Austrália, com especial referência a sua importância na produção de forragem. Por razões de uniformidade, usa-se, neste trabalho, a terminologia de Taxonomia de Solos (60). As definições principais encontram-se no Apêndice 1, e a tradução da terminologia australiana para seus equivalentes, na Taxonomia de Solos está registrada no Apêndice 2.

CLIMA

Austrália

Os trópicos australianos compreendem,

aproximadamente, 227 milhões de ha, cerca de 32% do país. Sua característica mais notável é sua aridez generalizada. Cerca de 44% da Austrália tropical tem uma precipitação anual superior a 500 mm, e somente 12% recebe mais de 1.000 mm (Fig. 1). As áreas que recebem mais de 1.500 mm estão situadas ao norte da península de Cape York e numa zona estreita que margeia a costa nordeste, onde algumas áreas pequenas recebem até 4.000 mm. Esta "costa úmida" ocupa menos de 1 milhão de ha.

A precipitação anual diminui à medida que aumenta a distância da costa. A Figura 2 mostra um trecho de Townsville, na Costa, em direção sudeste até Charters Towers (125 km para o interior) e Hughenden (300 km para o interior) perto do limite árido. A Figura 2 mostra também um exemplo da costa úmida em Innisfail.

A distribuição estacional e a variabilidade das chuvas é mais importante que a precipitação total. Todas as áreas têm um modelo no qual as chuvas dominam fortemente no verão. Em geral, as áreas com média anual de precipitação de 1.500 mm ou mais têm um período de crescimento de plantas superior a seis meses. Excetuando a costa úmida, que possui um regime de umidade de solo údico (menos de três meses de estação seca), todas as áreas com menos de 500 mm podem ser classificadas como ústicas. Até este limite inferior, a duração do período de crescimento útil da pastagem é de três meses, ou, às vezes, menos, indicando um regime árdico de umidade de solo. Entretanto, existe grande variabilidade na precipitação em todas as partes, com exceção do extremo norte. A incidência irregular dos ciclones tropicais e as fortes baixas de pressão atmosférica podem produzir fortes aguaceiros que se têm registrado nas regiões próximas à costa.

A temperatura média anual na Austrália tropical é superior a 22°C, com uma variação bastante baixa nas áreas costeiras do norte, o que permite classificar como isohiper-térmico o regime de temperatura dos solos.

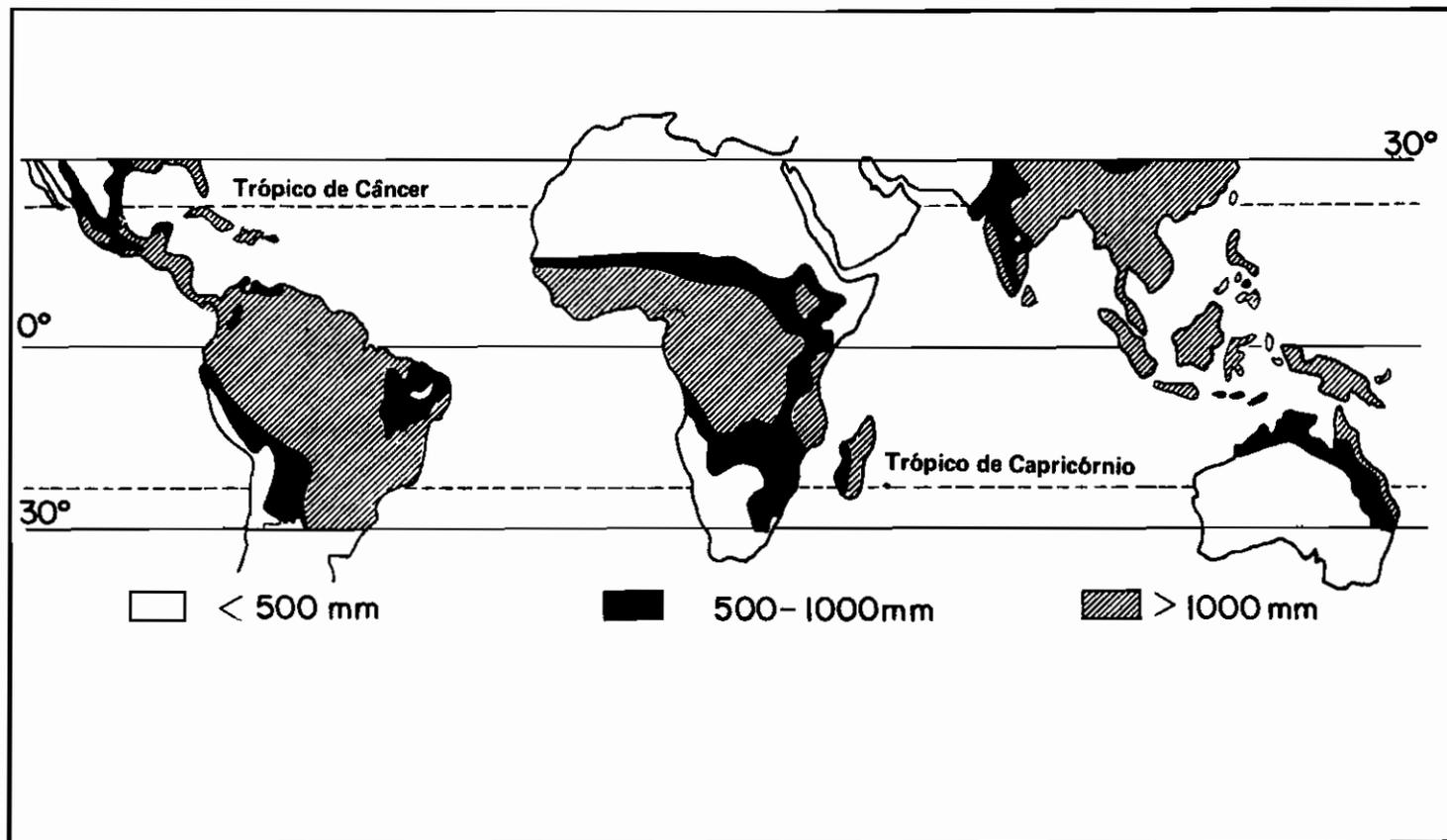


Figura 1. Regimes de precipitação pluviométrica anual nas regiões tropicais e sub-tropicais do mundo (25).

A maioria das regiões do interior da Austrália tropical possuem um regime hipertérmico de temperatura do solo. Na região oriental, podem ocorrer geadas no interior, na parte norte do país, até perto do paralelo 17°S. Assim sendo, as baixas temperaturas noturnas podem restringir o período de crescimento das espécies forrageiras tropicais.

América Latina

A América Latina tropical cobre cerca de 1.514 milhões de ha, aproximadamente 77% do território dos países situados ao sul da fronteira com os Estados Unidos. Do ponto de vista climático, é mais complexa que a Austrália tropical e, em geral, mais úmida. Mais de 90% da América tropical recebe mais de 500 mm de precipitação anual e mais de 70% recebe acima de 1.000 mm. Extensas áreas da bacia do Amazonas apresentam precipitação anual superior a 2.000 mm.

A maior parte da área está situada nas latitudes equatoriais e, assim sendo, essa região possui a maior extensão de terras continentais com clima tropical úmido, onde o crescimento das plantas é restringido por estresse de umidade, somente durante períodos curtos do ano. Estas áreas possuem um regime de umidade do solo údico e abrangem cerca de 42% da América tropical. Os outros 43% possuem um regime ústico de umidade do solo, que pode ser dividido em dois grandes grupos: 1) Áreas com mais de 1.000 mm/ano com uma estação seca de quatro a seis meses, durante a qual as pastagens sofrem um forte estresse hídrico, incluindo-se neste grupo a maioria das savanas a oeste do Amazonas e a maioria da América Central; 2) As regiões subúmidas (< 1.000 mm/ano) com variação estacional marcante e uma precipitação pluviométrica altamente variável. Aí se incluem o nordeste do Brasil, o sul da Bolívia, o norte do Paraguai, o México Central e pequenas áreas da Venezuela e da Colômbia e a costa do Peru (Fig. 1). Aqui, a estação de crescimento das plantas é sempre inferior a seis meses, e, às vezes, apenas de três meses. Perto de 7% da região se compõe de planícies que se inundam periodicamente e que tam-

bém têm uma forte estação seca. Como exemplo destas regiões, pode-se citar os "llanos" de Casanare-Apure, na Colômbia e Venezuela, o Pantanal do Brasil e Paraguai, e a bacia de Guayas, no Equador. Os 7% restantes são constituídos de desertos, sendo o principal o do norte do México, seguido pela costa do Peru e pela península de Guajira, na Colômbia e Venezuela, todas com regimes de umidade de solos áridos.

Apesar de que existem algumas áreas baixas na América Latina, onde as baixas temperaturas podem impedir o crescimento das plantas (principalmente no sul temperado do Brasil), as baixas temperaturas provocadas pelas grandes altitudes são muito comuns na maior parte da região Andina e, em menor extensão, em algumas partes da América Central e do Caribe.

A Figura 2 mostra resumos climáticos de quatro estações, que representam três regiões de savanas e uma de floresta, onde a produção de pastagens é relevante. Ao contrário dos dados da Austrália, na mesma Figura, estas estações não representam a totalidade dos trópicos da América Latina, devido à grande variedade de climas existentes neste continente.

VEGETAÇÃO

Existem várias diferenças entre a vegetação tropical da América Latina e a da Austrália. Algumas dessas diferenças poderiam ser esperadas, como consequência das marcantes variações climáticas descritas anteriormente. Enquanto na América Latina existem vastas áreas de floresta tropical chuvosa (550 milhões de ha), na Austrália tropical, a floresta tropical da costa úmida representa menos de um milhão de ha.

A maior parte dos trópicos australianos está coberta por savanas (florestas de Eucaliptos), que diminuem sua densidade arbórea à medida que diminui a precipitação. Um traço característico destas savanas é sua proeminente cobertura de gramíneas, formada por espécies do gênero *Heteropogon*, *The-*

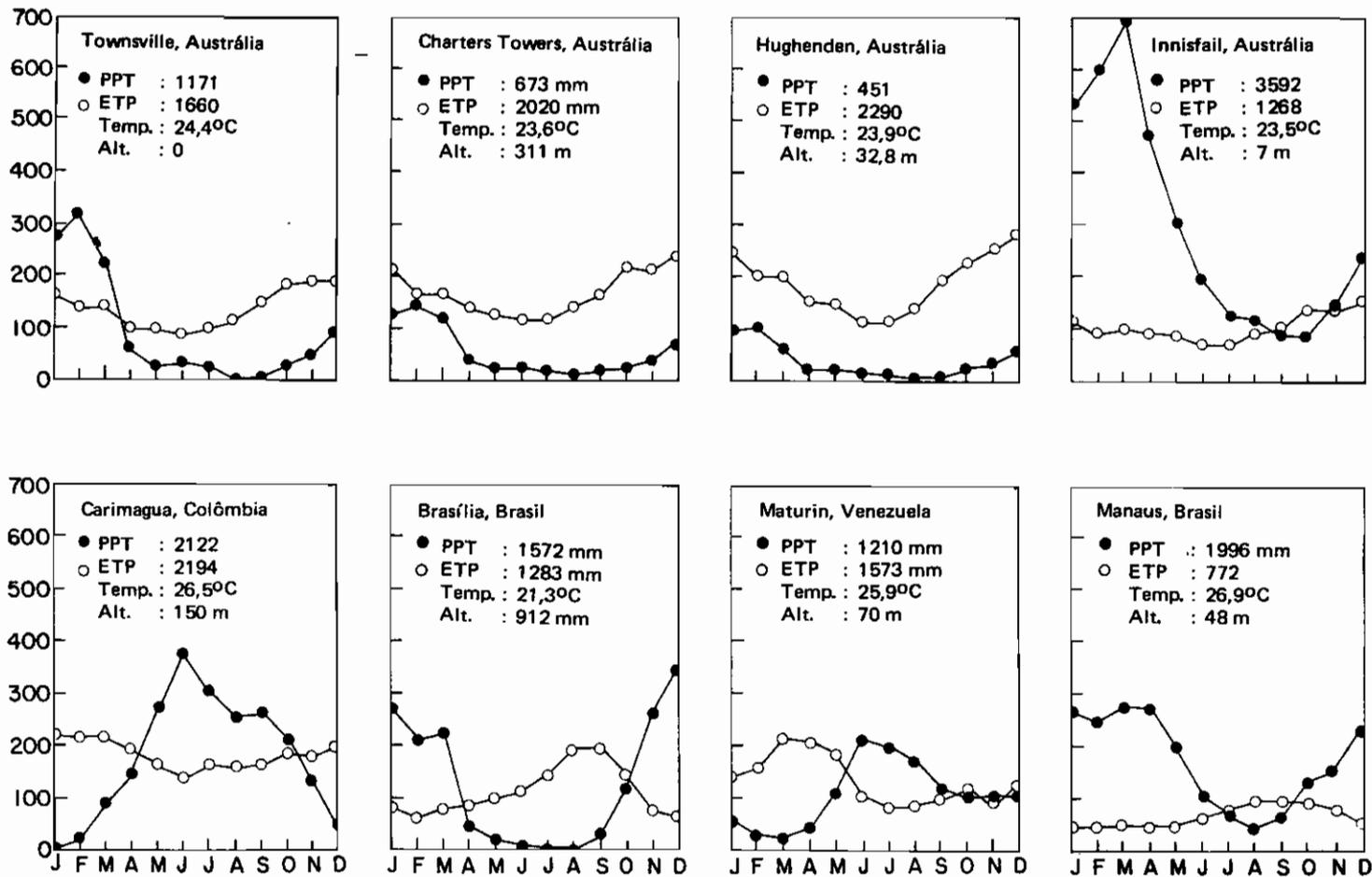


Figura 2. Resumo climático de quatro localidades da Austrália e América Latina Tropical.

meda, Sorghum e outras. Algumas destas savanas mais abertas, principalmente as situadas nos solos de mais baixa fertilidade ou mal drenados, apresentam semelhanças com as formações do Cerrado do Brasil. A Austrália não possui áreas similares àquela de vegetação seca e espinhosa da América Latina, onde predominam os cactos, tais como as freqüentes caatingas no nordeste do Brasil. Tampouco tem áreas de pastagem similares à das savanas dos "llanos". As extensas áreas de savana com poucas árvores da Austrália tropical estão localizadas, principalmente, em regiões com menos de 500 mm anuais de chuvas, apesar de existirem áreas pequenas em Vertissolos nas terras subúmidas do Centro de Queensland e nas adjacentes à parte sul do Golfo de Carpentaria. Finalmente, pode-se registrar que quase todas as comunidades vegetais australianas estão sempre verdes ou semi-sempre-verdes e que não existem equivalentes das comunidades subalpinas, como os "páramos" da região andina ou as florestas de pinheiros do México e América Central.

GEOMORFOLOGIA

Apesar de os dois continentes possuírem traços comuns, existem vários aspectos geomorfológicos que contrastam fortemente. A Austrália tropical está amplamente dominada por terras baixas; as áreas cujas elevações excedem 600 m estão, em sua maioria, situadas a nordeste de Queensland, e as que excedem 1.000 m ocorrem unicamente como uma zona estreita e irregular, próxima da costa, na mesma região. Em outros lugares, o traço característico da paisagem é o apresentado pelas planícies, somente interrompidas por pequenas elevações, planaltos ou seus remanescentes, divididos por vales erodidos.

Em contraste, enquanto uma grande parte da América Latina tropical se compõe de vastas planícies de deposição ou superfícies antigas pouco afetadas pelas erosões, quase sem alterações, também existem, nesse território, as espetaculares cadeias de montanhas dos Andes e sua continuação na América Central e México. Na Austrália tropical, não

existem vulcões ativos, como também não existem depósitos vulcânicos recentes, nem evidências glaciais ou periglaciais do Pleistoceno. A atividade vulcânica é elevada no sul do México, em toda a América Central e em algumas partes da Colômbia, Perú, Bolívia e Caribe.

As superfícies antigas de erosão ocupam imensas áreas em algumas partes da América Latina, particularmente nas áreas tectonicamente estáveis ou elevadas, como os escudos do Brasil e da Guiana. As mais antigas dessas áreas são do período mesozóicas, e as mais recentes, do terciário superior (34). Em muitos lugares da Austrália tropical existem superfícies antigas semelhantes a estas (21, 67) apesar de não ocorrerem em tão grande escala como no Brasil. Em contraposição, a história geológica terciária e quaternária, bem mais ativa na América Central e na região andina, produziram paisagens mais jovens e freqüentemente muito instáveis, que não têm equivalentes na Austrália tropical

Na Austrália tropical, os principais contrastes fisiográficos são produzidos pelas terras elevadas, relativamente recentes e divididas, adjacentes à costa nordeste e, em menor extensão, pelas planícies baixas de arenitos da parte nordeste do Território Norte, e da região de Kimberley, no norte da Austrália Ocidental.

FORMAÇÃO DO SOLO

Em ambas as regiões, as determinantes principais do solo são o clima, a história geomórfica e o material originário. Apesar de que, na maioria dos casos, estas determinantes interagem intimamente, em algumas situações, um ou mais destes fatores pode predominar. Considerando-se unicamente o fator climático, era de se esperar que na América Latina houvesse uma área muito maior de solos lixiviados e altamente intemperizados, e é este, realmente, o caso. As principais exceções ocorrem nas áreas de alta precipitação, que possuem encostas recentes e instáveis, onde a erosão não tem permitido que se acumulem solos profundos e intempe-

rizados, e nas áreas de deposição relativamente novas, onde o tempo não foi suficiente para formar perfis altamente lixiviados e intemperizados.

Diferenças na história geomórfica entre diversas partes das duas regiões têm exercido um forte impacto na formação do solo. Esse fato é particularmente evidente em algumas partes da Austrália tropical, onde muitos terrenos são residuais e se formaram, obviamente, sob condições ambientais diferentes das atuais. O exemplo mais evidente é o da existência de Alfissolos óxicos profundos em regiões com regime anual de precipitação de 700 mm ou menos. Existem exemplos semelhantes em áreas mais secas do nordeste do Brasil (28). O efeito dos paleoclimas é mais difícil de avaliar nestas áreas extensas da América Latina que, atualmente, possuem um clima úmido. Isso se aplica particularmente a vastas regiões do Brasil, com paisagens antigas e estáveis, além de um clima úmido estacional. Neste caso, é difícil saber se os solos profundos altamente intemperizados devem sua formação às condições ambientais atuais ou a condições de lixiviação muito mais extremas do passado. Provavelmente, o melhor exemplo da influência da história geomórfica sobre a formação do solo se encontra na América Central, onde a natureza mais jovem de quase toda a paisagem, formada por sua ativa ou recente história vulcânica, tem proporcionado uma ocorrência generalizada de solos relativamente novos que, até certo ponto, são independentes do clima atual.

O papel do material originário assume uma importância maior em várias áreas de ambas as regiões, independentemente do clima. Os exemplos mais marcantes são geralmente produzidos por tipos mais extremos de material originário. Os solos, formados de basalto, em ambos os continentes, tendem a apresentar características distintas, que podem variar com o regime de chuva (24). Os solos formados de cinzas vulcânicas, nos Andes da América do Sul e América Central, possuem características que não se verificam na Austrália. Como outro extremo do espec-

tro do material originário, se observa que a ampla ocorrência de arenitos silicosos na Austrália subúmida tropical tem dado origem a uma série característica de solos (a maioria Entissolos), assim como os depósitos de areias silícias (por exemplo, as velhas colinas e dunas costeiras) têm dado origem, nos climas úmidos, a Espodossolos em áreas tropicais de Queensland e no leste do Brasil.

Entre esses extremos de material originário, existem muitas outras rochas matrizes de solo que tendem a produzir solos característicos em qualquer ambiente climático determinado. Isto é particularmente evidente nos climas subúmidos estacionais. Como exemplo, podemos citar vários Alfissolos na Austrália tropical e no leste do Brasil, formados de rochas ígneas e metamórficas intermediárias e os Vertissolos, amplamente distribuídos, formados de materiais originários mais básicos e freqüentemente calcáreos, na Austrália subúmida tropical, México e América Central.

DISTRIBUIÇÃO DOS SOLOS

Atualmente, existe suficiente informação disponível para comparar a ocorrência e a distribuição dos solos entre os dois continentes, de forma generalizada. A Tabela 1 mostra a distribuição das ordens de solos entre o Trópico de Câncer e o de Capricórnio, em ambos os continentes, calculados com a ajuda dos Mapas de Solos do Mundo da FAO (15, 16, 17) e do Mapa do Solo da Austrália (61), com modificações dos autores e com conversões aos equivalentes da Taxonomia de Solos.

A Tabela 1 mostra um contraste importante entre os dois continentes. Os Oxissolos e os Ultissolos cobrem a maior parte das áreas da América Latina tropical, seguidos pelos Alfissolos, Inceptissolos, Entissolos e Molissolos, com menor ocorrência de outros tipos de solos. Na Austrália tropical, os Entissolos, Aridissolos e Vertissolos predominam no imenso deserto interior, enquanto que na região com mais de 500 mm de chuvas anuais, predominam os Alfissolos, segui-

dos pelos Entissolos, Vertissolos, Ultissolos e Inceptissolos, com áreas muito menores de Aridissolos, Espodossolos e Oxissolos.

A Figura 3 mostra a distribuição geográfica das categorias de solos na Austrália tropical, e a Fig. 4 o equivalente para a América Latina tropical. No Apêndice 1, apresenta-se a definição dos termos da Taxonomia de Solos, e no Apêndice 2, sua conversão à terminologia de solos australianos.

Oxissolos e Ultissolos

Por várias razões, é conveniente considerar em conjunto estas duas categorias. Primeiro, porque cada vez torna-se mais aparente a dificuldade para distinguí-los em muitas áreas tropicais (23). Segundo, porque química e mineralogicamente, os Oxissolos e os Ultissolos são semelhantes, apresentando problemas similares de acidez e de baixa disponibilidade de nutrientes.

A Figura 3 mostra que os Oxissolos são muito menos comuns na Austrália Tropical

(0,2 milhões de ha), sendo que os principais tipos são formados sobre basalto, sob precipitação de moderadas a alta no norte de Queensland, conhecidos no local como Krasnozems (24). Também ocorrem pequenas áreas de Oxissolos associados com Ultissolos e Inceptissolos, sobre outros materiais originários, ao norte de Queensland, em áreas de alta precipitação e outras próximas do limite inferior de 500 mm de precipitações. Esses últimos são, provavelmente, resíduos de solos antigos, produtos de um clima anterior.

Na América do Sul tropical, os Oxissolos são bem drenados, e predominam em áreas da Guiana e do Brasil, incluindo o Cerrado, os "Llanos" e o leste da bacia amazônica. Os cálculos baseados no mapa da FAO-UNESCO (15) mostram um total de 609 milhões de ha de Oxissolos. Entretanto, Sánchez e Buol (53) afirmam que extensas áreas da bacia amazônica no Peru são constituídas de Ultissolos, em vez de Oxissolos, como o demonstram os mapas da FAO, atualmente. Os Ultissolos e os Inceptissolos ácidos também são extensos na Amazônia colombiana (3).

TABELA 1. Distribuição comparativa das ordens de solos na América e Austrália tropicais (23°N-23°S), calculada de acordo com os Mapas de Solos do Mundo da América do Sul, México, América Central e Austrália (15, 16, 17), com modificações realizadas pelos autores e conversão aos seus equivalentes na taxonomia do solo.

Ordem	América tropical		Austrália tropical	
	Milhões de ha	%	Milhões de ha	%
Oxissolos	513	34	0,2	—
Ultissolos	371	24	7,5	3
Alfissolos	192	13	54,9	25
Inceptissolos	168	11	2,6	1
Entissolos	130	9	93,1	42
Molissolos	82	6	—	—
Aridissolos	35	2	33,4	15
Vertissolos	20	1	31,4	14
Histosolos	3	—	—	—
Espodossolos	—	—	0,8	—
Total	1541	100	224	99

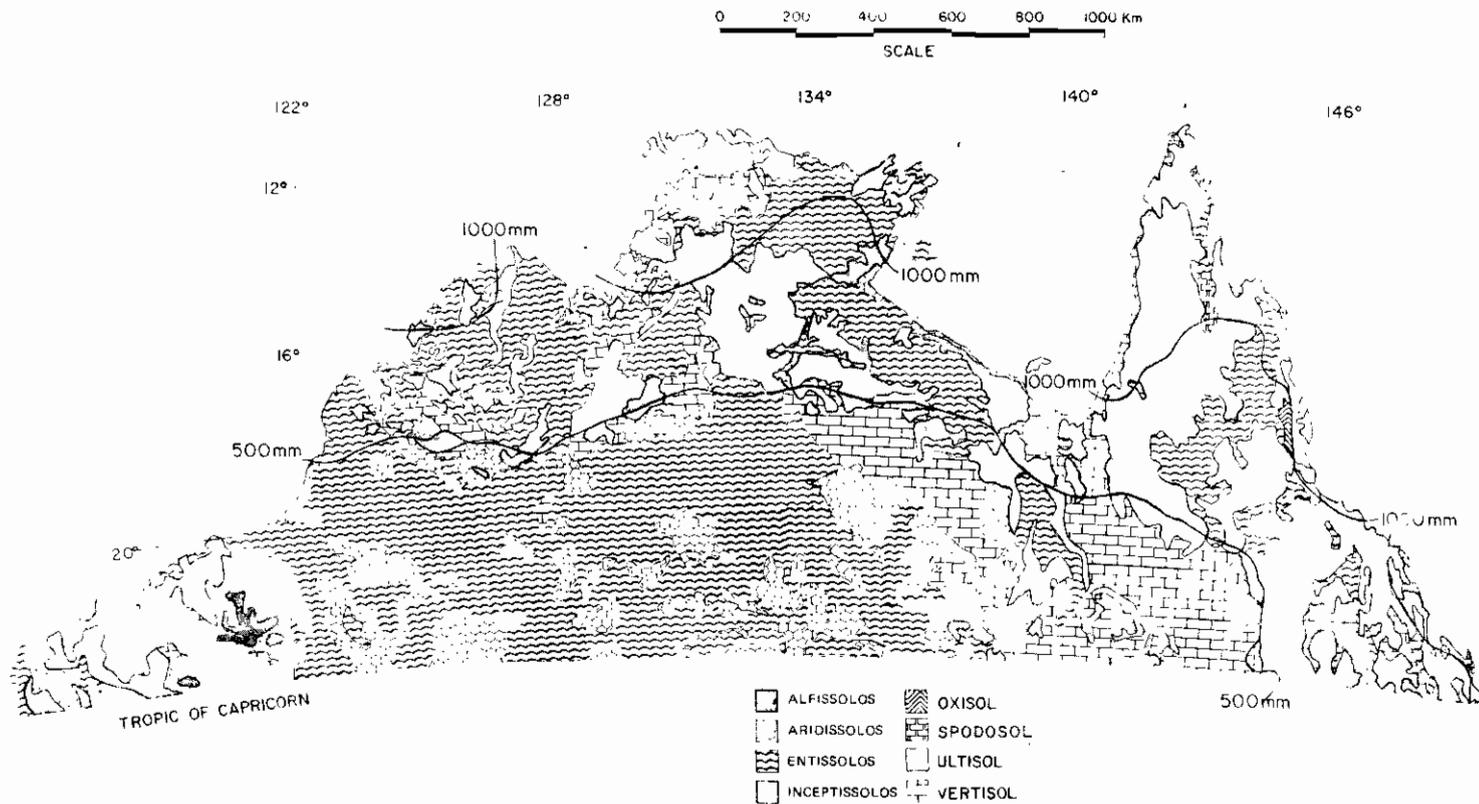


Figura 3. Mapa de solos da Austrália tropical.

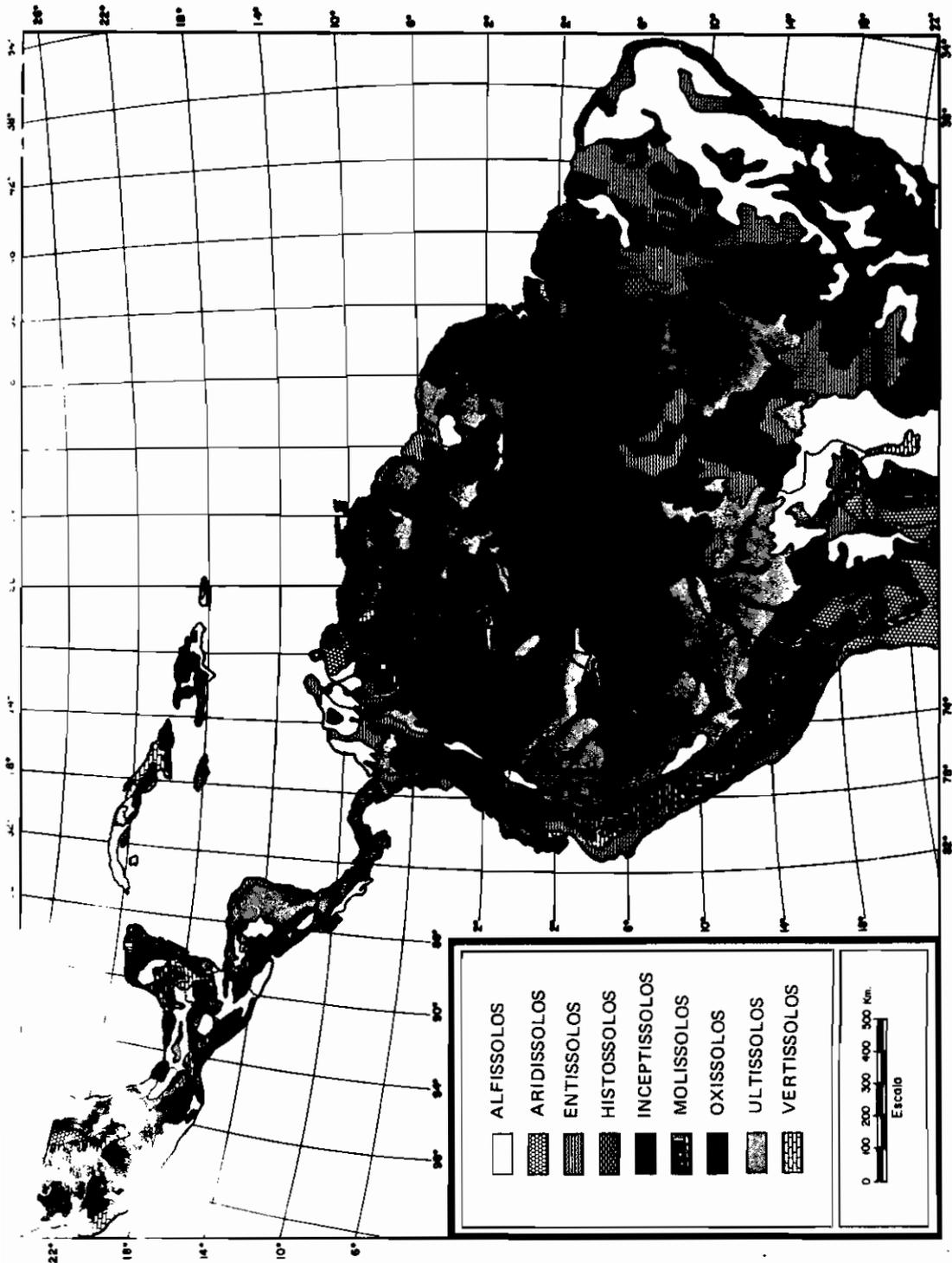


Figura 4. Mapa de solos da América Tropical.

Assim sendo, a área de Oxissolos da América Tropical fica reduzida a 513 milhões de ha. Os Oxissolos da América do Sul aparecem em muitas das extensas superfícies antigas de erosão, mas também têm sido identificados em grandes áreas nas planícies de deposição mais recentes. Poucos destes solos têm equivalentes na Austrália tropical. Um solo comum, formado em basalto do Brasil — o Latossolo Roxo — é morfologicamente diferente de qualquer dos outros existentes no norte de Queensland. Em contraste com a América do Sul, os Oxissolos são escassos no México, América Central e no Caribe, e cobrem somente 0,6 milhões de ha, apenas um pouco mais que na Austrália tropical.

Os Ultissolos na Austrália estão restritos às áreas de alta precipitação próximas ao litoral. Mesmo sendo a maioria destes solos altamente intemperizados, com química e mineralogia óxica, eles apresentam um aumento do teor de argila com a profundidade, o que os diferencia dos Oxissolos. A maior parte foi formada com material originário ácido, em paisagens que variam de novas a muito velhas. As formas mais comuns são os solos Podzólicos Vermelhos e Amarelos e os Xanthozems sobre rochas ígneas ácidas e as Terras Vermelhas-Amarelas sobre rochas sedimentares e sedimentos.

Os Ultissolos são extensos na América Latina tropical, cobrindo cerca de 371 milhões de ha. São bastante comuns nas regiões de alta precipitação da América Central (mais ou menos 20 milhões de ha), porém estão mais espalhados nas planícies aluviais ligeiramente onduladas das bacias do Amazonas e do Orinoco e em áreas mais acidentadas no Brasil e na Guiana. A maioria dos Ultissolos da América do Sul têm estreita semelhança morfológica com os do nordeste da Austrália.

Alfissolos

O aspecto mais característico dos trópicos australianos é a predominância dos Alfissolos, particularmente em Queensland. Quase todos estão situados em climas ústicos, com chuvas estacionais abundantes. Os Alfissolos

se apresentam em grande variedade de tipos edáficos que podem ser catalogados desde superfícies terciárias médias ou antigas, a planícies aluviais recentes e áreas montanhosas acidentadas. A maioria dos solos é conhecida no local como Terra Vermelha, Amarela e cinza (muitas das quais possuem propriedades óxicas), Solódicos, Brunos não Cálcicos, Euchrozems e alguns Podzólicos Vermelho-Amarelos.

Talvez o aspecto mais importante dos Alfissolos australianos seja a grande ocorrência de formas sódicas (NatrustalFs) que predominam particularmente nas áreas subúmidas de Queensland. Localmente, são conhecidos como: Solonetz Solodizado e Solódicos, ocasionalmente Solod. Em sua totalidade, os Alfissolos ocupam cerca de 55 milhões de ha nos trópicos australianos.

Os Alfissolos são também comuns nas áreas de menor precipitação do México tropical, América Central e Caribe (32 milhões de ha), derivados, em geral, de materiais originários básicos. Na América do Sul tropical, eles ocupam 160 milhões de ha, em sua maioria nas regiões menos úmidas, como: o nordeste do Brasil, a costa norte da Colômbia e o oeste da Venezuela. No nordeste do Brasil, eles se apresentam numa ampla variedade de tipos edáficos e de material originário. De modo geral, as áreas mais acidentadas, de rochas ígneas, se assemelham, frequentemente, a seus correspondentes australianos. Nos gnaisses e nos metassedimentos mais básicos dos contrafortes do Brasil, encontram-se ilhas de Alfissolos em oceanos de Oxissolos. Esses são os Brunos não Cálcicos, morfologicamente muito semelhante aos da Austrália.

Também deve ser mencionada a Terra Roxa Estruturada (Sub-grupos Rhodic dos grupos PaleustalFs, PaleudalFs ou Paleudults) que apesar de ocuparem somente áreas pequenas no sul do Brasil, é um grupo muito importante para agricultura. Estes solos, formados principalmente em basalto, são morfologicamente muito parecidos aos Krasnozems eutróficos do norte de Queensland. Fi-

nalmente, deve-se realçar que, em algumas partes pouco úmidas do Nordeste do Brasil (Bahia, Pernambuco e Ceará), os Alfissolos sódicos (Natrustalfs) são muito semelhantes aos da Austrália tropical.

Vertissolos

Os Vertissolos constituem um tipo relevante e característico dos solos da Austrália tropical, particularmente nas regiões subúmidas, onde ocorrem amplamente em rochas ígneas básicas, tais como o basalto, em rochas sedimentares feldspáticas ou calcáreas e em depósitos aluviais derivados de rochas originárias, ricas em bases.

Alguns Vertissolos ocupam regiões com precipitação pluviométrica de até 1.500 mm, mas todas as áreas se caracterizam pelas condições extremas de chuvas estacionais. As formas mais escuras se conhecem como Terras Pretas, e aquelas com cromas mais altas como Argilas Cinzentas, Brunadas e Vermelhas. Na região central de Queensland, os Vertissolos ocorrem em várias áreas com níveis de precipitação inferiores ao limite de 500 mm, adotado neste trabalho.

No México e na América Central, os Vertissolos também são comuns nas regiões menos úmidas, onde ocorrem principalmente em rochas calcáreas ou vulcânicas, ou derivados de material aluvial. Ao contrário, os Vertissolos são bem escassos na América Latina e, em geral, se encontram nas regiões de menor precipitação. Encontram-se principalmente na Costa do Equador, na região vizinha ao norte do Perú, no leste da Venezuela e em pequenas áreas da Colômbia.

Entissolos

Extensas áreas da Austrália estão ocupadas por Entissolos, a maioria dos quais são solos arenosos da subordem dos Psamment. Encontram-se em áreas elevadas e acidentadas de arenitos, quartzitos e de outras rochas especialmente silicosas. Quase todos os solos nestas condições são pouco profundos. Em outros lugares, em deltas aluviais, os Entisso-

los mais profundos são localmente proeminentes (chamados de "terras arenosas" ou "areias silicosas"). No limite dos 500 mm de precipitação pluviométrica, ocorrem antigas lâminas de areia modificadas pelo vento, e, ocasionalmente, dunas (por exemplo perto de Broome, no oeste da Austrália). Através da região, ocorrem, freqüentemente, pequenas áreas de Entissolos, formadas em terraços baixos dos rios (os clássicos solos de aluvião da subordem dos Fluvents).

Muitas das vastas áreas de Entissolos da América Latina diferem bastante das que existem na Austrália tropical. Por isso, no centro e no leste do Brasil, onde há extensas áreas de Entissolos, as formas principais são Quartzipsamment Óxicos (areias quartzosas). Estas são areias profundas, vermelhas ou amareladas, formadas de material originário silicoso sobre velhas superfícies de erosão. Como um total contraste, aparecem áreas de Entissolos superficialmente cascalhentas, através das partes mais íngremes do sistema andino e em outras áreas montanhosas. Finalmente, vastas áreas (em agregados) de Fluvents se encontram associadas com muitos dos maiores sistemas fluviais.

Os Entissolos não ocupam grandes áreas no México, América Central e Caribe, apesar de que os tipos superficialmente cascalhentos são, provavelmente, comuns nas áreas montanhosas de baixa precipitação pluviométrica, e os Fluvents são de importância local ao longo dos rios principais.

Inceptissolos

Na Austrália tropical, os Inceptissolos somente são comuns em duas localidades. Nas áreas mais chuvosas do nordeste de Queensland, aparecem associados a Oxissolos e Ultissolos sobre rochas metamórficas. As principais classes são Dystropets (solos tropicais ácidos jovens). A outra área importante de ocorrência está situada em algumas partes menos chuvosas do norte da Austrália, onde aparecem como solos superficiais formados em basaltos e que estão associados a Alfissolos. Em sua maioria, essas formas são Ustro-

pepts (Inceptissolos não ácidos).

Ao contrário, os Inceptissolos são solos amplamente distribuídos nos Andes da América do Sul e nas áreas montanhosas do México, América Central e Caribe. Os Andepts (solos de cinzas vulcânicas) possuem uma importância especial na última área mencionada, assim como também em certos locais da Colômbia, Equador, Peru e Bolívia. Outros Inceptissolos (principalmente Dystropets) são comuns nessas áreas montanhosas, assim como também nas áreas de colinas do leste do Brasil. Finalmente, é provável que apareçam grandes áreas de Aquepts (Inceptissolos mal drenados) nas áreas intensamente inundadas periodicamente nos "llanos", na bacia do Guayas, no Pantanal do Brasil e ao longo dos principais sistemas fluviais.

Aridissolos

As pequenas áreas de Aridissolos da Austrália tropical, que são mostrados nas isoietas de 500 mm da Figura 3, consistem, em sua totalidade, de solos altamente salinos (Salorthids) que aparecem nas lagoas salgadas costeiras e nas planícies costeiras dos estuários que são, ocasionalmente, inundados pelas marés. Nas demais regiões da Austrália tropical, situadas dentro do limite de 500 mm de precipitação, os Aridissolos cobrem grande extensão nas áreas desérticas.

Na América do Sul, observam-se solos salinos semelhantes, que formam faixas ao longo do litoral, na parte oriental da Venezuela, Guianas e Norte do Brasil. No restante da América Latina tropical, os Aridissolos estão limitados aos desertos do México, Peru e Guajira.

Espodossolos

Encontram-se pequenas áreas destes solos nas regiões úmidas de Queensland, principalmente adjacentes à costa, onde formam lâminas de areia, velhas colinas de praias e dunas modificadas. São os clássicos Podzols tropicais. No entanto, muitas delas são formas gigantes, semelhantes às descritas por

Thompson & Hubble (66). Em muitas partes da costa do Brasil, ocorrem solos similares, em forma de faixas estreitas. Também se sabe que os Espodossolos são encontrados em materiais aluviais de textura grosseira em algumas partes da bacia do Amazonas (35, 53).

Molissolos

Apesar de estes solos, de alta fertilidade serem raros na Austrália tropical, são localmente importantes em partes subúmidas da América Latina tropical, onde cobrem cerca de 82 milhões de ha. Exemplos específicos encontram-se na região central do México e na Península de Yucatán, em alguns vales interandinos mais secos do Peru e Colômbia (incluindo o vale do Cauca), no noroeste da Argentina e ao norte do Paraguai.

Histossolos

Os solos orgânicos ocorrem em pequenas áreas localizadas em ambos os continentes, sendo que nenhuma delas é bastante grande para aparecer na escala de 1:5 milhões, utilizada nos mapas da FAO.

PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO

O resto deste trabalho se dedica à comparação das áreas de pastagens tropicais da Austrália, com > 500 mm de chuvas anuais, com as savanas e áreas de floresta da América tropical. Assim, nesta discussão, se excluem a parte desértica do interior de Austrália tropical, a região andina, o nordeste do Brasil e a maior parte da América Central e do Caribe.

Deficiência de água

Apesar de que, em ambas as regiões, a água é um fator limitante, durante certas épocas do ano, a magnitude do estresse hídrico durante a estação seca é mais pronunciado na Austrália, pelo fato de a mesma ser muito mais prolongada, como mostra a Fig. 2. Este quadro afeta particularmente as regiões de Alfissolos e de Vertissolos, onde a

variabilidade da duração e da intensidade do estresse hídrico, causada pelo período seco, provavelmente é maior que a das savanas e florestas da América Latina.

Paradoxalmente, os Vertissolos e muitos Alfissolos têm uma maior capacidade de retenção de água que os Oxissolos e Ultissolos com o mesmo teor de argila, pois, principalmente nos Oxissolos, as partículas de argila caolínicas estão ligadas por óxidos e hidróxidos de ferro em forma de grânulos do tamanho de grãos de areia, que lhes dão excelentes propriedades estruturais, mas uma menor capacidade de retenção de água (52). A Tabela 2 mostra as escalas de disponibilidade de água, observadas em Oxissolos do Brasil e em Alfissolos óxicos do norte de Queensland. Como contraste, os dados dos Vertissolos da Austrália e os de outros lugares do mundo estão numa ordem de 10 a 25%. Em consequência, os Alfissolos e os Vertissolos não-óxicos predominantes na Austrália tropical armazenam mais água que os Oxissolos e Ultissolos da América Latina. No entanto, a disponibilidade de água das chuvas na Austrália é bem mais reduzida.

TABELA 2. Variação da disponibilidade de água do solo (0,1-15 bares por peso) de Oxissolos do Cerrado do Brasil e de Alfissolos óxicos da Austrália (Terras Vermelhas e Terras Amarelas) (38 e J. Williams, dados não publicados)

Ordem	Argila %	H ₂ O disponível %
Oxissolos (Brasil): (44 camadas superficiais)		
	<18	4,9
	18-35	8,5
	35-60	8,8
	>60	9,1
Alfissolos (Austrália): (18 camadas superficiais)		
	5-15	11,9
	15-30	8,1
(14 subsolos, 90-120 cm)		
	22-55	8,1

No ambiente bastante variável de chuvas dos trópicos subúmidos da Austrália, existe uma acentuada variação na produção de pastagens, entre anos. McCown (42) demonstrou que as diferenças entre os solos, em sua capacidade de armazenamento de água disponível, têm uma influência marcante na duração do período de crescimento. McCown *et al.* (43) sugerem que o exame dos perfis do solo constitui um meio simples para definir os limites da profundidade de umedecimento. Esses problemas carecem de importância nas regiões de solos ácidos da América tropical.

Estrutura do solo

Os Oxissolos possuem excelentes propriedades físicas, devido a seu alto grau de granulação que favorece o movimento do ar e da água e permite o cultivo imediatamente após uma chuva forte; a estrutura e a textura uniforme, com relação à profundidade, também permitem uma percolação uniforme, o que os torna mais tolerantes (mas, não imunes) à erosão do que muitos outros solos. Propriedades semelhantes se aplicam para alguns subgrupos óxicos dos Alfissolos e Ultissolos, incluindo os Krasnozems e Euchrozems australianos que são Alfissolos. Esses solos são ótimos em termos de propriedades físicas desejáveis.

Os Ultissolos, principalmente os que possuem a camada superior arenosa, estão sujeitos tanto à compactação como à erosão nos dois continentes; porém, essas limitações são insignificantes quando comparadas às propriedades físicas pouco desejáveis dos grupos de solos abundantes na Austrália: os Alfissolos sódicos (Natrustalfs) e os Vertissolos.

Na Austrália, os Alfissolos, conhecidos como Solódicos, "Solonetz Solodizado", e "Solod", possuem horizontes A de areia macia, abaixo dos quais aparecem subsolos argilosos extremamente densos. Quando esses subsolos têm um elevado teor de Na trocável, sua permeabilidade à água é baixa e, portanto, a profundidade de enraizamento da planta é menor. Apesar dessa limitação, as le-

TABELA 3. Propriedades químicas da camada superficial de solos representativos da área de pastagens tropicais de Queensland, Austrália.

Solo & Nº	Localidade	pH	Carbono orgânico	Argila	Cátions trocáveis					Sat. Al	Referência
					Al	Ca	Mg	K	CTC		
			— % —	meq/100g					%		
ALFISSOLOS:											
Solódico (T30)	Lansdown Sta.	5,3	1,6	9	0,2	1,4	0,7	0,11	2,7	1/9	*
Terra Vermelha (T256)	Redlands Sta.	6,3	0,5	16	0,1	1,4	0,6	0,10	2,1	2	*
Terra Amarela (T255)	Redlands Sta.	6,0	0,4	10	0,1	0,4	0,2	0,04	0,7	14	*
Euchrozem (T93)	Talavera	6,6	2,5	40	0,0	16,3	7,3	1,75	25,8	0	9,10
VERTISSOLOS:											
Argila Cinzenta (T13)	Hughenden	7,6	0,4	56	0,0	35,0	5,5	1,80	45,3	0	9,10
Argila Cinzenta (B297)	Mt. Coolon	8,6	1,6	32	0,0	22,0	5,6	1,50	29,5	0	9,10
ENTISSOLOS:											
Areia Silícosa (T76)	Wenlock	5,9	0,4	2	0,0	0,7	0,3	0,02	1,0	0	26
ULTISSOLOS:											
Terra Amarela (T137)	McDonnell	4,9	1,3	10	0,9	0,1	0,1	0,02	1,1	77	*
Terra Vermelha (T24)	Tully	4,6	3,6	22	1,4	0,6	0,5	0,13	3,3	42	9,10
OXISSOLOS:											
Krasnozem (T62)	Malanda	5,4	8,0	66	0,8	1,3	1,6	0,26	4,0	20	9,10
Krasnozem (T84)	Gregory Falls	5,5	6,7	63	0,04	2,5	1,4	0,17	4,1	1	9,10
Xanthozem (T248)	Lake Tinaroo	5,2	3,6	19	0,5	2,1	1,4	0,18	4,2	11	9,10

* Analisado no CIAT, com exceção do carbono orgânico e da argila, determinados na Austrália.

TABELA 4. Propriedades químicas da camada superficial dos solos* representativos de áreas de savana e de florestas da América Latina tropical.

Solo & Nº	Localidade	pH	Carbono orgânico	Argila	Cátions trocáveis					Sat. Al	Referência
					Al	Ca	Mg	K	CTC		
			— % —	meq/100g					%		
OXISSOLOS:											
Haplustox	Carimagua, Colombia	4,5	3,2	35	3,5	0,5	0,3	0,08	4,5	78	58
Haplustox (LVE)	Brasília, Brasil	4,9	1,8	45	1,9	0,2	0,2	0,10	2,4	79	12
Latossolo Amarelo (28)	Paragominas, Brasil	4,4	1,3	74	1,4	0,7	0,3	0,07	2,4	58	14
Acrustox (C)	Caicara, Venezuela	4,5	0,4	24	1,0	0,3	0,1	0,10	1,6	63	56
Haplorthox (T.A.)	La Libertad, Colômbia	4,4	2,7	25	2,2	0,4	0,4	0,06	3,1	71	19
Eustrustox (1)	Capinópolis, Brasil	5,4	2,8	40	0,6	7,5	2,1	0,53	10,7	25	44
ULTISSOLOS:											
Paleustult	Jusepfn, Venezuela	4,7	0,9	24	0,5	0,5	0,1	0,01	1,1	43	13
Paleudult (Y-13)	Yurimaguas, Peru	4,0	1,2	9	2,3	0,2	0,2	0,10	2,9	79	57
Paleudult (P-2)	Pucallpa, Peru	4,4	1,6	42	3,4	2,5	1,3	0,41	4,2	81	45
Palehumult (F-3)	Quitichao, Colômbia	4,1	4,1	71	2,7	0,7	0,5	0,36	4,2	64	8
Paleudult (2)	Echaporã, Brasil	4,9	0,5	16	0,4	1,0	0,1	0,10	1,6	62	36
Paleustult (1)	Pres. Murtinho, Brasil	4,7	1,0	18	0,8	0,2	0,2	0,06	1,3	63	14
ALFISSOLOS:											
Paleustalf (4)	Maracaibo, Venezuela	5,7	0,8	7	0,1	1,7	0,7	0,33	7,9	1	47
Tropaqualf (Y-7)	Yurimaguas, Peru	5,0	1,2	53	7,4	11,4	6,3	0,67	25,8	29	53

* Quando o primeiro horizonte era <10 cm, os dados foram ponderados com o segundo horizonte a uma profundidade não inferior a 20 cm.

guminosas tropicais do gênero *Stylosanthes* podem persistir nestes solos.

Os Vertissolos apresentam limitações físicas ainda mais severas ao crescimento da pastagem. Devido às suas propriedades de expansão e contração ao ambiente quente e seco onde eles se encontram, os Vertissolos com mais de 60% de argila secam rapidamente na superfície e formam uma crosta e uma superfície suave abaixo dela que impede a emergência das plântulas das forrageiras de semente pequena (37). Quase todas as leguminosas utilizadas comumente na Austrália tropical simplesmente não persistem em nenhum dos Vertissolos (5). As razões ainda não são conhecidas completamente, porém uma delas pode ser a salinidade, de vez que vários Vertissolos australianos contêm uma apreciável quantidade de sais, em profundidades relativamente superficiais, e existe evidência de que muitas leguminosas tropicais têm uma baixa tolerância à salinidade (51).

Laterização

O espectro da laterização dos solos tropicais é uma preocupação que permanece na mente de muitos cientistas e administradores. A falácia desse argumento tem sido documentado (52, 53). Deve-se notar que, tanto na Austrália como na América Latina, a formação das lateritas não caracteriza uma ameaça para o desenvolvimento, já que elas aparecem em um número muito pequeno de áreas, geralmente em posições topográficas previsíveis (no fim de encostas) que as protegem contra a erosão adicional e fornecem materiais de baixo custo para construção de estradas, bastante utilizados em ambos os continentes.

Por conseguinte, pode-se generalizar o conceito de que as propriedades físicas do solo das áreas de savana e de florestas da América Latina são bastante superiores à maioria das da Austrália tropical, em termos de disponibilidade e distribuição de chuvas, estrutura do solo e falta de restrições físicas para o crescimento das plantas.

FERTILIDADE DO SOLO

Do mesmo modo como se poderia generalizar que os solos da América Latina são superiores em propriedades físicas, a situação contrária ocorre em termos de propriedades químicas. Em geral, os solos da Austrália tropical são quimicamente melhores que os da América Latina tropical. A evidência desse fato está representada nas Tabelas 3 e 4, que mostram algumas propriedades dos solos representativos de ambas regiões. A discussão que se segue está, em grande parte, baseada nessas Tabelas.

Acidez do solo e toxidez de alumínio

O contraste mais notável, com respeito à fertilidade do solo das duas regiões, está no seu grau de acidez. De um modo geral, na Austrália tropical não ocorrem solos muito ácidos. A grande maioria dos valores do pH na superfície do solo flutua entre 5,5 e 6,5, com valores mais altos nos Vertissolos calcários. Com esse pH, o Al trocável é ausente ou bastante baixo, não havendo perigo de toxidez de Al (30). A Tabela 3 mostra os valores geralmente altos do pH e os níveis baixos de Al trocável e de saturação de Al nos Alfissolos, Vertissolos e Entissolos e até em alguns Oxissolos australianos. Também inclui uma importante exceção, os Ultissolos das regiões mais úmidas que apresentam propriedades químicas muito parecidas à de seus equivalentes na América Latina (Tabela 4). Mesmo nos Ultissolos australianos verdadeiramente ácidos não se têm notado efeitos maléficis graves de toxidez de Al sobre o crescimento da pastagem (63, 64), e as respostas que se têm observado à calagem são atribuídas ao fato de ter sido superada a deficiência de Ca (27, 62, 63, 64).

Ao contrário, na América Latina tropical, predominam os solos elevadamente ácidos, com pH de 3,8 a 5,5 e valores de saturação de Al, em geral, acima de 60%, — nível crítico de toxidez de Al geralmente aceito (30). Nestes solos, a acidez tem efeitos adversos sobre o crescimento das plantas, devido tanto à toxidez de Al ou do Mn como às defi-

Estas diferenças também se aplicam às propriedades do subsolo que talvez sejam mais críticas, pois são difíceis de serem corrigidas através de manejo. A Figura 5 mostra o contraste dramático entre o pH e a saturação de Al a diferentes profundidades, em duas estações experimentais de cada continente. O pH do solo é uniformemente baixo e a saturação de Al é alta em profundidade nos Oxissolos e Ultissolos da América Latina, quase ideal nos Alfissolos da Estação Redlands na Austrália e indesejavelmente alcalino no subsolo dos Alfissolos de Lansdown.

Em ambos os continentes a calagem das pastagens tropicais deve ser reduzida ao mínimo devido a seu alto custo com relação à produção de carne bovina. A estratégia mais aceitável é a de utilizar espécies forrageiras que sejam tolerantes às principais deficiências do solo (59, 68). Os cientistas australianos têm desenvolvido, com bastante êxito, cultivares de espécies tais como o *Stylosanthes humilis* (Aubl.) Sw., o *Stylosanthes hamata* (L.) Taub., o *Stylosanthes scabra* Vog. e o *Macroptilium atropurpureum* (D.C.) Urb. para seus solos cujos pH flutua entre 5,5 e 6,5 (1, 22). Os cientistas Latino-americanos descobriram que as cultivares comerciais destas espécies nem sempre se adaptam bem aos Oxissolos e Ultissolos com um pH inferior a 5,5. As espécies de leguminosas mais tolerantes à toxidez mais forte de Al são: *Stylosanthes capitata* Vog., *Zornia* spp., *Desmodium ovalifolium* Vahl. e algumas do gênero *Cenrosema* (8).

Bases trocáveis

Em geral, o fornecimento de Ca e Mg é maior nos solos australianos que nos solos da América Latina, como o demonstram as Tabelas 3 e 4. As deficiências de Ca e de Mg são comuns nos Oxissolos e nos Ultissolos da América Latina e podem ser corrigidas por meio da aplicação de 0,1 a 0,5 t/ha de calcário dolomítico (58). Estas taxas são suficientes para corrigir as deficiências de Ca e de Mg, sem alterar significativamente o pH e a

saturação de Al do solo. Pode-se corrigir diretamente a deficiência do Mg por meio de fertilização com Mg. Na Austrália, foram determinadas deficiências de Ca em Ultissolos de áreas com alta precipitação pluviométrica onde, aparentemente, pode-se atribuir a resposta ao calcário à fertilização com Ca ou ao aumento da disponibilidade de Mo, no caso das leguminosas. Na Austrália tropical, as deficiências de Mg são bastante raras; no entanto, são bastante comuns nas savanas e nas florestas da América tropical.

A Figura 6 mostra a distribuição das bases trocáveis em diferentes profundidades, em quatro solos característicos. Os níveis uniformemente baixos de Ca, Mg e K nos Oxissolos e Ultissolos contrastam com a grande variabilidade nos encontrados em vários Alfissolos australianos. O Natrustalf de Lansdown apresenta uma inversão da proporção de Ca: Mg no subsolo, o que pode afetar negativamente o crescimento da planta assim como o aumento de Na acima citado, às maiores profundidades do solo.

A comparação da situação do K entre os continentes é menos direta. Considerando um nível crítico geralmente aceito de 0,2 meq K/100g, muitos, mas não todos os Alfissolos, Ultissolos, Oxissolos e Entissolos, de ambos os continentes, são deficientes em K, em contraste com os altos níveis observados nos Vertissolos. Registraram-se respostas ao K nas pastagens tropicais em Ultissolos e Oxissolos da Austrália, em áreas com alta precipitação (33); entretanto, as respostas nos Alfissolos foram muito mais variadas. Em alguns solos, poderia ocorrer absorção por parte das plantas a partir de fontes não trocáveis; porém, em outros Alfissolos não acontece o mesmo (4), e se têm registrado respostas significativas das pastagens (20).

Na América tropical, em geral, o K é um elemento esquecido na adubação das pastagens, principalmente nos Ultissolos e nos Oxissolos. Consegue-se boa produção das espécies adaptadas a uma elevada acidez do solo quando se corrigem as deficiências de K, geralmente com modestas aplicações (8, 45).

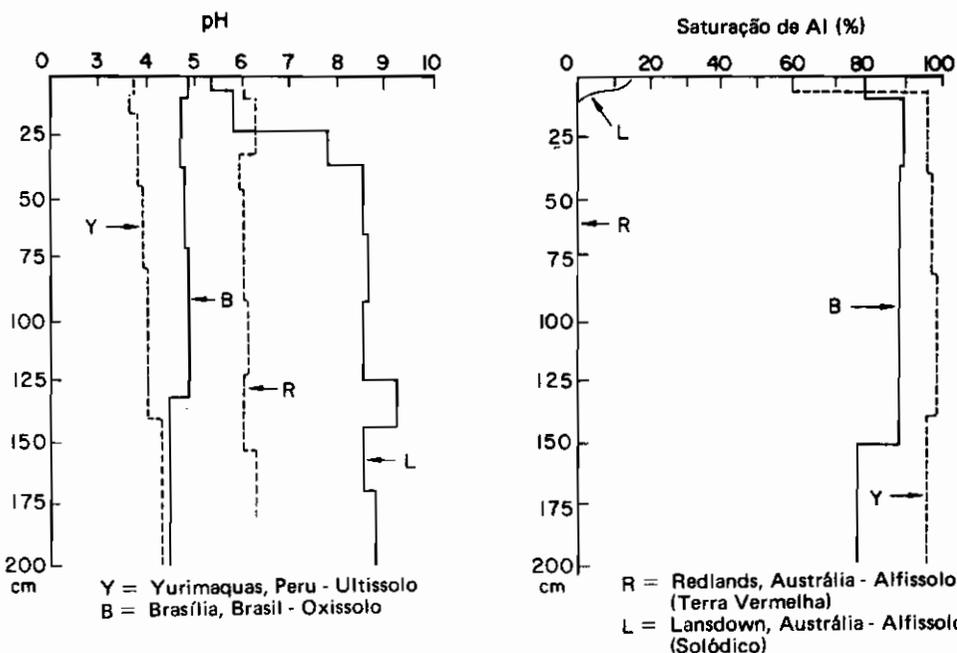


Figura 5. Perfil de acidez no solo de dois Alfissolos australianos, e de um Ultissolo e um Oxissolo da América Latina (9, 12, 45).

Carbono orgânico e nitrogênio

Quanto a estes dois parâmetros, não existem maiores diferenças entre Austrália tropical e América Latina. Os dados das Tabelas 3 e 4 mostram que os principais solos, em ambos os continentes, possuem teores de baixos a médios de Mo, em quantidades que se podem predizer, em função do clima, da vegetação e da textura do solo. Em geral, os solos de ambos os continentes são severamente deficientes em N, com exceção de alguns Vertissolos e solos virgens de florestas úmidas.

Fósforo

Em geral, os solos australianos são deficientes em P e o mesmo acontece com os solos das regiões de savana e de floresta da América tropical. Não é possível estabelecer uma comparação direta dos níveis de P disponível entre os dois continentes, porque os métodos de extração utilizados são diferentes. Os cientistas australianos usam uma quantidade de extratores de 0,01 N H₂SO₄, e consideram que o nível crítico para a maio-

ria das leguminosas tropicais é de 15–20 ppm. Os dados mostram que a deficiência de P nos solos australianos é aguda, com exceção da maioria dos Vertissolos e dos solos derivados de basalto (Euchrozems e alguns Krasnozems), que podem ser Alfissolos ou Oxissolos (4). Os cientistas latino-americanos usam uma grande variedade de extratores, tais como o método do bicarbonato de Oisen, o ácido duplo diluído da Carolina do Norte e Bray I e II. Os únicos níveis críticos bem estabelecidos são os relacionados com as colheitas de cereais, tais como 15 ppm de P para o método de Oisen, no Peru, 10 ppm de P para o método de Carolina do Norte, no Brasil, e 15 ppm de P para o Bray II, na Colômbia. Os níveis críticos para as espécies de forrageiras tropicais são, provavelmente, mais baixos. Os dados preliminares indicam que os níveis críticos do Bray II para as leguminosas tropicais adaptadas varia de 3 a 7 ppm de P (8). Resumos de análises de solo como os do Cerrado do Brasil (39), Colômbia (40) e Peru (6), mostram que as regiões de Oxissolos e Ultissolos são extremamente deficientes em P disponível.

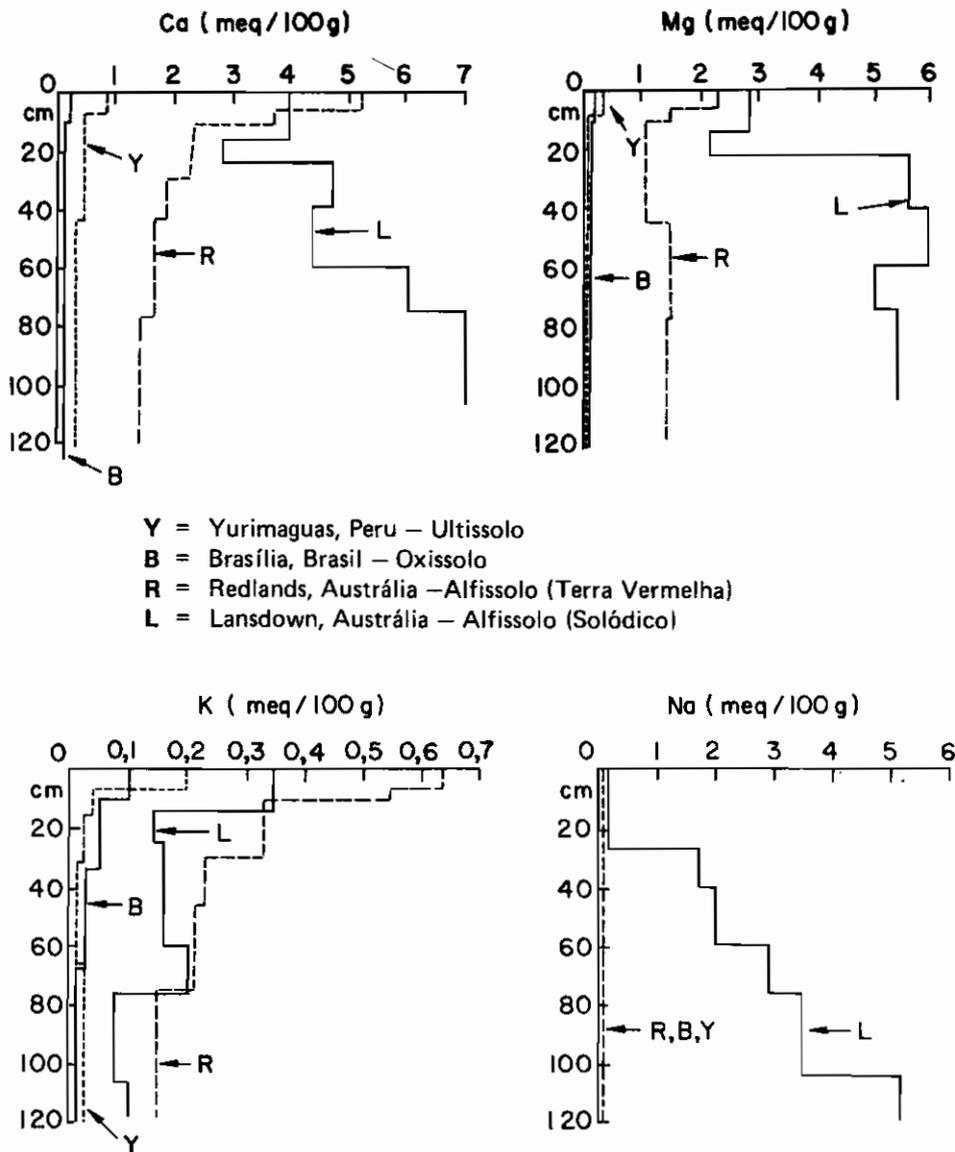


Figura 6. Perfil de bases trocáveis de dois Alfissolos australianos e de dois solos ácidos da América Latina (9, 12, 45).

A grande diferença entre os dois continentes é a capacidade dos solos de fixar P, ou, em outras palavras, de evitar que grande parte das aplicações de P deixe de se tornar disponível para as plantas. As Figuras 7 e 8 mostram as curvas de fixação de P e de amostras representativas da camada superior do solo, analisadas de acordo com o método de Fox e Kamprath (18). Segundo a Figura 7,

aparentemente todas as amostras que representam solos tropicais australianos comuns – com exceção de uma só – têm uma baixa capacidade de fixação e necessitam menos de 70 ppm de P para atingir um nível de 0,05 ppm P na solução do solo, o qual, provavelmente é adequado para o crescimento da pastagem. Em contraste, a maioria dos Oxissolos e Ultissolos da América Latina necessi-

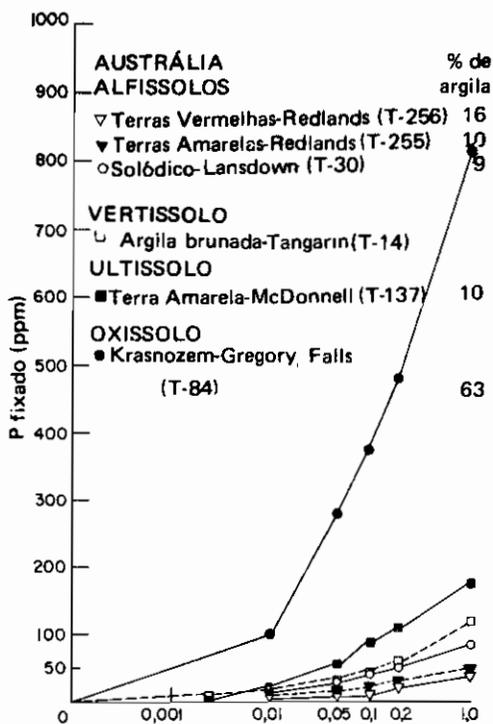


Figura 7. Exemplos de isotermas de absorção de P de solução de solos representativos da Austrália tropical.

tam de 3 a 5 vezes mais de P para atingir um nível semelhante (Fig. 8). A exceção importante na Austrália é também um Oxissolo (Krasnozem de Gregory Falls), que é derivado de basalto, com um elevado teor de óxidos.

Em solos com teores elevados de óxidos de Fe e de Al, como alguns Oxissolos, Ultissolos e Alfissolos óxicos, a fixação do P aumenta à medida que aumenta o teor de argila (48, 38, 55). Isso pode ser observado na Figura 8, onde os Oxissolos de Brasília e Carimagua e os Ultissolos de Quilichao e Yurimagua têm curvas de fixação de P e teores de argila completamente diferentes. Os solos pobres em hidróxidos de Fe e de Al, tais como os Lansdown Solodics, geralmente têm baixa capacidade de fixação de P.

Apesar de que a maioria dos solos dos dois continentes sofrem uma aguda deficiência de P, a quantidade necessária de fertilizantes fosfóricos necessária para corrigir tais defi-

ciências são, provavelmente, mais altas na América Latina, devido à capacidade, geralmente mais alta, de fixação de P dos extensos Oxissolos e Ultissolos (excetuando os arenosos).

Enxôfre

Considera-se que as deficiências de S são comuns, tanto nos trópicos australianos como nos da América Latina (30, 29). Esta é uma das razões pela qual se usa o SFS e não o SFT na Austrália.

Na Austrália, a evidência sugere que as deficiências são mais freqüentes em solos com uma capacidade limitada de absorção e portanto de retenção de S e onde ocorrem lixiviações estacionais. Apesar de que a incorporação de S por meio de chuva pode ser baixa em alguns solos (por exemplo nos Oxissolos e em alguns Ultissolos), no subsolo

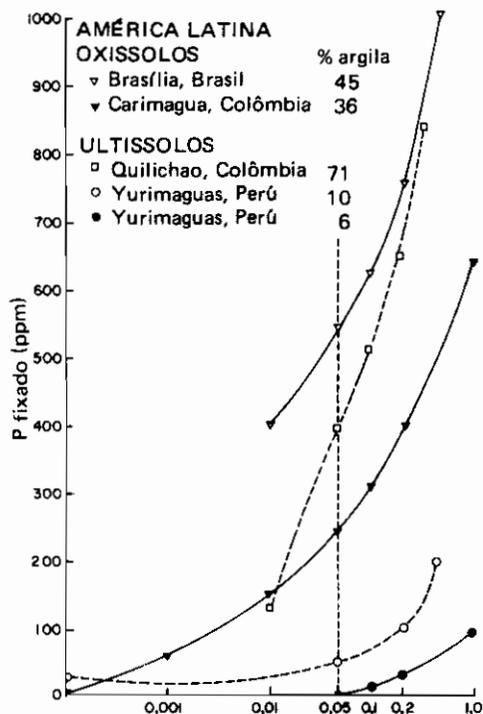


Figura 8. Exemplos de isotermas de absorção de P de solução de solos representativos da América Latina tropical. (7, 45).

se podem encontrar níveis altos de sulfatos absorvidos (49). Recentes estudos (50) sugerem um nível crítico de 4 ppm de SO_4-S (extraídos pelo método do fosfato) para todas as pastagens tropicais.

As deficiências de S são bastante comuns, porém não são universais, nos Oxissolos e Ultissolos da América Latina, e se têm observado respostas significativas em pastagens tropicais (7, 41, 65). Também existe evidência de acumulação de sulfato nos subsolos, com uma capacidade relativamente alta de absorção de S, típica de alguns Oxissolos, Ultissolos e Alfissolos óxidos (32).

Micronutrientes

A informação sobre micronutrientes é menos precisa em ambas as regiões, excluindo as deficiências de Zn, Cu e Mo, que têm sido detectadas nas zonas tropicais da Austrália e da América.

Na Austrália tropical tem sido usado amplamente o SFS molibdenizado para corrigir possíveis deficiências de Mo (22); no entanto, as respostas não estão bem documentadas. Estas deficiências são mais agudas em solos com alta fixação de P (Oxissolos e alguns Ultissolos), pois eles fixam o anion de molibdato através do mesmo mecanismo (33). No entanto, existem importantes diferenças nas espécies. Por exemplo, não se conhecem resultados de campo de respostas do gênero *Stylosanthes* ao Mo, na Austrália (33). Na América Latina, as deficiências de Mo ocorrem em Oxissolos e Ultissolos (11, 46); porém as informações sobre as respostas são muito escassas.

As deficiências de Zn, Cu e B não estão bem caracterizadas em termos geográficos e de importância econômica. Destas, talvez a de Zn é provavelmente a mais importante nas regiões de Ultissolos e Oxissolos da América Latina (11). Também têm sido registradas deficiências e toxidez de Mn. O mesmo se aplica à deficiência de Fe, tanto nos solos calcários como nos extremamente ácidos. Registraram-se deficiências de Cu e Zn nos

Ultissolos e nos Entissolos sob altas precipitações na Austrália tropical (33). É necessário estabelecer, o mais cedo possível, os níveis críticos tanto no solo como em tecidos vegetais da pastagem, para se obter uma melhor caracterização das limitações dos micronutrientes na Austrália e na América Latina tropical.

CONCLUSÃO

Os solos tropicais da Austrália e da América Latina compartilham o problema comum da baixa fertilidade natural do solo, mas por diferentes razões. Os solos australianos mais comuns sofrem uma deficiência hídrica mais severa, porém desfrutam de um nível de bases mais elevado que seus equivalentes da América Latina. Apesar de que as deficiências de N, P e S são comuns nos dois continentes, a elevada fixação de P, o baixo teor de K e a toxidez de Al dos Oxissolos e Ultissolos agravam o problema da baixa fertilidade na América Latina. Não existe nada tão extraordinário sobre as diferenças descritas neste estudo que não se possa deduzir da taxonomia do solo, complementada por uma análise mais ou menos sensível da fertilidade dos solos. Independentemente do lugar onde ocorrem, os Alfissolos, os Ultissolos e os Oxissolos são similares. Existem grandes semelhanças entre os Oxissolos e Ultissolos de pequenas regiões de alta precipitação no norte de Queensland, com as vastas áreas que possuem os mesmos solos da América Latina, e entre os Alfissolos e Vertissolos dominantes na Austrália, com seus equivalentes menos disseminados na América Latina tropical.

A adaptação das leguminosas tropicais nos sistemas de manejo com baixos insumos depende do solo e do clima. Algumas das leguminosas forrageiras tropicais mais importantes, atualmente, na Austrália, são: *M. atropurpureum*, *Centrosema pubescens* Benth., *S. guianensis*, *S. humilis* e *S. hamata*. Os dois últimos *Stylosanthes* estão bem adaptados aos Alfissolos com severas deficiências hídricas, baixos níveis de P e moderados níveis de Al. Essas espécies são,

provavelmente, adaptadas a condições semelhantes na América Latina, porém com menores possibilidades de adaptação em Oxisolos e Ultissolos com elevada saturação de Al. Por outra parte, *C. pubescens* e *S. guianensis*, adaptados às condições mais ácidas dos Ultissolos e Oxisolos de floresta úmida no norte de Queensland, podem possuir um forte potencial para a selva amazônica. No entanto, o *M. atropurpureum* cv. Siratro está bem adaptado em áreas de Oxisolos com pH elevado no Cerrado do Brasil.

Estas afirmações estão limitadas à adaptação edáfica, a qual inclui o clima até certo ponto. Existem muitos outros aspectos que afetam a adaptação das espécies, principalmente as pragas e as enfermidades, o potencial de produção de semente, etc. Estes fatores devem ser considerados quando se pensar na transferência de tecnologia, de uma região à outra. Por exemplo, a falta de persistência das cultivares australianas de *S. guianensis* na América Latina é causada mais por sua susceptibilidade à antracnose (causada pelo *Col-*

letotrichum gloeosporioides) do que pela falta de adaptação às condições de solos ácidos.

Como conclusão, pode-se generalizar dizendo que as condições para a produção de pastagens tropicais na Austrália e na América Latina são bastante diferentes para excluir uma extrapolação direta de resultados de um continente para o outro. No entanto, cada continente possui também áreas pequenas de solos que são bastante semelhantes a vastas regiões do outro.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Eng^o Agr^o Luis F. Sánchez, do CIAT, pelos cálculos cartográficos da distribuição das ordens de solos da Austrália e por haver elaborado o mapa de ordens de solos da América Latina tropical, e aos Drs. M.E. Probert e G.P. Gilman do CSIRO, por fornecerem as amostras de solos para as análises químicas realizadas na Colômbia.

LITERATURA CITADA

1. Andrew, C.S., A.D. Johnson and R.L. Sandland. 1973. Effect of aluminum on the growth and chemical composition of some tropical and temperate pasture legumes. *Australian Journal of Agricultural Research* 24: 325-339.
2. ——— and M.F. Robins. 1969. The effect of phosphorus on the growth and chemical composition of some tropical pasture legumes. I Growth and critical percentage of phosphorus. *Australian Journal of Agricultural Research* 20: 665-674.
3. Benavides, S.T. 1973. Mineralogical and chemical characteristics of some soils of the Amazonia of Colombia. Ph. D. Thesis, North Carolina State University, Raleigh 216p.
4. Bruce, R.C. and B.J. Crack. 1978. Chemical attributes of Australian acid tropical and subtropical soils. *Plant Nutrition Workshop Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Brisbane*. (In press).
5. Cameron, D.G. 1975. Regional pasture development and associated problems. III. Queensland. *Tropical Grasslands* 9: 93-99.
6. Cano, M. 1973. Evaluación de la fertilidad de los suelos en el Perú. Ministerio de Agricultura — Dirección de Investigación Agraria. *Boletín Técnico* 73, La Molina, Perú.
7. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1977. Annual Report 1976. CIAT, Cali, Colombia.
8. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1978. Annual Report 1977. CIAT, Cali, Colombia.
9. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization — Division of Soils. 1977a. Workshop on the role of pedology in the Division. Western field trip: Townsville — Balfes Creek. Townsville, Australia (Mimeographed).

10. ———. 1977b. Workshop on the role of pedology in the Division. North Coast field trip: Townsville – Innisfail. Townsville, Australia (Mimeographed).
11. Cox, F.R. 1973. Micronutrients. In P.A. Sánchez (ed.). A review of soils research in tropical Latin America. North Carolina Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin 219: 182–197.
12. Equipe de Pedologia e Fertilidade de Solo. 1964. Levantamento semidetalhado dos solos de áreas do Ministério da Agricultura no Distrito Federal. EPFS, Boletim Técnico 8, Rio de Janeiro.
13. Espinoza, J. 1970. Estudio de las series de suelos y levantamiento agrológico del campo experimental agrícola de sabana de Josepn. Universidad del Oriente, Josepn, Venezuela. 40p.
14. Falesi, I.C. 1976. Ecosistema de pastagem cultivada na Amazônia brasileira. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Umido. Boletim Técnico 1, Belém, Brasil. 193p.
15. Food and Agricultural Organization of the United Nations – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 1971. Soil Map of the World. Vol. 4 – South America, UNESCO, Paris.
16. ———. 1976. Soil Map of the World. Vol. 3 – México, Central America and Caribbean, UNESCO, Paris.
17. ———. 1976. Soil Map of the World. Vol. 10 – Australia (map sheet only). FAO, Rome.
18. Fox, R.L. and E.J. Kamprath. 1970. Phosphate sorption isotherms for evaluating the phosphate requirements of soils. Soil Science Society of America Proceedings 34: 902–906.
19. Guerrero, R. y A. Cortés. 1976. Caracterización y clasificación de perfiles seleccionados de suelos del CNIA La Libertad y zonas aledañas. ICA Boletín de Investigación 46.
20. Hall, R.L. 1970. Pasture development in the spear grass region at Westwood in the Fitzroy Basin. Tropical Grasslands 4: 77–84.
21. Hays, J. 1967. Land surfaces and laterites in the North of the Northern Territory. In J.N. Jennings and J.A. Mabbutt (ed.) Landform studies from Australia and New Guinea. Australian National University Press. Canberra.
22. Hutton, E.M. 1970. Tropical pastures. Avances in Agronomy 22: 1–73.
23. Isbell, R.F. 1977a. The argillic horizon concept and its application to the classification of tropical soils. International Society of Soil Science Trans. Comm. IV & V. Kuala Lumpur, Malaysia. (In press).
24. ———. 1977b. A comparison of the red basaltic soils of tropical North Queensland and those of Hawaii, Mauritius, Brazil and Natal. International Society of Soil Science. Trans. Comm. IV & V. Kuala Lumpur, Malaysia. (In press).
25. ———. 1978. Soils of the tropics and the subtropics: Genesis and characteristics. Plant Nutrition Workshop, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Brisbane. (In press).
26. ——— and G.P. Gillman. 1976. Studies on some deep sandy soils in Cape York Peninsula, North Queensland. I. Morphological and chemical characteristics. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 13: 81–88.
27. ———, R.K. Jones and G.P. Gillman. 1976. Plant nutrition studies on some yellow and red earth soils in northern Cape York Peninsula. I. Soils and their nutrient status. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 16: 532–541.
28. ——— and J.B.F. Field. 1977. A comparison of some red and yellow earths in tropical Queensland and northeast Brazil. Geoderma 18: 155–175.
29. Jones, R.K., M.E. Probert and B.J. Crack. 1975. The occurrence of sulphur deficiency in the Australian tropics. In K.K. McLachlan (ed.) Sulphur in Australasian agriculture. Sydney University Press, Sydney.

30. Kamprath, E.J. 1970. Exchangeable aluminum as a criterion for liming leached mineral soils. Soil Science Society of America Proceedings 34: 252-254.
31. ———. 1973a. Phosphorus. In P.A. Sánchez (ed.) A review of soils research in tropical Latin America. North Carolina Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin 219: 138-161.
32. ———. 1973b. Sulfur. In P.A. Sánchez (ed.) A review of soils research in tropical Latin America. North Carolina Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin 219: 179-181.
33. Kerridge, P.C. 1978. Fertilization of acid soils in relation to pasture species. Plant Nutrition Workshop, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Brisbane.
34. King, L.C. 1962. The morphology of the earth: a study and synthesis of world scenery. Oliver and Boyd, Edinburgh.
35. Klinge, H.C. 1965. Podzol soils in the Amazon basin. Journal of Soil Science 16: 95-103.
36. Lepsch, I.E., S.E. Buol and R.B. Danieles. 1977. Soil-landscape relationships in the Occidental Plateau of São Paulo State, Brasil. Soil Science Society of America Journal 41: 104-115.
37. Leslie, J.K. 1965. Factors responsible for failures in the establishment of summer grasses on the black carths of the Darling Downs, Queensland, Queensland Journal of Agriculture and Animal Science 22: 17-38.
38. Lopes, A.S. 1977. Available water, phosphorus fixation and zinc levels in Brazilian Cerrado soils in relation to their physical, chemical and mineralogical properties. Ph. D. Thesis, North Carolina State University, Raleigh. 189 p.
39. ——— and F.R. Cox. 1977. A survey of the fertility status of surface soils under Cerrado vegetation in Brazil. Soil Science Society of America Journal 41: 742-747.
40. Marin, G. y L.A. Leon. 1971. Generalidades sobre fertilidad de suelos colombianos. Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín Técnico 11. 24p.
41. McClung, A.C. and L.R. Quinn. 1959. Sulfur and phosphorus responses in Batatais grass (*Paspalum notatum*). Instituto Brasileiro de Extensão Cultural. Research Institute Bulletin 18.
42. McCown, R.L. 1973. An evaluation of the influence of available soil water storage capacity on growing season length and yield of tropical pasture using simple water balance models. Agricultural Meteorology 11: 53-63.
43. ———, G.G. Murthan and G.D. Smith. 1976. Assessment of available water storage capacity of soils with restricted subsoil permeability. Water Resources Research 12: 1255-1259.
44. Moura, W. and S.W. Buol. 1972. Studies of a Latosol Roxo (Eustrustox) in Brazil. Experientiae 13: 201-234.
45. North Carolina State University. 1973. Agronomic-economic research on tropical soils. Annual Report. Soil Science Department, North Carolina State University, Raleigh.
46. ———. 1975. Agronomic-economic research on tropical soils. Annual Report. Soil Science Department, North Carolina State University, Raleigh.
47. Paredes, J.R. 1975. Characterization and genesis of soils of a climo-sequence in the Occidental coast of Maracaibo Lake, Venezuela. M.Sc. Thesis, North Carolina State University, Raleigh. 88p.
48. Pope, R.A. 1976. Use of soil survey information to estimate phosphate sorption in highly weathered soils. Ph.D. Thesis, North Carolina State University, Raleigh. 82p.
49. Probert, M.E. 1977. The distribution of sulphur and carbon-nitrogen-sulphur relationships in some North Queensland soils. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization Division of Soils, Technical Paper 31.

50. Probert, M.E. and R.K. Jones. 1977. The use of soil analysis for predicting the response to sulphur of pasture legumes in the Australian tropics. *Australian Journal of Soil Research* 15: 137-146.
51. Russell, J.S. 1976. Comparative salt tolerance of some tropical and temperate legumes and tropical grasses. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 16: 103-109.
52. Sánchez, P.A. 1976. Properties and management of soils in the tropics. Wiley, New York. 619 p.
53. ——— and S.W. Buol. Properties of some soils of the upper Amazon basin of Peru. *Soil Science Society of America Proceedings* 38: 117-121.
54. ——— and S.W. Buol. 1975. Soils of the tropics and the world food crisis. *Science* 188: 598-603.
55. ——— and G. Uehara. 1978. Management considerations for acid soils with high phosphorus fixation capacity. In *Phosphorus in agriculture*. Soil Science Society of America. (In press).
56. Schargel, R. 1977. Soils of Venezuela with low activity clays. Ph.D. Thesis. North Carolina State University, Raleigh. 413p.
57. Seubert, C.E., P.A. Sánchez and C. Valverde. 1977. Effects of land clearing methods on soil properties and crop performance in an Ultisol of the Amazon Jungle of Peru. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 54: 307-321.
58. Spain, J.M. 1975. The forage potential of allic soils of the humid lowland tropics of Latin America. p. 1-8. In E.C. Doll and G.O. Mott (ed.) *Tropical forages and livestock production systems*. American Society of Agronomy Special Publication 24.
59. ———, C.A. Francis, R.H. Howeler and F. Calvo. 1975. Differential species and varietal tolerance to soil acidity in tropical crops and pasture. p. 308-329. In Bornemisza and A. Alvarado (ed.) *Soil Management in tropical America*. North Carolina State University, Raleigh.
60. Soil Survey Staff. 1975. *Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*. U.S. Department of Agriculture. Handbook 436, Washington.
61. Stace, H.C.T., G.D. Hubble, R. Brewer, K.H. Northcote, J.R. Sleeman, M.J. Mulcahy and E.G. Halisworth. 1968. *A handbook of Australian soils*. Rellim, Glenside, South Australia.
62. Teitzel, J.K. and R.C. Bruce. 1971. Fertility studies of pasture soils in the wet tropical coast of Queensland. II. Granitic soils. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 11: 77-84.
63. ——— and R.C. Bruce. 1972a. Fertility studies of pasture soils in the wet tropical coast of Queensland. III. Basaltic soils. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 12: 49-54.
64. ——— and R.C. Bruce. 1972b. Fertility studies of pasture soils in the wet tropical coast of Queensland. IV. Soils derived from metamorphic rocks. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 12: 281-287.
65. Tergas, L.E. 1977. Importancia del azufre en la nutrición mineral de leguminosas forrajeras. *Turrialba* 27: 63-69.
66. Thompson, C.H. and G.D. Hubble. 1977. Sub-tropical podzols (Spodosols and related soils) of coastal Eastern Australia: profile form, classification and use. *International Society of Soil Science. Trans. Comm. IV & V. Kuala Lumpur, Malaysia*. (In press).
67. Twodale, C.R. 1956. Chronology of denudation in North West Queensland. *Geological Society of America Bulletin* 67: 867-881.
68. Williams, C.H. and Andrew. 1970. Mineral nutrition of pastures. In R.M. Moore (ed.) *Australian Grasslands*. Australian National University Press, Canberra.

Apêndice 1. Definição simplificada da terminologia da Taxonomia de Solos usada neste trabalho, segundo se aplica aos trópicos (52).

CATEGORIAS DE SOLOS:

Oxissolos: Solos com um horizonte óxico de argilas de baixa atividade (< 16 meq/100g argila) que consistem de uma mistura de caolinita, óxidos de ferro e quartzo, com um baixo conteúdo de minerais intemperizáveis. Em geral, são profundos, bem drenados, vermelhos ou amarelos, com uma estrutura granular excelente, de fertilidade natural bastante baixa e propriedades uniformes com a profundidade. Anteriormente eram conhecidos como Latossolos ou solos Lateríticos.

Ultissolos: Solos com um horizonte argílico (com mais de 20% em teor de argila), com menos de 35% de saturação de base na seção testemunha. Em geral, são profundos, bem drenados, vermelhos ou amarelos, com um conteúdo mais alto de minerais intemperizáveis que os Oxissolos e com propriedades físicas inferiores, porém ácidos e com baixa fertilidade natural. Anteriormente conhecidos como solos Podzólicos Vermelho-Amarelos e alguns como Latossolos ou solos Lateríticos.

Alfissolos: Solos com um horizonte argílico, com saturação de base superior a 35%. Semelhantes aos Ultissolos, exceto por possuírem uma fertilidade natural consideravelmente mais alta. Anteriormente eram conhecidos como: Podzólico-Vermelho-Amarelo Eutróficos, Brunos não Cálcicos, Planossolos, Terra Roxa Estruturada, Terras Vermelhas, Terras Amarelas e Solódicos.

Aridissolos: Solos com regimes de umidade de solos arídicos, com diferenciação de horizontes. Geralmente com fertilidade natural alta.

Entissolos: Solos com um desenvolvimento tão recente ou tão pequeno que apresentam somente um epipedon óxico (amarelento) ou um horizonte feito pela mão do homem.

Vertissolos: Solos pesados, argilosos e fendilhados (com um teor de argila superior a 35% e $> 50\%$ de minerais argilosos do tipo 2: 1). Em geral eles se contraem e expandem com as mudanças no teor de umidade. Geralmente são de alta fertilidade natural.

Inceptissolos. Solos jovens com um horizonte câmbico e sem nenhum outro horizonte de diagnóstico. A fertilidade natural é variável.

Molissolos: Solos com um epipedon mólico (altos teores de matéria orgânica; suaves quando secos, com $> 50\%$ de saturação de bases). São de fertilidade natural elevada. Conhecidos como Chernozens, Rendzinas, Brunizens.

Espodossolos. Solos com um horizonte espódico (com acumulação de Fe e matéria orgânica), em geral desenvolvidos a partir de materiais arenosos. São de fertilidade natural muito baixa. Conhecidos como Podzóis.

Histosolos. Solos Orgânicos ($> 20\%$ de MO).

REGIMES DE UMIDADE DOS SOLOS:

Údicos: O subsolo permanece seco (> 15 bares) durante menos de 90 dias acumulados durante o ano.

Ústico: O subsolo permanece seco durante mais de 90 dias acumulados, porém menos de 180 dias acumulados ou 90 dias consecutivos.

Arfídicos: O subsolo permanece seco durante mais de 180 dias acumulados e úmido durante menos de 90 dias consecutivos durante o ano.

Áqüico: O subsolo se satura de água o tempo suficiente para causar o processo de redução química no solo.

REGIMES DE TEMPERATURA DOS SOLOS:

Isohipertérmico: A temperatura média anual do solo a 50 cm é $> 22^{\circ}\text{C}$ com variações menores que 5°C entre os três meses mais quentes e os três meses mais frios.

Hipertérmico: Igual ao anterior mas com uma variação superior a 5°C entre os três meses mais quentes e os três meses mais frios.

Apêndice 2. Correlação aproximada entre alguns grandes grupos de solos australianos (61), as ordens e grandes grupos da Taxonomia de Solos e as unidades cartográficas da FAO (25).

Grandes grupos australianos	Taxonomia de solos		Mapa Mundial de solos da FAO
	Ordens	Grandes grupos	
Areias silicosas	Entissolos	Quartzipsamment	Regossolo Êútrico, Arenossolo Câmbico
Areias Terrosas	Entissolos	Quartzipsamment	Arenossolo Câmbico
Argilas Cinzentas Brunadas e Vermelhas	Vertissolos	Chromustert	Vertissolo Crômico
Solonetz Solodizados e Solos Solódicos	Alfissolos	Natrustalf, Paleustalf Haplustalf	Solonetz Órtico, Luvissole Álbico
Solods	Alfissolos	Paleustalf, Natrustalf Haplustalf	Luvissole Álbico, Solonetz Órtico, Planossolo Solódico
Terras Vermelhas	Alfissolos e Ultissolos	Paleustalf, Haplustalf, Paleustult, Paleudult	Nitossolo Êútrico, Luvissole Férnico, Nitossolo Dístrico

Apêndice 2. Continuação.

Grandes grupos australianos	Taxonomia de solos		Mapa Mundial de solos da FAO
	Ordens	Grandes grupos	
Terras Amarelas	Alfissolos e Ultissolos	Haplustalf, Paleustalf, Paleustult, Phinthustalf	Luvisolos Férricos, Álbicos Plínticos, Acrissolo Férrico
Terras Cinzentas	Alfissolos	Paleustalf, Tropaqualf	Luvisolo Álbico, Luvisolo Glêyico
Euchrozems	Alfissolos e Inceptissolos	Rhodustalf, Paleustalf, Ustochrept, Ustropept	Luvisolo Crômico, Nitosolo Êútrico, Cambissolo Crômico
Xanthosems	Oxissolos e Ultissolos	Haplorthox, Haplustox, Palehumult, Acrohumox	Ferralsolo Xântico, Ferralsole Húmico, Acrissolo Húmico
Krasnozems	Oxissolos e Alfissolos	Acrohumox, Acrorthox, Eustrustox, Paleustalf	Ferralsolo Húmico, Ferralsole Ródico, Acrissolo Êútrico
Solos Vermelhos Podzólicos	Alfissolos e Ultissolos	Paleustalf, Paleudult, Haplustult, Tropudult	Luvisolo Álbico, Acrissolos Férricos e Órticos, Nitossolo Dístrico
Solos Amarelos Podzólicos	Alfissolos e Ultissolos	Haplustalf, Haplustulf, Paleustalf	Luvisolo Álbico, Acrissolos Órticos e Férricos
Solos Podzólicos Gleizados	Ultissolos	Paleaquult, Albaquult	Acrissolo Glêyico, Planossolo Dístrico
Podzóis	Espodossolos	Tropohumod, Troporthod, Haplohumod	Podzóis Húmicos e Órticos
Gleis Húmicos	Ultissolos e Inceptissolos	Paleaquult, Albaquult, Haplaquept	Acrissolo Glêyico, Gleysolo Dístrico

RECURSOS GENÉTICOS DE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS PARA AS SAVANAS DE SOLOS ÁCIDOS E DE BAIXA FERTILIDADE DA AMÉRICA TROPICAL

Rainer Schultze-Kraft *

Dalmo C. Giacometti**

RESUMO

Observações feitas durante expedições de coleta, em parcelas de introdução e sob pastejo, indicam que se pode atribuir um potencial bastante evidente, como leguminosas forrageiras para as savanas de solos ácidos e de baixa fertilidade da América Tropical, aos seguintes gêneros e espécies: *Stylosanthes* (*S. capitata*), *Desmodium* (*D. ovalifolium*, *D. barbatum* e outras), *Zornia* (do grupo das espécies de folhas bifoliadas), *Aeschynomene* (*A. histrix* e *A. brasiliana*), *Centrosema*, *Macroptilium/Vigna* e *Galactia*. Contudo, tanto esses gêneros como alguns outros que parecem também adaptados a solos ácidos e de baixa fertilidade, ainda requerem considerável atenção em relação à coleta e avaliação sistemáticas.

Até cerca de 40 anos atrás, a importância das leguminosas tropicais se limitava a seu uso como plantas de cobertura em plantações de dendê, borracha, etc. (11). Apesar de não faltarem, na literatura passada, indicações sobre o potencial das leguminosas tropicais como plantas forrageiras (4, 5, 9), somente na década de 1940 começaram, na Austrália, as pesquisas sobre seu uso com fins forrageiros. Esses trabalhos consistiram em várias viagens de coleta de germoplasma pelo mundo tropical (1, 7, 8), seguidas de uma avaliação sistemática e, em alguns casos, de fitomelhoramento. A continuidade dos esforços dos cientistas australianos resultou na seleção de uma série de cultivares de leguminosas forrageiras tropicais que foram lançadas no mercado durante os últimos quinze anos.

Na América tropical, o interesse pelas leguminosas forrageiras apenas começou a despertar na última década e, na maioria dos casos, os estudos se limitaram em manter parcelas de cultivares australianas, em jardins de introdução, e em coletar dados de rendimento de matéria verde. Isso significava uma situação bastante problemática e, ao mesmo tempo paradoxal: a importância que as leguminosas forrageiras tropicais teriam, eventualmente, nos projetos de pesquisa das diversas instituições, dependia do comportamento de umas poucas cultivares comerciais que tinham sido selecionadas para condições edáficas e climáticas da Austrália, enquanto não se dedicava a devida atenção aos recursos genéticos autóctones.

Não obstante, deve-se destacar o Brasil como o único país latino-americano que começou a se interessar relativamente cedo pelos recursos genéticos de leguminosas tropicais. O Ministério da Agricultura começou a estudá-los em 1941 (9) e o IBEC Research Institute (IRI) realizou várias viagens de exploração, entre 1961 e 1965, que permitiram obter uma coleção importante de uma vasta

* Agrostólogo, Recursos Genéticos, Programa de Gado de Corte, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colômbia.

** Chefe do Centro Nacional de Recursos Genéticos (CENARGEN), EMBRAPA, Brasília, Distrito Federal, Brasil.

amplitude de gêneros, espécies e ecótipos de leguminosas nativas do Brasil (3).

Só recentemente, instituições latino-americanas e de caráter internacional começaram novamente a realizar coletas sistemáticas na América tropical, preocupando-se, ao mesmo tempo, com a preservação e avaliação do germoplasma coletado. Hoje, as instituições, citadas a seguir, dispõem de um total aproximadamente de 10.000 gêneros, espécies e ecótipos de leguminosas tropicais:

1. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), através de seu Centro Nacional de Recursos Genéticos (CENARGEN), Brasília, Distrito Federal, Brasil.
2. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais, Brasil.
3. Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária (EMGOPA), Goiânia, Estado de Goiás, Brasil.
4. Instituto de Pesquisas IRI, Matão, Estado de São Paulo, Brasil.
5. Instituto de Zootecnia, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, Nova Odessa, Estado de São Paulo, Brasil.
6. University of Florida, Fort Pierce, Florida, EE. UU.
7. University of the West Indies/International Development Research Centre, Antigua e Belize.
8. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colômbia.

Um dos principais resultados de uma recente Reunião de Trabalho sobre Coleta, Preservação e Caracterização de Recursos Genéticos de Plantas Forrageiras Tropicais realizada no CIAT (abril 10-15, 1978), e na qual participaram muitos dos cientistas

mais importantes do mundo, especializados em germoplasma de forragens tropicais, foi um acordo de intercâmbio livre de todo o germoplasma disponível. Esse acordo inclui as instituições mencionadas anteriormente, e outras na América Latina, com coleções menores de germoplasma nativo (exemplo: Cuba, Equador, Panamá), e também instituições com sede fora da América Latina que dispõem de importantes coleções, originárias, parcialmente, da América tropical e, em parte, de origem exótica (e. g. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Austrália; Projeto FAO – NOR, Kênia).

Na América Latina, o CIAT, de forma intensiva, e EMBRAPA, de forma parcial, — através do CENARGEM e seus Bancos Ativos de Germoplasma nos Centros de Pesquisa Agropecuária do Cerrado (CPAC), próximo de Brasília, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (CPATU), em Belém, e Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC), em Campo Grande —, estão concentrando seus trabalhos na coleta, introdução e avaliação de leguminosas forrageiras tropicais em solos ácidos e de baixa fertilidade (Oxisolos e Ultissolos). A meta final desses esforços é a identificação de material genético adaptado às condições climáticas e edáficas que prevalecem em aproximadamente 300 milhões de hectares de savanas tropicais e 550 milhões de hectares de trópicos úmidos na América Latina. As leguminosas adaptadas a essas condições devem reunir as seguintes características principais, que, em conjunto, se manifestam como “persistência sob pastejo”: a) tolerância a valores de pH baixos (inclui tolerância a concentrações elevadas de Al e Mn); b) baixos requerimentos de P e de outros elementos; c) modulação efetiva com *Rhizobium*; d) compatibilidade com gramíneas (crescimento e rebrotos vigorosos; hábito de crescimento adequado); e) resistência ou tolerância a doenças e insetos; f) palatabilidade adequada (ausência de fatores tóxicos e de palatabilidade excessiva); g) tolerância a estresses da seca e de alagamento.

PRINCIPAIS GÊNEROS – COLETA E AVALIAÇÃO

A experiência de coleta e avaliação até hoje verificada no CIAT e na EMBRAPA se resume nos comentários a seguir, sobre as espécies mais importantes:

Stylosanthes SW.

Entre todas as leguminosas tropicais, o gênero *Stylosanthes* é o que, por uma série de características interessantes, tem recebido mais atenção por parte dos pesquisadores.

A espécie com maior diversidade genética evidente é o *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw., fato que se reflete, por exemplo, em intentos recentes para desenvolver novas variedades (2, 10). Sua distribuição geográfica abrange desde o México até a Argentina e do Equador até a Bahia, Brasil. Mesmo sendo o *S. guianensis* uma planta indicadora de solos ácidos (mas não necessariamente de baixa fertilidade), têm sido encontrados ecótipos em solos de pH alcalino. Esses, no entanto, tal como todos os demais

materiais de *S. guianensis*, são muito bem adaptados a solos muito ácidos e de baixa fertilidade.

Outras espécies importantes de *Stylosanthes*, indicadoras de solos ácidos, são: *Stylosanthes scabra* Vog., *Stylosanthes viscosa* Sw., *Stylosanthes humilis* H.B.K. e *Stylosanthes capitata* Vog. Elas também estão bem adaptadas aos Oxissolos e Ultissolos das savanas do trópico sul-americano. O *S. capitata* necessita, também, de um pH e fertilidade baixos, uma vez que geralmente não prospera em solos férteis.

A distribuição geográfica dessas espécies é muito mais limitada que a de *S. guianensis*. Na Colômbia, por exemplo, não se tem podido colher germoplasma de *S. scabra*, de *S. viscosa* e de *S. capitata*. A incidência de *S. humilis*, nesse país, parece limitada a regiões ácidas da zona limítrofe com a Venezuela.

Com exceção de *S. humilis*, todas as espécies acima mencionadas possuem a vantagem de um crescimento vigoroso, uma elevada



produção de matéria seca (MS), e boa resistência à seca. Considerando-se a média dos resultados da experiência na Colômbia e no Brasil, a ordem relativa à produtividade das espécies seria: *S. guianensis* \geq *S. scabra* $>$ *S. viscosa* \geq *S. capitata*.

Quanto ao *S. capitata*, que parece estar geograficamente circunscrito ao Brasil e a certas regiões da Venezuela, foi possível identificar três tipos marcadamente diferentes:

- A. Floração precoce: germoplasma originário do Brasil central; muita produção de semente, relativamente pouca produção de MS.
- B. Floração intermediária: germoplasma originário dos estados brasileiros Maranhão e Piauí; menor produção de semente e maior produção de MS.
- C. Floração tardia: plantas morfologicamente diferentes de A e B; germoplasma originário da Bahia, Brasil; aparentemente, menor produção de semente, porém, ele-

vada produção de MS, principalmente na estação seca.

A esses pode-se acrescentar um quarto tipo correspondente ao germoplasma de *S. capitata*, recentemente colhido na Venezuela (estados de Anzoátegui, Bolívar e Monagas), e que, morfológicamente, parece ser do tipo de inflorescência tardia, mas floresce precocemente. De acordo com as observações realizadas, plantas desse tipo, assim como alguns dos ecótipos A, B e C são, aparentemente, resistentes à queima.

A produtividade da espécie *S. humilis* está restringida por sua anualidade. Tudo indica que seu maior potencial se encontra em regiões de solos ácidos, com precipitações inferiores a 1.000 mm/ano e com uma estação seca prolongada. No entanto, na região florestada do estado do Maranhão, Brasil, têm sido coletados alguns ecótipos bastante vigorosos cuja produtividade, num ambiente com precipitação de 2.000 mm/ano (Carimagua e "Llanos Orientales" da Colômbia), chega a ser igual à de vários ecótipos de *S. guianensis*.

Pode-se mencionar também o *S. hamata*



(L.) Taub., pois uma cultivar dessa espécie tem substituído o *S. humilis* em grandes extensões da Austrália. Todo o germoplasma do CIAT é originário da região do Caribe, onde foi colhido em áreas de pouca pluviosidade, em solos férteis, com pH entre ligeiramente ácido e alcalino. No entanto, um ecótipo que, em contraste com o resto do germoplasma de *S. hamata*, mostrou certa adaptação a solos de baixa fertilidade de um pH baixíssimo, parece ser nativo da região de Calabozo (estado de Guárico, Venezuela) com vegetação típica de savana e solo ácido, de fertilidade média.

O *S. angustifolia* Vog. e o *S. bracteata* Vog. são outras espécies indicadoras de solos ácidos e de baixa fertilidade. Embora ainda não tenha havido trabalhos suficientes com germoplasma dessas espécies, a produtividade de *S. angustifolia*, principalmente, parece ser bastante baixa.

Apesar da série de características positivas de *S. guianensis*, *S. scabra* e *S. viscosa*, seu potencial está severamente limitado pela falta de resistência à antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) e à broca do caule (*Caloptilia* sp.). Resultados de ensaios em condições de casa de vegetação, e observações, tanto em parcelas de introdução como sob pastejo, mostram uma amplitude de susceptibilidade bastante ampla entre o germoplasma avaliado. Muitos materiais de um determinado tipo de *S. guianensis*, que se distinguem por ter caules finos, pubescência viscosa e floração tardia, são, aparentemente, mais tolerantes ao ataque tanto da doença como do inseto. No entanto, a tolerância não é suficiente para garantir a persistência das plantas sob pastejo.

A única espécie de *Stylosanthes* que, até hoje, parece bastante tolerante tanto à antracnose como à broca do caule é o *S. capitata*. Por conseguinte, essa espécie é considerada de grande prioridade para futuros trabalhos que incluam mais coletas de germoplasma para ampliar a variabilidade genética o máximo possível.

Desmodium Desv.

200 espécies. O seu potencial tem sido pouco explorado. As espécies encontradas com mais frequência durante as viagens de coleta em regiões de solos ácidos e de baixa fertilidade são: *Desmodium barbatum* (L.) Benth. e *Desmodium cajanifolium* (H. B. K.) DC.

Observações preliminares indicam que em *D. barbatum* existe uma amplitude surpreendentemente grande quanto ao hábito de crescimento, densidade da folhagem e produtividade. Segundo observações realizadas em muitos locais de coleta, evidentemente há uma série de ecótipos bem adaptados a condições de elevada umidade.

O *D. cajanifolium* faz parte de um grupo de espécies de porte ereto, que atingem uma altura de até três metros, com pouca ramificação e pouca folhagem, porém com grande produção de semente. O *Desmodium distortum* (Aubl.) MacBr. e o *Desmodium discolor* Vog. pertencem também a esse grupo, porém requerem solos mais férteis. O potencial dessas plantas consiste no uso eventual de sua folhagem para pastejo.

Entre as poucas espécies de *Desmodium* originárias do sudeste da Ásia que têm sido avaliadas em Oxissolos e Ultissolos da América tropical, a mais promissora é uma subespécie de *Desmodium heterocarpon* (L.) DC., que é comumente conhecida pelo seu antigo nome: *Desmodium ovalifolium* Wall. Ainda não se conhece muito sobre sua variabilidade genética; o único material disponível hoje é uma variedade comercial procedente de Cingapura, que tem sido muito bem adaptada aos solos ácidos e de baixa fertilidade dos "llanos" colombianos. O *D. ovalifolium* é de crescimento estolonífero bastante vigoroso, de tal maneira que pode consorciar-se até com uma gramínea tão agressiva como a *Brachiaria decumbens* Stapf. Aparentemente, tem boa tolerância à seca e, até hoje, nele não foram encontrados problemas específicos causados por doenças ou insetos.

Este gênero, que inclui cerca de 60 espécies, era, até há pouco tempo, uma completa incógnita para os pesquisadores de plantas forrageiras tropicais. As experiências no CIAT datam de apenas seis anos e podem resumir-se em:

1. Todos os ecótipos e espécies de *Zornia* que têm sido coletados até o presente são plantas indicadoras de solos ácidos e, muitas vezes, de baixa fertilidade. O material avaliado não tem apresentado nenhum problema de adaptação a Oxissolos e Ultissolos.
2. O germoplasma mais promissor, aparentemente, está representado pelas espécies de folhas compostas por dois folíolos (exemplo: *Zornia* aff. *latifolia* (L.) Pers.) (Fig. 4), entre as quais tem sido observada uma variabilidade genética bastante grande em relação à produção de MS, à data de floração e à densidade de folhagem. Sob pastejo, muitos desses tipos de *Zornia* são mais

que anuais. Além disso, também parecem ser resistentes às queimadas.

3. Os poucos ecótipos de *Zornia* com folhas compostas de quatro folíolos largos (exemplo: *Zornia* aff. *brasiliensis* Vog.) que têm sido estudados, são de baixa produtividade e parecem anuais por excelência.

Aeschynomene L.

Embora o gênero *Aeschynomene* seja conhecido dos pesquisadores de leguminosas forrageiras, apenas agora estão sendo iniciados estudos de germoplasma para solos ácidos e de baixa fertilidade. Entre as espécies mais interessantes estão o *Aeschynomene paniculata* Willd. ex Vogel e, sobretudo, material de outras espécies cujo hábito de crescimento é o de semidecumbente a prostrado, com caules finos, muito ramificados e frequentemente com pubescência viscosa (exemplo: *Aeschynomene histrix* Poir., *Aeschynomene brasiliana* (Poir.) DC.).





Figura 4. *Zornia latifolia* CIAT 728.

As seguintes observações efetuadas durante as viagens de coleta e em parcelas de introdução em Ultissolo de pH 4,0 motivaram a inclusão de material desse gênero nos trabalhos de avaliação. Quanto aos ecótipos das espécies acima mencionadas, ficou bem claro que: a) são encontrados com bastante frequência em regiões de savanas com solos ácidos e de baixa fertilidade; b) apresentam uma ampla variabilidade com relação à produtividade, à data de floração e à perenidade; c) apresentam ótima resistência à seca; d) produzem quantidades consideráveis de semente; e) até o presente, não apresentam problemas de doenças e insetos.

Centrosema (DC.) Benth.

Da mesma forma que o *S. guianensis*, o gênero *Centrosema* apresenta uma distribuição geográfica muito ampla. Ao contrário do *S. guianensis*, no entanto, não é um gênero de plantas indicativas de solos ácidos; a maioria das espécies de *Centrosema* são originárias de regiões que se caracterizam por solos de fertilidade mais ou menos alta. Em

virtude dessa situação, tanto as variedades comerciais como o resto do germoplasma disponível no passado para trabalhos de pesquisa eram obrigatoriamente materiais que não apresentavam suficiente adaptabilidade a solos ácidos e de baixa fertilidade.

Com relação à incidência de *Centrosema* em regiões de solos ácidos e de baixa fertilidade, têm sido realizadas as observações seguintes: a) Em áreas de savana aberta, geralmente não ocorrem espécies com hábito de crescimento volúvel e sim espécies rasteiras, como *Centrosema venosum* Mart., fato que se atribui às queimas freqüentes nessas regiões. Também, dentro desse contexto, se tem verificado que algumas espécies (principalmente *C. venosum*), possuem a habilidade de produzir frutos subterrâneos em solos arenosos; b) Em áreas de savana protegidas contra queimas freqüentes (exemplo, nas bordas de florestas de galeria) e em regiões cuja vegetação era florestada, existem espécies de *Centrosema* com hábito de crescimento volúvel, tais como *Centrosema pubescens* Benth., *Centrosema macrocarpum*

Benth. e *Centrosema angustifolium* (H. B. K.) Benth., esta última típica dos "llanos orientales" da Colômbia e Venezuela.

Pelo fato de que as espécies rasteiras são de produtividade bastante baixa, a coleta e avaliação do germoplasma do segundo grupo tem sido intensificada e nesse grupo encontram-se ecótipos de crescimento vigoroso e bem adaptados a solos ácidos e de baixa fertilidade.

Macroptilium (Benth.) Urb. e *Vigna* Savi

Assim como o gênero *Centrosema*, esses gêneros têm uma distribuição geográfica muito ampla. Como o *Centrosema*, seu potencial em solos ácidos e de baixa fertilidade também não tem sido suficientemente explorado. Nas explorações botânicas, tanto em regiões de savana como em outras zonas de Oxissolos e Ultissolos, tem sido coletada uma quantidade considerável de germoplasma desses gêneros e se verifica uma amplitude apreciável quanto à produtividade e ao fenótipo. Folhas unifoliadas, raízes tuberosas e frutificação subterrânea, são algumas características extraordinárias. Muitos desses materiais são, possivelmente, anuais. Na avaliação sistemática desse germoplasma, iniciada há pouco tempo, deve-se dispensar particular atenção à resistência à *Rhizoctonia*, um critério de seleção muito importante nesses gêneros.

Galactia P. Browne

Até o presente, os trabalhos agrônômicos sobre esse gênero têm sido feito sobre uma só variedade comercial de *Galactia striata* (Jacq.) Urb. (IRI 1220 do Brasil). Essa variedade reúne as características desejáveis de boa adaptação a solos ácidos e de baixa fertilidade, elevada produtividade, e uma resistência considerável à seca. No entanto, nas condições de clima mais úmido dos "llanos" orientais da Colômbia, essa variedade é severamente afetada pela antracnose (*Colletotrichum* spp.).

Como os gêneros de *Centrosema* e *Macroptilium/Vigna*, as espécies volúveis de *Galactia* (exemplo *G. striata*) têm uma ampla distribuição geográfica e são mais comuns em regiões de solos férteis. Entretanto, tem sido possível coletar uma série de ecótipos desse gênero em zonas de savana não submetidas a queimas, e em outras regiões de solos ácidos do trópico sul-americano.

É de interesse mencionar outras espécies de *Galactia*, bastante comuns nas savanas tropicais da América do Sul, que possuem pouca vegetação arbustiva e que estão submetidas a queimas freqüentes: *Galactia glaucescens* H. B. K., — uma espécie de folhas unifoliadas a trifoliadas, de crescimento ereto até de um metro — e *Galactia jussiaeana* H. B. K., — que é espécie de hábito de crescimento de semi-ereto a decumbente. O potencial de ambas as espécies como plantas forrageiras ainda permanece uma incógnita. Ambas são de aspecto bastante tosco e não parecem ser muito produtivas, mas têm, como peculiaridade, uma extraordinária resistência às queimas. Freqüentemente, tem sido verificado que o crescimento de *G. jussiaeana*, após uma queima, é mais vigoroso que o da vegetação de savana que se encontra ao redor. Obviamente, essa resistência às queimas freqüentes se deve a uma característica que é bastante comum em muitas plantas tipicamente de savana: elas dispõem de raízes tuberosas (xilopódios) como órgãos especiais tanto para armazenamento de reservas como para pontos de rebrota.

Também têm sido encontrados, com freqüência, xilopódios em outras leguminosas de savana, como no *Eriosema* spp. *Clitoria guianensis* e *Vigna* sp., e, esporadicamente, em alguns tipos de *S. guianensis*, *S. bractea-ta*, *Stylosanthes* sp., *Zornia* sp. e *Alysicarpus* aff. *vaginalis*.

Outros gêneros

Observações feitas durante viagens de coleta e em canteiros de introdução indicam que também os gêneros *Pueraria*, *Calopogonium* e *Rhynchosia* possuem certo potencial

para regiões de savanas tropicais na América do Sul.

Outro grupo de gêneros que merece atenção futura, inclui *Cassia*, *Mimosa* e *Tephrosia*. Esses gêneros incluem espécies de crescimento bastante vigoroso e de excelente adaptação a solos ácidos e de baixa fertilidade. No entanto, faltam estudos sobre a presença dos fatores tóxicos que, indubitavelmente, existem na maior parte das espécies desses gêneros.

Finalmente, deve-se destacar a importância que podem ter espécies arbustivas e subarbóreas pelos seus frutos e/ou por seu uso como plantas forrageiras nas savanas de solos ácidos e de baixa fertilidade durante a estação seca. Alguns dos gêneros mais conhecidos são *Leucaena*, *Prosopis* e *Piptadenia*. Sua distribuição geográfica se limita, entretanto, a regiões com estação seca prolongada e solos de pH relativamente alto.

CONCLUSÕES

Tanto as experiências do CIAT como as da EMBRAPA e de outras instituições indicam que os recursos genéticos de leguminosas forrageiras tropicais têm sido explorados apenas superficialmente. Os oito gêneros mencionados constituem um grande potencial de germoplasma para as savanas tropicais de solos ácidos e de baixa fertilidade. A variabilidade do material genético parece ser suficientemente grande para não justificar ainda projetos de hibridação. Ademais, tais projetos deveriam ser antecidos por uma série de estudos citológicos básicos. Sem dúvida, parece mais objetivo continuar aumentando a variabilidade genética através de mais coletas de espécies e ecótipos dos gêneros mencionados. Deve-se continuar a dar ênfase especial a regiões de solos ácidos, pois a probabilidade de que o germoplasma originário dessas condições também se adapte às condições edáficas das savanas tropicais é bastante alta.

Há duas razões para que se continue a coletar germoplasma: a) a necessidade de um

máximo de variabilidade genética, para poder selecionar o material mais promissor; e, b) a necessidade de garantir e preservar os recursos genéticos disponíveis, *enquanto ainda existem*. Importa acentuar esta segunda razão, pois há evidências bem claras de que estão se perdendo os genes de algumas leguminosas tropicais. Em mais de uma oportunidade tem-se verificado que, voltando-se ao lugar da coleta de algum material genético de interesse especial, o mesmo não existe mais, pois a área já foi incorporada à agricultura. Em virtude do rápido desenvolvimento da agricultura em muitas regiões tropicais, a necessidade de coleta deve ser considerada com urgência.

A coleta de germoplasma, para garantir ou assegurar os recursos genéticos disponíveis, é só o primeiro passo. Vem, em seguida, a caracterização e avaliação do germoplasma coletado, ou seja, a identificação de seu potencial como planta forrageira. Esta fase — já utilizada na seleção do material mais promissor — é por demais importante para restringir a avaliação das características de maior interesse a parcelas de introdução com cortes periódicos de matéria verde. Algumas das características mais relevantes de uma planta forrageira, principalmente as que determinam sua persistência, dependem do modo pelo qual são utilizadas. Como o produto final deverá ser uma planta para pastejo, seus eventuais consumidores — o gado bovino — devem entrar o mais depressa possível no processo de avaliação.

Em relação ao gênero *Stylosanthes*, que, até o presente, tem sido coletado mais intensamente, pode-se afirmar que, apesar dos problemas causados por doenças e insetos, as espécies de maior produtividade continuam merecendo grande interesse. Pela Lei das Séries Homólogas (11), a tolerância evidente de *S. capitata* à antracnose e à broca-do-caule faz crer que nas espécies vizinhas — como *S. guianensis* — também se encontrem tipos de plantas resistentes.

Vale a pena frisar novamente a necessidade de se continuar aumentando o germoplas-

ma de outros gêneros, que possuem potencial — até agora muito pouco explorado — para as savanas tropicais da América do Sul. A experiência com *D. ovalifolium* indica que os esforços não devem ser limitados ao germoplasma originário do trópico americano (que é o centro de diversificação da maioria das espécies de leguminosas tropicais), mas que também se devem incluir coletas de espécies estrangeiras. No caso específico de *D. ovalifolium*, o germoplasma deve ser aumentado.

Sendo o crescimento vigoroso de uma

planta forrageira uma das características mais relevantes, é necessário destacar a importância de uma simbiose efetiva leguminosa — *Rhizobium*. As cepas de *Rhizobium*, associadas com as plantas que estão sendo coletadas como germoplasma, também constituem recursos genéticos. O potencial que venha ter uma leguminosa como planta forrageira para solos ácidos e de baixa fertilidade pode também ser muito maior se, no mesmo lugar da coleta, forem aproveitados os recursos genéticos de *Rhizobium*.

LITERATURA CITADA

1. Broue, P. and J. P. Grace. 1976. Overseas plant collections, August 1971-June 1976. Australian Plant Introduction Review 11(1, 2):24-32.
2. Costa, N. M. de S. e M. B. Ferreira. 1977. O gênero *Stylosanthes* no Estado de Minas Gerais. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Belo Horizonte.
3. Hymowitz, T. 1971. Collection and evaluation of tropical and subtropical brazilian forage legumes. Tropical Agriculture (Trinidad) 48(4):309-315.
4. McTaggart, A. 1937. *Stylosanthes*. Journal of the Council for Scientific and Industrial Research (Australia) 10:201-203.
5. Ministério da Agricultura. 1937. Informações sobre algumas plantas forrageiras. Publicação Secção Agrostologia e Alimentação dos Animais nº 1. Rio de Janeiro.
6. Mott, G. O. (ed.). 1979. Handbook for the collection, preservation and evaluation of tropical forage germplasm resources. (In press).
7. Neal-Smith, C. A. and D. E. Johns. 1967. Australian plant exploration, 1947-1967. Plant Introduction Review 4(1):1-16.
8. _____ and D. E. Johns. 1971. Australian plant exploration, 1967-1971. Plant Introduction Review 8(1):17-28.
9. Otero, R. J. 1941. Notas de uma viagem de estudos aos campos do sul de Mato Grosso. SIA, Ministério da Agricultura, Brasil. 53 p.
10. 't Mannetje, L. 1977. A revision of varieties of *Stylosanthes guyanensis* (Aubl.) Sw. Australian Journal of Botany 25:347-362.
11. Vavilov, N. I. 1922. The law of homologous series in variation. Journal of Genetics 12:47-89.
12. Williams, R. L., R. L. Burt and R. W. Strickland. 1976. Plant Introduction, p. 77-100. In N. H. Shaw and W. W. Bryan (ed) Tropical Pasture Research. Commonwealth Agricultural Bureaux. Bulletin 51. Harpenden, England.

LEGUMINOSAS ESPONTÂNEAS EM PASTAGENS CULTIVADAS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Susanna Hecht*

RESUMO

As comunidades de plantas herbáceas e arbustivas amazônicas representam um sério problema de manejo e têm recebido pouca atenção por parte dos pesquisadores. Essas comunidades incluem, pelo menos, 60 famílias e mais de 500 espécies. As leguminosas são um importante componente da flora invasora das pastagens, sendo representadas, pelo menos, por 74 espécies. O gado bovino consome a folhagem de várias leguminosas arbustivas. Foram selecionadas e analisadas algumas espécies quanto ao seu conteúdo de macro e micronutrientes, e comparadas com *Panicum maximum*, da mesma área. As leguminosas arbustivas apresentaram teores significativamente mais altos de N e, algumas espécies, níveis mais altos de Ca e P. As diferenças nos níveis de Mg não foram significativas na gramínea e nos arbustos. Os teores de K na gramínea foram mais elevados que nos arbustos. As leguminosas arbustivas parecem ser excelentes acumuladoras de micronutrientes. As leguminosas arbustivas desempenham um papel ecológico relevante nas pastagens e podem contribuir para a estabilidade das mesmas, aumentando a diversidade biológica e estreitando os ciclos minerais biogeoquímicos.

As espécies de plantas invasoras das pastagens cultivadas na Amazônia são de grande importância econômica para a pecuária. O controle de invasoras pode consumir entre 10-20% dos custos operacionais de uma determinada fazenda. Mesmo considerando que as plantas invasoras são indesejáveis e, com certeza, representam um fator relevante no declínio da produtividade das pastagens, os especialistas em pastagens, botânicos e ecologistas as têm ignorado completamente. Virtualmente, a composição das espécies, a descrição da comunidade, a auto-ecologia, a sinecologia, o papel na dinâmica dos solos e a resposta ao manejo, estão ainda por ser estudados. Os dados básicos de sucessão vegetal

na Amazônia ainda não existem na literatura, e, embora existam alguns estudos da sucessão em áreas de floresta tropical úmida (8, 9, 26, 27, 48), só podem dar idéias gerais de tendências. Existem também algumas informações sobre o comportamento de espécies invasoras arbóreas, arbustivas e herbáceas de pastagens tropicais (2, 33, 42, 43) incluindo resposta à aplicação de herbicidas (2, 33, 42, 43). Infelizmente, esta pesquisa tem somente limitada aplicação em áreas da Amazônia onde as espécies, o clima e os solos diferem dos das áreas estudadas.

A onipresença de árvores e invasoras nas pastagens amazônicas, sob todas as opções possíveis de manejo, sugere que elas têm uma função ecológica importante. Este trabalho analisa uma importante família dentro da comunidade das plantas invasoras, a das

* Museu Paraense Emilio Goeldi, Belém, Pará, Brasil.

Leguminosae, em termos de: (a) freqüência, (b) hábito de crescimento, (c) origem das comunidades, (d) valor nutritivo e, (e) papel potencial na reciclagem de nutrientes. Espera-se que, com uma melhor compreensão da dinâmica e do potencial das invasoras das pastagens seja possível desenvolver estratégias adequadas de manejo, já que a erradicação da "juquira"¹ é virtualmente impossível.

INFORMAÇÕES DA ÁREA

A área da pesquisa engloba uma série de fazendas no município de Paragominas, no Estado do Pará. A região era de floresta tropical úmida até o advento da rodovia Belém—Brasília, em 1960, quando a área passou a ser transformada em pastagens cultivadas.

Essa área está localizada a cerca de 30° S e nas proximidades do meridiano 48, e o clima da região; segundo Koppen, é do tipo Am. As áreas próximas dos rios possuem um microclima ligeiramente mais úmido. A média de precipitação, registrada nas fazendas durante cinco anos varia entre 2.300 e 3.000 mm. Os meses mais secos são agosto e setembro, com menos de 20 mm de chuvas. A temperatura se mantém em torno de 25°C com pouca variação estacional. Extremos de 36°C têm sido registrados durante a estação seca.

Os tipos de solos predominantes são os Latossolos Amarelos (Oxisolos) de diferentes classes de textura, e Podzólicos Vermelho-Amarelos (Ultissolos), os quais, com relativa freqüência estão associados com lateritas hidromórficas. O relevo é ligeiramente ondulado, com escarpas lateríticas ocasionais. Acredita-se que o material original no qual se desenvolveram esses solos é da era Terciária (44, 54, 59).

¹ Nome genérico regional que engloba todos os componentes da comunidade de plantas invasoras de pastagens cultivadas, inclusive leguminosas.

A fertilidade do solo é baixa. Os níveis de nutrientes tirados da literatura (12, 54 59) e dados de campo não publicados indicam os valores seguintes: pH 4,3 — 6,2; P disponível, 0-6 ppm; Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺, 0,2 — 5,1 meq/100 g; K, 16-207 ppm; Al⁺⁺⁺, 0 — 5,0 meq/100g. Deficiências de micronutrientes são comuns.

As áreas de florestas foram desbravadas com o método da "broca" e "derruba". Primeiro, são derrubadas as árvores de menor diâmetro e, em seguida, as árvores maiores. Depois de secar durante um período de dois a quatro meses, procede-se à queima. A semeadura da gramínea, em geral por via aérea, se realiza a uma taxa média de 15 a 20 kg/ha. A gramínea mais comumente semeada é o capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.), que, em raras ocasiões, é consorciado com *Pueraria phaseoloides* Roxb. Benth. var. *Javanica* (Benth) Bak. e *Centrosema pubescens* Benth. Em geral, queimam-se as pastagens após o primeiro ano de estabelecimento, e depois — sempre que as condições da "juquira" ou do capim permitam ou justifiquem a queima. Tem havido uma tendência de sobrelotação das pastagens com uma média de 2-4 UA/ha/ano. Considera-se que a lotação ótima é de aproximadamente 1 UA/ha/ano. As pastagens de Paragominas decaíram em produtividade e, atualmente, cerca de 80% das fazendas mais antigas da região estão em maior ou menor estágio de degradação.

O capim-colonião não persiste bem em solos pobres em nutrientes (49). O declínio de produtividade de gramíneas é causado por fatores tais como: contínuos ataques de insetos (16), infestações de sementes com *Blissus* sp (49), e modificação no status de nutrientes do solo (12). A arquitetura do capim-colonião propicia áreas abertas entre plantas individuais que são invadidas por outras plantas. Em vista disso, a "juquira" se torna um componente importante do ecossistema da pastagem e, conseqüentemente, de interesse para o manejo da pastagem e para a nutrição animal.

LEGUMINOSAS ESPONTÂNEAS NA COMUNIDADE DA "JUQUIRA"

A comunidade da "juquirá" é bastante complexa e consiste de, pelo menos, 60 famílias de plantas que compreendem mais de 500 espécies. Dessas 500, 150 são relativamente comuns. Uma discussão mais profunda sobre a composição botânica e a estrutura da comunidade não faz parte do escopo deste trabalho. Entretanto, uma família, a das Leguminosae, é de grande interesse para os especialistas em pastagens, por várias razões. Primeiro, e o mais óbvio, a capacidade fixadora de N das leguminosas é um tema central no manejo das pastagens e dos solos tropicais (ver como exemplo 10) e da nutrição animal (24). As leguminosas fornecem alimento para as pessoas e para os animais. Várias valiosas madeiras de lei tropicais também pertencem a essa família. Não obstante, as leguminosas também têm suas desvantagens: podem se tornar sérias invasoras das pastagens, como algumas espécies de *Cassia* e de *Mimosa* ou de outras plantas tóxicas, como algumas espécies de *Crotalaria*.

A frequência relativa das leguminosas nas pastagens cultivadas na Amazônia, determinada pelo método "step-point" de Evans e Love (11), varia entre 0,02 e 17% (Hecht, dados de campo), o que depende de uma série de fatores:

1. Proporção inicial de leguminosas na floresta original
2. Proximidade da floresta
3. Tipo de solo
4. Características de drenagem do solo
5. Qualidade da queima inicial
6. Intensidade e frequência das queimas subsequentes
7. História agrícola da área
8. Proximidade de grandes rodovias

9. Área de origem dos animais
10. Contaminação de sementes de gramíneas com sementes de ervas invasoras
11. Manejo da pastagem
12. Utilização de herbicidas
13. Método de aplicação de herbicidas
14. Frequência de limpezas manuais
15. Hábito de crescimento das leguminosas

Na área estudada foram coletados e identificados 34 gêneros, incluindo 66 espécies nos herbários do Museu Paraense Emílio Goeldi e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). As espécies foram classificadas de acordo com a forma de crescimento e a origem das comunidades (Tabela 1). A classificação segundo o hábito de crescimento é feita da seguinte maneira:

Árvores — vegetação lenhosa com altura de mais de cinco metros

Arbustos — vegetação lenhosa até cinco metros

Ervas — vegetação herbácea de menos de um metro

Cipós — trepadeiras

Rasteiras — escandentes

Quando da análise do hábito de crescimento das leguminosas espontâneas, os cipós e as rasteiras escandentes se agrupam, porque o hábito dos cipós nas partes abertas é o de espalhar-se cobrindo o solo. A tolerância dessas plantas às condições variáveis de luz e aos déficits hídricos as tornam quase pré-adaptadas às condições das pastagens. As trepadeiras rasteiras e os cipós constituem uma terça parte da flora voluntária das leguminosas; os arbustos 31%; as ervas 20%; e as árvores 16%.

TABELA 1. Leguminosas espontâneas de pastagens cultivadas em terra firme, no Município de Paragominas, Pará, com seus hábitos de crescimento e comunidades de origem.

Espécie	Forma de crescimento	Comunidade de origem	Observações adicionais
<i>Abrus</i>			
<i>A. tenuiflorus</i> L.	Rasteira	C	Invasora comum de beira de estrada
<i>Acacia</i>			
<i>A. fareniana</i> Willd.	Arbusto	C	
<i>Bauhinia</i>			
<i>B. glabra</i> Jacq.	Cipó	A B C	
<i>B. macrostachya</i> Bth.	Arbusto	A B C	
<i>B. rufa</i> L.	Cipó	A B C	
<i>Cassia</i>			
<i>C. alata</i> L.	Árvore pequena	B C	
<i>C. bicapsularis</i> L.	Arbusto	C	Áreas inundáveis
<i>C. diphylla</i> L.	Erva	C D	Áreas arenosas abertas
<i>C. fastuosa</i> Willd.	Árvore pequena	B C	
<i>C. occidentales</i> L.	Arbusto	C	Invasora da agricultura e de beira de estrada.
<i>C. tenuisepala</i> Bth.	Rasteira	C D	Invasora de beira de estrada
<i>C. tora</i> L.	Erva lenhosa	C	Invasora da agricultura e de beira de estrada
<i>Centrosema</i>			
<i>C. plumieri</i> Juss.	Rasteira	D C	Invasora de beira de estrada
<i>C. brasilianum</i> Bth.	Rasteira	D C	Invasora de beira de estrada
<i>Clitoria</i>			
<i>C. glycinoides</i> DC.	Erva	D C	
<i>Crotalaria</i>			
<i>C. nitens</i> H.B.K.	Erva	C	Invasora de beira de estrada
<i>C. incana</i> L.	Erva	C	Invasora cosmopolita da agricultura.
<i>C. spectabilis</i> Roth	Erva	D	Campos de Marajó
<i>C. maypurensis</i> H.B.K.	Arbusto	D C	Invasora de terrenos abandonados
<i>Cratylia</i>			
<i>C. floribunda</i> Bth.	Cipó	B C	
<i>Calopogonium</i>			
<i>C. mucunoide</i> Desv.	Rasteira	D C	Provável contaminadora de sementes; campos de Marajó
<i>Desmodium</i>			
<i>D. axillare</i> Sw.	Erva	C D	

A = Floresta climax; B = Floresta secundária antiga; C = Floresta secundária jovem; D = Pastagem climax.

TABELA 1. Continuação

Espécies	Forma de crescimento	Comunidade de origem	Observações adicionais
<i>D. adesendens</i> Sw.	Erva	D C	Invasora de beira de estrada
<i>D. barbatum</i> Bth.	Erva	C D	Invasora da agricultura e de beira de estrada
<i>D. canum</i>			
<i>Dioclea</i>			
<i>D. bicolor</i> Bth.	Cipó	C D	
<i>D. glabra</i> Bth.	Cipó	D	Campos secos
<i>D. guianensis</i> Bth.	Cipó	C D	Campos secos
<i>D. virgata</i> Rich	Cipó	C D	Campos Secos
<i>Diplotropis</i>			
<i>D. purpureum</i> Rich	Árvore	A	Nas proximidades de formação abertas
<i>Dinizia</i>			
<i>D. excelsa</i> Ducke	Árvore	A	
<i>Derris</i>			
<i>D. floribunda</i> Bth.	Cipó	A B C D	
<i>D. urucu</i> Killip & Smith	Cipó	A B C D	
<i>Enterolobium</i>			
<i>E. contortisquum</i> Vell.	Árvore	A B	
<i>E. sthomborgkii</i> Bth.	Árvore	A	
<i>Hymenea</i>			
<i>H. coubaril</i> L.	Árvore	A	
<i>Hymenolobium</i>			
<i>H. sp</i> indet.	Árvore	A	
<i>Galactria</i>			
<i>G. jussianeae</i> H.B.K.	Arbusto	D	Marajó
<i>Inga</i>			
<i>I. edulis</i> L.	Árvore pequena	A B C	Largamente cultivada
<i>I. longifolia</i>	Árvore pequena	A B	
<i>I. heterophylla</i> Willd.	Árvore pequena	B	
<i>Indigofera</i>			
<i>I. anil</i>	Arbusto	C	
<i>Machaerium</i>			
<i>M. microphyllum</i> May	Cipó	A B	
<i>M. froesi</i> Bth.	Arbusto	A B	
<i>Mimosa</i>			
<i>M. pudica</i> L.	Arbusto trepador	C	
<i>M. sensitiva</i> L.	Rasteira	C	
<i>M. pigra</i> Bth.	Arbusto trepador	C	Invasora de beira de estrada
<i>M. invisae</i> Mart.	Rasteira	C	Invasora de beira de estrada
<i>M. myriadena</i> Bth.	Arbusto	C	
<i>Macrolobium</i>			
<i>M. gracile</i>	Arbusto	B C	Áreas inundadas

TABELA 1. Continuação

Espécies	Forma de crescimento	Comunidade de origem	Observações adicionais
<i>Parkia</i>			
<i>P. multigua</i> L.	Árvore	A	
<i>Pithecolobium</i>			
<i>P. jupunba</i> Willd.	Árvore	A	Margens de floresta
<i>P. racemosum</i> Bth.	Arbusto	A	
<i>Phaseolus</i>			
<i>P. truvillensis</i> H.B.K.	Rasteira	D	Pastagens inundáveis de Marajó
<i>P. peduncularis</i> H.B.K.	Rasteira	C D	Pastagens de Marajó
<i>P. reptans</i> Ducke	Erva	C D	
<i>Rhynchosia</i>			
<i>R. minima</i> L.	Erva trepadeira	D C	
<i>Sesbania</i>			
<i>S. exalta</i> Raf.	Erva	C	
<i>Stryphnodendron</i>			
<i>S. pulcherrim</i> Willd.	Cipó	A B	
<i>S. guianensis</i> Aubl.	Arbusto	A B	
<i>Stylosanthes</i>			
<i>S. gracilis</i>	Erva	D	
<i>Teramnus</i>			
<i>T. volubilis</i> Sw.	Rasteira	C	Invasora da agricultura
<i>Tephrosia</i>			
<i>T. nitens</i> Bth.	Erva	D C	Pastagens de Marajó
<i>T. candida</i> L.	Arbusto	D	Pastagens de Marajó
<i>Vigna</i>			
<i>V. rexillata</i> L.	Rasteira	D C	Pastagens de Marajó
<i>Zornia</i>			
<i>Z. dyphylla</i> L.	Erva	C D	Invasora de beira de estrada

Nas pastagens cultivadas, as leguminosas provêm de várias comunidades de origem (Fig. 2). As plantas provenientes de fases de sucessão vegetal mais antigas compreendem 24 gêneros e 45 espécies. Esse grupo se compõe de muitas invasoras cosmopolitas e de algumas espécies de pastagens que se converteram em invasoras agrícolas e de beira de estrada. A capoeira (ou floresta secundária), definida como floresta de dez anos ou mais de idade, contribui pouco para a flora da pastagem, em parte porque as condições de

luz nas pastagens não são apropriadas para essas espécies e também porque, na hora do desmatamento, somente áreas relativamente pequenas e dispersas de floresta secundária existiam próximas dos locais estudados. Espécies de floresta tropical úmida (por exemplo: *Hymenaea*, *Pizinia* e *Parkia*, além de algumas espécies de cipós) são o resultado da rebrota de tocos, sobrevivência de sementes após a queima, e reintrodução de sementes por animais da floresta. A maioria das espécies florestais encontradas nas pastagens são

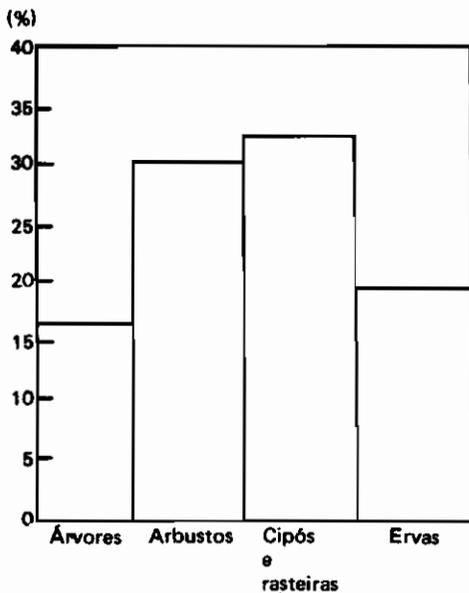


Figura 1. Porcentagem do hábito de crescimento de leguminosas espontâneas em algumas pastagens da Amazônia.

Número de gêneros e espécies

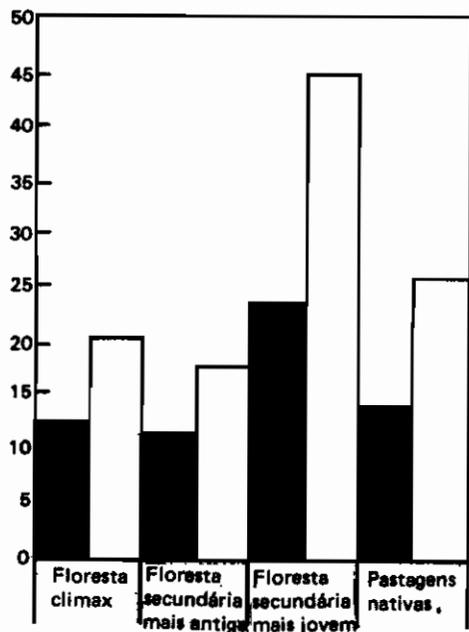


Figura 2. Número de gêneros e espécies provenientes de diferentes comunidades de origem (gênero = áreas sombreadas).

características da copa da floresta, e sua presença nas pastagens cultivadas sugere uma maior utilização dessas espécies em plantações mistas. As pastagens nativas, principalmente as da Ilha de Marajó, contribuíram com 26 espécies. Algumas dessas plantas foram introduzidas pelo gado trazido de Marajó, enquanto outras, como o *Zornia*, são encontradas em pastagens de vegetação clímax, mas são também invasoras comuns.

UTILIZAÇÃO DE ESPÉCIES ARBUSTIVAS COMO FORRAGEIRAS

Apesar da forte invasão de "juquira" em todo o trópico úmido, mesmo com fertilização da pastagem (7), tradicionalmente, o valor forrageiro da comunidade de plantas arbustivas tem tido maior interesse para a fauna silvestre do que para o gado (61). Os estudos existentes sobre plantas arbustivas na dieta animal têm sido restritos às plantas de pastagens nativas em áreas com estações secas pronunciadas. Pesquisadores da África (5, 6) perceberam que as plantas arbustivas constituem uma forragem auxiliar importante durante a estação seca. McLeod (32), trabalhando na Austrália, realizou ensaios bromatológicos com espécies arbustivas cujos galhos e folhas eram consumidos pelo gado, e demonstrou que as mesmas possuem níveis adequados de N e níveis relativamente baixos de P. Andrade *et al.* (1), estudando, em Mato Grosso, a *Trema micrantha* Blume (Ulmaceae), uma espécie comum em sucessões secundárias dos trópicos, verificou que a mesma tinha níveis de 20% de proteína bruta, duas vezes a proteína do *P. maximum* da mesma região.

Simão Neto *et al.* (50) e Rodrigues *et al.* (46) trabalharam com novilhas fistuladas no Cerrado de Minas Gerais, Brasil, numa situação em que a biomassa de plantas arbustivas variava entre 42 e 60%. Os resultados demonstraram que, durante os meses mais secos, os arbustos contribuíam com 45,5 e 63,8% da dieta animal e até 50% da proteína consumida pelas novilhas. Mesmo na estação chuvosa, os arbustos forneceram mais de 4%

da ingestão de forragem do animal. Todos esses estudos enfatizam a importância das espécies nativas na dieta animal.

VALOR NUTRITIVO DAS LEGUMINOSAS ARBUSTIVAS

Várias espécies da "juquira" da área em estudo, consumidas pelo gado, foram analisadas para macro e micronutrientes, em amostras foliares. Foram coletadas folhas das pontas, pois essa é a parte mais consumida pelos animais, e as folhas mais novas da gramínea foram coletadas para comparação. Os testes na "juquira" e na gramínea foram efetuados no início da estação seca. Deve-se mencionar que, na área em estudo, o *P. maximum* produz sementes o ano todo, e as amostras dessa gramínea representam diversidade de estádios fenológicos.

Os métodos utilizados para determinar os níveis de nutrientes foram o de micro-Kjeldahl para o N, e o de Bray II, para o P. Todos os outros nutrientes foram analisados por meio de absorção atômica. As médias dessas análises são apresentadas na Tabela 2. Esses dados foram agrupados e comparados com as amostras de *P. maximum* da mesma localidade e avaliados com o "Student's t-test" (53). Os resultados são apresentados na Tabela 3.

Os níveis médios dos macronutrientes da "juquira" são, praticamente duas vezes os da gramínea. Os desvios-padrões são maiores entre as espécies voluntárias, devido à natureza heterogênea do grupo. Os níveis de N diferem significativamente entre a gramínea e as leguminosas da "juquira" mas, se a comparação é feita com espécies individualmente (por exemplo, *Tephrosia*), a diferença é muito marcante. Os níveis de Mg em grupo não são estatisticamente diferentes. As gramíneas são significativamente mais altas em K, fenômeno que já foi observado por Teitzel e Bruce (56). As espécies nativas de arbustos são grandes mobilizadoras de micronutrientes. Deve-se ter muito cuidado ao interpretar esses resultados, pois os dados de digestibilidade ainda não estão disponíveis.

DISCUSSÃO

Virtualmente, a comunidade da "juquira" é uma fonte de potencial incalculável de espécies forrageiras (leguminosas e outras famílias). Não obstante, as espécies invasoras deveriam ser de interesse para os usuários das pastagens também por outras razões.

Ao efetuar o desmatamento de uma floresta tropical úmida para pastagem, substitui-se um ecossistema de grande quantidade de biomassa (28, 34), rico em espécies (39, 40, 45, 47), ecologicamente complexo (3, 17, 31) por uma monocultura prática, porém temporária. A existência da floresta tropical úmida em solos pobres de nutrientes depende de uma variedade de sistemas cíclicos de nutrientes que ainda não são bem compreendidos (19, 38), incluindo modificações estruturais para a "captura" de nutrientes (ver, por exemplo, 4, 22, 28), e relações simbióticas entre plantas superiores e microorganismos (35, 55).

Entre vários possíveis efeitos, a substituição de uma floresta por uma pastagem resulta em: a) uma redução na biomassa e uma transferência de nutrientes previamente contido na biomassa ao solo, onde são mais vulneráveis à lixiviação; b) redução na diversidade das espécies; c) destruição de alguns mecanismos de preservação de nutrientes (29) e, d) abertura de extensas áreas para espécies heliofílicas e tolerantes ao fogo, que normalmente encontram espaços muito limitados em áreas de floresta tropical úmida. A comunidade da "juquira" é uma resposta às modificações do meio ambiente e o começo da sucessão secundária novamente em direção à floresta. A estabilidade da pastagem — definida como a proporção da área de uma pastagem que permanece botanicamente invariável, desde o final de uma estação chuvosa até o final da seguinte (60) —, virtualmente não existe, na Amazônia Oriental, devido à enorme invasão de espécies sucessórias.

Dois aspectos de sucessão vegetal que podem interferir na produtividade e na estabilidade, a longo prazo, das pastagens cultiva-

TABELA 2. Teor médio de nutrientes de dez espécies de leguminosas espontâneas consumidas pelos animais, de uma pastagem de cinco anos de idade.

Espécies	Proteína	P	Ca	Mg	K	Mn	Cu	Fe	Zn
	bruta								
	→ %		ppm						
<i>Stryphnodendron gujanensis</i> Aubl.	6,75	0,13	3.515	1.429	2.600	113	62	227	166
<i>Enterolobium schomberkii</i> Bth.	6,88	0,18	16.970	1.270	4.525	75	83	227	111
<i>Pithecolobium junumba</i> Willd.	6,85	0,20	8.364	1.667	3.475	226	83	221	111
<i>Tephrosia candida</i> L.	10,81	0,23	10.093	2.222	4.375	150	62	277	111
<i>Bauhinia glabra</i> Aubl.	4,25	0,10	1.333	1.137	1.800	75	75	200	55
<i>Inga edulis</i> L.	5,18	0,16	8.606	1.270	3.025	75	110	277	75
<i>Dioclea guianensis</i> Bth.	7,00	0,18	16.485	33.920	4.875	133	82	277	166
<i>Cassia alata</i> L.	6,75	0,16	3.879	952	2.525	75	42	221	55
<i>Inga</i> sp.	7,01	0,18	5.879	1.192	3.625	113	62	332	120
<i>Enterolobium</i> spp.	5,97	0,10	6.303	879	3.735	56	83	332	67

das, são o aumento na diversidade biológica e a "limitação" dos ciclos biogeoquímicos (37). O axioma que diz que a diversidade aumenta a estabilidade não é aplicável universalmente (30), porém, pode dar bons resultados em grande parte dos trópicos úmidos (23). O aumento da diversidade das espécies pode reduzir ou impedir o ataque de insetos (16), propiciando um habitat e presas alternativas para os animais insetívoros. Maior número de espécies também pode fornecer uma dieta mais balanceada para os bovinos. As monoculturas de gramíneas não persistem na Amazônia Oriental sem insumos econômicos e energéticos; porém, tal pode ser conseguido aumentando-se a diversificação das espécies através de uma proteção seletiva das leguminosas durante a limpeza manual da "juquira"; dessa maneira, é possível eliminar ou reduzir, por competição, as espécies de plantas indesejáveis. Há necessidade de mais pesquisas sobre o assunto.

Os dados apresentados neste trabalho sugerem que as muitas espécies componentes da "juquira" são boas acumuladoras de nu-

trientes, principalmente, micronutrientes. Kellman (25) indicou que as espécies sucessórias podem reciclar nutrientes em maiores quantidades que as espécies clímax. Nye & Greenland (36) e Snedaker (51) mostram que cerca de 80% da deposição inicial de nutrientes são recuperados em doze anos após o desmatamento, se os processos de sucessão tiverem oportunidade de progredir. A diversidade da profundidade de raízes da "juquira" e a qualidade nutricional da gramínea que cresce sob algumas espécies de invasoras (Hecht, em preparação) indica uma melhor absorção de nutrientes pelas raízes de *P. maximum* a 20 cm de profundidade. Nos regimes de chuva da Amazônia, onde a lixiviação de nutrientes é um problema (12), o papel da "juquira" na reciclagem de minerais poderia ser muito importante para uma produção a longo prazo, principalmente em áreas onde as aplicações de fertilizantes não são viáveis economicamente.

É pouco provável que o atual sistema de formação de pastagem em monocultura seja abandonado. Não obstante, como assinala-

TABELA 3. Níveis de nutrientes e teste "t", comparando *P. maximum* e espécies da "juquira" de uma pastagem de cinco anos de idade.

	P. maximum		"juquira"		t	P
Proteína bruta (%)	\bar{x} 3,95 s 0,648	\bar{x} 6,82 s 1,539	22,923	0,001 ***		
P (%)	\bar{x} 0,085 s 0,039	\bar{x} 0,169 s 0,196	1,812	0,10 n.s.		
Ca ⁺⁺ (ppm)	\bar{x} 3.994 s 815,69	\bar{x} 8.397 s 5.036	2,729	0,02 *		
Mg ⁺⁺ (ppm)	\bar{x} 2.213 s 498,86	\bar{x} 2.989 s 2591,37	0,9304	0,04 n.s.		
K ⁺ (ppm)	\bar{x} 8.355 s 1.231	\bar{x} 3.476 s 912,62	10,068	0,001 ***		
Mn (ppm)	\bar{x} 64 s 26,34	\bar{x} 96 s 30,09	2,53	0,02 *		
Cu (ppm)	\bar{x} 8,2 s 2,68	\bar{x} 73,7 s 13,28	15,30	0,001 ***		
Fe (ppm)	\bar{x} 126 s 20,99	\bar{x} 255,5 s 49,9	7,617	0,001 ***		
Zn (ppm)	\bar{x} 33 s 18,26	\bar{x} 96,9 s 26,6	6,264	0,001 ***		

*** Altamente significativo

* Significativo

n.s. Não significativo

ram Farnworth & Gollery (13), um meio-termo deverá ser obtido através do qual a diversidade do ecossistema poderá ser aumentada sem maiores reduções na produtividade. Uma modificação e uma utilização mais eficiente da vegetação secundária, conjuntamente com espécies de gramíneas cultivadas, poderia ser uma alternativa.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa recebeu o apoio da Fundação Ford e do Programa do Meio Ambiente.

Agradecimentos são devidos a Adib Nasser, Ronaldo Teixeira, Luiz Araújo, Armando Teixeira e Heko Koster, pela permissão para o desenvolvimento desta pesquisa em fazendas com as quais estão associados. Agradecimentos especiais são devidos a Paulo Cavalcante, do Herbário do Museu Goeldi, pela ajuda prestada na identificação das espécies, e ao laboratório de solos da EMBRAPA. Os Drs. W. Overal, Niel Smith, Anthony Anderson e Richard Norgaard fizeram comentários valiosíssimos a respeito deste manuscrito.

LITERATURA CITADA

1. Andrade, P., P. F. Vieira, L. C. Andrade Rosa and A. T. Andrade. 1977. *Trema micrantha* (Blume) alimentação animal. I. Estudos preliminares e composição bromatológica. Acta Amazonica. p. 91-95.
2. Argel, P. and J. D. Doll. 1976. Control de arbustos en potreros. Revista Comalfi 3(1):38-58.
3. Baker, H. G. 1970. Evolution in the tropics. Biotropica 2:101-111.
4. Bernhard-Reversat, F. 1975. Nutrients in through fall and their quantitative importance in rainforest mineral cycles. p. 153-161. In F. B. Golley and E. Medina (ed) Tropical Ecological Systems Springer-Verlag, New York.
5. Boudet, G. et R. Rivière. 1968. Emploi pratique des analyses fouragères pur l'appréciation des pâturages tropicaux. Révue d'élevage et de Médecine Vétérinaire des pays tropicaux 21 (2):227-266.
6. Bourreil, P. 1968. Sur un indice d'appréciation d'appétence des herbivores pour certaines plantes. T. Agric. Trop. Bot. Appl. 15:200-201.
7. Bryan W. and T. R. Evans. 1973. Effects of soils, fertilizers and stocking rates on pastures and beef production on the Wallum of South eastern Queensland. I. Botanical composition and chemical effects on plants and soils. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 5:433-441.
8. Budowski, G. 1963. Forest succession in tropical lowlands. Turrialba 13: 42-44.
9. _____. 1965. Distribution of tropical American rainforest species in the light of successional processes. Turrialba 15:40-42.
10. Commonwealth Agricultural Bureaux. 1962. A review of nitrogen in the tropics with special reference to pastures. CAB Pasture and Field Crops Bulletin n° 46. Harpenden, England.
11. Evans, R. and M. Love. 1957. The step-point method of sampling. A practical tool in range research. Journal of Range Management 10(5):208-212.
12. Falesi, I. C. 1976. Ecosistema de pastagem cultivada na Amazônia Brasileira, CPATU Boletim Técnico n° 1, Belém, Brazil.
13. Farnworth, E. and F.B. Gollery (ed). 1974. Fragile ecosystems. Springer-Verlag, New York.
14. Fischer, C. E. and L. R. Quinn. 1959. Control of three important brush species in pasture lands of the U. S., Cuba and Brazil. IRI Technical Note n° 5. 31p.
15. Fitkau, J. and H. Kline. 1975. On biomass and trophic structure of a Central Amazonian Rainforest. Biotropical Journal (1):2-14.
16. Fonseca, C. and A. Harata. 1977. Insects of formed pastures in Eastern Amazonia. Museu Goeldi, Belém, Brazil. (Unpublished M. Sc. thesis).
17. Gómez-Pompa, A., C. Vásquez-Yanez and S. Guevara. 1972. The tropical rainforest: A nonrenewable resource? Science 177:762-765.
18. Goodland, R. and H. S. Irwin. 1975. Amazon Jungle. Green hell to red desert? Elsevier, Amsterdam. 261 p.
19. Hardy, F. 1936. Some aspectos of tropical soils. Transactions of III International Conference of Soil Science 2:150-163.
20. Hecht, S. B. Rooting depths of some brush species which invade Amazonian pastures. Museu Goeldi, Belém, Pará, Brazil (in preparation).

21. _____. The nutrient levels of grass grown under four pasture invader species compared with grass found in open pasture. Museu Goeldi, Belém, Brazil. (In preparation).
22. Huttel, C. 1975. Root distribution and biomass in three Ivory Coast Rainforest plots, p. 123-131. On F. B. Golley and E. Medina (ed.) Tropical Ecological Systems. Springer-Verlag, New York.
23. Janzen, D. 1973. Tropical Agroecosystems. *Science* 182:1219-1211.
24. Jones, R. J. 1972. The place of legumes in tropical pastures. ASPAC Technical Bulletin nº 9. Taipei, Taiwan. 69 p.
25. Kellman, M. C. 1969. Some environmental components of shifting cultivation in upland Mindanao. *Journal of Tropical Geography* 28:40-56.
26. _____. 1970. Secondary plants succession in tropical Mindanao. Department of Biogeography and Geomorphology. Publication BG/2. Australian National University, Canberra, Australia.
27. Kenoyer, L. A. 1929. General and successional ecology of lower tropical rainforest of Barro Colorado Island. *Ecology* 10:201-222.
28. Klinge, H., W. A. Rodriguez, E. Brunig and E. S. Fittakao. 1975. Biomass structure in a central Amazonia rainforest. p. 115-123. In F. B. Golley and G. Medina (ed.) Tropical Ecological Systems. Springer-Verlag, New York.
29. Likens, G., F. Borman, M. Johnson, L. Fisher and D. Pierce, 1970. Effects of cutting on nutrient budgets at Hubbard Brook. *Ecological Monographs* 40: 23-47.
30. May, R. M. 1973. Stability and Complexing in Model Ecosystems. Princeton Univ. Press, New Jersey. 233 p.
31. MacArthur, R. H. 1969. Patterns of communities in the tropics. *Biological Journal of the Linnean Society (England)* 1:19-30.
32. McLeod, M. N. 1973. The digestibility and the nitrogen, phosphorus and ash contents of the leaves of some Australian trees and shrubs. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 13:245-250.
33. Morales, L. and D. Vargas. 1974. Identificación y métodos de control químico de las principales malezas en los potreros de Colombia. *Biokemia* 23:12-20.
34. Murphy, P. G. 1975. Net primary productivity in tropical terrestrial ecosystems. p. 217-237. In H. Leith and R. Whittaker (ed.) Primary Productivity of the Biosphere. Springer-Verlag, New York.
35. Norriz, D. O. 1969. Observations on the nodulation status of rainforest leguminous species in Amazonia and Guyana. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 46:145-151.
36. Nye, P. and D. Greenland. 1960. The soil under shifting cultivation. Commonwealth Agricultural Bureaux, Technical Bulletin 51, Harpenden, England.
37. Odum, E. P. 1969. The strategy of ecosystem development. *Science* 164:262-270.
38. Odum, H. T. and R. F. Pigeon (ed.) 1970. A tropical rainforest. U. S. Atomic Energy Commission, Washington, 289 p.
39. Pianka, G. 1956. Latitudinal gradients in species diversity: A review of concepts. *American Naturalist* 100(31): 33-43.
40. Pires, J. T. Dobzhansky and G. A. Blak. 1953. An estimate of the number of species in a Amazonian forest community. *Botanical Gazette* 114:467-477.
41. Prance, G., W. A. Rodriguez e M. F. da Silva. 1976. Inventário Florestal de um hectare de mata de terra firme. *Acta Amazonica* 6(1):9-37.

42. Quinn, L. 1961. O Controle de arbustos nas pastagens do Brasil. IBEC Nota técnica nº 6. São Paulo, Brasil, 19 p.
43. _____, K. J. Swieczynski, W. L. Schillmann and F. H. Gullore. 1956. Experimental program on brush control in Brazilian pastures. IBEC Bulletin nº 10. São Paulo, Brazil. 33 p.
44. RADAM. 1974. Levantamento de recursos naturais. Vol. 4 PIN. Brasil. 275 p.
45. Richards, P. 1952. The tropical rainforest. Cambridge Press, Cambridge, England.
46. Rodriguez, N. M., J. C. Escuder, A. R. Medina, M. Andrade Lima e M. Simão Neto. 1976. Estudos de pastagens nativas em área de Cerrado usando novilhas com fístula esofágica. III. Composição e seletividade química. Sociedade Brasileira de Zootecnia. Salvador, Bahia. p. 257-258.
47. Rodriguez, W. A. 1967. Inventário florestal piloto ao longo estrada Manaus—Itacoatiara, Estado do Amazonas: Dados preliminares. p. 257-267. In H. Lent (ed.) Atas Simposio sobre a biota Amazônica, Belém, Brasil.
48. Ross, R. 1954. Ecological studies at the rainforest of Southern Nigeria. Journal of Ecology 42:259-282.
49. Serrão, A. and M. Simão Neto. 1975. The adaptation of tropical forages in the Amazon Region. p. 31-52. In E. C. Doll and G. O. Mott (ed.) Tropical Forages in Livestock Production Systems. ASA Special Publication 24. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
50. Simão Neto, M., C. Escuder, N. M. Rodriguez, M. Almeida-Lima e A. R. Medina. 1976. Estudos em pastagens nativas em área de cerrado usando novilhas com fístula esofágica. II. Disponibilidade e seletividade botânica. Sociedade Brasileira de Zootecnia. Salvador, Bahia. p. 253-256.
51. Snedaker, S.C. 1970. A study of secondary succession in Guatemala, Ph. D. thesis, University of Gainesville.
52. _____ and J. F. Gamble. 1969. Compositional analysis of selected second growth species from lowland Guatemala and Panama. Bioscience 19:536-538.
53. Sokal, R. and J. Rohlf. 1969. Biometry. W. H. Freeman and Co. San Francisco.
54. Sombroek, W. G. 1966. Amazonian soils. Center for Agricultural Publications, Wageningen, The Netherlands.
55. Stark N. and F. Want. 1968. Mycorrhiza. Bioscience 18:1036-1039.
56. Teitzel, R. and J. Bruce. 1972. Pasture fertilizers for wet tropics. Queensland Agricultural Journal 98:13-22.
57. Tothill, J. C. 1971. The effects of grazing, burning and fertilizing on the regrowth of some woody species in open forest in south east Queensland. Tropical Grasslands 5:31-34.
58. _____. 1974. Effects of grazing, burning and fertilizing on the botanical composition of a natural pasture in the subtropics of South east Queensland. Proceedings XII International Grassland Congress, Moscow. p. 579-584.
59. Vieira, L. S., N. V. Carvalho e Oliveira, e T. S. Bastos. 1971. Os solos do Pará. Instituto do Desenvolvimento Econômico-Social do Pará, Belém. 175 p.
60. Whyte, W. O. 1974. Tropical grazing lands. Junk, The Hague, Netherlands. 222 p.
61. Wilson, A. D. 1969. A review of browse in the nutrition of grazing animals. Journal of Range Management 22(4):23-28.

CAPÍTULO II

RELAÇÕES DE FERTILIDADE DO SOLO

PROBLEMAS E SUCESSOS EM PASTAGENS MISTAS DE GRAMÍNEAS E LEGUMINOSAS, ESPECIALMENTE NA AMÉRICA LATINA TROPICAL

E. Mark Hutton*

RESUMO

São discutidos os êxitos e os insucessos de pastagens mistas de leguminosas e gramíneas, principalmente na Austrália, no Brasil e na América Central. A tecnologia atual usada no melhoramento de pastagens é inadequada em algumas áreas tropicais. Necessita-se mais pesquisa para desenvolver novas técnicas acessíveis ao produtor a fim de aumentar a produção das pastagens e do rebanho. Alguns dos principais problemas são: falta de conhecimento sobre as deficiências de nutrientes no solo; falta de leguminosas bem adaptadas, resistentes a pragas e doenças e tolerantes a solos muito ácidos; inoculação de sementes de leguminosas; seleção de gramíneas; forragem para a estação seca; redução dos custos de estabelecimento de pastagens; fornecimento de quantidades adequadas de sementes de cultivares de leguminosas e de gramíneas forrageiras.

O CIAT (7) estima que a América Latina possui 850 milhões de ha de Oxissolos e Ultissolos ácidos e de baixa fertilidade, onde se pode elevar consideravelmente a produtividade das pastagens e do rebanho desde que todas as regiões desenvolvam sistemas apropriados de gramíneas-leguminosas. A maior parte dessa área tão vasta está situada no Brasil; outros países, especialmente a Colômbia, o Peru e a Venezuela também possuem regiões importantes desses solos ácidos e de baixa fertilidade que estão a espera de um melhoramento. Com o crescente aumento demográfico na maioria dos países, os Oxissolos e Ultissolos aptos para cultivo serão provavelmente utilizados em rotação com pastagens a longo e a curto prazo. Por exemplo, no Estado de Goiás, no Brasil, onde são cultivadas extensas áreas com arroz em solos

pobres e ácidos, está sendo iniciada a fa de pastagem em várias fazendas, semeando-se o arroz com uma quantidade relativamente pequena de sementes de *Brachiaria decumbens* Stapf; após a colheita do arroz, essa gramínea vigorosa se transforma em uma pastagem altamente produtiva.

Mesmo quando existir tecnologia apropriada para todas as regiões de solos ácidos, a proporção de pastagens melhoradas em relação às savanas, pastagens nativas e florestas, provavelmente permanecerá ainda bastante baixa durante muitos anos, devido a fatores econômicos, políticos, etc. Assim, é necessário encontrar a maneira de integrar as pastagens melhoradas às não melhoradas para maximizar a produção dos rebanhos.

O objetivo principal da tecnologia de pastagens tropicais deve ser o de estimular uma produção de carne de baixo custo e boa qualidade, para que continue sendo uma parte

* Cientista Visitante, Programa de Gado de Corte, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colômbia.

relevante na alimentação do grande número de pessoas de baixa renda na América Tropical. As pastagens melhoradas e seu manejo em grande escala em vez de pequena escala, ajudam a manter os baixos preços da carne. Isso acontece devido ao aumento de eficiência nas operações em grande escala, produzido pelas crescentes produções do rebanho por unidade de recursos, incluindo terra, rebanho de cria, equipamentos e melhoramentos, financiamento e mão-de-obra. O Banco do México estimula e financia o cultivo e o melhoramento de pastagens em larga escala entre os colonos através de seu programa cooperativo nas áreas dos trópicos mexicanos.

ÊXITOS E INSUCESSOS DA ATUAL TECNOLOGIA DE LEGUMINOSAS E GRAMÍNEAS TROPICAIS

A tecnologia atual de pastagens tropicais (10, 11, 25, 28) têm resultado em programas de melhoramento de pastagem bem sucedidos na Austrália, no Brasil, no México e em outras regiões tropicais. No entanto, por diferentes razões, também tem havido alguns insucessos. Ainda existem muitas pesquisas a serem realizadas, principalmente nas áreas de solos ácidos da América tropical. Os problemas de pastagens são urgentes e constituem um desafio para organizações como o CIAT ICA (Colômbia), EMBRAPA (Brasil), FONAIAP (Venezuela), IVITA (Peru) e INIAP (Equador). De um modo geral, nos locais onde as pastagens mistas de leguminosas e gramíneas têm persistido, não foram controlados os aumentos na rentabilidade e na produtividade animal.

Nesta breve revisão, é impossível incluir todas as minhas experiências de campo a respeito de melhoramento de pastagens tropicais. Quanto à Colômbia, temos outras autoridades neste seminário. Após uma pequena introdução sobre experiências na Austrália, meus comentários se relacionarão principalmente aos países da América Latina, como o Brasil e o México, onde pastagens tropicais têm sido cultivadas em áreas apreciáveis. Alguns países, incluindo a Venezuela, ainda

não realizaram tentativas sistemáticas no sentido de capitalizar seu potencial para aumentar a produtividade das pastagens e dos rebanhos.

Austrália

Na Austrália existe uma série de informações sobre o aumento da produtividade animal em pastagens melhoradas. Os experimentos de pastagens de longa duração de Mannetje (18), na Estação Experimental de Narayen do Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), em solos graníticos, pobres e ácidos (Alfissolos), com uma precipitação pluviométrica de 700 mm no verão e com uma estação seca de 7 a 7,5 meses, são exemplos do que se pode fazer na extensa região de *Heteropogon contortus* (L.) Beauv. et Roem. E Schult., na parte central de Queensland, que é a área mais importante de gado de corte do leste da Austrália. Mannetje (18) verificou que a pastagem nativa de *H. contortus* não melhorada, pode manter 0,27 novilhos/ha e produzir 25 kg/ha de peso vivo. A adubação da pastagem nativa com 125 kg/ha de superfosfato molibdenizado não melhorou a lotação, e o peso vivo só aumentou para 34 kg/ha. Entretanto, a substituição da pastagem nativa pela leguminosa *Macroptilium atropurpureum* (D. C.) Urb. cv. Siratro e *Cenchrus ciliaris* L., com 125 kg/ha de fosfato molibdenizado, aumentou a taxa de lotação para 1,09 novilhos/ha e produziu um ganho de peso vivo médio de 147 kg/ha. Os novilhos Belmont Red e Hereford foram levados ao mercado com 24 meses de idade, dando 250 kg de carcaça de primeira classe. Isto representa um acréscimo substancial na produtividade, comparado com o obtido com as pastagens nativas não melhoradas: quatro vezes a taxa de lotação e quase seis vezes a produção de carne. É de grande importância o fato de que a leguminosa *M. atropurpureum* cv. Siratro tem persistido e se multiplicado nas pastagens de Mannetje (18) que melhoraram sua produtividade em 10 anos. Resultados semelhantes têm sido obtidos em fazendas comerciais.

Na costa tropical do norte de Queensland, onde as chuvas são de 2.000 a 4.000 mm/ano, as pastagens consorciadas das leguminosas *Centrosema pubescens* Benth, *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth. var. *javanica* (Benth.) Bak. e *Stylosanthes guianensis* Aubl. (Sw.) com *Panicum maximum* Jacq., têm dado muito bons resultados na produção de carne. Com aplicações de 250 kg/ha/ano de superfosfato e correção de deficiências de molibdênio, zinco e cobre, essas pastagens poderão manter de três a quatro novilhos/ha/ano e produzir ganhos de peso vivo de até 900 kg/ha/ano (29).

Brasil

Nos últimos sete ou oito anos, os fazendeiros brasileiros com o apoio do Governo, dos cientistas e dos Bancos de desenvolvimento dedicaram uma atenção especial ao desenvolvimento das pastagens tropicais. Extensas áreas de pastagens melhoradas estão sendo cultivadas no Cerrado, na Amazônia e em outras regiões. Apesar de alguns insucessos, os muitos êxitos têm inspirado confiança no futuro das pastagens melhoradas no País e uma grande percentagem dessas pastagens tem sido aumentada. No Brasil existem áreas de *B. decumbens* muito mais extensas que em qualquer outro país; esta gramínea, de hábito estolonífero vigoroso, pode tolerar solos pobres e ácidos, com elevada saturação de alumínio. Apesar das dúvidas sobre *B. decumbens*, surgidas nos últimos anos, em consequência da fotossensibilização desenvolvida pelo gado que a consumia, os criadores consideram este um problema de pouca importância e estão semeando esta gramínea em grandes áreas. *B. decumbens* está se estendendo como uma "inundação", geralmente sem associação com leguminosas, nos trópicos da América Latina; criadores e cientistas terão que aprender a conviver com ela. Não há dúvida que *B. decumbens* se estabelece sem dificuldade em uma série de diferentes condições, incluindo Oxissolos e Ultissolos muito ácidos e produz notável aumento de produtividade animal em relação às pastagens nativas. O CIAT (7) tem demonstrado que as pastagens de *B. de-*

cumbens, com taxas de lotação de 1 — 2 novilhos/ha/ano, proporcionam ganhos de peso vivo de, aproximadamente, 200 kg/ha/ano; entretanto, na estação seca, podem ocorrer perdas de peso se as taxas de lotação forem muito altas. Os problemas relativos a *B. decumbens* serão discutidos mais adiante.

As consorciações de leguminosas e gramíneas que têm sido profusamente usadas no Brasil incluem *P. phaseoloides*, *C. pubescens*, *P. maximum* cv. Colômbio (Amazônia); *M. atropurpureum*, *C. pubescens*, *P. maximum* cv. Colômbio (Cerrado de São Paulo, Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul) e *M. atropurpureum* ou *S. guianensis* com uma entre várias gramíneas, principalmente *C.iliaris* e *P. maximum* cv. Colômbio, (Nordeste, como Maranhão, Ceará). *S. guianensis* se inclui geralmente na maioria das misturas, mas freqüentemente tem fracassado depois de poucos anos, de maneira que agora há menos interesse por esta leguminosa. Com alguma freqüência, outras leguminosas têm sido cultivadas, como *Glycine wightii* (R. Grar. ex Wight e Arn) e *Desmodium introtum* Mill. (Urb.), em melhores solos, e *Calopogonium mucunoide* Desv. e *Galactia striata* (Jacq.) Urb. em uma variedade de solos. No Brasil, um grande interesse está se desenvolvendo pela leguminosa arbórea *Leucaena Leucocephala* (Lam.) De Wit que tem se comportado satisfatoriamente em certas áreas do Cerrado e em outras regiões do Nordeste.

Um número considerável de gramíneas está sendo testado e existe certa confusão quanto à espécie que se deve plantar em cada uma das diferentes regiões ecológicas. Não obstante, *B. decumbens* é a principal gramínea que realmente desafia a posição dominante que ocupa o *P. maximum* cv. Colômbio na pecuária dos trópicos brasileiros. Devido ao problema da "cigarrinha" em *B. decumbens* existe, atualmente, um maior interesse por *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt e por *Melinis minutiflora* Beauv. que são mais resistentes; esta última espécie está amplamente aclimatada nas regiões montanhosas de Minas Gerais e em outras áreas como Goiás. Atualmente estão sendo

plantados os diferentes tipos de *C. ciliaris* nas zonas mais secas e menos ácidas, incluindo o Nordeste. Outras gramíneas que estão sendo cultivadas em menor escala em diferentes áreas são: Guineazinho, Green Panic, Gatton Panic (cultivares de *P. maximum*), Nandi e Kazungula (cultivares de *Setaria anceps* Stapf. Pers. ex Massey), *Digitaria decumbens* Stent., *Cynodon dactylon* (L.) Pers. e *Brachiaria radicans* Napper.

O Brasil, considerando seu tamanho, é o país da América Latina que tem realizado mais melhoramentos em pastagens e que continuará dominando o panorama. O país precisa produzir mais carne de seus 100 milhões de cabeças de gado, para alimentar uma população que cresce rapidamente (já ultrapassa 110 milhões) e também para exportar.

É difícil obter resultados definitivos sobre o aumento da produtividade em fazendas onde está sendo praticado o melhoramento de pastagens. Os fazendeiros concordam que, após o preparo da área, plantio e adubação da pastagem, a produção do rebanho aumenta pelo menos três vezes, porque a taxa de lotação e a percentagem de parição aumentam, assim como a idade de abate dos novilhos de corte é reduzida significativamente. As pastagens melhoradas de leguminosas e gramíneas no Cerrado têm permitido a muitos criadores levar novilhos Nelore de 450 kg de peso vivo ao abate, com apenas 2 – 2,5 anos de idade. A falta de persistência da leguminosa nas pastagens, causada principalmente por altas pressões de pastejo e pelas deficiências de alguns nutrientes essenciais do solo, tem resultado na perda de vigor da gramínea e invasão de ervas daninhas com uma visível redução na produção do rebanho. Problemas semelhantes, porém mais graves ainda, vêm se apresentando em várias pastagens mistas de leguminosas e gramíneas cultivadas na região Amazônica, após o desmatamento, em áreas de floresta tropical úmida. Nessa região, a perda de humus e a lixiviação de nutrientes estão se processando rapidamente. A não ser que se mantenham níveis apropriados dos nutrientes essenciais

como P, S, Mo e Zn no solo, a leguminosa não persiste e as pastagens amazônicas, inicialmente vigorosas, decaem rapidamente com a invasão de plantas indesejáveis, o que afetará enormemente a produtividade animal. Apesar de seu notável vigor, as pastagens pouco fertilizadas de *B. decumbens* eventualmente também perdem seu vigor, devido às deficiências de P, S e outros nutrientes.

América Central e Caribe

Os criadores e cientistas de vários países da América Central e do Caribe, têm trabalhado ativamente no desenvolvimento das pastagens tropicais.

Nos trópicos mexicanos, várias instituições nacionais (como o Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, INIP, Palo Alto) desenvolvem importantes programas de pesquisa de pastagens. O Banco do México e seu grupo de agrônomos têm promovido de modo substancial o melhoramento de pastagens entre os camponeses e fazendeiros. Esses programas se desenvolvem em áreas de solos arenosos e ácidos, margeando as costas sudeste e sudoeste, bordeando o Golfo do México e o Oceano Pacífico respectivamente, como também em regiões de solos alcalinos como no nordeste, nas vizinhanças de Tampico e noroeste do Estado de Guerrero, próximo de Altamirano e nas extensas zonas de calcário marinho da península de Yucatán. Nos solos graníticos, ligeiramente ácidos (pH de aproximadamente 5,5) das costas do sul, é possível engordar até o peso de abate, de um a dois novilhos Brahman por ha com idade de cerca de 30 meses ou menos. As pastagens bem sucedidas nos solos ligeiramente ácidos são de *M. atropurpureum* e *C. pubescens* consorciadas com *P. maximum*, adubadas com superfosfato simples (100 – 200 kg/ha) com inclusão de Mo e Zn; nas áreas situadas em regiões baixas e úmidas, perto da costa, a melhor leguminosa é *C. pubescens* com gramíneas como *S. anceps* cv. Kazungula, *D. decumbens* e *C. dactylon*. As duas últimas são, em geral, muito agressivas para a leguminosa. Os cientistas e fazen-

deiros mexicanos compreenderam agora o valor de sua *L. leucocephala* nativa, amplamente espalhada e, cada dia, a estão usando mais, tanto nos solos ácidos como nos alcalinos, em consorciação com as gramíneas *B. decumbens*, *C. dactylon* e *P. maximum*. Nos solos alcalinos (pH 7,5) da península de Yucatán, o desmatamento e a queima da vegetação nativa dão, como resultado, um "stand" quase puro de *L. leucocephala* que geralmente é logo intercalado com gramíneas como *C. ciliaris* e *P. maximum*; outras leguminosas que são usadas com resultados satisfatórios na península de Yucatán são *M. atropurpureum* e *G. wightii*. As leguminosas *L. leucocephala*, *M. atropurpureum* e *G. wightii* já demonstram também serem as melhores para as áreas alcalinas tropicais secas do noroeste de Guerrero. Nas planícies úmidas argilosas quase neutras das circunvizinhanças de Villahermosa e Cárdenas, as pastagens de *C. dactylon* com *L. leucocephala* ou *C. pubescens* e *S. anceps* cv. Kazungula com *G. wightii* e *D. intortum* têm dado resultados bastante satisfatórios.

Entre os países do Caribe, Cuba é o que possui os maiores e os mais ativos programas de pesquisa de pastagens e de produção animal. Devido a pequenas quedas na produção doméstica de leite e de carne, o governo proporciona uma ajuda considerável a estes programas. Muitas áreas de pastagens são quase neutras (pH 6,5) e as leguminosas mais promissoras são *G. Wightii*, *M. atropurpureum*, *C. pubescens* e *L. leucocephala*. *P. maximum* é a gramínea preferida para uso intensivo e Cuba possui uma das melhores seleções de ecotipos dessa espécie na América Latina. *D. decumbens* é utilizada para produções intensivas de leite, geralmente com irrigação e adubação nitrogenada.

PRODUTIVIDADE DO REBANHO EM RELAÇÃO AO VALOR NUTRITIVO DA PASTAGEM

É essencial conhecer os fatores que limitam a produção animal nas diferentes regiões. É um fato concreto que as pastagens

tropicais melhoradas necessitam fornecer ao animal em pastejo a energia digestível adequada, a proteína e os minerais para atingirem níveis elevados de crescimento e de reprodução. Para a maioria dos planos de melhoramento de pastagens da América tropical, os adubos nitrogenados são muito dispendiosos; as leguminosas vigorosas e persistentes são a chave para a boa produtividade do rebanho e das pastagens. Nas pastagens baseadas em leguminosas, são necessárias quantidades adequadas de P, S, Ca, K, Mo, Zn e Cu, e todos estes, com exceção do Mo, são essenciais para a nutrição animal, assim como o Na, o Co e o I. As pastagens mistas de leguminosas e gramíneas insuficientemente fertilizadas tornam-se deficientes em leguminosas e proteínas e, de um modo geral, para manter um nível moderado de produção animal, essas pastagens devem receber os elementos acima mencionados. Frequentemente as pastagens tropicais melhoradas oferecem aos animais uma quantidade insuficiente de Na (22) e, às vezes, não produzem os índices requeridos de Co e Cu (19,31).

Uma pastagem tropical mista de leguminosas e gramíneas bem balanceada proporciona melhores resultados em pastejo contínuo, pois os animais consomem as gramíneas tenras no início da estação e as leguminosas geralmente um pouco mais tarde, quando as gramíneas se tornam fibrosas e perdem teor de proteína. Um pastejo rotacional rígido reduz a seletividade animal e reduz a leguminosa na pastagem, o que produz uma redução no ganho de peso vivo por hectare. Existe uma íntima relação entre o conteúdo de leguminosa na pastagem e o aumento de peso vivo do rebanho (8). Uma proporção relativamente baixa de leguminosa (principalmente quando verde) na pastagem durante a estação seca mantém níveis satisfatórios das atividades do rúmen e de consumo da gramínea seca e fibrosa (20).

Como já foi assinalado, se as pastagens tropicais melhoradas fornecerem todos os nutrientes necessários aos animais, os novilhos poderão atingir o peso exigido para o abate (450 — 500 kg) aos 30 meses ou um pouco antes. Este deve ser o principal objeti-

vo dos programas de pesquisa e desenvolvimento na América tropical para garantir uma maior produtividade das fazendas e melhorar a qualidade da carne vendida. A carne dura de novilhos de quatro a cinco anos de idade não é apetecível. O mais importante com vacas de cria é obter uma elevada percentagem de parição; para atingir esse objetivo as vacas poderiam passar a maior parte do tempo nas pastagens mais pobres e, somente nas fases críticas, (monta e parição) passar períodos relativamente curtos nas pastagens mistas de leguminosas e gramíneas, geralmente um recurso limitado. Os novilhos em crescimento, que produzem ganhos mais elevados, necessitam pastagens melhoradas de leguminosas e gramíneas durante o ano inteiro.

PROBLEMAS ATUAIS NO MELHORAMENTO DE PASTAGENS TROPICAIS

Deficiências de nutrientes do solo

O aspecto mais negligenciado no melhoramento de pastagens nos trópicos da América Latina tem sido a correção das deficiências de nutrientes do solo o que prejudica o crescimento das leguminosas e gramíneas. A maioria dos solos ácidos dessas áreas são deficientes em N, P, S, Ca, Mo e Zn e marginais em K e Cu e, em alguns casos em Mg. Geralmente não se leva em consideração que o P e o S têm a mesma importância para o crescimento de leguminosas e gramíneas. Também, muitas das deficiências universais de Mo e Zn num grande número de Oxissolos e Ultissolos tropicais têm sido negligenciadas. Aplicações pesadas de calcário (e fosfato) agravam a deficiência de Zn. É difícil encontrar, no Cerrado brasileiro e em áreas da Amazônia, *C. pubescens* sem a clorose associada à deficiência de Zn. Tanto Mo como Zn, são essenciais para o crescimento das leguminosas; Mo é um co-enzima vital para a fixação do N (6). Muitos fazendeiros desanimam quando, ao usar superfosfato simples (9,6% P, 10% S, 20% Ca), superfosfato triplo (sem S) ou fosfato de rocha em pastagens mistas de leguminosas e gramíneas, não alcançam sucesso. Aparentemente os fracassos

das leguminosas têm sido devidos, em geral, às deficiências de Mo e Zn, apesar de que a deficiência de S poderia ser significativa onde for aplicado o superfosfato triplo (SFT) ou o fosfato de rocha.

De um modo geral, o superfosfato com elementos menores, como o Mo e o Zn, não se encontra disponível na América Latina. Entretanto, as sementes da leguminosa podem ser misturadas na hora da semeadura com 175 g MoO₃/ha (= 100 g Mo/ha), ou um pouco mais, para corrigir a deficiência de Mo (17) sem inibir a nodulação inicial. Um grande progresso seria conseguido se o Zn pudesse também ser adicionado às sementes, porém, ao contrário do MoO₃, o Zn é muito tóxico para o *Rhizobium*. Talvez o uso do metal Zn dividido em pequenas partículas pudesse solucionar o problema.

O mundo está ricamente dotado de recursos de fosfatos (23). No entanto, o custo de transporte, de tratamento e de aplicação são um problema na América Latina. Em alguns países, grandes depósitos de fosfato têm sido descobertos, incluindo Venezuela, Colômbia, Peru e Brasil; entretanto, muitas explorações são ainda necessárias para identificar futuros depósitos, principalmente no Brasil. De um modo geral, para as pastagens, fosfato de rocha mais barato (sem ser tratado ou modificado termicamente) é satisfatório para o crescimento das leguminosas e gramíneas, em Oxissolos e Ultissolos ácidos, deficientes em P. Além do preço, é também vantajoso devido à grande capacidade de fixação de P desses solos (24). Frequentemente, o fosfato de rocha, assim como o SFT, precisa de um suplemento de S em consequência da amplamente espalhada deficiência de S nos Oxissolos e nos Ultissolos. Em alguns desses solos pode ocorrer um acúmulo de S no subsolo (como Rengam da Malásia) e a deficiência de S no crescimento inicial desaparece à medida que a raiz penetra mais profundamente (24). Do ponto de vista econômico, é importante determinar o conteúdo de S das extensas regiões de Oxissolos e de Ultissolos consideradas para se empenharem em melhorar as pas-

tagens. A presença de S no subsolo significa que a maior parte das necessidades de P pode ser suprida de maneira mais barata pelo fosfato de rocha. Independentemente do custo, o SFS é uma das fontes mais bem balanceadas de P, mas seu alto poder de fixação pode se tornar um problema nos solos ácidos. Não obstante, algumas leguminosas e algumas gramíneas são capazes de utilizar proporções relativamente elevadas do fosfato de Al que se forma.

De um modo geral, o SFT é preferido porque seu alto teor de P disponível reduz o valor do transporte por unidade de P. Nessa base, é dispendioso aplicar o fosfato de rocha. Essa é uma consideração que é geralmente feita nas aplicações aéreas de fosfato, nas áreas recentemente desmatadas (selva amazônica) com tocos, troncos parcialmente queimados, etc. Não existem evidências de que as aplicações de fosfato na superfície (métodos aéreos ou terrestres) sejam menos eficientes que o método de incorporação do fosfato no solo.

Vigor das pastagens de gramíneas-leguminosas em relação aos nutrientes do solo

Conforme foi discutido no tópico anterior, o crescimento, tanto da leguminosa como da gramínea, depende do fornecimento dos elementos essenciais do solo. As leguminosas são muito mais sensíveis às deficiências de nutrientes que as gramíneas. É irreal considerar qualquer melhoramento de pastagens e de produtividade animal em regiões de Oxisolos e Ultissolos pobres e ácidos, sem a introdução de alguns elementos essenciais deficientes. Se os criadores não estão preparados para tal, deveriam esquecer o melhoramento de pastagens e utilizar, da melhor maneira possível, as pastagens nativas com suplementos minerais de baixo custo, etc.

O melhor índice dos nutrientes disponíveis no sistema solo-pastagem é a determinação dos elementos minerais essenciais na folhagem das leguminosas que acabam de ama-

durecer, na fase do pico de crescimento da pastagem, detectando assim quaisquer deficiências que necessitem correção. Para ótimo crescimento e fixação de N, a MS da leguminosa deveria conter 0,18 – 0,20% P, 3,0% N, 0,14 – 0,18% S, 1,0% Ca, 0,5% Mg, 1 ppm Mo, 35 – 40 ppm Zn, e 7 – 10 ppm Cu (4, 5). É importante estabelecer na América Latina os níveis mínimos de elementos essenciais na MS das leguminosas em pastagens para manter um bom crescimento e uma boa persistência. Seria provavelmente antieconômico efetuar adubações com elementos maiores a fim de obter um crescimento máximo da leguminosa. Os cientistas precisam determinar níveis econômicos de adubação que mantenham boa produção e persistência da leguminosa. Isto é essencial se se pretende expandir as áreas de pastagens melhoradas e produzir um verdadeiro impacto na produção animal. Para que as leguminosas persistam é preciso corrigir as deficiências dos elementos menores como o Mo, o Zn e o Cu e sua incorporação no sistema não é muito dispendiosa se as sementes forem pelletizadas ou a pastagem for pulverizada com solução diluída. Geralmente, uma mistura de 0,5 kg/ha de Mo e 5,8 kg/ha de sulfato de Zn ou sulfato de Cu (ou de ambos) é suficiente para corrigir qualquer dessas deficiências durante 5 ou mais anos.

Johansen *et al.* (16) verificaram que a necessidade de Mo nas leguminosas é influenciada por uma série de fatores, incluindo o local, o pH do solo e a espécie. Por exemplo, num determinado local, uma aplicação de 200 g/ha de Mo produziu um crescimento máximo de *G. wightii* durante somente dois anos, de *D. decumbens* durante três anos, e de *M. atropurpureum* durante cinco anos. Noutros locais, *M. atropurpureum* necessitou muito menos Mo para atingir um crescimento máximo. As maiores respostas ao Mo foram obtidas em locais com o mais baixo pH.

A reaplicação dos elementos menores essenciais é feita de um modo mais apropriado com aspersões diluídas (terrestres ou aéreas). Também parece haver viabilidade para as aplicações de manutenção dos elementos es-

senciais como aspersões coloidais durante o pico de crescimento da pastagem. Com isso, poder-se-ia reduzir, significativamente, o custo da adubação.

Um nível elevado de produção da gramínea depende, principalmente, de um componente vigoroso de leguminosa na pastagem, de preferência até 40%, na estação de crescimento máximo. As leguminosas não podem fornecer o N suficiente para o crescimento máximo da gramínea. Entretanto, isso não chega a ser desvantajoso uma vez que proteína (mais que energia digestível) é a principal deficiência alimentícia para os animais nas pastagens tropicais. De modo geral, as deficiências de P, S ou K, afetam o crescimento da gramínea, mas as deficiências dos elementos menores essenciais Zn e Cu não parecem ser tão críticas. Na Amazônia brasileira, as pastagens de *P. maximum* cv. Colômbio de três a cinco anos sem adubação fosfatada, geralmente não se desenvolvem bem por causa de uma severa deficiência de P (as folhas de plantas de crescimento reduzido apresentam coloração purpúrea) e também se tornam cloróticas com as deficiências de S e de nitrogênio. Nenhuma leguminosa semeada com *P. maximum* cv. Colômbio se mantém na pastagem. Sem o desenvolvimento competitivo e vigoroso de *P. maximum* cv. Colômbio, verifica-se uma perda apreciável na produtividade do gado, devido à invasão de espécies indesejáveis e impalatáveis que ensejam a degradação da pastagem. *P. maximum* (e seus ecótipos) é mais sensível às deficiências de S que outras espécies de gramíneas como o *B. decumbens* e *Adropogon gayanus* Kunth. Atualmente é comum haver pastagens de *B. decumbens*, sem adubação durante uns seis anos, no Cerrado e na Amazônia com deficiência de N, P e S.

Seleção e melhoramento genético de leguminosas adaptadas persistentes

Como foi visto anteriormente, as correções das deficiências dos nutrientes do solo, principalmente P, S, Ca, Mo e Zn, são essenciais antes de avaliar a adaptação e a persis-

tência de qualquer leguminosa em pastagens de diferentes regiões. Em alguns centros de pesquisa, existe uma tendência em conservar as introduções de leguminosas por tempo demasiadamente longo nas parcelas de introdução, submetendo-as a cortes periódicos. Quanto mais cedo forem feitos pastejos periódicos em leguminosas consorciadas com uma gramínea comum, (fazendo-se cortes em quadrados antes dos pastejos para determinação da produção de MS) mais rápido se pode selecionar e liberar alguns ecótipos promissores para ensaios regulares de pastejo. Pelo fato de que as espécies são pastejadas de modos diferentes, os cientistas criticam esse método; existe, porém, algum sistema melhor? Uma avaliação pós-pastejo é essencial para um julgamento adequado. Talvez as leguminosas mais palatáveis não persistam; entretanto, a palatabilidade é relativa. Por exemplo, o *Stylosanthes scabra* Vog. é frequentemente, considerado impalatável, por ser áspero e de sabor desagradável no auge da estação. No entanto, é resistente à seca e proporciona uma valiosa forragem verde que os animais consomem bem na estação seca. O *S. scabra* é uma leguminosa nativa muito importante nas regiões mais secas incluindo o Cerrado e o nordeste do Brasil, e maiores coleções dessa leguminosa deveriam ser implantadas e avaliadas.

Leguminosas adaptadas persistentes ainda não foram comercializadas em certas áreas importantes do trópico da América Latina, como nos "llanos" da Colômbia. Como já foi indicado, a falta de persistência dos cultivares de leguminosas comuns em algumas áreas, pode ser atribuída à falta de atenção às deficiências nutritivas do solo. Para serem persistentes, as leguminosas (adequadamente adubadas) precisam resistir à competição da gramínea, ao mau manejo (superpastejo, etc.), a ataques periódicos de uma variedade de insetos e fungos, e precisam também possuir a habilidade de rebrotar das coroas, dos estalões enraizados e das sementes caídas. Apesar das muitas pesquisas já realizadas, somente algumas regiões possuem cultivares persistentes de *Stylosanthes*. Por exemplo o *S. humilis* H. B. K. tem apresentado

bons resultados durante vários anos com *H. contortus* nativo, principalmente na região central de Queensland (26). Essa leguminosa está sendo substituída por *M. atropurpureum* e *Stylosanthes hamata* (L.) Taub, enquanto *S. scabra* está provando ser de valor para as regiões quentes e úmidas do norte da Austrália. *S. scabra* parece possuir habilidade para competir com gramíneas vigorosas como *P. maximum* e também resiste aos biótipos australianos de antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*). Os insucessos de *S. guianensis* nas pastagens brasileiras podem ser devidos a sua incapacidade de competir com o vigoroso *P. maximum* cv. Colômbio, como também por sua impotência ante o ataque da antracnose. As pesquisas do CIAT (7) em Carimágua e Santander de Quilichao, têm demonstrado amplamente os problemas da antracnose e dos insetos (principalmente a broca da talo) que estão dificultando a seleção de cultivares de *Stylosanthes* persistentes para os trópicos da América Latina. Esses problemas constituem um verdadeiro desafio aos cientistas que estão introduzindo, selecionando e cultivando espécies de *Stylosanthes*.

A seleção e o melhoramento genético de leguminosas para resistir às condições do solo (12), incluindo pH baixo (Ca baixo, Al alto, Mn alto), baixos níveis de P e de outros nutrientes minerais e alagação, são aspectos importantes no desenvolvimento de cultivares para os Oxissolos e Ultissolos tropicais. A nodulação e o crescimento não são prejudicadas em algumas leguminosas tropicais em condições de baixo pH (4,0) e Ca, como em *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb. e *Lotononis bainesii* Baker, sendo, entretanto, severamente travados em outras como *Desmodium uncinatum* (Jacq.) D. C. e *G. wightii* (1). Com *M. atropurpureum*, descobriu-se que é possível obter linhagens de elevadas produções com um alto grau de tolerância a altos níveis de Al e de Mn, com pH tão baixo quanto 4,2 (13, 15). Isso demonstra que existe campo para seleção e desenvolvimento de linhagens vigorosas de outras leguminosas como *C. pubescens* e mesmo *L. leucocephala* para Oxissolos e Ultissolos pobres e ácidos.

Ecótipos de diferentes espécies de *Stylosanthes*, como *S. guianensis*, *S. scabra* e *S. capitata* já são bem adaptados a solos ácidos. Ao selecionar e melhorar leguminosas em solos ácidos, tanto a toxidez do Al como a do Mn devem ser consideradas, já que a toxidez do Mn pode ser mais generalizada do que se crê.

Alguns cientistas consideram que algumas espécies de *Stylosanthes* quase não precisam de P ou de outros nutrientes porque ocorrem naturalmente como populações dispersas em solos muito pobres. Entretanto, nenhuma leguminosa pode prosperar em pastagens mistas relativamente densas de gramíneas e leguminosas sem as quantidades adequadas dos nutrientes essenciais. Em todas as leguminosas, incluindo as espécies *Stylosanthes*, o nível de proteína está diretamente relacionado com seu teor de P (4, 5). Em várias leguminosas, o Al solúvel no substrato limita a assimilação de P e de Ca e reduz a eficiência da transferência de P das raízes à parte superior da planta (2, 3). As leguminosas selecionadas para tolerar pH baixo e Al alto poderiam também ter sua eficiência de utilização de P aumentada (13). Devido aos custos cada vez mais altos da adubação, maiores esforços são necessários para selecionar linhagens de leguminosas mais eficientes na utilização de todos os nutrientes essenciais, incluindo o P.

Nas grandes áreas de solos alagadiços de algumas regiões, por exemplo Pantanal do Mato Grosso, no Brasil, são necessárias leguminosas que sejam resistentes a essas condições. Entre as espécies com alguma resistência às inundações, as seguintes podem ser citadas: *M. lathyroides*, *Vigna luteola* (Jacq.) Benth, *Clitoria ternatea* L. e *C. mucunoides*. O *Desmodium* é um gênero amplamente espalhado e que parece possuir algumas espécies resistentes às inundações. Uma das leguminosas mais resistentes a áreas inundáveis que se tem estudado é o *Phaseolus adenanthus*, nativa do nordeste argentino, coletada e estudada em Corrientes por um cientista do INTA. Essa leguminosa é vigorosa e estolonífera e se desenvolve bem em solos alaga-

dos por longos períodos.

Inoculação das sementes de leguminosas

Nos trópicos da América Latina existem uma ampla gama de leguminosas nativas e uma população elevada e variável de *Rhizobium* nativo no solo. Sobre este aspecto geralmente pergunta-se: porque aumentar os custos do estabelecimento de pastagens com o uso de inoculantes? Nos locais onde se pratica a inoculação da semente, o *Rhizobium* aplicado pode ser logo substituído pelo abundante *Rhizobium* nativo. Muitos produtores têm semeado leguminosas sem inoculação e a nodulação tem sido bastante satisfatória. Porque se deve inocular é uma pergunta muito importante que necessita uma resposta imediata nos trópicos da América Latina. Felizmente, as recentes pesquisas sobre *Rhizobium* realizadas no CIAT (7), já demonstram em várias leguminosas grandes diferenças de eficiência entre diferentes linhagens de inoculantes, eficácia de peletização com fosfato de rocha (peletização de calcário em *Macroptilium* sp) e uma evidente vantagem no crescimento produzida pela inoculação na fase de estabelecimento durante aproximadamente dois meses. A inoculação poderia resultar também em vantagem principalmente no estabelecimento de pastagens mistas de gramíneas e leguminosas logo após o desmatamento das áreas de florestas densas, como as da Amazônia, e com leguminosas que não sejam nativas da área, como por exemplo, *Leucaena* spp. quando plantada em muitas áreas da América do Sul.

Seleção de gramíneas

Nas pastagens melhoradas, as gramíneas fornecem grande parte das necessidades de energia digestível, mas precisam ser compatíveis com as leguminosas (exceto se for usada adubação nitrogenada) para garantir o N e a proteína necessários. As gramíneas mais importantes nos trópicos da América Latina são de origem africana. As três mais importantes, hoje, são: *P. maximum*, *B. decum-*

bens e *C. ciliaris* para as áreas secas. *M. munitiflora* e *Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf. que já se naturalizaram em extensas áreas, principalmente no Brasil, também são importantes. Conforme discutido anteriormente, estão sendo testadas várias outras gramíneas das quais os ecótipos de *C. dactylon* são provavelmente os mais importantes para condições particulares como, por exemplo, para solos pesados. Existe um vasto campo de ação para novas seleções das principais gramíneas, principalmente *P. maximum* (com ajuda de tipos sexuais de Tifton, de Gainesville ou da África), para a tolerância a P e a S mais baixos em solos ácidos, e *C. ciliaris* (com a ajuda do tipo sexual do Dr. Bashaw) para tolerância a baixos teores de Ca e P. É importante observar que *C. ciliaris* não é capaz de tolerar altos níveis de Mn solúvel, enquanto *P. maximum* var. *trichoglume* tem uma tolerância mediana (27) e *Paspalum dilatatum* Poir. e *S. anceps* têm uma alta tolerância ao Mn (27).

Devido ao grande interesse por *B. decumbens* e por outras espécies de *Brachiaria*, há uma urgente necessidade de os cientistas compararem o potencial de ganho de peso vivo de novilhos em espécies de *Brachiaria* em ensaios apropriados, utilizando *P. maximum* como testemunha. É possível aumentar a variação para a seleção de *B. decumbens*, através de cruzamentos com a espécie diploide sexual *Brachiaria ruziziensis* Germain & Evrard. A seleção e promoção desde os bancos de germoplasma das espécies novas e bem sucedidas de gramíneas será difícil, apesar de as pesquisas do CIAT (7) com seleções africanas de *A. gauanus* já terem proporcionado resultados promissores.

Nos trópicos é importante selecionar gramíneas adaptadas para se desenvolver em áreas inundáveis de terrenos baixos. Entre as espécies com potencial, se incluem as seguintes: *Echinochloa polystachya* (H. B. K.) Hitch., *E. pyramidalis* (H. B. K.) Hitch. & Chase, *Brachiaria mutica* (Forsk.) Stapf., *Paspalum plicatulum* Michx., *S. anceps*, e *Hemarthria altissima* (Poir) Stapf. & Hubbard.

De modo geral, as gramíneas cespitosas são compatíveis com as principais leguminosas; porém, as gramíneas estoloníferas, em geral, impedem o crescimento das leguminosas consorciadas. A gramínea estolonífera e agressiva *B. decumbens* que tem sido plantada abundantemente sem leguminosa, representa hoje para os cientistas o problema mais sério de melhoramento de pastagens. Eventualmente, mais cedo ou mais tarde as pastagens de *B. decumbens* tornam-se deficientes em N, P, S, etc. e diminuem a produtividade. O cultivo e a adubação com a introdução de leguminosas servirão somente para fortalecer ainda mais o *B. decumbens* e impedir o desenvolvimento da leguminosa. Para estabelecer uma pastagem estável, plantam-se filas espaçadas de *L. leucocephala* com o plantio subsequente de *B. decumbens* entre as filas. Nos Oxissolos de baixa fertilidade de Carimagua, as pesquisas realizadas pelo CIAT (7) têm demonstrado que existe uma compatibilidade promissora entre o *B. decumbens* e o *Desmodium ovalifolium* Vahl, de pouca aceitabilidade pelos animais (resultados semelhantes foram obtidos nos solos pobres da costa leste da Malásia). Os ecótipos vigorosos de *S. scabra* podem também ser compatíveis com o *B. decumbens*.

Como visto anteriormente, nos dois ou três últimos anos, a fotossensibilização em gado jovem (até cerca de 15 meses de idade) pastando em *B. decumbens* foi considerada como um problema sério, principalmente no Brasil. Os fazendeiros agora perceberam que isso é um problema de manejo e que é preciso estabelecer pastagens distintas, por exemplo, *P. maximum* para o gado jovem quando os sintomas começam aparecer. É importante frisar que na última época de plantio no Brasil, *B. decumbens* foi a gramínea cuja semente teve menos oferta devido ao aumento da demanda. Na Nova Zelândia, a ação da fotossensibilização em ovelhas e em bovinos (por exemplo, eczema facial) produz um distúrbio no funcionamento do fígado causado por uma fitotoxina existente no *Pithomyces chartarum* (= *Sporidesmium bakeri*), um fungo saprofito da liteira de *Lolium perenne* L. e de outras espécies (9). Na Nova Zelândia

tem sido demonstrado que o consumo elevado de Zn por bovinos e ovinos os protege contra a fitotoxina e a fotossensibilização (30). O fungo é mundial e ocorre no Brasil e em outros países da América Latina; por isso poderia estar envolvido na fotossensibilização de bovinos que consomem *B. decumbens*. A difundida deficiência de Zn nos Oxissolos e Ultissolos tropicais pobres, onde é cultivada a maior parte do *B. decumbens*, poderia ser um fator de susceptibilidade (o Zn é indispensável para manter o funcionamento do fígado). Outros fatores possíveis em bovinos jovens são uma mais reduzida atividade do fígado e um desenvolvimento parcial da pigmentação da pele escura no gado adulto. Também, *B. decumbens* poderia conter outros compostos que produzem os maiores efeitos no gado jovem ainda em crescimento.

Problemas da estação seca e o papel das leguminosas, incluindo tipos arbustivos

Se as pastagens não são superpastejadas na estação chuvosa, geralmente existe MS em abundância na estação seca de qualidade considerada entre variável e baixa. Alguns cientistas e criadores apóiam o dispêndio procedimento de cortar o excesso de forragem do verão para utilizá-lo como feno, que serve de alimento na estação seca. Conforme mencionado anteriormente, uma pequena proporção da leguminosa verde nas pastagens durante a estação seca poderá manter boa atividade do rúmen e melhorar o consumo da forragem fibrosa para que não haja perdas de peso.

Algumas leguminosas herbáceas, como as espécies de *Stylosanthes*, *M. atropurpureum* e *C. pubescens*, são resistentes à seca e produzem alguma folhagem verde na estação seca. No entanto, as leguminosas arbustivas e arbóreas de raízes profundas, principalmente *L. leucocephala* (21), produzem quantidades apreciáveis de folhas e caules com um elevado valor proteico para compensar a baixa qualidade da gramínea fibrosa na estação seca. Se fosse possível adaptar *Leucaena*

aos Oxissolos e Ultissolos dos trópicos da América Latina, poderíamos, com um bom manejo, reduzir consideravelmente os problemas de alimentação na estação seca em muitas regiões. Provavelmente não é prático semear grandes áreas de *Leucaena* em fileiras espaçadas, com gramíneas semeadas entre as fileiras. No entanto, "bancos de proteínas" de *Leucaena*, "stands" puros, mais ou menos densos, cercados e pastejados rotacionalmente com pastos nativos ou melhorados (10 hectares de *Leucaena* para 100 hectares de pastagens), não só melhorariam os ganhos de peso vivo durante o verão como também aumentariam significativamente a performance animal durante a estação seca (11). O alto e indesejável nível de mimosina nos cultivares de *Leucaena leucocephala* será eventualmente reduzido de maneira significativa, cruzando-os com outras espécies de *Leucaena*, incluindo *Leucaena pulverulenta*. Um estudo dos efeitos de CaCO_3 no crescimento, nodulação e composição química de quatro linhas de *L. leucocephala* (três melhoradas), mostrou fatores relevantes (por exemplo, assimilação de Ca e de Al) envolvidos na adaptação de *Leucaena* aos solos ácidos (14).

Desenvolvimento de pastagens de baixo custo

É da maior importância desenvolver pesquisas intensivas em todas as regiões tropicais importantes para determinar os métodos mais baratos para o estabelecimento e manutenção de pastagens, a fim de estimular os fazendeiros a melhorarem a produtividade de suas pastagens e de seu gado. O CIAT (7) já está desenvolvendo métodos de baixo custo para os "llanos" de Carimágua, na Colômbia.

Dentro do possível, não se deveria destruir as pastagens nativas e as savanas durante o melhoramento da pastagem. Isto não somente reduziria os custos, mas, também forneceria forragem para o gado durante a fase de melhoramento. A Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em Belo Horizonte, Brasil, está

estudando o valor alimentício do Cerrado, durante todo o ano, nas áreas de mata rala em Felixlândia, usando fistulas esofagianas em novilhos. Tem sido verificado que, durante parte do ano, o Cerrado fornece forragem de boa qualidade para o gado em pastejo. A EPAMIG está estudando métodos para estabelecer leguminosas apropriadas, como por exemplo, *S. scabra* e *M. atropurpureum* com SFS, Mo e Zn em faixas intercaladas com os arbustos, utilizando uma semeadeira mecânica simples, mas pesada. Na região de *H. contortus*, na parte central de Queensland, usaram-se métodos semelhantes, porém, em alguns casos, os Eucaliptos mais altos são individualmente tratados com Tordon.

Abastecimento e produção de sementes

A não ser que grande quantidade de semente de boa qualidade esteja comercialmente disponível a preços razoáveis, não poderá haver aumentos substanciais no melhoramento de pastagens que estejam diretamente relacionados com o desenvolvimento de uma nova tecnologia e de cultivares promissoras de novas leguminosas e gramíneas na América Latina tropical. Durante alguns anos, a Austrália tem sido um importante abastecedor de sementes de forrageiras tropicais; no entanto, com o crescente interesse no melhoramento de pastagens tropicais, baseadas em cultivares australianas, tem sido impossível produzir as quantidades necessárias de semente. Felizmente, o CIAT (7) tem se dedicado ativamente, durante alguns anos, ao desenvolvimento de métodos de produção de semente de diversos novos cultivares de leguminosas e gramíneas. Também, importantes firmas comerciais notadamente no Brasil, têm produzido quantidades cada vez maiores de sementes de cultivares de forrageiras. Os cientistas e os Governos devem dar todo o apoio possível às organizações que estejam produzindo sementes de forrageiras de boa qualidade, a preços relativamente baixos. Sem essas sementes vitais, não será possível alcançar aumentos significativos no melhoramento de pastagens necessárias para a produção de carne mais barata para as populações de baixa renda.

CONCLUSÕES

Tem havido muitos êxitos no melhoramento de pastagens tropicais em vários países, o que indica que serão desenvolvidas tecnologias de pastagens apropriadas e de baixo custo para as extensas áreas de Oxisolos e Ultissolos ácidos e de elevada saturação de Al. A chave é a seleção e melhoramento de leguminosas, adaptadas a esses solos que formem consorciações estáveis e persistentes com gramíneas cespitosas (como *P. maximum*) sob pastejo que, às vezes, é bastante severo. As leguminosas precisam ser tolerantes a níveis relativamente baixos de nutrientes, mas serão incapazes de formar consorciações vigorosas com gramíneas, sem a adição de elementos essenciais como o P, S, Ca, K, Mo, Zn e Cu. As gramíneas precisam de um estudo muito mais profundo, principal-

mente o problema da consorciação de uma leguminosa com *B. decumbens*.

As deficiências de nutrientes dos solos das diferentes regiões de solos ácidos, necessitam um estudo minucioso para desenvolver práticas econômicas de fertilização de pastagens. O problema de forragem durante a estação seca pode ser solucionado por meio de seleção e melhoramento de leguminosas resistentes à seca e capazes de produzir forragem verde durante a estação seca, como, por exemplo, a valiosa leguminosa arbórea *Leucaena*. São necessários métodos de melhoramento de pastagens de baixo custo e que produzam distúrbios mínimos nas pastagens nativas. Sem um suprimento apropriado de sementes de cultivares de leguminosas e de gramíneas, o melhoramento de pastagens na América Latina tropical será retardado consideravelmente.

LITERATURA CITADA

1. Andrew, C. S. 1976. Effect of calcium, pH and nitrogen on the growth and chemical composition of some tropical and temperate pasture legumes. I. Nodulation and growth. *Australian Journal of Agricultural Research* 27:611-623.
2. _____, A. D. Johnson and R. L. Sandland. 1973. Effect of aluminum on the growth and chemical composition of some tropical and temperate pasture legumes. *Australian Journal of Agricultural Research* 24:325-339.
3. _____ and P. J. Vanden Berg. 1973. The influence of aluminum on phosphate sorption by whole plants and excised roots of some pasture legumes. *Australian Journal of Agricultural Research* 24:341-351.
4. _____ and M. F. Robins. 1969a. The effects of phosphorus on the growth and chemical composition of some tropical pasture legumes. I. Growth and critical percentages of phosphorus. *Australian Journal of Agricultural Research* 20:664-674.
5. _____ and M. F. Robins. 1969b. The effect phosphorus on the growth and chemical composition of some tropical pasture legumes. II. Nitrogen, calcium, magnesium, potassium, and sodium contents. *Australian Journal of Agricultural Research* 20:675-685.
6. Bergersen, F. J. 1971. Biochemistry of symbiotic nitrogen fixation in legumes. *Annual Review of Plant Physiology* 22:121-140.
7. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1978. Annual Report 1977. CIAT, Cali, Colombia p. A-1-114.
8. Evans, T. R. 1970. Some factors affecting beef production of subtropical pastures in the coastal lowlands of South-East-Queensland. p. 803-807. *In Proceedings XI International Grassland Congress, Surfers Paradise, Queensland, Australia.*
9. Filmer, J. F. and A. T. Johns. 1960. Facial eczema; a brief resumé of 50 years research. *In Proceedings VIII International Grassland Congress, England.*
10. Hutton, E. M. 1970. Tropical Pastures. *Advances in Agronomy* 22:1-73.

11. _____. 1974. Tropical pastures and beef production. *World Animal Review* 12:1-7.
12. _____. 1976. Selecting and breeding tropical pasture plants. *Span* 19:21-24.
13. _____. and L. B. Beall. 1977. Breeding of *Macroptilium atropurpureum*. *Tropical Grasslands* 11:15-31.
14. _____ and C. S. Andrew. 1978. Comparative effects of calcium carbonate on growth, nodulation, and chemical composition of four *Leucaena leucocephala* lines, *Macroptilium lathyroides* and *Lotononis bainesii*. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 18:81-88.
15. _____, W. T. Williams and C. S. Andrew. 1978. Differential tolerance to manganese in introduced and bred lines of *Macroptilium atropurpureum*. *Australian Journal of Agricultural Research*. 29:67-69.
16. Johansen, C, P. C. Kerridge, P. E. Luck, B. G. Cook, K. F. Lowe and H. Ostrowski. 1977. The residual effect of molybdenum fertilizer on growth of tropical pasture legumes in a subtropical environment. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 17:961-968.
17. Kerridge, P. C., B. G. Cook and M. L. Everett. 1973. Application of molybdenum trioxide in the seed pellet for sub-tropical pasture legumes. *Tropical Grasslands* 7:229-232.
18. Mannetje 't, L. 1973. Beef production from pastures grown on granitic soil. Division of Tropical Agronomy, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Annual Report 1973-73. p. 19-20.
19. _____, A. S. Sidhu and M. Murugaiah. 1976. Cobalt deficiency in cattle in Johore. Liveweight changes and responses to treatments. *Malaysian Agricultural Research and Development Institute Research Bulletin* 4:90-98.
20. Minson, D. J. and R. Milford. 1967. The voluntary intake and digestibility of diets containing different proportions of legume and mature Pangola grass (*Digitaria decumbens*). *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 7:546-551.
21. National Academy of Sciences. 1977. *Leucaena*: Promising forage and tree crop for the tropics. U. S. National Academy of Sciences, Washington, D. C.
22. Playne, M. J. 1970. The sodium concentration in some tropical pasture species with reference to animal requirements. *Australian Journal of Experiment Agriculture and Animal Husbandry* 10:32-35.
23. Phillips, A. B. and J. R. Webb. 1971. Production, marketing and use of phosphorus fertilizers. p. 271-301. *In* Fertilizer technology and use. Soil Science Society of America Inc., Madison, Wisconsin, U. S. A.
24. Sanchez, P. A. 1976. Properties and management of soils in the tropics. Wiley, New York.
25. Shaw, N. H. and W. W. Bryan. 1976. Tropical pasture research-principles and methods. Bulletin Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops no. 51.
26. _____ and L. 't Mannetje. 1970. Studies on a speargrass pasture in Central coastal Queensland. The effect of fertilizer, stocking rate, and oversowing with *Stylosanthes humilis* on beef production and botanical composition. *Tropical Grasslands* 4:43-56.
27. Smith, E. W. 1978. Tolerance of sown pasture grasses to excess manganese. (In press).
28. Stobbs, T. H. 1975. Beef production from improved pastures in the tropics. *World Review of Animal Production* 11(2):57-65.
29. Teitzel, J. K., R. A. Abbott and W. Mellor. 1974. Beef cattle pastures in the wet tropics. Part I. *Queensland Agricultural Journal* 100:98-105.
30. Towers, N. K., B. L. Smith and D. E. Wright. 1975. Preventing facial eczema by using zinc. *In* Proceedings Ruakura Farmers Conference.
31. Winter, W. H., B. D. Siebert and R. E. Kuchel. 1977. Cobalt and copper therapy of cattle grazing improved pastures in northern Cape York Peninsula. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 17:10-15.

FORMULAÇÃO DE PROGRAMAS DE FERTILIZAÇÃO DE PASTAGENS PARA A COSTA ÚMIDA TROPICAL DA AUSTRÁLIA

James K. Teitzel*

RESUMO

Describe-se, neste trabalho, o progresso obtido com o programa de pesquisa elaborado para determinar os requerimentos nutricionais de minerais relativos ao estabelecimento e à conservação de pastagens produtivas de gramíneas/leguminosas. Utilizou-se uma variedade de técnicas experimentais, incluindo: química do solo e das plantas, ensaios de "screening" nutricional em vasos e no campo, ensaios de taxas de fertilizações no campo, ensaios de fertilização em faixas, ensaios de fertilização de manutenção em pastejo e observação de fertilizantes comerciais. A aplicação de P, K, Ca, S, Cu, Zn, Mo e B aumentou o crescimento das plantas em algumas áreas. Agruparam-se as respostas num sistema ecológico facilmente reconhecível, baseado no material original do solo e na vegetação natural. Descobriu-se que a vegetação natural é um bom indicador do nível geral da fertilidade e a rocha-mãe, um guia bastante seguro e confiável para determinar os elementos específicos necessários. As recomendações sobre fertilização foram formuladas de acordo com essas linhas gerais, que são vistas como a quantidade mínima de fertilizante necessária para estabelecer pastagens produtivas com qualquer grau de segurança em determinada área. Os trabalhos de estratégias de fertilização de manutenção têm progredido com as formulações de uma extensa série de recomendações que, se cumpridas, evitam a degradação da pastagem e permitem níveis econômicos viáveis de produção de carne. As pesquisas continuam visando minimizar a fertilização e maximizar o rendimento animal, enquanto a estabilidade da pastagem é mantida.

A costa tropical úmida é uma planície estreita, de 60 km de largura entre o Oceano Pacífico e a Grande Linha Divisória, estendendo-se aproximadamente da latitude 16° a 19°S, no norte de Queensland, Austrália.

A precipitação pluviométrica é a característica climática dominante. A precipitação anual média nessa região é de 1.500 a 5.000 mm, registrando-se 75% dessa precipitação durante os seis meses mais quentes do ano (novembro a abril). As análises de probabilidades mostram que os meses de setembro e outubro são os de precipitações mais escas-

sas e incertas. Em geral, o crescimento das plantas é limitado pela umidade disponível nessa época do ano; no entanto, raramente ocorrem secas severas. A segunda maior limitação climática sobre o crescimento das plantas ocorre, em geral, durante os dois meses do meio da estação chuvosa (fevereiro e março), quando a radiação solar se reduz, devido ao excesso de nuvens. A média máxima mensal de temperatura na South Johnstone Research Station (mais ou menos no centro da região) é de 23,6°C, em julho, e de 30,8°C, em dezembro, enquanto que a mínima é de 13,7°C, em julho, e de 21,8°C, em fevereiro. No meio do inverno, as taxas de crescimento das pastagens, em geral, são 80% mais baixas que as medidas no meio do verão.

* Department of Primary Industries, South Johnstone Research Station, Queensland, Austrália.

A indústria pastoril mais importante é a

de produção de carne e os programas de pesquisa de pastagens têm sido concentrados na rotação rápida e econômica de gado gordo e na estabilidade da pastagem. Os solos mais férteis das florestas úmidas da área têm sido base para uma indústria pequena de engorda de gado por cerca de 40 anos, tendo experimentado uns poucos problemas. A situação mudou drasticamente nos anos 60, quando grandes extensões de terras de florestas esclerófilas de baixa fertilidade foram liberadas ao público pelo Governo para serem desenvolvidas. As tentativas de se desenvolver essa classe de terra não tiveram sucesso. Os primeiros experimentos (4, 7) evidenciaram uma forte deficiência de P. A esses experimentos seguiu-se um programa de pesquisa mais agressivo, elaborado para determinar os requisitos nutricionais minerais para o estabelecimento e manutenção de pastagens produtivas. Neste trabalho, são relatados os progressos desse programa e a experiência comercial associada com o mesmo.

MÉTODOS EXPERIMENTAIS

Objetivos

Admitiu-se que as pastagens de gramíneas/leguminosas formariam a base das empresas comerciais de produção de carne nos trópicos úmidos australianos. Algumas pastagens de gramíneas puras que são adubadas com aproximadamente 200 kg N/ha/ano proporcionaram níveis de produção mais altos, porém, economicamente, são menos atraentes. As consorciações de pastagens mais importantes foram feitas com *Panicum maximum* Jacq. cv. Riversdale ou cv. Hamil, cultivado com uma mistura de *Centrosema pubescens*, Benth., *Pueraria phaseoloides* Roxb (Benth) var. Javanica (Benth) Bak. e *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. A experiência tinha demonstrado que as leguminosas, particularmente a simbiose leguminosa/*Rhizobium*, eram mais sensíveis que as gramíneas à maioria das alterações nutricionais causadas por minerais. A determinação dos requisitos de fertilização para uma ótima fixação do N na leguminosa tornou-se o objetivo principal do programa de pesquisa em

todas as áreas disponíveis para o melhoramento de pastagens.

Levantamento regional

Em vista de nunca ter sido feito um levantamento, o primeiro passo foi examinar todas as terras potencialmente utilizáveis para o desenvolvimento da engorda de gado com o fim de se estabelecerem as diferenças potenciais de fertilidade de solo. Foram estabelecidos grupamentos ecológicos preliminares em laboratório, após um estudo de todos os mapas e mosaicos aéreos e dados existentes sobre solos, vegetação, topografia, clima e geologia. Realizaram-se, também, trabalhos de campos para checar os grupamentos iniciais e para registrar as características mais detalhadas dos locais. Onde foi possível, foram solicitados aos residentes locais relatos de suas experiências com o desenvolvimento de plantas ou de animais. Foram examinados todos os registros e documentos disponíveis. À medida em que progrediam os trabalhos experimentais, foram feitas tentativas para simplificar a grande diversidade de informação proveniente dos levantamentos preliminares, associando-se as feições ecológicas observadas com sugestões e medições reais das alterações nutricionais de minerais.

Química do solo e da planta

Foram amostrados e analisados os solos representativos de todas as unidades de terra. Foram determinados o pH, o P disponível (extraído com 0,01 N H_2SO_4), o K trocável, o Carbono orgânico, o N total e a capacidade de troca dos cátions.

As amostras de plantas foram tiradas de ensaios de crescimento de plantas e das pastagens da região e analisadas para se determinarem N, P, K e, ocasionalmente, Ca.

Experimentos de "screening" nutricional

O levantamento regional isolou um grande número de unidades de terra com diferen-

tes características ecológicas. Foram selecionadas representantes de cada uma delas, de acordo com suas deficiências em P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, B, Mn e Mo.

Os experimentos de "screening" foram realizados em ensaios de campo, em local representativo de cada unidade de terra específica, ou em ensaios, em casas de vegetação, utilizando-se, solos de, pelo menos, doze pontos diferentes, dentro dos limites da unidade de terra. As técnicas usadas foram essencialmente similares às descritas por Andrew e Fergus (1), com exceção de que foram utilizadas grandes quantidades de solos. Especial atenção foi dada à pureza da água nas casas de vegetação, à lavagem com ácido dos aparelhos, à pureza dos tratamentos químicos e às operações que pudessem causar contaminação mineral.

Ensaio de níveis de fertilização em pequenas parcelas

Os minerais isolados nos ensaios exploratórios foram estudados em ensaios de campo onde se aplicaram diferentes níveis dos elementos às misturas de pastagens comerciais. Os primeiros experimentos foram feitos em quadrados latinos, com cinco níveis de superfosfato. Experimentos mais recentes dão mais atenção às interações entre uma série de elementos reconhecidamente deficientes do que à determinação do nível ótimo de aplicação de qualquer fertilizante. Um exemplo típico seria um fatorial $3P \times 3K \times 2Ca \times 2$ (Cu Zn Mo), em dois blocos completamente casualizados.

Testes em faixas

Foi usada maquinaria agrícola apropriada para se aplicarem fórmulas de fertilizantes de elementos potencialmente deficientes em faixas em pastagens sob pastejo.

Ensaio de fertilização para manutenção de pastagens sob pastejo

Atualmente, está em andamento um en-

saio de pastejo desenhado especialmente para se estudar os requisitos de fertilização de manutenção de pastagens sob pastejo. O experimento, no início, consistia de uma pastagem uniforme, fertilizada suficientemente em um solo reconhecidamente baixo em P, K, Ca e S. Em alguns tratamentos, foi descontinuado o uso de fertilizante. Tentativas estão sendo feitas para se medirem diferenças em requerimentos, níveis de esgotamento e os padrões de reciclagem dos elementos mencionados acima, com taxas de lotação de 5, 6,25 e 7,5 animais/ha.

Observações da fertilização comercial

O objetivo é medir as mudanças nos níveis nutricionais das diversas classes de terras com diferenças conhecidas quanto à fertilidade natural. Inicialmente, foi dada maior ênfase às taxas de esgotamento dos níveis de P e K do solo, uma vez que haviam sido ajustados o nível de P disponível em, aproximadamente 30 ppm, e o de K trocável, em 120 ppm, por meio da adição do fertilizante. Anualmente, durante os meses de junho e julho, tomam-se 40 subamostras de solo (10 cm) de dois trajetos em pastos representativos de certas unidades de solo/vegetação. O delineamento atual do projeto consiste em um ordenamento fatorial de três situações de precipitação x cinco classes de fertilidade de solo, segundo o indicado pelo tipo de vegetação natural x quatro réplicas.

RESULTADOS

Levantamento regional

Após tentar fazer uma série de grupamentos, Teitzel e Bruce (10) verificaram que o material originário do solo e a vegetação natural proporcionaram um marco natural para apresentar e extrapolar os resultados do programa de pesquisa sobre fertilidade do solo. Foram reconhecidos e descritos sete grupos principais de solos e onze unidades principais de vegetação. Algumas das associações vegetais não foram encontradas em alguns tipos de solos, e somente 48 unidades de vegetação e solos foram catalogadas.

Os grupos de vegetação foram selecionados para representar pontos em um espectro contínuo desde a floresta mesofítica densa com trepadeiras, até as áreas pouco densas de árvores esclerofíticas. O termo mesofítico é usado para descrever as árvores dicotiledôneas halófilas com folhas não esclerófilas. A literatura ecológica australiana usa o termo esclerófilo para descrever florestas ou terrenos arbóreos dominados por acácias, eucalíptos, e espécies dos gêneros *Tristania*, *Melaleuca*, *Casuarina*, etc., que possuem folhas xeromórficas duras. O termo é usado no mesmo contexto e nas mesmas unidades anteriores de vegetação, com exceção das árvores de chá (*Melaleuca* spp) que são agrupadas separadamente.

Os grupos de solos se baseiam principalmente na informação geológica de Keyser (5) e podem ser enumerados, em ordem decrescente de importância, como solos para pastagens: Granitos, Metamórficos, Basaltos, Areias de Praias, Aluviões Mistos e Solos Orgânicos. As indústrias de açúcar e banana ocupam solos de aluvião mais férteis e os menos íngremes com resíduos basálticos. Como resultado, as indústrias de pastejo se baseiam, amplamente, nos solos baixos e de textura leve, de origem graníticas ou metamórficas. Os grupos de sistemas mais convencionais de classificação de solos não coincidem com os anteriores. Os Krasnozems são restritos aos basaltos, mas os Solóuticos, Podzólicos e os Podzóis se apresentam em vários grupos de materiais originários, como acontece com os seguintes grupos da chave de Northcote (6): Um4, Um5, Um6, Gn2, Gn3, Dy2, Dy3, Uc4, e Uc5. Segundo a Taxonomia do Ministério da Agricultura dos Estados Unidos (U.S.D.A.), os solos basálticos são Oxissolos; os de aluvião são, principalmente, Inceptissolos com alguns Entissolos; as areias de praias são Entissolos; os metamórficos são, principalmente, Inceptissolos com alguns Ultissolos; no grupo dos graníticos existem tanto Ultissolos como Inceptissolos; e os solos orgânicos são Histossolos.

"Screening" nutricional para o estabelecimento de pastagens

114

Teitzel e Brüce (10, 11, 12) agruparam os resultados de 54 ensaios exploratórios com base no material originário do solo. Estes resultados estão representados resumidamente na Tabela 1. Seu ponto mais importante é uma resposta ampla e geral ao P. Aplicações adicionais de Cu produziram aumentos no crescimento das plantas numa alta proporção de solos derivados de granito e areia de praia. A deficiência de Zn se limitou aos solos graníticos, e a de Mo, aos solos derivados de rochas metamórficas. De um modo geral, as respostas ao K foram mais baixas e se registravam nos solos metamórficos, graníticos e de areia de praia. As respostas ao Ca e ao S não se restringiam a tipos particulares de solo. Os únicos outros elementos que produziram aumentos significantes no crescimento das plantas foram o B e o Mg, cada um em um experimento. As respostas a tratamentos "globais" e da interações de elementos também foram medidas, porém, não foram consideradas neste trabalho.

"Screening" nutricional para a manutenção de pastagens

Este trabalho está em andamento. Os resultados preliminares sugerem que, com o tempo, a deficiência de Mo é mais pronunciada nos solos basálticos. Outra resposta ao Mo foi registrada em solo basáltico, dois anos após uma aplicação comercial de 0,05 kg de molibdato de sódio/ha. Em outros tipos de solo, após quatro anos de aplicação comercial, ainda deverão reaparecer deficiências de micronutrientes, porém, só foram analisadas, até o presente, um número relativamente reduzido de regiões. Distoando bastante das tendências apresentadas na Tabela 1, as respostas ao Mo nos solos graníticos, têm sido observadas somente cerca de quatro ou cinco anos após o estabelecimento da pastagem. Até hoje, nenhum outro resultado sugere que os padrões de respostas da Tabela 1 não são guias úteis para os programas de fertilização de manutenção.

Ensaio de níveis de fertilização

Os resultados destes ensaios têm concor-

TABELA 1. Distribuição e resposta média de produção de adições minerais*

Elemento adicionado	Relações médias de rendimento**				
	Basáltos	Solos metamórficos	Granitos	Areias marinhas	Aluviões mistos
P	4,44(9)***	2,75(9)	9,50(14)	6,39(12)	9,41(10)
K		1,17(4)	1,24(8)	1,49(4)	
Ca	1,25(4)	1,87(7)	1,60(5)	1,32(3)	3,06(4)
S	1,30(2)	1,15(4)	1,34(2)	1,16(2)	
Cu			1,67(8)	2,08(11)	1,75(1)
Zn			1,28(9)	2,19(1)	
Mo	1,15(1)	1,43(6)		1,18(2)	1,25(2)
B				1,13(1)	
Mg		1,29(1)			
Completo		1,34(1)	1,26(2)	1,13(3)	1,76(2)
Número total dos locais estudados	9	9	14	12	10

* Espécies indicadoras incluíram *Macroptilium lathyroides* (L) Urb. *M. atropurpureum* e *S. guianensis*.

** Proporção de rendimento = $\frac{\text{Produção com o elemento}}{\text{Produção sem o elemento}}$

Excetuando aquelas utilizadas para calcular a relação de rendimento para P, todas as plantas receberam uma aplicação básica de 60 kg de P/ha.

*** Os números entre parênteses indicam o número de locais onde houve respostas.

dado rigorosamente com as respostas qualitativas demonstradas na Tabela 1. Em termos quantitativos, tem sido mostrada uma infinidade de diferentes curvas de respostas de crescimento e interações (2, 3, 8, 10, 11, 12; Teitzel e Standley, dados não publicados).

De um modo geral, as gramíneas e leguminosas se mostram menos sensíveis à fertilização em áreas de antigas florestas úmidas, principalmente em solos basálticos. Nessas áreas, foi observada uma resposta inicial importante ao P aplicado, porém, após cerca de 10 semanas, muitas das diferenças desses tratamentos com P não eram mais significantes. Esse fato contrastou notavelmente com os ensaios realizados nas florestas esclerófilas e outras áreas de cobertura arbórea em solos derivados de material metamórfico, granítico, de aluvião mixto e de areias de praia. Somente com fertilizações fosfatadas nessas áreas, as espécies forrageiras melhoradas podem ter estabelecimento satisfatório. No entanto, nos solos arenosos (alguns grani-

tos e areias de praias), a distância entre uma extrema deficiência de P e sua toxicidez é muito pequena. As produções de leguminosas declinaram drasticamente com os tratamentos de 60 e 80 kg/ha de P e as plantas sobreviventes continham de 2 a 3% de P, em vez de um conteúdo mais normal de 0,2% de P. Quando o ensaio incluía tratamentos de Ca em arranjo factorial, em geral, a depressão no crescimento e o teor de P na planta se reduziram com 500 kg de CaCO_3 /ha ou com uma quantidade equivalente de CaCl_2 . O tratamento de 500 kg de CaCO_3 funcionou em diferentes formas e em diferentes lugares, por exemplo, superando um desequilíbrio de Al, uma liberação de Mo e uma deficiência de Ca. Experiência limitada com taxas mais altas (2.000 kg/ha) de CaCO_3 sugere que estas reduzirão o crescimento das leguminosas. As respostas a aplicações de K, Cu, Zn e Mo foram mais diretas e meramente aditivas à resposta ao P. Sua relativa relevância e as seqüências do efeito aditivo, variaram com os locais. As gramíneas mostraram uma necessi-

dade de maiores quantidades de K e as leguminosas se mostraram mais sensíveis às deficiências de elementos menores. Em alguns casos, registraram-se reduções no crescimento com níveis superiores a 150 kg de KCl/ha.

Química do solo e planta

Foi demonstrado que é bastante difícil se obter um bom estabelecimento de pastagem em solos que contêm menos de 15 ppm de P disponível, exceto em solos basálticos. Os benefícios do estabelecimento da pastagem com aplicação de P, em solos com um nível alto de P disponível, e em solos basálticos, foram muito variados mas, o aumento no crescimento da planta foi bastante satisfatório, pelo menos a curto prazo.

Com absoluta certeza, pode-se esperar uma resposta a Ca nos solos onde o pH está abaixo de 5,0 e o nível de saturação de Al acima de 40%. As análises químicas de solo para K, Cu e Zn não foram indicadores confiáveis das necessidades desses elementos para o estabelecimento da pastagem.

Em South Johnstone, um banco de dados vem acumulando análises *ad hoc* de solos do distrito. Baseando-se nesses dados, estabeleceram-se, como tentativa, os níveis de 30 ppm de P disponível e 120 ppm de K trocável, como níveis ótimos para a manutenção de pastagens produtivas de gramíneas/leguminosas, em solos graníticos, metamórficos e de aluvião mistos, na área. Estimativas visuais da composição e da taxa de crescimento das pastagens foram os únicos critérios considerados para o estabelecimento de tais níveis; isto é, de acordo com a experiência local, não existem boas pastagens quando o P e o K se encontravam abaixo desses níveis. Essa observação não é válida para os basaltos e areias marinhas.

O conteúdo químico da planta variou dramaticamente com a adição do elemento sob estudo, com as mudanças no status de outros elementos, com a idade, com a estação do ano, severidade de defoliação da planta, assim como, entre espécie e variedades. Em ge-

ral, houve uma maior variação entre o mesmo tratamento entre os diferentes locais do que entre tratamentos diferentes com diferenças de produção altamente significativas no experimento. Essas variações não seriam um fator quando se utilizam procedimentos padronizados para determinar os "níveis críticos". No entanto, o problema das deficiências seqüenciais múltiplas e sua influência dinâmica no conteúdo químico da planta permanece. Outro ponto fraco é que, normalmente, os valores críticos estão padronizados nas partes terminais das plantas, as quais são difíceis de se encontrarem em pastagens sob pastejo. Apesar do ainda deficiente desempenho no prognóstico da fertilização, a química da planta tem tido um papel interpretativo relevante: por exemplo, a diluição do K, causada por uma aplicação de P, e o aumento no teor de N das leguminosas, causado pela liberação do Mo através da adição de CaCO_3 .

Testes em faixas

Os testes em faixas não têm sido indicadores confiáveis das necessidades de fertilização.

Ensaio de fertilização para manutenção de pastagens sob pastejo

Este ensaio está ainda em desenvolvimento. Os efeitos dos tratamentos de fertilização ainda são mínimos, quando comparados com os das diferentes taxas de lotação. Depois de quase três anos, as aplicações adicionais de P não têm mostrado um efeito significativo. Ensaios correlatos sugerem que se pode esperar uma resposta positiva a 500 kg de CaCO_3 /ha e uma depressão com níveis mais altos. No ensaio de pastejo, o tratamento de 500 kg de CaCO_3 /ha tem apresentado um efeito depressivo pequeno, porém constante, tanto na produção da pastagem, como na produção animal.

Observações da fertilização comercial

Os níveis de K trocável se mantiveram surpreendentemente estáveis em todos os trajetos, quando os níveis no solo eram apro-

ximadamente 120 ppm. Não há necessidade real de uma fertilização adicional de K, após uns quatro anos de aplicação do KCl. Por outro lado, os níveis de P disponível se reduziram regularmente. Os dados mostram que as taxas mais rápidas de declínio nos solos graníticos e metamórficos podem ser neutralizadas por meio de aplicações de 300 kg de SFS/ha, cada dois anos. Os dados de P foram entretanto, extremamente variáveis, variações estas entre trajetos e em um mesmo trajeto da mesma área. Como consequência, ainda não tem sido possível medirem-se diferenças consistentes nas taxas de esgotamento entre as classes de terras representativas dos diferentes níveis de fertilidade natural.

As evidências disponíveis até o presente indicam que a causa principal dos dados variáveis de P é a aplicação inadequada do fertilizante comercial. Existem fortes evidências de que os operadores evitam as áreas difíceis (pantanosas ou acidentadas) e fazem poucos esforços para marcar as áreas de aplicação em um pasto. O desempenho deficiente dos operadores se soma aos padrões físicos deficientes do superfosfato. Foi observado que o tamanho das partículas de superfosfato oscilava entre 0,1 mm a, aproximadamente, 1 cm e, igualmente, a proporção de partículas de diferentes tamanhos varia entre os sacos e os lotes do produto. Nos lotes volumosos, as partículas grandes tendem a se acumular na superfície durante o transporte. Assim sendo, é impossível calibrar-se apropriadamente alguma máquina. As máquinas mais comuns são as aspersoras rotativas e que são pouco eficientes para espalhar o material que contenha partículas de diferentes tamanhos. Os problemas se agravaram porque se verificou que as misturas de superfosfato/microelementos eram tão somente uma rudimentar mistura de superfosfato comercial e compostos muito finos de elementos menores. De modo geral, havia operadores ineficazes que utilizavam máquinas impróprias para aplicar um produto deficiente.

Relações entre os resultados de diferentes tipos de experimentos em unidades semelhantes de classe de terra.

Como um exemplo, são apresentados contrastes de experimentos realizados em dois locais representativos da unidade de terra de floresta esclerófila/solo granítico. Os dados foram obtidos de Teitzel (8), Teitzel & Bruce (10) e Teitzel, dados não publicados. Os experimentos no local 1 foram um "screening" em vasos, um "screening" no campo e um ensaio de níveis de fertilização no campo. No local 2, havia um "screening" em vasos e um ensaio de pastejo de sistemas de produção.

Na Tabela 2 são representados os resultados dos ensaios de "screening" nutricional. Em todos os experimentos, o crescimento da planta foi aumentado com a aplicação de P, K e Cu, com Zn nos dois experimentos em vasos e no experimento em vasos, no local 1, com Ca. O ensaio de campo no local 1 teve Ca na forma de $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$.

A seguir é representada a magnitude da produção de *Macroptilium atropurpureum* (DC) Urb (Kg MS/ha), no ensaio de "Screening", no local 1:

	K ₀	K ₁
Cu ₀	265	229
Cu ₁	543	712
DMS (5%)	132; (1%)	178

Para o ensaio de campo seguinte, sobre níveis de fertilização, foi semeada uma mistura de *P. maximum* e *S. guianensis*. As produções de MS e algumas análises químicas da forragem estão resumidas na Tabela 3 e 4. Os dados revelam diversos graus de resposta e a presença de fatores de competição das plantas, depois da aplicação de diferentes níveis e combinações de P, K e Cu. Os dados de composição química das plantas ajudam na interpretação dos dados de produção e realçam a importância dos efeitos das interações e da diluição que pode ser operativa.

No ensaio de sistemas de produção em pastejo, uma combinação de tratamentos permite avaliar a importância dos elementos mencionados anteriormente, em termos de produção animal. Com 30 kg de P/ha, de três

TABELA 2. Experimentos de "screening" nutricional em duas localidades com solos graníticos*

	Relações de rendimentos significativas				
	P	K	Ca	Cu	Zn
Localidade 1					
Ensaio de vaso	2,74	1,32	1,37	2,25	1,31
Ensaio de campo	4,07	1,31	—	2,41	—
Localidade 2					
Ensaio de vaso	7,70	1,24	—	1,51	1,37

*As espécies indicadoras foram: ensaios de vaso, *M. lathyroides*;
ensaio de campo, *M. atropurpureum*

TABELA 3. Efeitos médios de P, K e Cu na produção de MS e composição química dos componentes da pastagem no ensaio de campo sobre níveis de fertilização.

Tratamento	Rendimento		P		K	
	<i>P. maximum</i> *	<i>S. guianensis</i> **	<i>P. maximum</i>	<i>S. guianensis</i>	<i>P. maximum</i>	<i>S. guianensis</i>
	— kg/ha de MS —		%			
P ₀	578	511	0,11	0,15	2,36	1,77
P 300	1615	533	0,12	0,20	2,01	1,52
P 600	2084	523	0,15	0,23	1,79	1,34
DMS 5%	479	174	0,02	0,02	0,23	0,16
Cu 0	1260	344	0,13	0,20	2,05	1,66
Cu 10	1476	641	0,12	0,19	2,01	1,47
Cu 40	1541	582	0,13	0,19	2,10	1,49
DMS 5%	479	174	0,02	0,02	0,23	0,16
K 0	1048	419	0,13	0,20	1,73	1,10
K 50	1517	526	0,12	0,18	1,96	1,43
K 100	1448	565	0,12	0,20	2,18	1,63
K 200	1701	579	0,14	0,20	2,36	2,00
DMS 5%	553	199	0,03	0,03	0,27	0,18

* *P. maximum* cv. Riversdale

***S. guianensis* cv. Schofield

em três anos, a taxa máxima de lotação que se pode ter é de 1,5 animais/ha. Com uma aplicação inicial de 50 kg P, 100 kg KCl, 10 kg CuCO_4 , 10 kg ZnSO_4 e uma reaplicação de 30 kg P, de dois em dois anos, e 10 kg CuSO_4 , 10 kg ZnSO_4 e 0,4 kg de molibdato de sódio, de quatro em quatro anos, foi possível aumentar as taxas de lotação para 3,0 animais/ha. Os experimentos em vasos (não apresentados neste trabalho) mostraram que o local respondeu a Mo quatro anos após o estabelecimento.

Séries similares de resultados complementares foram obtidas em outras localidades. Provavelmente, o aspecto mais importante é a confiabilidade e a sensibilidade dos ensaios em vasos, em casa de vegetação, como técnica de "screening".

RECOMENDAÇÕES DE FERTILIZAÇÃO

Estabelecimento das pastagens

O problema consistia em simplificar a diversidade encontrada na grande quantidade de unidades de terra, de tal maneira que um conselheiro agrícola pudesse estimar adequadamente o número e os tipos de fertilizantes necessários para o estabelecimento de um tipo particular de pastagem, numa determinada área.

A vegetação natural foi considerada como um bom indicador de nível geral de fertilidade. Os resultados experimentais concordaram com a experiência comercial em demonstrar que os solos que suportam florestas úmidas densas requerem pouca fertilização

TABELA 4. Efeito de algumas combinações de fertilização com P, K e Cu na produção e concentração de K na pastagem do ensaio de campo sobre níveis de fertilização:

Tratamento		<i>S. guianensis</i> *		<i>P. maximum</i> **	
		Cu ₀	Cu ₁	Cu ₀	Cu ₁
Concentração de K (%)					
K ₀	P ₀	1,35	1,48	1,95	2,34
	P ₁	1,39	1,26	1,30	1,74
	P ₂	1,23	0,59	1,53	1,20
K ₂	P ₀	1,87	1,97	2,64	2,73
	P ₁	1,75	1,37	2,32	1,88
	P ₂	1,51	1,21	1,77	1,87
Rendimento (kg MS/ha)					
K ₀	P ₀	313	522	262	270
	P ₁	358	531	425	1996
	P ₂	213	426	948	1861
K ₂	P ₀	437	354	435	288
	P ₁	342	677	1359	1438
	P ₂	423	568	2949	2677

* *S. guianensis* cv. Schofield

** *P. maximum* cv. Riversdale

no estabelecimento da pastagem. À medida em que aumentava a proporção de espécies esclerófilas, as respostas no crescimento das plantas tornaram-se mais dramáticas e as quantidades de fertilização necessárias para um ótimo estabelecimento aumentaram. Nos grupos de vegetação puramente esclerófila, as áreas de mais baixa fertilidade consistiam de árvores raquíticas e atrofiadas, com árvores esparsas com uma camada herbácea de gramínea bem desenvolvida. Entre os dois extremos da floresta úmida e da vegetação arbórea/herbácea, existia uma gama de vegetação natural que ia desde as mais exuberantes até as menos exuberantes. Os resultados dos ensaios também demonstraram a importância da separação das áreas bem drenadas, das mal drenadas. Esta informação está resumida na Tabela 5.

As análises químicas do solo fornecem mais suporte para uma série de fertilidade baseada em grupos de vegetação natural. Teitzel e Bruce (9) relataram uma alta correlação positiva entre o Carbono orgânico e a capacidade de troca de cátions ($r = 0,90^{**}$ $n = 60$), porém baixa correlação entre o teor de

argila (esse teor flutua de 6 a 44%) e a capacidade de troca de cátions ($R = 0,18$ m.s. $n = 60$). O Carbono orgânico do solo é mais alto sob os tipos mais exuberantes de vegetação; à medida em que a vegetação se torna menos exuberante, ao baixar de série, diminuem o conteúdo de Carbono orgânico e a capacidade de troca de cátions.

Também ficou logo aparente a relação entre o material originário do solo e as classes de vegetação natural. Nos solos basálticos, foi encontrada somente vegetação de floresta úmida e, nos solos derivados de areias marinhas, somente tipos de vegetação esclerófila.

Considerou-se que os solos basálticos eram suficientemente férteis para a floresta úmida, e as areias de praia, por demais pobres. Entretanto, nos solos derivados de granito, que em geral eram considerados de baixa fertilidade, ocorre uma variedade de classes de vegetação. Também ocorre uma ampla variedade nos solos derivados de rochas metamórficas, porém, nesses solos e nos não basálticos, os grupos de vegetação de floresta

TABELA 5. Grupos de vegetação indicativos do status de fertilidade do solo. (As setas indicam diminuição da fertilidade).

Áreas bem drenadas	Áreas deficientemente drenadas
Floresta úmida (floresta mesofítica com lianas)	Floresta de palmeiras (floresta mesofítica de palmeira com lianas)
↓	↓
Vegetação arbórea esparsa (floresta esclerófila-mesofítica com lianas)	Vegetação arbórea de chá de folha fina (floresta de Melaleuca alta)
↓	↓
Floresta aberta (floresta esclerófila aberta)	Vegetação arbórea de chá de folha larga (terreno arbóreo de Melaleuca)
↓	
Vegetação arbórea com substrato herbáceo (terreno arbóreo/herbáceo esclerófilo)	

úmida se encontram somente em áreas de acúmulo de nutrientes, tais como, nas margens de riachos e nos sopés de montes e colinas.

Aparentemente, o enriquecimento local através do acúmulo de nutrientes pode, até certo ponto, suprir as diferenças do material originário do solo. No entanto, com as areias marinhas como exemplo marcante, é evidente que o acúmulo de nutrientes não é suficiente para superar completamente as diferenças do material originário do solo.

Na Tabela 1, foi mostrado o material originário do solo como um guia de boa confiabilidade para os elementos específicos que possam ser necessários. O que surge é uma dupla classificação baseada no material originário do solo e na vegetação natural. A Tabela 6 mostra as fertilizações recomendadas para as diferentes unidades de solo-vegetação da área. Isto ilustra uma situação impar nas areias marinhas, isto é, recomenda-se uma fertilização mais baixa em áreas de fertilidade natural mais baixa. Isto se deve ao fato de que as plantas que crescem nesses solos pobres não poderiam utilizar grandes quantidades de fertilizantes no ano de estabelecimento, por duas razões principais, ambas relacionadas com o fator hídrico. Em primeiro lugar, como esses solos são muito arenosos, secam rapidamente, tornando a deficiência de umidade mais importante que a deficiência mineral. Em segundo lugar, existe pouquíssima argila ou húmus para reter os nutrientes no solo e com uma aplicação pesada, a maior parte dos nutrientes desaparece no solo. Existe outra anomalia aparente com a aplicação de fertilizantes recomendada para as áreas de floresta úmida, em solos basálticos, onde têm sido observadas somente respostas a curto prazo nos ensaios de campo. Na prática, essa resposta é considerada importante porque proporciona, a curto prazo, uma vantagem competitiva da pastagem sobre as invasoras e o rebrote.

Manutenção de pastagens

Sob as baixas condições econômicas da

indústria da carne, o objetivo básico de um programa de fertilização é a aplicação de mínimas quantidades de fertilizantes para manter a pastagem com uma taxa de lotação estabelecida. O fator crítico para tal é a fixação adequada do N por parte das leguminosas que fomenta o crescimento da gramínea consorciada, permitindo-lhe uma vantagem competitiva sobre as invasoras e o rebrote. Para tanto, concentrou-se a pesquisa na busca dos requisitos minerais mínimos para o crescimento ótimo da leguminosa e fixação de N. Felizmente, essa fertilização parece também satisfazer as necessidades das gramíneas. Não tem havido necessidade de modificar as aplicações de fertilização para alterar o equilíbrio gramínea/leguminosa. Qualquer tendência de domínio da gramínea produzida por aplicações pesadas de P tem sido superada por meio do manejo do pastejo. O trabalho está em andamento, mas os resultados disponíveis indicam que os programas de fertilização, para satisfazer os requisitos acima citados, também proporcionam altas produções animais. Portanto, surpreendentemente, não existe dicotomia nos objetivos.

As tendências atuais sugerem que o sistema de classificação material originário do solo/vegetação natural acima descrito também pode constituir-se como base para as estratégias de fertilização de manutenção. No entanto, as tentativas continuarão para obtenção de um sistema de classificação em forma mais significativa com base nos dados que se estão acumulando. Por hora, não é possível fazerem-se amplas recomendações sobre fertilização de manutenção, a não ser para os grupos principais de materiais originários do solo.

Solos graníticos

Excelentes pastagens têm sido encontradas onde o P disponível do solo alcança quase 30 ppm e o K trocável, cerca de 120 ppm. Cada pasto requer diferentes quantidades de fertilização para atingir esses níveis, de tal maneira que a amostragem do solo é um ponto preliminar necessário no planejamento do programa de fertilização. Cada amostra de solo, submetida a uma análise química,

TABELA 6. Fertilizações recomendadas para o estabelecimento de pastagens nas unidades de solo-vegetação da costa úmida tropical da Austrália.

	Basálto	Solo metamórfico	Granito	Aluvião misto	Areias marinhas
Floresta úmida	250 P	250 P	250 P	250 P	—
Floresta de palmeira	0,5 Mo	0,5 Mo	—	0,5 Mo	—
Vegetação arbórea esparsa	—	250 P 50 K 0,5 Mo	250 P 50 K	250 P 50 K 0,5 Mo	—
Floresta aberta	—	500 P 100 K 0,5 Mo	500 P 50-100 K 10 Zn 10 Cu	500 P 50-100 K 0,5 Mo 10 Cu	500 P 150 K 10 Cu 10 Zn
Vegetação arbórea com estrato herbáceo	—	—	500 P 100 K 10 Zn 10 Cu	500 P 100 K 0,5 Mo 10 Cu	250 P 10 Cu 10 Zn
Floresta de palmeira	—	250 P 0,5 Mo	250 P —	250 P 0,5 Mo	— —
Vegetação arbórea de chá de folha fina	—	500 P 100 K 0,5 Mo	500 P 50-100 K 10 Zn	500 P 50-100 K 0,5 Mo	N.R.
Vegetação arbórea de chá de folha larga	—	500 P 100 K 0,5 Mo	500 P 100 K 10 Zn	500 P 100 K 0,5 Mo	N.R.

N.R. = indica que o desenvolvimento destes solos não é recomendado

P = kg de superfosfato/ha

Mo = kg de molíbdato de sódio/ha

K = kg de KCl/ha

Cu = kg de CuSO₄/ha

Zn = kg de ZnSO₄/ha

deve consistir de mistura cuidadosamente feita de cerca de 30 subamostras retiradas com um trado para amostragem de solos. A profundidade dessas subamostras deve ser de 10 cm.

O K trocável tem apresentado poucas alterações em três anos e, uma vez satisfeitas as necessidades para o estabelecimento da

pastagem, pouco KCl seria necessário durante vários anos. No entanto, os níveis de P do solo diminuem gradativamente, e verificou-se a necessidade de aplicação de cerca de 300 kg de superfosfato/ha, de dois em dois anos, para manter o P do solo em 30 ppm.

Os solos graníticos também requerem insumos de S, Cu, Zn e Mo. Até hoje, um su-

perfosfato que contenha 10% de S tem satisfeito as necessidades de S. A recomendação atual para os elementos menores é de reaplicar 10 kg de CuSO_4 , 10 kg de ZnSO_4 e 0,5 kg de molibdato de sódio, de quatro em quatro anos. O Mo é aplicado comumente, porém o Cu e Zn somente naquelas áreas onde foram recomendados para o estabelecimento da pastagem.

Solos metamórficos

As recomendações feitas para o P, K, Mo e S nos solos graníticos também são, por hora, apropriadas para os metamórficos. Não se têm verificado deficiências de Cu e Zn. A única fertilização que possivelmente venha ser necessária é uma aplicação de 500 kg de CaCO_3 /ha em solos com um pH inferior a 5,0 e saturação de Al superior a 40%.

Solos derivados de areias marinhas

Estes solos são extremamente pobres em fertilidade e a regra geral é fazer aplicações "pequenas" e "frequentes". Raramente o K trocável excede a 60ppm. É recomendada uma aplicação anual de 150 kg de superfosfato/ha e 50 kg de KCl/ha, no final da estação chuvosa; 10 Kg de CuSO_4 , 10 kg de ZnSO_4 e 0,5 Kg de molibdato de sódio, aplicados de quatro em quatro anos, parece ser suficiente. Níveis altos de fertilização são inúteis nessas areias e podem até ser tóxicos.

Solos basálticos

Deficiências de P, Mo e S têm sido registradas. Foi verificado que os testes químicos não deram resultados confiáveis nestes solos. Os ensaios têm demonstrado que níveis de aplicação de superfosfato de 200—400 kg/ha são insuficientes para produzir aumentos relevantes no crescimento em locais de pastagens velhas. Se a pastagem não recebeu fertilizações por um espaço de cinco anos ou mais, a recomendação padrão é de 500 kg de superfosfato e 0,5 kg de molibdato de sódio por ha, seguidos de 200 kg de superfosfato anualmente e molibdato de sódio, de dois

em dois anos.

Solos mistos de aluvião

A variação que existe dentro desse grande grupo dificulta bastante estabelecer onde existe deficiência de um determinado elemento. Felizmente, para os cientistas de pastagens, somente algumas áreas pequenas estão disponíveis para o pastejo e para pastagens melhoradas. Nos locais em uso, a prática normal é seguir as recomendações que existem para o material originário dominante.

ASPECTOS ECONÔMICOS

Uns sete ou dez anos de experiência comercial contínua, têm demonstrado a importância e a confiabilidade das recomendações de fertilização para o estabelecimento de pastagens. Se as principais deficiências minerais não foram corrigidas, é impossível conseguir-se um desenvolvimento produtivo das pastagens. Os programas de fertilização recomendados abrangem somente uma proporção relativamente pequena do custo do preparo do terreno e do estabelecimento da pastagem e, provavelmente, por essa razão, têm sido adotados por muitos produtores.

As recomendações sobre fertilização de manutenção não têm sido bem aceitas. Após a queda dos preços da carne em 1974, a maioria dos produtores suspenderam completamente a aplicação de adubos. Isso trouxe conseqüências bastante adversas. Muitas pastagens foram tão invadidas pelas invasoras e pelo rebrote que perderam sua capacidade de engordar o gado. Os problemas de rebrote em algumas terras de floresta esclerófila foram tais que se tornava difícil crer que as áreas tinham sido desbravadas antes e muito menos que pudessem ser utilizadas para engorda.

As experiências comerciais posteriores e os ensaios de pastejo demonstram que, quando existe suficiente leguminosa na pastagem (1 a 2% de peso seco parece ser adequado), a correção das deficiências minerais e a in-

mentação das estratégias de fertilização de manutenção acima enunciadas poderão retroceder o processo de degradação da pastagem. Foi observado que, no processo de recuperação de seis a nove meses após a aplicação dos fertilizantes, foi possível aumentar as taxas de lotação para cerca de 3 animais/ha.

Pode-se argumentar que se deveria proteger o considerável capital investido nas pastagens de gramíneas/leguminosas com produção satisfatória existentes, por meio da execução dos programas recomendados para fertilização de manutenção. Do contrário, o capital já investido se perderá e será necessária uma injeção substancial de mais capital para o redensolvimento e aproveitamento de qualquer melhora do mercado da carne. Em casos como este, os retornos do capital investido seriam postergados, se fosse necessário estabelecer um programa de redensolvimento.

Os custos locais de 300 kg de superfosfato/ha, de dois em dois anos, e para 10 kg de CuSO_4 + 10 kg de ZnSO_4 + 0,5kg de molibdato de sódio, de quatro em quatro anos, são de, aproximadamente, A\$ 60/ha para um período de quatro anos (A\$15/ha/ano)*. Resultados não publicados de ensaios de pastejo têm demonstrado que boas pastagens de gramíneas/leguminosas que receberam as aplicações recomendadas para fertilização de manutenção suportaram entre 2,5 e 3,75 animais/ha. Os ganhos de peso foram tais, que os novilhos de 18 meses de idade engordaram em nove meses. Esse fato contrasta com uma situação comercial onde se considera normal uma taxa de lotação de 1,25 animais/ha e um período de engorda de doze a 18 meses.

* Taxa de câmbio aproximada em meados de 1978: A\$1 = US\$1,17

TABELA 7. Comparação dos custos e receitas anuais dos sistemas alternativos de engorda, em pastagens de gramíneas/leguminosas. (Supõe-se um preço de compra de um novilho de A\$50, e um preço de venda, nove meses mais tarde, de A\$ 100, ou seja, uma margem de A\$ 50/cabeça) †

Taxa de lotação	Insumos	Custo dos insumos	Receita	Lucro
(UA/ha)		A\$/ha		
1,25	Nenhum (método para degradação da pastagem)	0	83	83
1,25	Fertilização baixa (300 kg superfosfato/ha durante 4 anos)	6	83	77
1,25	Fertilização baixa + melaço (3,5 kg de melaço/cabeça/dia durante 6 meses)	23	83	60
2,5	Fertilização baixa + suplementação de melaço (degradação)	40	166	126
2,5	Fertilização recomendada (ex. P, Cu, Zn, Mo)	15	166	151
3,0	Fertilização recomendada	15	200	185

† Taxa de câmbio aproximada em meados de 1978: A\$1 = US\$ 1,17

Como foi possível comprar novilhos para engorda por um preço de A\$50 e vendê-los, nove meses depois, A\$100, aproximadamente, pode-se argumentar que a aplicação das estratégias de adubação recomendadas é uma proposta econômica altamente desejável, mesmo com as condições prevalentes do mercado. Certamente, essa é a alternativa mais atrativa das enunciadas na Tabela 7.

LITERATURA CITADA

1. Andrew, C.S. and I.F. Fergus, 1976. Plant nutrition and soil fertility. p. 101-133. In: N.H. Shaw and W.W. Bryan (ed.) Tropical pasture research principles and methods. Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. Bulletin 51. Hurley, England.
2. Bruce, R.C. 1972. The effect of topdressed superphosphate on the yield and botanical composition of a *Stylosanthes guyanensis* pasture. Tropical Grasslands 6: 135-140.
3. ——— and J.K. Teitzel. 1978. Nutrition of *Stylosanthes guyanensis* on two sandy soils in a humid tropical environment. Tropical Grasslands 12: 39-48.
4. Grof, B. 1965. Establishment of legumes in the humid tropics of north-eastern Australia. p. 1137-1142. In Proceedings IX International Grasslands Congress, Brazil.
5. Keyser, F. de. 1964. Innisfail, Queensland 1: 250,000 Geological Series. Explanatory notes. Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics, Australia. Sheet E/55-6.
6. Northcote, K.H. 1965. Factual key for the recognition of Australian soils. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Division of Soils, Divisional Report 2/65. Adelaide, Australia.
7. Sweeney, F. 1961. Changing blade grass plains at Tully into good pastures. Queensland Agricultural Journal 87:697-698.
8. Teitzel, J.K. 1969. Responses to phosphorus, copper, and potassium on a granitic loam of the wet tropical coast of Queensland. Tropical Grasslands 3: 43-48.
9. ——— and R.C. Bruce. 1970. Soil fertility studies on the wet tropical coast of Queensland. p. 475-479. In Proceedings XI International Grasslands Congress, Australia.
10. ——— and R.C. Bruce. 1971. Fertility studies of pasture soils in the wet tropical coast of Queensland. Parts 1 and 2. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 1: 281-287.
11. ——— and R.C. Bruce. 1972. Fertility studies of pasture soils in the wet tropical coast of Queensland. Parts 3 and 4. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 2: 49-54, 281-287.
12. ——— and R.C. Bruce. 1973. Fertility studies of pasture soils in the wet tropical coast of Queensland. Parts 5 and 6. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 13: 319-324.

CONSIDERAÇÕES SOBRE A FERTILIZAÇÃO FOSFATADA NO ESTABELECIMENTO E PERSISTÊNCIA DE PASTAGENS EM SOLOS ÁCIDOS E DE BAIXA FERTILIDADE NA AMÉRICA LATINA TROPICAL

William E. Fenster

Luis Alfredo León*

RESUMO

Um dos principais problemas no estabelecimento e na manutenção das pastagens melhoradas, nos Oxissolos e Ultissolos da América Latina tropical, são os níveis extremamente baixos tanto de P total como de P disponível. Além disso, geralmente, estes solos possuem uma elevada capacidade de fixação de P, de maneira que se devem adicionar quantidades consideráveis de P para satisfazer aos requerimentos das plantas e dos solos. Em decorrência destas limitações, além do elevado custo por unidade do fertilizante fosfatado, devem ser considerados métodos alternativos para o manejo de pastagens melhoradas. Este trabalho considera quatro métodos econômicos para melhorar a produção de forragem, preenchendo os requerimentos de P na planta. Os métodos são: (1) seleção de espécies de plantas que poderão tolerar níveis relativamente baixos de P disponível no solo; (2) determinação de níveis e métodos de aplicação do fertilizante fosfatado, para aumentar sua eficiência inicial e residual; (3) uso de fontes mais baratas e menos solúveis de P, e (4) utilização de correção do solo para aumentar a disponibilidade do P aplicado.

De um modo geral, considera-se o P como o elemento mais limitante nos solos ácidos e de baixa fertilidade da América Latina Tropical. O P total oscila entre 200 e 600 ppm somente, e o P disponível, determinado pelo método Bray II, de 1 a 5 ppm. É evidente que para aumentar a produção da forragem, devem-se adicionar fertilizantes fosfatados a estes solos, bem como selecionar espécies forrageiras que utilizem o P eficientemente. Estes solos são ácidos (pH 4,0 - 5,5) e, frequentemente com altos teores de óxidos e hidróxidos livres de Fe e Al, que tendem a fixar rapidamente grandes quantidades de P,

principalmente quando este é aplicado em formas mais solúveis, como o superfosfato simples (SFS) ou triplo (SFT).

Apesar de este trabalho enfatizar a importância do uso do P na produção de forragem, deve-se lembrar que estes solos, em geral, são deficientes em todos os nutrientes primários e secundários, como por exemplo, Zn, B, Mo e Cu (12). Além disso, existem vários casos de toxicidade de Mn e Al que afeta uma série de espécies forrageiras.

Do ponto de vista de propriedades físicas, os Oxissolos e Ultissolos apresentam poucos problemas de manejo. Com exceção de alguns Ultissolos arenosos, que são susceptíveis à compactação e erosão por causas mecânicas, estes solos possuem uma excelente estrutura, permanecendo, em geral, bem drenados e com uma boa qualidade de infiltra-

Especialistas em Fertilidade e Química do Solo, respectivamente. Membros do Centro Internacional do Desenvolvimento de Fertilizantes, Programa de Fósforo, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colômbia.

ção de água. Sanchez (11) afirma que "a excelente estrutura destes solos é consequência de suas partículas primárias se unirem em grânulos muito estáveis, de tamanho similar ao dos grãos de areia. Sua grande estabilidade está associada com altos conteúdos de argila e um revestimento ou cimentação de ferro amorfo e óxidos de alumínio". A capacidade de retenção de água nestes solos é relativamente baixa, devido às partículas estáveis do tamanho de grãos de areia e, mesmo durante os períodos curtos de seca, o estresse hídrico da planta pode constituir problema.

Para se poder adotar uma estratégia correta e econômica no manejo do P, para produção de forragem nos Oxisolos e nos Ultissolos ácidos e de baixa fertilidade da América Latina tropical, devem ser considerados diversos fatores. Entre outros se destacariam principalmente os seguintes pontos: (1) seleção de espécies que tolerem níveis relativamente baixos de P disponível no solo; (2) determinação de níveis e métodos de aplicação de fertilizantes fosfatados que permitam aumentar sua eficiência, tanto inicial como residual; (3) uso de formas de P mais baratas e menos solúveis, como o fosfato de rocha (FR) ou o FR parcialmente acidulado; e (4) uso de correções de solo para melhorar e aumentar a eficácia do P aplicado (12).

USO DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS EFICIENTES PARA BAIXOS NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL NO SOLO

Muller (2) realizou um ensaio em casa de vegetação com Oxisolo de Carimagua, com várias espécies forrageiras, para determinar o nível crítico de P do solo, com vistas a obter de 60% a 80% da produção máxima, segundo o método de Cate-Nelson. Os níveis de P aplicados ao solo variavam de 0 a 240 kg/ha e as produções de matéria seca (MS) foram correlacionadas com os valores de P do ensaio do solo (Bray II) destinados a calcular os requisitos externos de P. Os resultados indicaram que os requerimentos externos de P variavam bastante entre as espécies e ecótipos das forrageiras testadas. Os Números oscilaram entre 2,5 ppm de P para os

Stylosanthes guianensis (Aubl.) Sw. e *Stylosanthes capitata* Vog., e 11,4 ppm para o *Desmodium leonii*. Dados não publicados de León indicam que os níveis de aplicação de P variam aproximadamente de 50 a 300 kg P₂O₅/ha para poder satisfazer as exigências nutricionais de diversas plantas em um Oxisolo de Carimagua e em um Ultissolo de Quilichao, na Colômbia (Fig. 2).

Sanchez, León e Ayarza (dados não publicados), trabalhando com várias espécies de leguminosas semeadas em Ultissolos de Quilichao, em casa de vegetação, encontraram uma ampla faixa de respostas ao P aplicado, em termos de produção. De maneira geral, *Centrosema plumieri* (Pers.) Benth., *Zornia* 728 e *S. capitata* não responderam ao P adicionado, enquanto que *S. guianensis* 136, *Desmodium ovalifolium* Vahl. e *Centrosema* 438 responderam a aplicações de 50, 100 e 400 kg P₂O₅/ha, respectivamente (Fig. 3). Esses dados parecem se correlacionar satisfatoriamente com os de Müller e León (Figs. 1 e 2).

Considerando-se a filosofia de utilização de um mínimo de insumos, é significativo que se necessitem somente 50 kg/ha de P₂O₅ para atingir o nível crítico na análise de solo que é de 2,5 ppm de P (Bray II), para *S. capitata*, em Carimagua. Também é importante considerar que esse nível mínimo de insumo terá um efeito residual bastante menor, de tal maneira que se deveria considerar a possibilidade de se aplicarem quantidades mais elevadas de P inicialmente, ou então realizarem-se aplicações anuais posteriormente. Parece que para se conseguir manter inclusive as espécies que utilizem o P de maneira mais eficiente, seriam requeridas quantidades substanciais do fertilizante fosfatado.

Outro aspecto que deve ser considerado na seleção de espécies forrageiras, com requerimentos relativamente baixos de P, é a quantidade deste elemento necessária para estabelecer a pastagem, *versus* a quantidade requerida para mantê-la em níveis de produção próximos do máximo. Ozanne *et al.* (10) levaram a efeito um ensaio de vaso, com oito

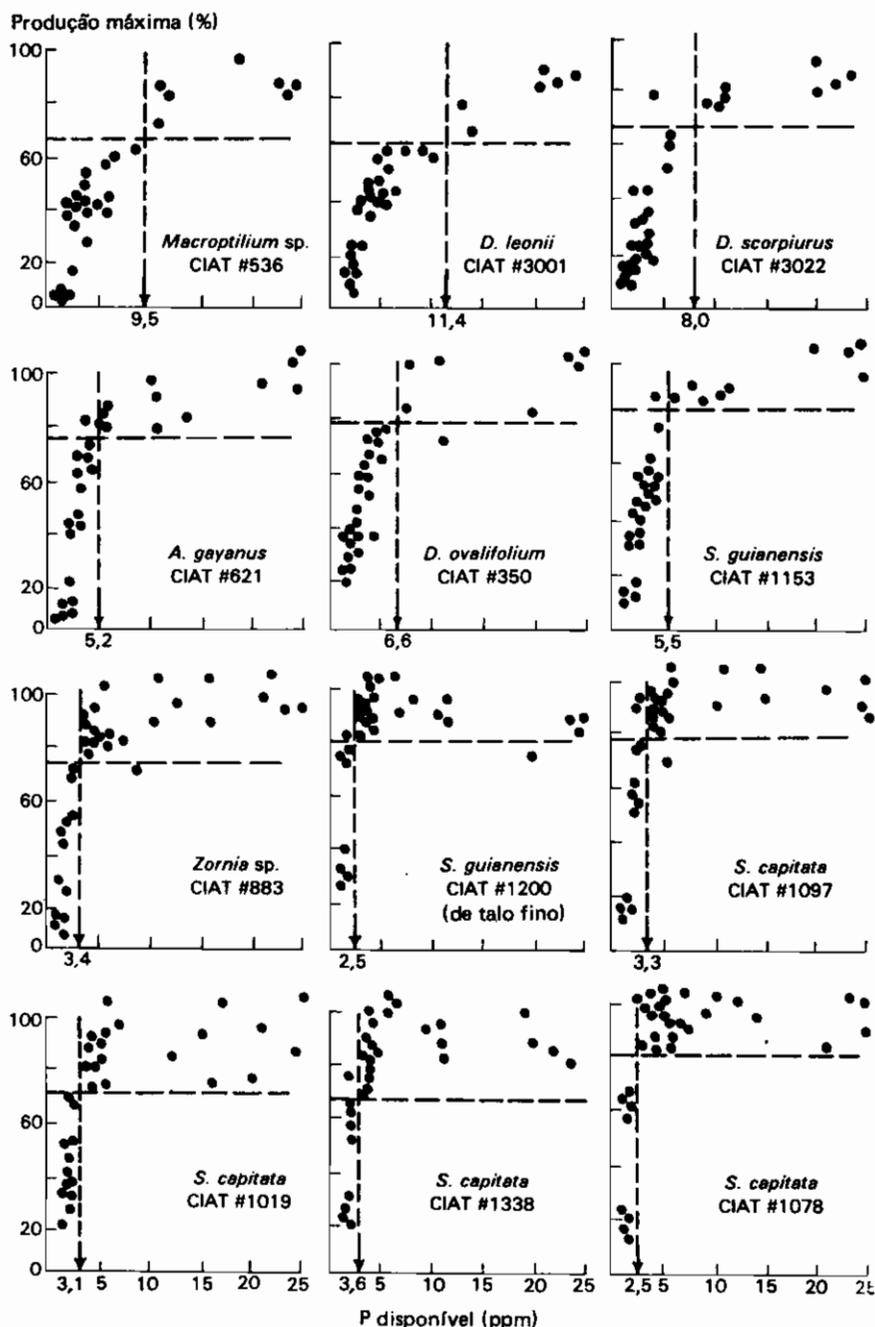


Figura 1. Requerimentos externos de P de 12 variedades do CIAT em um Oxissolo de Carimáguá, cultivadas em casa de vegetação (3).

espécies de leguminosas e gramíneas adaptadas às condições australianas, e determinaram os requerimentos de P nos diferentes estádios de crescimento. A quantidade mínima

de P requerida para se obter 90% do crescimento máximo variou notoriamente com as fases de crescimento dentro das espécies e entre as várias espécies (Tabela 1). De maneira

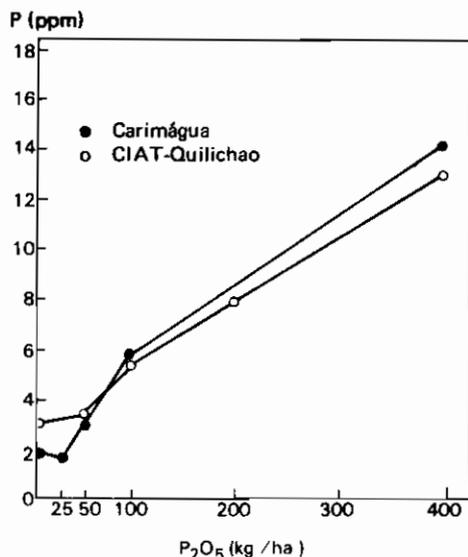


Figura 2. Efeito da aplicação de P (SFT) na quantidade de P do solo (Bray II) em duas localidades da Colômbia.

Produção de MS (g/vaso).

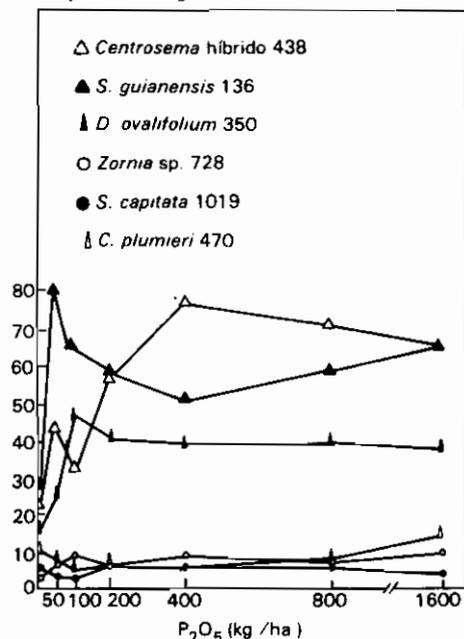


Figura 3. Efeito de níveis variáveis de P (SFT) na produção de MS de várias leguminosas forrageiras cultivadas em casa de vegetação, no CIAT - Ultisolo de Quilichao (dados não publicados de Sánchez et al., 1978).

ra geral, e com exceção de uma leguminosa (*Trifolium cherleri* L.), os requerimentos mínimos de P, para atingir o máximo crescimento na maturação, foram iguais ou menores do que as exigências no desenvolvimento inicial da planta.

Na seleção de forrageiras tolerantes a baixos níveis de P, o ideal seria encontrar espécies com baixas exigências de P, tanto no estabelecimento como na manutenção. Se isto não for possível, uma alternativa razoável seria a de selecionar uma forrageira que necessite quantidades um pouco maiores de P no estabelecimento, mas somente quantidades mínimas para a manutenção.

DETERMINAÇÃO DE MÉTODOS DE APLICAÇÃO E NÍVEIS MAIS EFICIENTES

Métodos de aplicação

Na América Latina tropical, a fertilização de pastagens tem seguido, geralmente o método clássico de aplicação do superfostado a lanço, com posterior incorporação, no estabelecimento, seguida por adubações periódicas, em cobertura. Recentemente, têm sido realizadas pesquisas para se determinar o efeito do emprego do P no estabelecimento

TABELA 1. Fósforo necessário para se obter 90% da produção máxima em duas épocas de colheita, na Austrália. (Adaptado de 10).

Espécies	P aplicado (ppm)	
	Dia 29	Dia 92*
<i>Trifolium cherleri</i>	140	302
<i>Trifolium hirtum</i>	128	124
<i>Trifolium subterraneum</i>	137	87
<i>Lupinus pilosus</i>	49	57
<i>Cryptostemma calendulacea</i>	242	43
<i>Erodium botrys</i>	124	43
<i>Lolium rigidum</i>	80	26
<i>Festuca myuros</i>	87	21

* Floração total

da pastagem, e os resultados têm variado notavelmente.

Usando Escoria de Thomas como fonte de P, Spain e Ayarza (2) compararam aplicação a lanço e em faixas, em três consorciações de gramíneas-leguminosas em Carimagua, Colômbia. O ensaio incluía também níveis de 10, 40 e 70 kg/ha de P_2O_5 . As sementes foram misturadas com o fertilizante, de tal maneira que a semeadura foi também feita em faixas e a lanço. Os pesquisadores concluíram que há vantagem na aplicação das sementes e do fertilizante em faixas (Fig. 4). A aplicação em faixas no estabelecimento de uma consorciação parece beneficiar mais a leguminosa do que a gramínea. Eles concluíram que "a semeadura e a aplicação dos fertilizantes em faixas cria aparentemente um ambiente de fertilidade mais favorável para as plântulas em desenvolvimento do que as aplicações a lanço. O fertilizante se concentra nas zonas das raízes das plântulas, melhorando a disponibilidade de P na época que parece ser mais crítica, especialmente para as espécies forrageiras de sementes pequenas".

Os resultados preliminares de um estudo que está sendo conduzido por Sánchez, Ayarza e León, em Quilichao, Colômbia, indicam que para o estabelecimento de *Panicum maximum* Jacq. e *Andropogon gayanus* Kunth., o método de aplicação de P a lanço é superior ao de aplicação em faixas. Os resultados de tratamentos selecionados de SFT sobre as produções destas duas gramíneas são mostrados na Figura 5. Neste mesmo experimento, o P aplicado a lanço, porém em faixas, proporcionou as maiores produções. Esses dados preliminares sugerem que a aplicação em faixas é importante no estabelecimento da forrageira, mas que os tratamentos a lanço são necessários para a manutenção.

Também é provável que, quando o P é aplicado somente em faixas nos solos de baixo conteúdo de P, o crescimento radicular se vê restringido à área da faixa, tornando as plantas mais susceptíveis à seca, mesmo durante períodos curtos de baixa precipitação

(7, 8, 9). Em muitos desses Oxissolos e Ultissolos, são comuns períodos curtos de secamento por causa dos conglomerados estáveis do tamanho de grãos de areia, que se concentram na superfície (7, 8, 9).

É evidente que se necessita uma pesquisa mais profunda para determinar com exatidão os benefícios do emprego de P na produção de pastagem. Esses ensaios deveriam ser realizados a longo prazo, para que também possam ser estudados os efeitos residuais do emprego do P. As experiências a longo prazo, feitas por Yost *et al.* (7, 8, 9) com trigo, no Centro do Cerrado, no Brasil, indicam que a estratégia mais promissora para a aplicação do P é uma combinação da aplicação a lanço e em faixas.

Níveis de fósforo

Na América Latina tropical, têm-se realizado diversos ensaios com diferentes espécies de gramíneas e leguminosas forrageiras, para se determinar os níveis de P necessários para maximizar a produção das pastagens. Apesar de que muitos destes estudos incluíram diferentes fontes de P, nesta sessão discutir-se-ão somente o SFS e o SFT.

No Cerrado do Brasil, a Universidade da Carolina do Norte e Cornell (7) começaram um experimento de P a longo prazo com *Brachiaria decumbens* Stapf., usando 86, 345 e 1.380 kg/ha de P_2O_5 na forma de SFS, como níveis básicos. Apesar de que o tratamento com 1.380 kg/ha alcançou uma produção ligeiramente maior nos dois primeiros cortes, o tratamento de 345 kg/ha de P_2O_5 passou a apresentar resultados semelhantes após a terceira colheita (Fig. 6). Hammond, León e Gualdrón (3) estabeleceram um estudo semelhante num Oxissolo de Carimagua, na Colômbia, com *B. decumbens*, usando 25, 50, 100 e 400 kg/ha de P_2O_5 na forma de SFT. Neste caso, parece que o tratamento de 100 kg/ha de P_2O_5 está proporcionando produções semelhantes às obtidas com o nível máximo (Fig. 6).

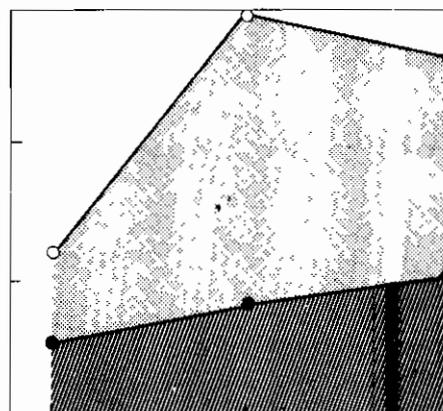
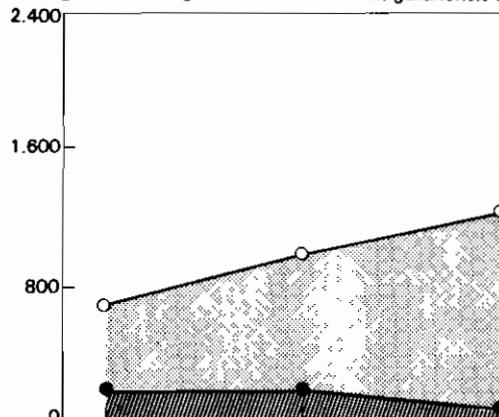
Esses dois experimentos em andamento

Aplicações a lanço

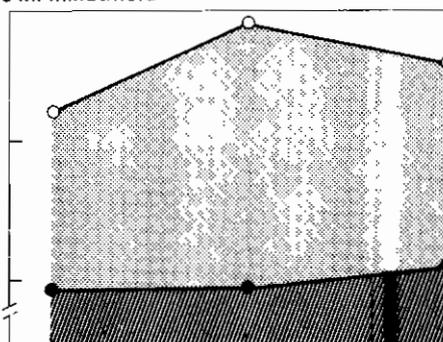
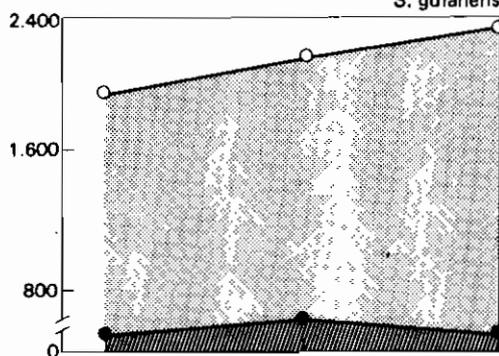
Aplicações em faixas

Forragem verde (kg/ha)

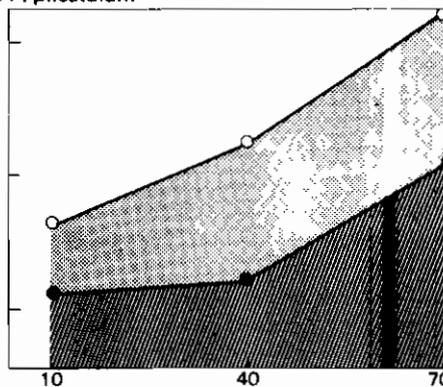
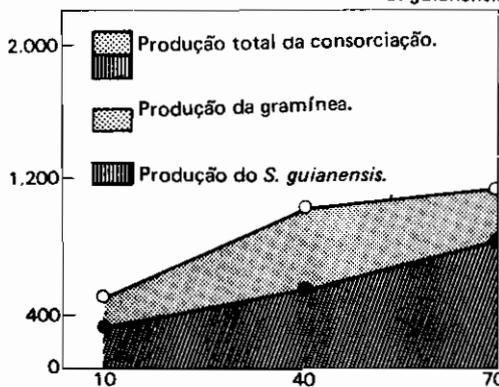
S. guianensis e *B. decumbens*



S. guianensis e *M. minutiflora*



S. guianensis e *P. plicatum*



 Produção total da consorciação.
 Produção da gramínea.
 Produção do *S. guianensis*.

P_2O_5 (kg / ha)

Figura 4. Efeito de três níveis de P e métodos de aplicação na produção de três consorciações forrageiras num Oxissolo de Carimãgua (2).

Forragem verde (t/ha)

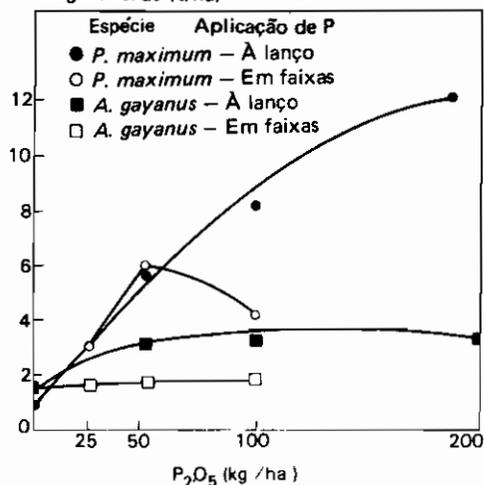
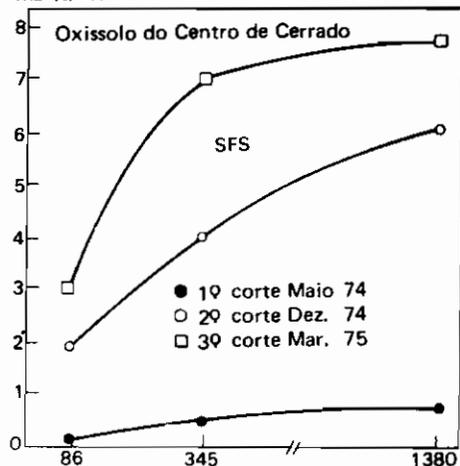


Figura 5. Efeito de níveis e de métodos de aplicação do P (SFT) em duas gramíneas cultivadas em Ultissolo do CIAT - Quilichao. (Dados não publicados de Sánchez *et al.*, 1978).

representam uma boa ilustração da dificuldade em se fazer recomendações generalizadas com respeito à adubação fosfatada de forragens na América Latina tropical. Nota-se, aqui, que as mesmas espécies foram cultivadas em dois Oxissolos distintos, porém ambos deficientes em P, e cujas exigências em P para elevar ao máximo a produção foram diferentes em, aproximadamente, três ordens de magnitude. León & Sánchez (3) observaram que a capacidade de fixação desses solos variava de maneira acentuada. Necessitaram-se aplicações de 350 e 750 ppm de P em solos de Carimagua e do Cerrado, respectivamente, para atingir um nível de 0,2 ppm de P na solução do solo (Fig. 7). Provavelmente, as diferenças na capacidade de fixação de P destes solos explicam, amplamente, por que os requerimentos de P para as forrageiras variam tão notoriamente, de um lugar para outro. Isto confirma também a necessidade de se conhecerem as exigências das plantas e as características químicas dos solos para se poder fazer recomendações adequadas sobre fertilização.

Em outro ensaio de pastagem, em Carimagua, com quatro espécies de gramíneas e va-

MS (t/ha)



MS (t/ha)

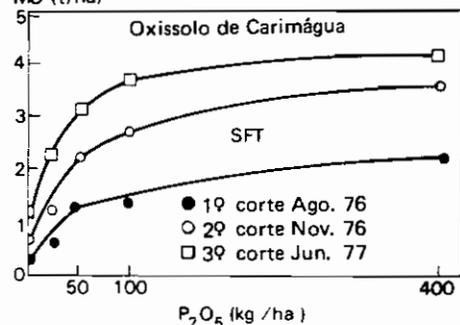


Figura 6. Efeito de diferentes níveis de P na produção de MS de *B. decumbens*, em duas localidades. (Adaptado de 3 e 8).

riando as taxas de P_2O_5 , Spain (3) encontrou respostas significativas, na produção a todos os níveis de P aplicados. Entretanto, a resposta mais elevada se obteve com o nível de 50 kg/ha de P_2O_5 para todas as espécies, exceto para *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf., que respondeu linearmente às adições de P até 100 kg/ha de P_2O_5 (Fig. 8). Estes resultados são a média de três ou quatro cortes, durante o primeiro ano após o estabelecimento. Sánchez, León e Ayarza (3) obtiveram resultados similares em um ensaio em casa de vegetação com *P. maximum* e um híbrido de *Centrosema* 438, num Ultissolo de Quilichao. O primeiro ponto de inflexão da curva de respostas ocorreu, aproximadamente, aos 40 kg/ha de P_2O_5 para o híbrido de *Centrosema* e com 60 kg/ha para o *P. maximum* (Fig. 9).

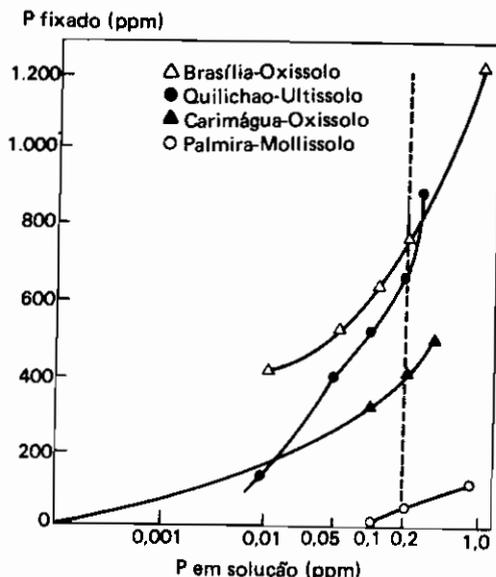


Figura 7. Isotérmicas da fixação de P no CPAC (Brasília), CIAT - Quilichao, CNIA - Carimágua e CIAT - Palmira (3).

É indispensável que se continue estudando as curvas de resposta ao P de todas as espécies forrageiras promissoras, sob uma variedade de condições de solo, visando adquirir um maior grau de segurança para fazer recomendações sobre a fertilização fosfatada na América Latina tropical.

USO DE FONTES DE FÓSFORO MAIS BARATAS

Parece que a idéia do uso do FR como fonte de P na produção de forragem é atraente, tanto do ponto de vista econômico como agrônomo. Não somente o preço por unidade do P é de 3 a 5 vezes menor do que no SFT ou no SFS (12), como também o efeito residual destas rochas é geralmente maior que nas fontes mais solúveis de P. Devido ao fato de que os Oxissolos e Ultissolos deficientes em P da América Latina tropical, em geral, fixam grandes quantidades de P (Fig. 7), o FR é frequentemente mais eficiente que o SFS ou o SFT (4). Além disso, considerando que os FRs são mais reativos nos solos ácidos que nos solos neutros ou

calcáreos, é provável que a liberação do P disponível esteja mais em harmonia com as necessidades do crescimento das forrageiras, possivelmente reduzindo, dessa forma, a fixação de P no solo. Outros dois fatores relacionados com a eficiência do FR seriam a solubilidade e o tamanho de suas partículas.

A reatividade ou a relativa eficiência agrônômica (REA) do FR na América Latina (Fig. 10), em geral, é de baixa a média (5). Entretanto, com o tempo, parece que esses FRs são uma fonte eficiente de P na produção da forragem (3, 7, 8, 9).

Uma série de experiências para produção de forragem tem sido realizada na América Latina, usando a aplicação direta de FR. Trabalhos recentes, realizados no Brasil e no Peru, pela Universidade de Carolina do Norte (7, 8, 9) e, na Colômbia, pelo Centro Internacional de Desenvolvimento de Fertilizantes (IFDC) e o CIAT (3, 5) deram resultados muito animadores.

No Cerrado do Brasil, a Universidade do Estado de Carolina do Norte e Cornell (7, 8, 9) iniciaram estudos do efeito a longo prazo de várias fontes de P na produção da pastagem, para determinar quais as fontes mais econômicas e eficientes de P. Inicialmente, o Hiperfosfato um FR altamente solúvel (Marrocos), produziu resultados semelhantes ao obtido com SFS. O FR de Araxá, de baixa reatividade do Brasil, foi ineficaz inicialmente; entretanto, após dois cortes, aumentou a disponibilidade notoriamente, e as produções foram semelhantes à das outras fontes de P (Fig. 11). Os níveis de P utilizados foram de 86, 345 e 1.380 kg/ha de P_2O_5 . Em outra série de experimentos realizados com *P. maximum* na selva amazônica do Peru, a Universidade de Carolina do Norte também demonstrou que os FRs denominados de Hiperfosfato, Flórida, Carolina do Norte e Fosbayovar (Peru), proporcionaram produções de forragem semelhantes às obtidas com SFS. Estas pesquisas continuam em andamento para avaliar mais amplamente os efeitos residuais das diversas fontes de P.

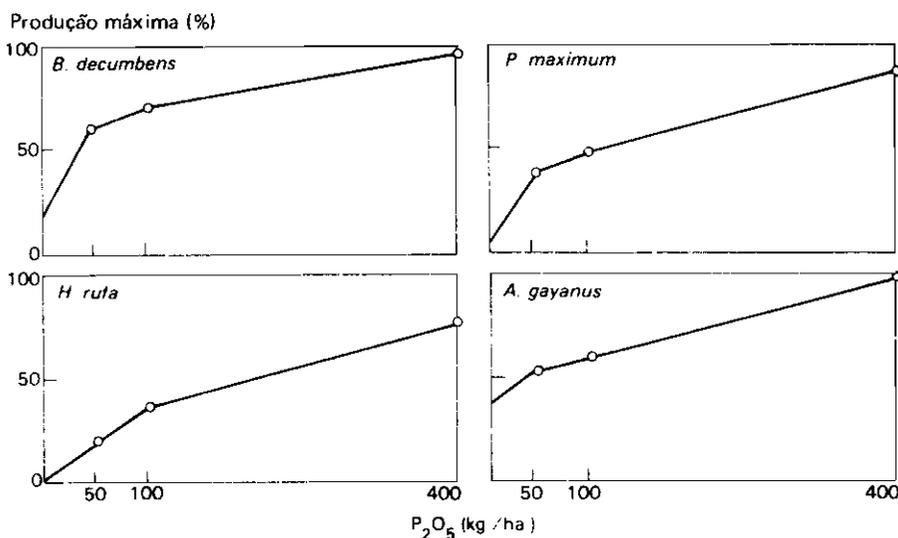


Figura 8. Resposta relativa da produção de quatro gramíneas cultivadas em Oxissolo de Carimáguas sob diferentes níveis de P. Média de três ou quatro cortes, um ano após o estabelecimento (Adaptado de 3).

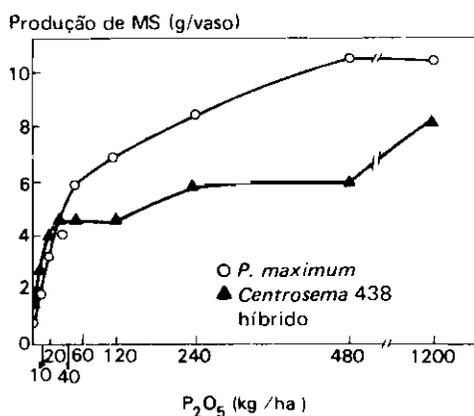


Figura 9. Efeito de níveis de P sobre a produção de duas espécies forrageiras (dois cortes), cultivadas em casa de vegetação em Ultissolo do CIAT - Quilichao (3).

Num ensaio de campo a longo prazo, em Carimáguas, com *B. decumbens*, foram comparadas seis fontes de FR com SFT, com níveis de P de 0 a 400 kg/ha de P_2O_5 . Hammond e León (3) concluíram que o SFT somente foi superior às fontes de FR no primeiro corte. Daí em diante, todos os FRs aumentaram sua eficiência com o tempo, e a maioria delas ultrapassaram as produções dos tratamentos de SFT a partir do terceiro corte. Após cinco cortes, em um período de 18

meses, os níveis de 50 a 100 kg/ha de P_2O_5 se mostraram os mais adequados para manter uma produção de *B. decumbens*, próxima da máxima, independentemente de fonte de P utilizada (Fig. 12).

De acordo com os experimentos relatados anteriormente, os FRs de reatividade média ou baixa, apesar de melhorarem sua eficiência com o tempo, inicialmente são inferiores às fontes mais solúveis de P. Os estudos realizados por McLean e Wheeler (6) indicam que, acidulando-se parcialmente esses FRs a nível de 10 a 20%, poder-se-ia superar este problema. O FR, parcialmente acidulado, forneceria inicialmente uma fonte solúvel de P e ao mesmo tempo conservaria suas características desejáveis de baixo custo e efeitos residuais. O P solúvel no FR acidulado poderia estimular, inicialmente, as plantas, de tal maneira que elas pudessem utilizar de maneira mais eficiente o FR não ativado nos casos em que o P solúvel esteja esgotado. Além disso, é possível que o efeito adverso do íon comum de Fe e Al seja inibido parcialmente, uma vez que o P que existe na parte não ativada do FR se torna disponível gradativamente, oferecendo um suprimento contínuo às plantas. Apesar de na América Latina tro-



Figura 10. Ocorrência de fosfatos de rocha nas áreas tropicais da América do Sul, 1977.

Produção de MS (t/ha)

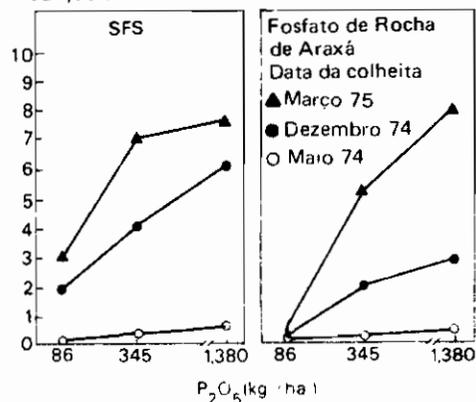


Figura 11. Efeito do tempo, fonte e níveis de P na produção de *B. decumbens* cultivada em Oxissolo do Cerrado. (Adaptado de 8).

pical, não se ter nenhum trabalho publicado sobre o uso do FR parcialmente acidulado na produção de forragem, algumas pesquisas com feijão (1) têm apresentado resultados bastante animadores.

USO DE CORRETIVOS DO SOLO PARA AUMENTAR A DISPONIBILIDADE DO FÓSFORO APLICADO

Um dos principais problemas dos Oxissolos e Ultissolos ácidos e deficientes em P da América Latina tropical é sua elevada capacidade de fixação (Fig. 7). Com objetivo de reduzir a capacidade de fixação, aplicam-se corretivos no solo, tais como o calcário ou silicatos de Ca, para neutralizar o Al trocável. É importante frisar que o conceito de adicionar calcário para tornar mais disponível o P nativo no solo é, provavelmente, um erro para os solos ácidos e deficientes em P da América Latina tropical. A quantidade de P nestes solos é muito pequena, sendo pouco provável que, acrescentando-se calcário, se possa aumentar de maneira apreciável sua disponibilidade. Entretanto, o conceito de adicionar calcário para aumentar ou conservar a disponibilidade do P aplicado tem algum mérito.

A Universidade de Carolina do Norte conduziu um ensaio de pastagem com calagem e P em uma pastagem de *P. maximum* : selva

Produção de MS (t/ha)

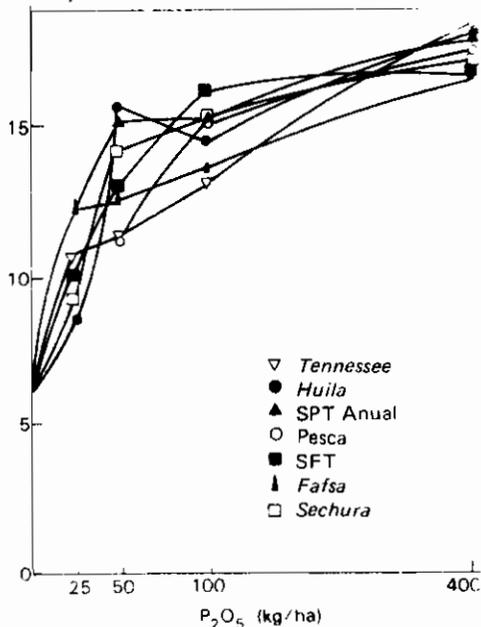


Figura 12. Efeito de fontes e níveis de P na produção de *B. decumbens* (cinco cortes) cultivado Oxissolo de Carimáguá. (Adaptado de 3 e de da não publicados).

amazônica do Peru (7, 8, 9). Os níveis de cálcio, neste experimento, variaram de 0 a t/ha e o P como SFS, de 0 a 200 kg P/t. Concluiu-se que "houve uma forte resposta ao superfosfato, uma resposta menor ao calcário e uma interação entre os dois. Sem calcário, uma aplicação anual de 50 kg/ha de P parece ótima para uma produção total de MS de 20 t/ha/ano. Quando se aplicou calcário, na ausência do superfosfato, a produção de MS alcançou 19 t/ha/ano. Quando se aplicou calcário em proporções de 2 ou 3,5 t/ha e o superfosfato em 25 kg/ha de P, obtiveram-se produções máximas de MS de 25 t/ha/ano" (Fig. 13). Mais adiante, os pesquisadores mostraram que, apesar de a saturação de Al ter sido bastante alta (64%), necessitou-se de somente 4 t/ha de Ca(OH)₂ para neutralizar completamente o Al trocável, devido à textura arenosa do horizonte superficial do terreno. Esse experimento é de grande importância, pois os Ultissolos de textura arenosa ocorrem em extensas áreas da selva

Produção de MS (t/ha/ano)

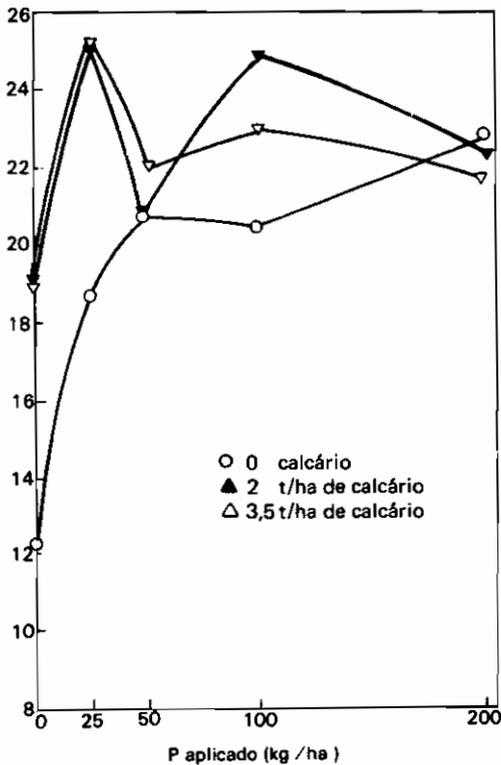


Figura 13. Efeito de P (SFS) e de calcário sobre a produção de *P. maximum* (seis cortes), cultivado em Ultissolo de Yurimáguas. (Adaptado de 8).

amazônica e em outras regiões da América Latina.

Em outro ensaio de pastagem, dirigido pela Universidade da Carolina do Norte (7) no Centro de Cerrados do Brasil, aplicaram-se diferentes níveis de calcário e de P, usando-se *B. decumbens* e *Stylosanthes humilis* H.B.K. como plantas indicadoras. Após dois cortes, o *B. decumbens* pareceu responder às 4,5 t/cal/ha, com níveis de P de 86 e 345 kg/ha de P_2O_5 (Fig. 14). O aumento na produção com calcário foi, aproximadamente, de 1 t/ha, tanto com SFS como com termofosfato. Quando se usou FR como fonte de P, o calcário tendeu a reduzir a produção.

Com o *S. humilis*, os mesmos pesquisadores obtiveram respostas satisfatórias ao calcário (Fig. 15), afirmando que "este fato é interessante, pois outros pesquisadores de

Produção de MS (t/ha)

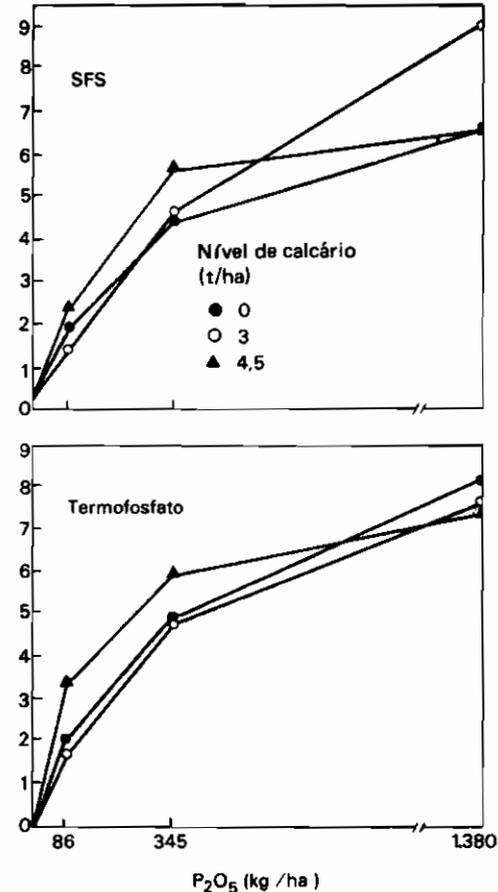


Figura 14. Efeito de P e de calcário sobre a produção de *B. decumbens* (dois cortes), cultivado em Oxissolo do Cerrado. (Adaptado de 8).

monstraram que esta e outras espécies de *Stylosanthes* toleram somente níveis moderados de calcário. Esta resposta foi bastante clara quando foram aplicados 345 kg/ha de P_2O_5 como superfosfato comum e termofosfato, e as produções mais que triplicaram ao serem aplicadas níveis crescentes de calcário de 0, 1,5 e 4,5 t/ha".

León (3) conduziu um experimento de casa de vegetação usando um Oxissolo de Carimagua, no qual foram aplicados diferentes níveis de P em combinação com silicato de Ca, calcário e óxido de Mg. Em todos os casos, a adição de uma ou mais das substâncias aumentou notoriamente o rendimento de

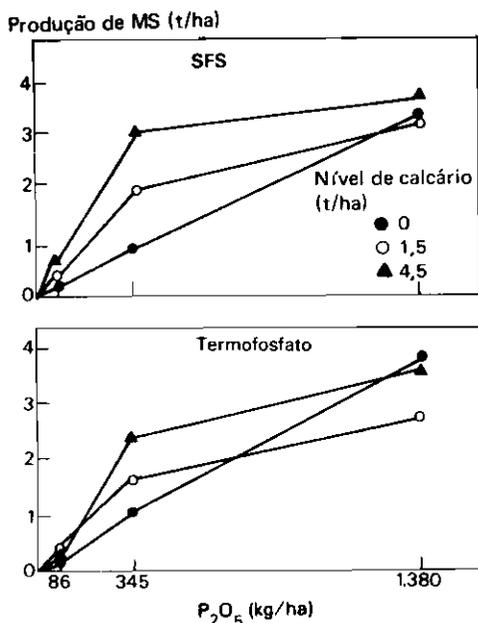


Figura 15. Efeitos de P e de calcário na produção de *S. humilis* (um corte), cultivado em Oxissolo do Cerrado. (Adaptado de 8).

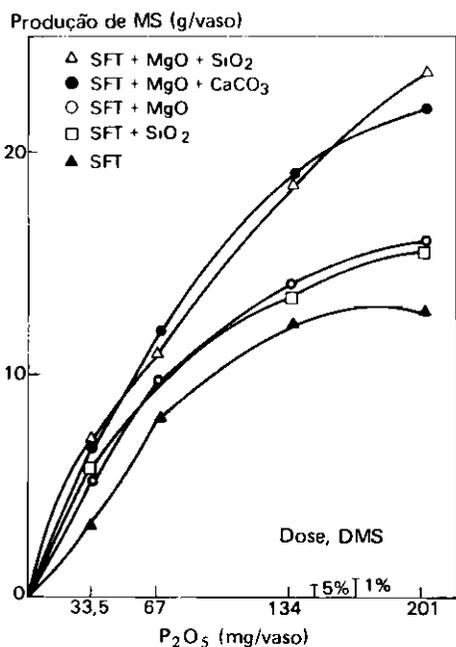


Figura 16. Efeito do SFT, só e em combinação com corretivos do solo, na produção de *S. guianensis* 136 (dois cortes), cultivado em casa de vegetação, em Oxissolo de Carimáguas. (Adaptado de 3).

Stylosanthes guianensis (Aubl.) Sw., em dois cortes, em relação ao tratamento em que se aplicou somente SFT (Fig. 16). A produção mais alta foi obtida com o SFT mais óxido de Mg e silicato de Ca.

O principal problema que se encontrou em vários estudos com corretivos e P, foi determinar se o calcário ou o silicato de Ca realmente melhoraram a disponibilidade do P aplicado ou se se trata de uma resposta adicional a outros nutrientes. Nos solos ácidos são comuns as deficiências de Ca e Mg, de tal maneira que a adição de corretivos pode, perfeitamente, proporcionar respostas a esses cátions. Entretanto, as pesquisas realizadas por Smith (13) no Brasil poderiam indicar que, efetivamente, existe um efeito dos corretivos ao neutralizar o Al trocável através do calcário e do silicato de Ca (Tabela 2).

CONCLUSÕES

Apesar de que se tem realizado considerável volume de pesquisas para melhorar a produção de pastagens em solos ácidos e deficientes em P da América Latina tropical, pode-se verificar, claramente, que ainda existem muitos problemas para resolver, do ponto de vista do manejo do P. Deve-se dar prioridade à seleção de espécies forrageiras que utilizem quantidades limitadas de P de maneira mais eficiente. Esse ponto é muito relevante, pois a maioria dos solos não somente são deficientes em P, mas também tendem a fixar quantidades apreciáveis do P aplicado.

Os resultados experimentais acima discutidos indicam que até as plantas que apresentam baixos requerimentos de P necessitam quantidades consideráveis de fertilizantes fosfatados. Por esta razão, é que se usam fontes mais econômicas de P para suprir essas necessidades. Como o FR é a forma mais barata disponível de P, é importante que se façam estudos comparativos a longo prazo com as diferentes rochas e seus produtos modificados de baixo custo, para decidir se é viável usá-los em substituição às fontes de P solúveis, bastante dispendiosas. Necessita-se,

ambém, de pesquisa mais profunda para determinar o efeito dos corretivos sobre a disponibilidade do P aplicado.

Quando estes problemas tiverem sido esclarecidos, será possível, então, fazer recomendações precisas sobre fertilização fosfa-

tada, dentro de qualquer programa de manejo de pastagem. Isso somente poderá ser alcançado quando se compreenderem melhor as necessidades de P das plantas e dos solos e quando estes achados estiverem relacionados com as exigências nutricionais dos animais.

TABELA 2. Diminuição na fixação do P produzido pelas aplicações de calcário e silicato suficientes para neutralizar o Al trocável em um Oxissolo argiloso do Cerrado do Brasil com pH original de 4,6 e 1,45 meq Al/100g. com saturação de Al da ordem de 80%. (Adaptado de Smith (13), por Sánchez (12).

Substância aplicada	P fixado até alcançar			Decréscimo no P fixado		
	0,03	0,10	0,20	0,03	0,10	0,20
	ppm de P na solução			ppm de P na solução		
	ppm			%		
Nenhuma	230	325	415	—	—	—
Calcário (1,5 t/ha)	135	275	370	41	15	11
Silicato de Ca (1,8 t/ha)	125	265	355	46	18	14

LITERATURA CITADA

1. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1976. Anual Report 1975. CIAT, Cali, Colombia p C52-53.
2. ———. 1977. Annual Report 1976. CIAT, Cali, Colombia. p. A47-50, B65-72, C-26-30.
3. ———. 1978. Annual Report 1977. CIAT, Cali, Colombia. pA43-65.
4. Fenster, W.E. and L.A. León. 1978. Utilization of phosphate rock in tropical soil of Latin America. Paper presented at Phosphate Rock Seminar, in Technion - Israel Institute of Technology, Haifa, Israel. (In press).
5. Lehr, J.R. and G.H. McClellan. 1972. A revised laboratory reactivity scale for evaluating phosphate rocks for direct application. TVA Bulletin Y-43. Tennessee Valley Authorities, Muscle Shoals, Alabama.
6. McLean, E.O. and R.W. Wheller. 1964. Partially acidulated rock phosphate as a source of phosphorus to plants. I. Growth chamber studies. Soil Science of America Proceedings 29: 545-550.
7. North Carolina State University. 1974. Agronomic, economic research on tropical soils. Annual Report 1973. Soil Science Department, N.C.S.U., Raleigh, N.C.
8. ———. 1975. Agronomic-economic research on tropical soils. Annual Report 1974. Soil Science Department, N.C.S.U., Raleigh, N.C.

9. . 1978. Agronomic-economic research on tropical soils. Annual Report 1975, Soil Science Department, N.C.S.U., Raleigh, N.C.
10. Ozanne, P.G., J. Keay and E.F. Biddiscombe. 1969. The comparative applied phosphate requirements of eight annual pasture species. *Australian Journal of Agricultural Research* 20: 809-818.
11. Sánchez, P.A. 1976. Properties and management of soils in the tropics. Wiley, New York. p. 98-103.
12. . 1977. Advances in the management of Oxisols and Ultisols in tropical South America. Proceedings of the International Seminar on Soil Environment and Fertility Management in Intensive Agriculture. Tokyo, Japan. p.535-566.
13. Smith, T.J. 1976. Comparison of the effects of phosphorus, lime and silicate applications on phosphorus sorption, ion exchange, and rice growth in an Oxisol from the Cerrado of Brazil. M.Sc. Thesis, North Carolina State University, Raleigh, N.C.

RESPOSTAS DE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS TROPICAIS À INOCULAÇÃO COM *RHIZOBIUM*

Jako Halliday*

RESUMO

Reuniu-se uma grande coleção de linhagens de *Rhizobium*, que estão sendo avaliadas em associação simbiótica com leguminosas forrageiras tropicais adaptadas a solos ácidos e de baixa fertilidade. Primeiramente, as linhagens foram avaliadas para compatibilidade genética com a planta hospedeira. Determinou-se, depois, a fixação simbiótica de N, sob condições ótimas. Realizaram-se ensaios com aquelas que possuem o maior potencial de habilidade para nodular seu hospedeiro e fixar N sob um estresse de solo ácido, sob cultivo em vasos. Aplicaram-se inoculantes de turfa que incorporam linhagens selecionadas às sementes de leguminosas forrageiras tropicais promissoras semeadas em solos ácidos sob condições de campo. Comparou-se a peletização de semente com carbonato de cálcio ou fosfato de rocha com um procedimento simples, sem peletização. Foram anotados dados sobre: *Stylosanthes guianensis*; *S. scabra*; *S. viscosa*; *S. capitata*; *S. humilis*; *S. hamata*; *Desmodium heterophyllum*; *D. heterocarpon*; *D. distortum*; *Centrosema brasilianum* híbrido x *virginianum*; *Galactia striata*; *Macroptilium* sp.; *Pueraria phaseoloi* e *Zornia* sp. Obtiveram-se respostas de produção de forragem no campo em duas localidades, com a maioria das leguminosas testadas. Com algumas espécies, foi vantajoso peletizar com calcário sementes inoculadas quando semeadas em solos ácidos. A resposta à inoculação que, em alguns casos, durante o estabelecimento inicial, atingiu 100%, tendeu a decrescer com o correr do tempo.

Existe, ainda hoje, a crença de que várias leguminosas forrageiras tropicais não precisam ser inoculadas, primeiro, porque não são específicas em seus requerimentos de *Rhizobium* (1, 13), e segundo, porque, nos solos tropicais, existem, em grande quantidade, linhagens eficientes do tipo "cowpea" (13, 14). A revisão da literatura revela que esse ponto de vista não está bem fundamentado. Algumas espécies e introduções de alguns gêneros previamente considerados promíscuos (1) precisam de linhagens específicas de *Rhizobium* (2, 6, 10) ou formam simbioses bastante eficientes com só umas poucas linhagens dentro do vasto número com os quais elas nodulam (4, 5, 8, 17). São bastante comuns as diferenças de tamanho (12, 16) e de classe de linhagens (16, 19) em popula-

ções de *Rhizobium* do solo, em diferentes localidades. Assim, pois, é possível prever se uma determinada leguminosa forrageira tropical, introduzida num determinado local, necessitará inoculação. A única base válida para tomar uma decisão é efetuar um teste para verificar a "necessidade de inocular" (3, 7).

Este trabalho presta informações sobre os resultados de laboratório, sala de crescimento, casa de vegetação e ensaios de campo para desenvolver linhagens de *Rhizobium* e as recomendações tecnológicas para a inoculação de leguminosas forrageiras em Oxissolos e Ultissolos dos trópicos latino-americanos.

MATERIAIS E MÉTODOS

As linhagens de *Rhizobium* utilizadas nestes ensaios foram coletadas, isoladas, caracterizadas e conservadas utilizando-se métodos

Microbiologista de Solos, Programa de Gado de Corte, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colômbia.

enunciados por Date & Halliday (9). Foram catalogados os pormenores de origem, as características culturais e as respostas da eficiência das linhagens (11). Os métodos empregados nos cinco estágios do programa de seleção das linhagens são apresentados na Tabela 1.

RESULTADOS

Stylosanthes

A Tabela 2 mostra a reação de seis das 35 linhagens de *Rhizobium* testadas no Estádio I, com cinco introduções de *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. e uma de *Stylosanthes scabra* Vog. Algumas linhagens que se mostraram bastante eficientes na fixação de N, com algumas introduções na avaliação do Estádio II, não formaram nódulos com outras (Tabela 2). A "CIAT 71", em geral, deu resultados freqüentemente elevados em eficiência, mas não formou nódulos numa das

introduções de *S. guianensis*. O desempenho da linhagem "CB 756" (CIAT 79), de amplo espectro, do tipo caupi, usada geralmente para inocular *Stylosanthes*, foi expressivamente pobre nesse ensaio, colocando-se apenas num 17º lugar na ordem de eficiência. A linhagem "CIAT 530" foi incompetente para nodular qualquer das entradas de *S. guianensis*; no entanto, foi uma das linhagens mais eficientes em simbiose com *S. scabra*.

As linhagens CIAT 71, CIAT 301 e CB 756 (CIAT 79) foram testadas com *S. guianensis* (duas entradas) *S. scabra* (duas), *S. capitata* (uma), *Stylosanthes humilis* H.B.K. (uma), *Stylosanthes hamata* (L.) Taub. (duas) e *Stylosanthes viscosa* Sw. (duas) no Estádio III, em solo ácido (pH 4,2). Todas as introduções reagiram de maneira marcante à inoculação. A linhagem CB 756 foi a mais eficiente somente em *S. scabra* (CIAT 1074). A CIAT 71 apresentou a mais alta resposta em sete das nove introduções restantes, e a

TABELA 1. Procedimento para seleção de linhagens de *Rhizobium*.

Estádio	Para avaliar	Método
I	Compatibilidade genética	Inoculação de plantas cultivadas assepticamente em ágar, em meio de Jensen, usando tubos de 150x25 mm (18). Cinco repetições. Dados: + ou - nodulação.
II	Fixação de N	Inoculação de plantas cultivadas em vasos Leonard utilizando areia lavada de rio como meio para enraizamento e uma solução de nutriente de Norris & Date (15). Cinco repetições. Dados: MS e conteúdo de N.
III	Eficiência simbiótica sob estresses de solos ácidos	Inoculação de plantas cultivadas em vasos com solos da localidade. Cinco repetições. Dados: MS e conteúdo de N.
IV	Expressão do potencial fixador de N ₂ em condições de campo*	Ensaio de campo das três melhores linhagens do Estádio III inoculadas com 3 técnicas diferentes (inoculação simples, peletização com cal e peletização com fosfato de rocha). Blocos ao acaso (três repetições) utilizando parcelas de 4x2 m com canais de drenagem de 1 m ao redor. Dados: MS e conteúdo de N; % de nodulação causada pela linhagem do inoculante.
V	Amplitude de aplicabilidade da recomendação	Ensaio regional de recomendação para inoculação (linhagem e tecnologia) comparados com parcelas sem inoculação e com adubação com N. Três repetições. Dados: MS e conteúdo de N; % de nodulação devido à linhagem do inoculante.

* Referente a duas localidades de solos ácidos: Quilichao e Carimágua, Colômbia (5).

CIAT 301, nas outras duas (Fig. 1).

Em Quilichao, nos ensaios com *S. guianensis*, introdução 136, no Estádio IV, a inoculação de *Rhizobium* e peletização com fosfato de rocha aumentaram a produção de forragem em 75%, no melhor tratamento, no primeiro corte (quatro meses após a semeadura). No segundo corte (sete meses), a resposta foi de 28%, e no terceiro corte (dez meses), de 50%. A produção acumulada dos três cortes que representavam dez meses de crescimento foi mais elevada em todos os tratamentos com inoculação do que naqueles não inoculados (Tabela 3). A inoculação com *Rhizobium* não teve efeitos significativos no teor de N da folhagem no primeiro corte. Entretanto, apresentou um acréscimo marginal acima do nível das parcelas inoculadas, no segundo corte (Tabela 3).

O *S. capitata* (entrada 1078) reagiu favoravelmente a uma inoculação realizada em Carimágua, produzindo um incremento de 18% na produção de matéria seca (MS) no primeiro corte (Tabela 3). No entanto, no terceiro corte, não houve diferenças importantes entre os tratamentos.

Desmodium

A Tabela 4 mostra o grau de compatibilidade contrastante de *Desmodium heterophyllum* D.C. e *Desmodium heterocarpon* (L.) D.C., testados no Estádio I com 39 linhagens originalmente isoladas de espécies de *Desmodium*. O *D. heterophyllum* nodulou com somente 10 das 39 linhagens, ao passo que *D. heterocarpon* nodulou com 34.

A classificação de eficiência de fixação de N nas linhagens testadas com *D. heterophyllum* e *Desmodium distortum* Aubl. Mac Br., é apresentada nas Fig. 2 e 3, respectivamente. É digno de atenção o fato de que a linhagem mais eficiente para *D. distortum* (CIAT 512) foi a única isolada do *D. distortum*. As plantas inoculadas com CIAT 512 produziram 35% mais MS do que as inoculadas com CB 627 (CIAT 109), — linhagem recomendada na Austrália para o *D. intortum* (Mill.) Urb. As linhagens usadas na Austrália e nos Estados Unidos para inocular *D. heterophyllum*, CB 2085 (CIAT 80) e 41Z3 (CIAT 31), respectivamente, ficaram entre as melhores nesse ensaio.

TABELA 2. Eficiência^a relativa da fixação simbiótica de N de linhagens de *Rhizobium* com diferentes introduções de *Stylosanthes*^c

Linhagem ^b	Introduções de <i>Stylosanthes</i> ^c					
	184	136	107	64A	1152	1053
CIAT 71	1	4	6	4	SN ^d	4
CIAT 301	6	5	5	22	SN	SN
CIAT 756	12	14	24	23	16	13
CIAT 308	3	8	7	13	2	1
CIAT 693	11	1	8	6	11	26
CIAT 530	SN	SN	SN	SN	SN	3

^a O valor indica a posição numa lista de 35 linhagens em ordem de eficiência (Estádio II).

^b Estão incluídas somente seis das 35 linhagens.

^c Todas de *S. guianensis*, exceto "1.053", que é *S. scabra*.

^d Sem nodulação.



Figura 1. Resposta de três espécies de *Stylosanthes* à inoculação com *Rhizobium* 71 e 301 comparados com CB 756 (CIAT 79), e com plantas testemunhas não inoculadas. A 1009 é *S. scabra*; a 1011 *S. viscosa*;

TABELA 3. Resultados de ensaios de campo com linhagens de *Rhizobium* e técnicas de inoculação para *Stylosanthes*.

Tratamento		<i>S. guianensis</i> n° 136 em Quilichao						<i>S. capitata</i> n° 1.078 em Carimágua			
Nº	Técnica	Linhagem de <i>Rhizobium</i>	Produção I	N na folhagem	Produção II	N na folhagem	Produção III	I+II+III Acumulado	Linhagem de <i>Rhizobium</i>	Produção I	Produção II
			kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	t/ha		kg/ha	
1.	Sem adubação *	Nenhuma	400	3,08	2,852	3,04	2.095	5,35	Nenhuma	618	2.919
2.	Sem inoculação	Nenhuma	1.007	3,17	2,810	2,99	2.425	6,24	Nenhuma	3.567	4.655
3.	Simples	CB 756	1.142	2,98	3.274	3,16	2.144	6,55	CB 756	2.818	4.560
4.	Peletização com calcário	CB 756	1.536	2,98	3.604	3,14	3.475	8,62	CB 756	3.298	3.705
5.	Peletização com RF**	CB 756	1.705	2,88	2.726	3,20	2.822	7,26	CB 756	2.760	4.541
6.	Simples	CIAT 71	1.435	3,17	2.998	3,29	2.349	6,79	CIAT 71	4.108	3.684
7.	Peletização com calcário	CIAT 71	1.256	3,09	2.906	3,15	3.242	7,41	CIAT 71	3.773	4.918
8.	Peletização com RF	CIAT 71	1.332	2,75	2.189	3,15	2.878	6,40	CIAT 71	3.574	4.344
9.	Simples	CIAT 702	1.768	2,87	2.821	3,11	2.660	7,25	CIAT 301	3.482	4.493
10.	Peletização com calcário	CIAT 702	1.021	2,92	3.250	3,14	3.000	7,27	CIAT 301	4.142	4.236
11.	Peletização com RF	CIAT 702	1.506	2,99	2.717	3,26	3.382	8,05	CIAT 301	4.200	4.370
12.	100 kg N/ha	Nenhuma	1.308	3,08	2.885	2,98	2.505	6,69	Nenhuma	3.632	4.734

* Todas as outras parcelas receberam pequenas quantidades de P, K, Ca, Mg, Zn, B, Cu e Mo.

** Rocha fosfatada

Os resultados da avaliação das linhagens no Estádio III, selecionadas para *D. distortum* e *D. heterophyllum*, enfatizam o relevante papel que representa o componente solo na interação solo/planta/*Rhizobium*. Somente uma das variedades (CIAT 13) que havia mostrado um potencial de fixação de N com *D. distortum* sob ótimas condições no teste de vasos Leonard, foi totalmente eficiente com essa leguminosa em um ensaio de vaso com solo de pH 4,2. No caso de *D. heterophyllum*, somente duas (CIAT 31 e CIAT 80) das 100 linhagens que formaram associações eficientes em jarros Leonard, foram eficientes em testes de vasos contendo solo de alguns locais. A CIAT 31, fornecida por J.C. Burton, Nitragin Company, era, até então, a linhagem mais eficiente.

Em um ensaio de campo, em Quilichao, o

D. distortum apresentou uma produção muito mais significativa nas parcelas inoculadas com uma linhagem selecionada de *Rhizobium* que nas parcelas não inoculadas (Tabela 5). No primeiro corte, a resposta foi de 30%, e no segundo, de 18%. Nos tratamentos com inoculação, o teor de N e a digestibilidade da folhagem não diferiram significativamente dos tratamentos não inoculados. O *D. heterocarpon* produziu 100% mais folhagem num tratamento com inoculação (*Rhizobium*, linhagem CIAT 299, peletizado com cal) do que no tratamento não inoculado. As avaliações realizadas em Carimágua indicam uma reação similar do *D. heterocarpon* à inoculação. O *D. heterophyllum* respondeu de forma notória à inoculação com CB 2085 (CIAT 80), durante o estabelecimento em Quilichao; no entanto, o efeito desapareceu com o tempo.

TABELA 4. Amplitudes contrastantes da compatibilidade de *D. heterophyllum* (CIAT 349) e *D. heterocarpon* (CIAT 350) com linhagens de *Rhizobium*.

Linhagem CIAT Nº *	<i>D.</i> <i>heterophyllum</i>	<i>D.</i> <i>heterocarpon</i>	Linhagem CIAT Nº	<i>D.</i> <i>heterophyllum</i>	<i>D.</i> <i>heterocarpon</i>
13	—	+	296	—	+
31	+**	—	297	+	+
46	—	+	298	—	+
59	—	—	299	—	+
80	+	+	304	—	+
109	+	+	310	—	—
164	—	+	329	+	+
187	—	+	353	—	+
259	—	—	359	—	+
272	—	—	388	+	+
282	—	+	507	+	+
283	—	+	512	—	+
284	—	+	529	+	+
288	+	+	533	—	+
289	—	+	571	—	+
290	—	+	572	+	+
291	—	+	573	—	+
293	—	+	592	—	+
294	—	—	595	—	+
295	—	+			

* Todas as linhagens são isoladas de nódulos de espécies de *Desmodium*.

** + = noduladas (duas ou mais das cinco repetições noduladas).

MS (g/planta)

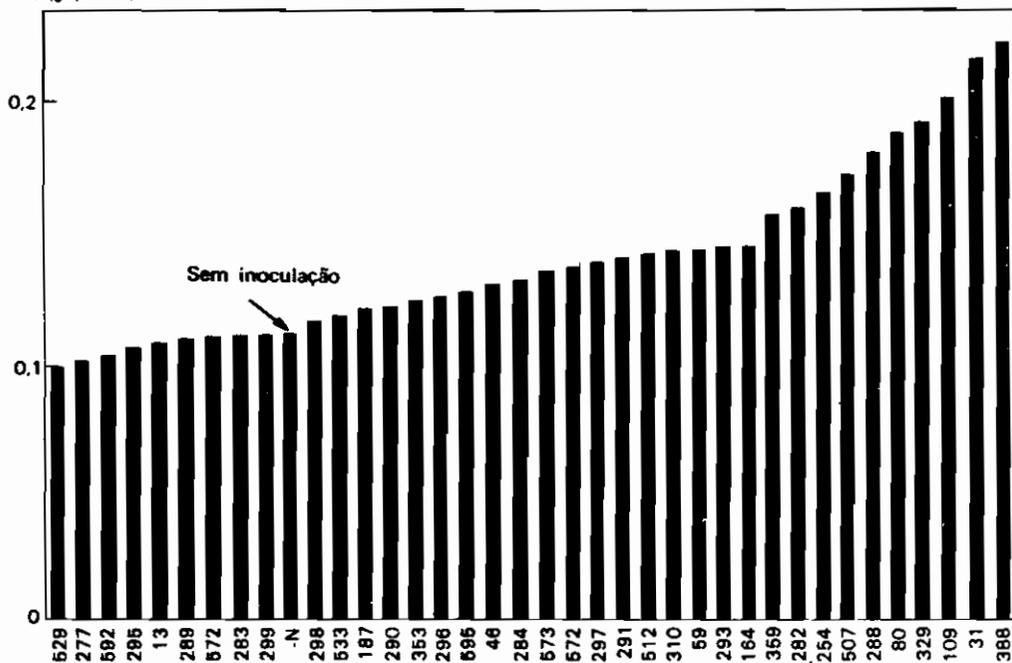


Figura 2. Classificação por eficiência de linhagens de *Rhizobium* com *D. heterophyllum*.

MS (g/planta)

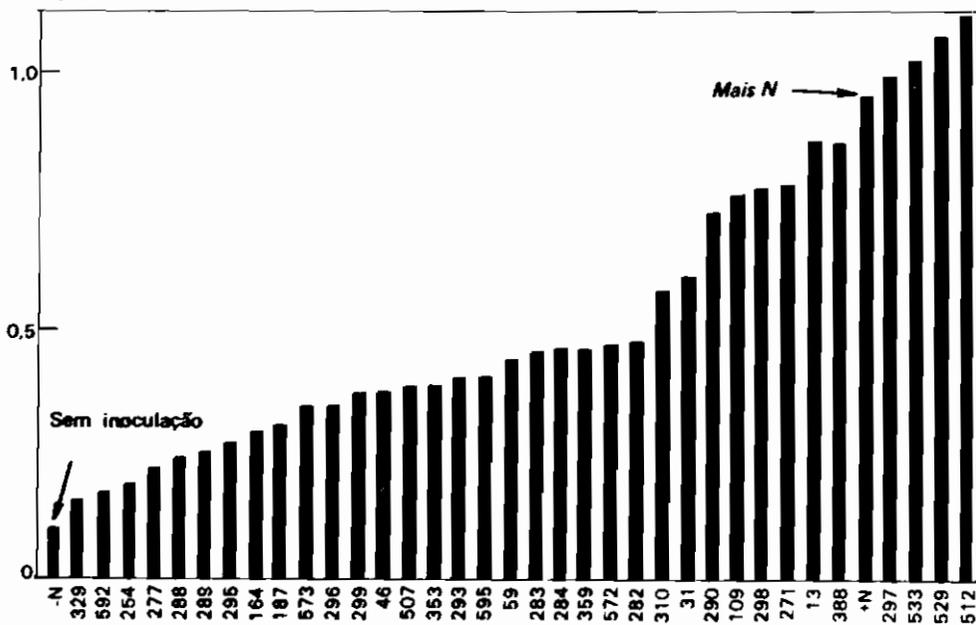


Figura 3. Classificação por eficiência de linhagens de *Rhizobium* com *D. distortum*.

TABELA 5. Resultados de ensaios de campo com linhagens de *Rhizobium* e técnicas de inoculação para *Desmodium*.

Tratament.		<i>D. distortum</i> em Quilichao				<i>D. heterocarpon</i> em Quilichao		<i>D. heterocarpon</i> em Carimáguas		
Nº	Técnica	Linhagem de	Produção	N na	Produção	N na	Linhagem de	Colheita	Linhagem de	Crescimento**
		<i>Rhizobium</i>	I	folhagem	II	folhagem	<i>Rhizobium</i>	I	<i>Rhizobium</i>	
			kg/ha	%	kg/ha	%		kg/ha		
1.	Sem adubação *	Nenhuma	83	3,96	978	3,85	Nenhuma	90	Nenhuma	1,4
2.	Sem inoculação	Nenhuma	1.440	3,58	2.348	3,61	Nenhuma	1.034	Nenhuma	3,8
3.	Simple	CIAT 529	1.387	3,66	1.705	3,56	CIAT 529	1.887	SU 462	7,0
4.	Peletização com calcário	CIAT 529	1.353	4,14	2.331	3,46	CIAT 529	671	SU 462	7,2
5.	Peletização com RF***	CIAT 529	1.987	3,83	2.416	3,37	CIAT 529	1.630	SU 462	10,6
6.	Simple	CB 627	1.802	3,77	2.345	3,40	CB 627	2.034	CB 2085	6,8
7.	Peletização com calcário	CB 627	1.862	3,73	2.290	3,62	CB 627	1.104	CB 2085	7,2
8.	Peletização com RF	CB 627	1.967	3,50	2.120	3,39	CB 627	1.274	CB 2085	5,0
9.	Simple	CIAT 299	1.931	3,80	2.823	3,35	CIAT 299	1.373	CIAT 299	6,8
10.	Peletização com calcário	CIAT 299	1.309	3,84	2.461	3,38	CIAT 299	2.067	CIAT 299	7,0
11.	Peletização com RF	CIAT 299	1.381	3,71	2.299	3,45	CIAT 299	958	CIAT 299	5,6
12.	100 kg N/ha	Nenhuma	2.181	3,99	1.963	3,42	Nenhuma	232	Nenhuma	9,0

* Todas as outras parcelas receberam pequenas quantidades de P, K, Ca, Mg, S, Zn, B e Mo.

** Parcelas não colhidas. Classificação média de 5 observações visuais. O valor máximo possível é 15.

*** Rocha fosfatada.

Centrosema

Na Figura 4, é apresentada a classificação de eficiência simbiótica de 50 linhagens de *Rhizobium* isoladas de espécies de *Centrosema* em associação com o híbrido do *Centrosema brasilianum* x *C. virgianum* (CIAT 438). A linhagem comercial de *Centrosema pubescens* Benth (CIAT 48) mostrou-se apenas parcialmente eficiente, enquanto que várias linhagens locais (CIAT 193, 221, 224, 227, 590 e 602) deram resultados marcantes, permitindo produções mais elevadas de MS do que as plantas cultivadas com N combinado. As duas melhores linhagens (CIAT 583, CIAT 584) foram isoladas no CIAT, utilizando-se nódulos dissecados — coletados no México — de *Centrosema brasilianum* (L.) Benth — uma das espécies-mães no cruzamento. A linhagem de nódulo preto C 101a (CIAT 49) foi catalogada como uma das mais eficientes. O teor de proteína bruta (Kjeldahl N x 6,25) de brotos de plantas com simbiose totalmente efetiva foram avaliadas em 20,7%, contra 6% em plantas não inoculadas, 11,3% em plantas com N disponível na rizosfera, e 12% em plantas com simbiose não eficiente.

Os resultados de ensaios de vaso em solos ácidos confirmaram que as linhagens CIAT 590 e CIAT 594 são simbiotes altamente eficientes para a planta hospedeira (Tabela 6). Essas duas linhagens deram respostas em um ensaio em Quilichao. A inoculação com CIAT 594 produziu um aumento de 60%, no primeiro corte (3,5 meses após a semeadura). Entretanto, no segundo corte (sete meses), não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 7).

Galactia

A *Galactia striata* (Jacq.) Urb. respondeu à inoculação com a linhagem de *Rhizobium*, CIAT 378, pelletizada com fosfato de rocha (Tabela 7). Não houve uma diferença apreciável entre os tratamentos no segundo corte.

Macroptilium

Uma espécie de *Macroptilium*, nativa dos "Llanos Orientales" da Colômbia, não nodulou no Estádio I, com quatro entre nove linhagens isoladas de nódulos desse gênero, que é normalmente considerado promíscuo. No Estádio II, as cinco linhagens capazes de nodular esta planta se mostraram perfeitamente eficientes na fixação de N. Em um ensaio de campo em Carimáguá, a produção aumentou dramaticamente (98%) com inoculação com *Rhizobium*. A pelletização com calcário foi consistentemente o melhor tratamento (Tabela 8). A resposta à inoculação, mesmo sendo menor, ainda foi apreciável (41%) no segundo corte (Tabela 8). A produção muito baixa e o resultado inconsistente do terceiro corte refletem a falta de adaptação desta espécie aos estresses da região, principalmente à *Rhizoctonia*. Num ensaio realizado em Quilichao (Tabela 9), o mesmo *Macroptilium* sp. apresentou uma resposta de 87% à inoculação no primeiro corte, e de 82%, no segundo. O teor de N na folhagem, nas parcelas inoculadas e nas adubadas com N, foi superior ao dos tratamentos sem inoculação.

Pueraria

Em um ensaio sem repetições, *Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth. var. *javanica* (Benth.) Bak., produziu 61% mais de MS, quando inoculada com CB 756 (CIAT 79) após três meses; no entanto, no decorrer de cinco meses, já não existia mais diferença entre os tratamentos (Tabela 9). Nas plantas inoculadas, o teor de N na folhagem foi mais alto que nas plantas sem inoculação.

Zornia

A *Zornia* sp., variedade CIAT 9069, não reagiu à inoculação, em um ensaio em três parcelas em Carimagua (Tabela 9).

DISCUSSÃO

As respostas de produção de leguminosas

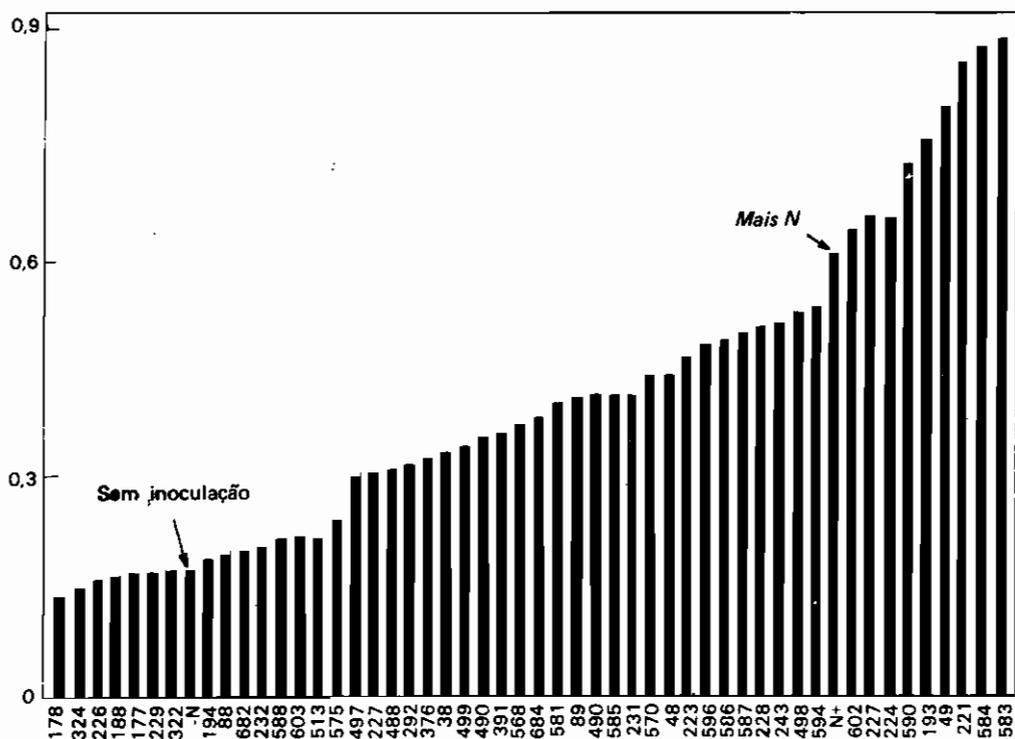


Figura 4. Classificação por eficiência de linhagens de *Rhizobium* com híbrido de *Centrosema brasilianum* x *virginianum*.

forrageiras tropicais à inoculação com *Rhizobium* têm sido a regra e não a exceção. Até certo ponto, esse resultado pode ser considerado como um "caso especial", em vista da excessiva acidez do solo das áreas experimentais e do uso de germoplasma especial de forrageiras do CIAT. No entanto, até os cultivares comerciais de leguminosas forrageiras tropicais, relativamente comuns (*D. heterophyllum* e *P. phaseoloides*), responderam à inoculação. Não se pode também atribuir o resultado completamente à minuciosa seleção de linhagens de *Rhizobium*, já que, no caso de *D. heterophyllum* e *P. phaseoloides*, as respostas de produção foram obtidas com as linhagens comercialmente recomendadas na Austrália.

Com base nos resultados aqui relatados, a inoculação das leguminosas forrageiras tropicais com linhagens selecionadas de *Rhizobium*, utilizando uma tecnologia apropriada

de inoculação, justifica-se como uma estratégia para aumentar o vigor inicial e, dessa forma, aumentar a habilidade competitiva da leguminosa durante o estabelecimento nas consorciações com gramíneas. As recomendações correntes para a inoculação de leguminosas promissoras e as bases para oferecê-las estão representadas na Tabela 10. É estimulante o fato de que o *D. heterocarpon* e o *S. capitata* respondam satisfatoriamente à inoculação, já que ambas, embora notoriamente lentas para se estabelecerem, são, contudo, facilmente adaptáveis às condições edáficas nas quais o CIAT aspira introduzi-las.

A resposta à inoculação tende a decrescer com o correr do tempo, em algumas espécies. Esse é um motivo de preocupação e atenção, e faz surgir a pergunta sobre se existe um benefício de fixação de N, a longo prazo, da inoculação de leguminosas perenes.

TABELA 6. Produção de MS de três espécies de leguminosas inoculadas com *Rhizobium* em vasos com solos ácidos.

<i>D. distortum</i>		<i>D. heterophyllum</i>		Híbrido de <i>Centrosema brasilianum</i> x <i>virginianum</i>	
Linhagem de <i>Rhizobium</i>	MS	Linhagem de <i>Rhizobium</i>	MS	Linhagem de <i>Rhizobium</i>	MS
CIAT N ^o	g/planta	CIAT N ^o	g/planta	CIAT N ^o	g/planta
13	3,94 (23) *	31	4,80 (139) *	178 **	2,25 (3) *
31	3,42 (12)	80	3,14 (62)	193	3,37 (80)
80	2,42	109	1,12 (53)	221	2,26 (1)
109	2,87 (3)	254	2,70 (3)	224	2,95 (27)
271	2,93	282	2,55	227	3,95 (135)
290	2,23 (3)	288	2,20 (26)	314	3,68 (73)
297	2,50 (8)	329	1,19 (31)	583	2,51 (64)
298	2,83	359	2,23	584	3,60 (139)
310	2,34	388	0,87 (3)	590	3,66 (164)
329 **	2,61	507	3,61 (4)	810	2,78 (17)
388	2,27	529 **	2,37		
512	2,81 (9)				
529	3,27 (20)				
533	2,99 (4)				
592 **	2,78 (5)				
Sem inoculação	2,37		2,34		3,13 (21)
Testemunha + N	2,22		3,41		3,74 (14)

* Peso seco dos nódulos (mg/planta) entre parêntese.

** Linhagem ineficientes do Estádio II incluídas como referência.

Estão sendo desenvolvidas pesquisas sobre as possíveis razões para a perda de resposta. Mesmo suspeitando que a linhagem de inoculante seja substituída, com o tempo, por linhagens nativas competitivas, resultados preliminares (Belalcázar, comunicação pessoal) indicam que, pelo menos no caso de *S. guianensis*, a linhagem introduzida ainda se conserva dominante na população de nódulos até fins do primeiro ano. Não pode ser descartada a possibilidade de que o êxito de linhagens introduzidas, dotadas de elevada eficiência na formação da população de nódulos

primários, seja atribuído à proteção (contra o estresse do solo) produzida pela inoculação da semente. Com a morte dos nódulos iniciais, os *Rhizobium* introduzidos estão sujeitos ao estresse dos solos ácidos, e, — a não ser que eles sejam capazes de se multiplicarem como membros de vida livre da microflora do solo —, serão provavelmente incapazes de reinfectar as raízes da planta hospedeira. Por essa razão, é indispensável um "screening" que garanta que todas as linhagens de *Rhizobium* que entrem no programa de seleção possam multiplicar-se em solo de baixo pH.

TABELA 7. Resultados de ensaios de campo com linhagens de *Rhizobium* e técnicas de inoculação para *Centrosema* e *Galactia*, em Quilichao.

Tratamento		Híbrido de <i>Centrosema</i> <i>brasilianum</i> x <i>virginianum</i>					<i>G. striata</i>						
		Linhagem de Rhizobium	Produ- ção I	N na folhagem	Produ- ção II	N na folhagem	Linhagem de <i>Rhizobium</i>	Produ- ção I	N na folhagem	Produ- ção II	N na folhagem	Produ- ção III	N na folhagem
Nº	Técnica		kg/ha	%	kg/ha	%		kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
1	Sem adubação *	Nenhuma	647	3,83	5.556	4,32	Nenhuma	309	4,29	1.303	3,41	3.942	3,62
2	Sem inoculação	Nenhuma	1.482	3,57	6.628	4,76	Nenhuma	766	3,77	2.252	3,46	4.042	3,87
3	Simples	SU 634	1.186	3,02	5.962	4,62	CIAT 426	613	4,14	1.981	3,60	4.672	3,62
4	Peletização com calcário	SU 634	1.212	3,40	5.244	4,60	CIAT 426	681	3,87	1.927	3,50	3.789	3,62
5	Peletização com RF **	SU 634	1.264	3,36	6.118	4,52	CIAT 426	696	4,30	1.849	3,52	4.280	3,31
6	Simples	CIAT 590	1.467	2,97	5.914	4,49	SMS 2	648	3,96	1.701	3,47	4.036	3,53
7	Peletização com calcário	CIAT 590	1.740	2,86	5.100	4,60	SMS 2	654	3,94	1.610	3,66	4.883	3,99
8	Peletização com RF	CIAT 590	1.402	3,37	5.314	4,62	SMS 2	628	3,57	1.958	3,67	4.541	3,69
9	Simples	CIAT 594	1.839	2,93	5.802	4,75	CIAT 378	738	4,19	1.971	3,69	4.055	3,43
10	Peletização com calcário	CIAT 594	1.769	3,24	6.034	4,58	CIAT 378	743	4,15	1.974	3,06	3.361	3,57
11	Peletização com RF	CIAT 594	1.553	3,24	5.904	4,55	CIAT 378	917	4,47	1.893	3,67	4.056	3,59
12	100 kg N/ha	Nenhuma	1.050	3,12	5.662	4,47	Nenhuma	457	4,47	2.002	2,97	4.331	3,73

* Todas as outras parcelas receberam pequenas quantidades de P, K, Ca, Mg, S, Zn, B e Mo.

** Rocha fosfatada.

TABELA 8. Resultados de ensaios de campo com linhagens de *Rhizobium* e técnicas de inoculação para *Macroptilium*

Nº	Tratamento Técnica	<i>Macroptilium</i> sp. em Carimagua			<i>Macroptilium</i> sp. em Quilichao		
		Linhagem de <i>Rhizobium</i>	Produção I	Produção II	Produção III	Linhagem de <i>Rhizobium</i>	Produção I
			kg/ha				kg/ha
1	Sem adubação *	Nenhuma	20	335	506	Nenhuma	770
2	Sem inoculação	Nenhuma	383	1.274	1.337	Nenhuma	770
3	Simplex	CB 756	275	1.489	1.184	CB 756	1.561
4	Peletização corr. calcário	CB 756	526	1.450	813	CB 756	1.739
5	Peletização com RF**	CB 756	506	1.568	942	CB 756	1.738
6	Simplex	CIAT 318	333	1.168	860	CIAT 318	1.329
7	Peletização com calcário	CIAT 318	760	1.800	1.358	CIAT 318	1.733
8	Peletização com RF	CIAT 318	526	1.347	1.163	CIAT 318	863
9	Simplex	CIAT 319	419	1.345	1.021	CIAT 319	2.073
10	Peletização com calcário	CIAT 319	514	1.525	1.205	CIAT 319	2.106
11	Peletização com RF	CIAT 319	392	1.373	1.187	CIAT 319	1.051
12	190 kg N/ha	Nenhuma	235	1.489	1.057	Nenhuma	753

* Todas as outras parcelas receberam pequenas quantidades de P, K, Ca, Mg, Zn, B, Cu e Mo.

** Rocha fosfatada.

TABELA 9. Resultados de testes de inoculação em três parcelas com *Macroptilium*, *Pueraria* e *Zornia*.

Tratamento	<i>Macroptilium</i> sp. Nº 535 em Quilichao		<i>P. phaseoloides</i> em Quilichao		<i>Zornia</i> sp. Nº 9,069 em Carimagua	
	Produção I	Produção II	Produção I	Produção II	Produção I	Produção II
	kg/ha					
Inoculado	984	849 (4,64) *	1.259	2.505 (5,39) *	133	876
Sem inoculação	528	467 (4,30)	781	2.425 (4,58)	130	789
+ N Testemunha	590	858 (4,61)	724	1.975 (5,18)	371	1.208

* % de N na folhagem.

TABELA 10. Recomendações para inoculação de leguminosas forrageiras promissoras em solos ácidos e de baixa fertilidade (março 1978)

Espécie	CIAT Nº	Linhagem de <i>Rhizobium</i>	Técnica*	Base para recomendação**
<i>Desmodium heterocarpon</i>	350	CIAT 299	B	II, III, IV
<i>Pueraria phaseoloides</i>	9.900	CIAT 79	C	IV
<i>Stylosanthes capitata</i>	1.019	CIAT 71	B	I, IV, V
<i>Stylosanthes capitata</i>	1.078	CIAT 71	B	IV
<i>Stylosanthes capitata</i>	1.315	CIAT 71	B	
<i>Zornia</i> sp.	728	CIAT 79	C	I
<i>Centrosema</i> sp.	1.733	CIAT 590	B	II, III, IV
<i>Centrosema</i> sp.	1.787	CIAT 590	B	
<i>Centrosema</i> sp.	845	CIAT 590	B	
<i>Desmodium distortum</i>	335	CIAT 299	A	II, III, IV
<i>Desmodium heterophyllum</i>	349	CIAT 80 31	C	I, II, III, IV
<i>Desmodium leonii</i>	3.001	CIAT 299	C	
<i>Desmodium</i> sp.	336	CIAT 299	C	
<i>Glycine wightii</i>	201	CIAT 79	C	C
<i>Stylosanthes capitata</i>	1.097	CIAT 71	B	III
<i>Stylosanthes capitata</i>	1.405	CIAT 71	B	III
<i>Stylosanthes hamata</i>	118	CIAT 71	B	III
<i>Stylosanthes hamata</i>	147	CIAT 71	B	III
<i>Desmodium barbatum</i>	3.063	CIAT 299	B	
<i>Desmodium heterocarpon</i>	365	CIAT 299	B	
<i>Desmodium scorpiurus</i>	3.022	CIAT 299	B	
<i>Desmodium</i> sp.	3.019	CIAT 299	B	
<i>Galactia striata</i>	964	CIAT 378	C	IV
<i>Macroptilium</i> sp.	535	CIAT 318	B	IV
<i>Stylosanthes sympodialis</i>	1.044	CIAT 71	B	III
<i>Teramnus uncinatus</i>	508	CIAT 79	C	C
<i>Aeschynomene</i> sp.	9.666	CIAT 79	C	C
<i>Aeschynomene</i> sp.	9.681	CIAT 79	C	C
<i>Aeschynomene</i> sp.	9.690	CIAT 79	C	C
<i>Alysicarpus</i> sp.	706	CIAT 503	C	S
<i>Centrosema pubescens</i>	5.122	CIAT 590	B	
<i>Centrosema pubescens</i>	5.124	CIAT 590	B	
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	4.085	CIAT 79		
<i>Stylosanthes humilis</i>	1.304	CIAT 71	B	
<i>Vigna</i> sp.	4.016	CIAT 71	C	
<i>Zornia</i> sp.	9.179	CIAT 71	C	

- * A = sem peletização
 B = peletizado com CaCO₃
 C = peletizado com fosfato de rocha

** Estádios da seleção de linhagem

- I = Cultura em tubo de ensaio
 II = Vaso Leonard
 III = Ensaio de vaso
 IV = Ensaio de campo
 V = Ensaio regional
 C = Linhagem comercial
 S = Linhagem isolada da mesma espécie.

LITERATURA CITADA

1. Allen, O.N. and E.K. Allen. 1939. Root nodule bacteria of some tropical leguminous plants. II. Cross-inoculation tests within the cowpea group. *Soil Science* 47: 63-76.
2. Bowen, G.D. and M.M. Kennedy. 1961. Heritable variation in nodulation of *Centrosema pubescens* Benth. *Queensland Journal of Agricultural Science* 18: 161-170.
3. Bockwell, J. 1977. Application of legume seed inoculants. p. 277-310. *In: A treatise on dinitrogen fixation. IV. Agronomy and ecology.* Wiley Interscience, New York.
4. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1977. Annual Report 1976. Beef Program. Soil Microbiology. CIAT, Cali, Colombia.
5. ———. 1978. Annual Report 1977. Beef Program, Soil Microbiology. CIAT, Cali, Colombia.
6. Date, R.A. 1969. A decade of inoculant quality control in Australia. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 35: 27-37.
7. ———. 1976. Especificidad en la simbiosis *Rhizobium*/leguminosa. VI Reunión Latinoamericana sobre *Rhizobium*. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.
8. ———. 1977. Inoculation of tropical pasture legumes. p.293-311. *In: Exploiting the legume Rhizobium symbiosis in tropical agriculture.* Nifal, Hawaii.
9. ——— and J. Halliday. 1978. Collection, isolation, characterization and conservation of *Rhizobium* strains *In: G.D. Mott (ed) Collection, preservation and evaluation of tropical forage germplasm resources.* Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. (In press).
10. Diatloff, A. 1968. Nodulation and nitrogen fixation in some *Desmodium* sp. *Queensland Journal of Agricultural Science* 25: 165-167.
11. Halliday, J. 1977. CIAT *Rhizobium* Collection. I. Strains for forage legumes. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.
12. Herridge, D.F. and R.J. Roughley. 1975. Nodulation of, and nitrogen fixation by, *Lablab purpureus* under field conditions. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 15: 264-269.
13. Norris, D.O. 1969. FAO Technical report to Government of Panama. FAO, Rome.
14. ———. 1972. Leguminous plants in tropical pastures. *Tropical Grasslands* 6: 159-170.
15. ——— and R.A. Date. 1976. Legume Bacteriology. p.134-174. *In Tropical pasture research.* Commonwealth Agricultural Bureaux Bulletin 51.
16. Parker, C.A., J.M. Trinich and D.L. Chatel. 1977. Rhizobia as soil and rhizosphere inhabitants. p. 311-352. *In: A treatise on dinitrogen fixation. IV Agronomy and ecology.* Wiley Interscience, New York.
17. Souto, S.M., A.C.Coser and J. Dobereiner, 1970. Especificidade de uma variedade nativa de "alfafa do Nordeste" (*Stylosanthes gracilis* H.B.K.) na simbiose com *Rhizobium* sp. V. Reunião Latino-americana de *Rhizobium*. km. 47, Via Campo Grande, Rio de Janeiro, Brazil. p. 78-91.
18. Vincent, J.M. 1970. A manual for the practice study of rootnodule bacteria. IBP Handbook No. 15. Blackwell, Oxford.
19. Wilson, J.K. 1926. *Journal of the American Society of Agronomy* 18:911.

O POTENCIAL DE ASSOCIAÇÕES SIMBIÓTICAS ENTRE BACTÉRIAS FIXADORAS DE NITROGÊNIO E GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS

David H. Hubell*

RESUMO

Examina-se brevemente a natureza biológica da associação de bactérias livres fixadoras de N com as raízes de gramíneas. Parece não haver um desenvolvimento apreciável de um estreito relacionamento fisiológico entre os dois organismos que pudesse resultar em uma transferência altamente eficiente de fontes de energia à bactéria e, posteriormente, uma transferência eficiente, à planta, do N fixado. A evidência preliminar indica que tanto a fixação de N como a produção de hormônios de crescimento da planta pela bactéria podem contribuir para a resposta observada em cultivos à inoculação com bactérias. O potencial para a exploração destes sistemas, *tais como se entendem hoje*, parece ser mínimo. No entanto, sugere-se que o potencial para a exploração destas associações pode ser aproveitado no futuro, como consequência dos programas de fitomelhoramento direcionados à seleção de plantas que possuem tendências favoráveis para o estabelecimento de tais associações.

A exploração de sistemas biológicos de plantas fixadoras de N/bactéria em agronomia não é uma idéia nova. Há centenas de anos que os agricultores no mundo inteiro incluíram as leguminosas nos seus sistemas de rotação de cultivos. Esta prática tradicional se baseava na observação empírica de que as leguminosas renovavam, mantinham ou aumentavam a fertilidade do solo. Há menos de cem anos os cientistas explicaram o fenômeno. Provaram que o *Rhizobium*, uma bactéria comum do solo, podia infectar e formar nódulos na raiz das plantas leguminosas. As bactérias concentradas nos nódulos formavam uma associação com a planta capaz de reduzir ou "fixar" o nitrogênio atmosférico em formas combinadas que podiam ser utilizadas para satisfazer os requerimentos deste elemento para o crescimento da bactéria, da planta hospedeira e, finalmente, dos animais e do homem. Um bom cultivo de leguminosas poderia conseqüentemente, produzir um significativo incremento do N no sistema solo-planta. A vantagem deste fato é óbvia, uma vez que o N é o elemento mineral que mais freqüentemente limita a produção das culturas.

As taxas de fixação de N em leguminosas agrônomicas variam, comumente, de 50-150 kg N/ha/ano, e taxas altas, como de 300 kg N/ha/ano, são comuns em alguns sistemas (por exemplo, *Medicago sativa*), sob condições favoráveis.

Uma vez esclarecida a natureza biológica do fenômeno, reconheceu-se imediatamente o potencial das leguminosas para a exploração agrônômica em grande escala. Agrônomo, microbiologistas e cientistas de muitas outras disciplinas colaboraram para desenvolver uma tecnologia simples e de baixo custo, permitindo, assim, estabelecer, com êxito, leguminosas em uma grande variedade de sistemas de cultivos. Aí está incluída a prática da "inoculação", a colocação de um elevado número de células vivas de *Rhizobium* no solo ou nas sementes de uma leguminosa durante a época do plantio, criando, assim, uma situação favorável para a infecção de plantas, a nodulação e a fixação de N após a germinação das sementes. Os métodos para escolher as combinações *Rhizobium*/leguminosas que possibilitarão máxima fixação de N estão bem estabelecidos, e o procedimento se aplica facilmente a nível de campo. Esta metodologia pode

* Departamento de Ciências do Solo, Universidade de Flórida, Gainesville, Flórida.

ser de especial importância para os agricultores dedicados a culturas de subsistência e para os que estão interessados na produção de forragens, para os quais é impossível, ou impróprio, o uso de adubos nitrogenados. Nos anos vindouros, os esforços cada vez maiores para estender a tecnologia atual de inoculação ajudarão aos agricultores dedicados às culturas de subsistência.

Não obstante, a utilização de leguminosas torna-se, freqüentemente, impossível para os produtores de forragens nas zonas tropicais. Provavelmente, isso se deve às grandes extensões de terra e à predominância de condições climáticas e edáficas subótimas, que não podem ser alteradas para favorecer o crescimento das leguminosas desejadas. Uma solução ideal para o dilema do produtor de forragem seria o descobrimento de sistemas biológicos de fixação de N em gramíneas forrageiras que pudessem ser manejados de maneira a permitirem a exploração total de seu potencial de fixação de N em escala agrônômica. Atualmente, tem-se conhecimento de que sistemas de fixação de N em gramíneas existem. As perguntas críticas que se devem formular estão relacionadas com: a) a magnitude da fixação e b) o potencial para a exploração agrônômica destes sistemas. O objetivo deste trabalho é examinar brevemente a informação disponível e, baseado nela, proporcionar uma avaliação crítica de seu potencial para a exploração.

SISTEMAS BIOLÓGICOS DE GRAMÍNEAS FIXADORAS DE NITROGÊNIO COM BACTÉRIAS

Nos últimos anos, têm aparecido vários trabalhos sobre a associação livre de bactérias do solo fixadoras de N com as raízes de diferentes gramíneas. A maior parte destes trabalhos foram revistos (5). O interesse e a motivação aumentaram expressivamente após o relatório apresentado por Döbereiner & Day (4) sobre a fixação de nitrogênio numa associação da bactéria *Spirillum* com as raízes de *Digitaria decumbens* Stent. cv. Transvala, no Brasil. Este trabalho, resultado de vários anos de pesquisa da Dra.

Döbereiner e seus colaboradores, representou a evidência mais completa da existência e importância de tais sistemas, e serviu de estímulo para dar início aos trabalhos de pesquisa, tão necessários no mundo inteiro.

Neste trabalho se revisará o que se conhece sobre a natureza destes sistemas. A bactéria originalmente utilizada pela Dra. Döbereiner, foi identificada tentativamente como *Spirillum lipoferum*. Estudos posteriores demonstraram que esse organismo está relacionado como bastante diferente para merecer ser proposto como um novo gênero, *Azospirillum*, contendo duas espécies: *A. lipoferum* e *A. brasiliensis* (9). Também tem sido demonstrado que representantes de vários outros gêneros de bactérias livres do solo, fixadoras de N, se encontram, com freqüência, em associação com as raízes de várias gramíneas (10). Estas informações provêm da África, América do Norte e América do Sul, indicando uma ampla distribuição de tais associações, sob diversas condições naturais. Vários informes (10) confirmam a existência da especificidade genotípica em, pelo menos, algumas destas gramíneas.

A natureza biológica destas associações se diferencia amplamente do sistema *Rhizobium*/leguminosa. Nas leguminosas, a bactéria infecta as raízes e finalmente penetra as células do córtex; forma-se uma estrutura nodular morfológicamente distinta, e as bactérias chegam a ter uma população altamente concentrada dentro dos limites protetores do nódulo. Esta população está diretamente associada a uma fonte de energia, já que o sistema vascular da raiz penetra e se ramifica no tecido nodular. Esta consideração é de grande importância. A fixação biológica de N é ineficiente, e, portanto, do ponto de vista energético, dispendiosa (11). Requer uma grande quantidade de carboidrato (fonte de energia) para reduzir ou "fixar" uma molécula de N. As bactérias devem receber uma quantidade considerável desses carboidratos, produtos da fotossíntese, a fim de se conseguir uma eficiente fixação. Os condutos vasculares desempe-

nham uma função adicional essencial no transporte do N "fixado" do nódulo às outras partes da planta.

Esta situação é bastante diferente nas gramíneas. As evidências ainda limitadas, indicam uma invasão muito restrita de bactérias na raiz (4, 8). Os microorganismos penetram só intercelularmente nas capas corticais exteriores da raiz. Não se forma nenhuma estrutura morfológica especializada (por exemplo, o nódulo) nem se colonizam células corticais viáveis. Portanto, as bactérias não estão presentes em número elevado dentro da raiz, e as que existem não estão efetivamente ligadas aos sistemas de fornecimento da energia e transporte da planta. Ao que parece, as bactérias se colonizam e formam grandes populações principalmente na superfície da raiz, onde suas atividades de fixação de N e seu crescimento dependem do abastecimento de carboidratos solúveis que se "filtram" em quantidades variáveis das raízes. Nesta situação, sem proteção, os organismos devem competir com outra flora microbiana nativa, pelos carboidratos disponíveis. Além disso, o N fixado na superfície da raiz está fora da planta e tem que ser mineralizado antes que a planta o assimile. Por conseguinte, a planta está sujeita e competir pelo N com a microflora nativa da superfície da raiz.

Tendo em vista as considerações anteriores, estudar-se-á mais uma vez, a natureza da resposta da planta, em termos do que se mede e como se mede. A inoculação de várias gramíneas com *Azospirillum*, sob condições de campo, teve como resultado uma resposta satisfatória nos cultivos em várias ocasiões (10). Em geral, se deduz que isso foi consequência da fixação de N. No entanto, a resposta se registra geralmente em termos de aumento de matéria seca e não em termos de aumento de N. Os aumentos de N, ao serem observados consistentemente, costumam não ser significativos do ponto de vista estatístico. Uma significativa fixação N, como ocorre com as leguminosas, deveria

ser medida pelo método Kjeldahl, amplamente utilizado. Esta observação, — assustadoramente freqüente —, mostrando que isso não é possível, ocasiona certas dúvidas quanto à magnitude da fixação do N nas gramíneas. As informações sobre as elevadas taxas de fixação de N são, com freqüência, o resultado das medições através de testes de redução de acetileno, que é extremamente sensível e muito específica para este processo. De modo geral, utiliza-se conjuntamente com a técnica de "corte da raiz" (7).

Este método envolve teste com segmentos de raízes previamente lavadas, após um período de pré-incubação de 24 horas, num meio enriquecido com carboidratos fornecedores de energia. Atualmente, vários estudos indicam que as elevadas taxas obtidas se devem ao rápido crescimento microbiano no sistema antes da medição. Estes valores são extrapolados, erroneamente, às condições de campo, para dar valores de fixação "prováveis", que não são reais. A eficiência da fixação do N num sistema de campo bactéria/gramínea não protegido ou aberto é muito suscetível aos efeitos negativos de diversos fatores ambientais, os quais são minimizados em condições de laboratório. As taxas de fixação de N medidas através da redução de acetileno, quer no laboratório, quer no campo, podem não ser mantidas *permanentemente*, o que, com o tempo, daria como resultado um acréscimo considerável de N.

Como foi mencionado anteriormente, há vários informes de respostas estatisticamente significativas de culturas à inoculação, com base na medição do rendimento de MS. A evidência de que a fixação de N é mais do que uma causa contribuinte é equívoca. Tendo em vista que essa resposta é real e consistente, devem-se considerar outras explicações possíveis para fixação de N biológico. Sabe-se que muitas bactérias comuns dos solos, incluindo vários gêneros associados às plantas, produzem compostos semelhantes ou idênticos, em estrutura e atividade, aos hormônios de crescimento das plantas (1). Em vários trabalhos antigos

foram observadas respostas benéficas nas culturas causadas pela inoculação com *Azotobacter* ou com várias bactérias em solução de fosfato, graças à fixação de N biológico ou ao aumento da solubilidade de fósforo e assimilação da planta. Hoje em dia, é amplamente aceito que a resposta se deve principalmente ao efeito dos hormônios de crescimento da planta, produzidos na rizosfera das plantas inoculadas (2). É bem possível que este fenômeno possa explicar as respostas em rendimento, obtidas nos sistemas bactéria/gramínea. Estudos de laboratório na Universidade da Flórida (Garcia, Gaskins, Tien, Hubbell; não publicados) demonstraram que as gramíneas inoculadas com *Azospirillum* crescem aceleradamente; estes efeitos se assemelham muitíssimo aos já conhecidos causados por hormônios. Também se demonstrou que cultivos puros de *Azospirillum* produzem oxinas, citoquininas e substâncias semelhantes à giberelina. Estes estudos são compatíveis com os trabalhos anteriores de Brown sobre a consorciação de *Azotobacter/Paspalum* (3).

Deve-se ter em mente que estes comentários estão baseados em estudos muito preliminares e incompletos. Ainda é difícil avaliar ou comparar os estudos atualmente disponíveis. A metodologia é imprópria e de maneira alguma padronizada. Muitos aspectos críticos não foram pesquisados e/ou as respostas obtidas são muito discutíveis. Os comentários aqui expendidos com relação ao potencial de exploração dos sistemas biológicos de fixação de N (SBFN) bactéria/gramíneas não se baseiam em resultados conclusivos, mas sobre apreciações pessoais da informação acumulada gradualmente até hoje.

É improvável que os sistemas biológicos de fixação de nitrogênio bactéria/gramínea, como são entendidos atualmente, tenham um grande potencial de exploração nos sistemas de produção de culturas ou forragens. As razões pessoais do autor deste trabalho podem ser resumidas assim: A exploração implica na manipulação deste sistema. A prática de inoculação é inerente ao

sistema. O êxito da inoculação depende das limitações naturais da bactéria em termos de distribuição, capacidade de fixação de N e eficiência da associação gramínea/bactéria. A informação disponível atualmente indica que muitos tipos de bactéria fixadoras de N que vivem livremente podem estar associados com as raízes de gramíneas. Geograficamente, essas bactérias estão profusamente distribuídas e não parecem variar muito em eficiência de fixação de N. A natureza de sua associação com raízes da gramínea parece não ser especializada e, portanto, não específica. Essencialmente, parece que há pouca probabilidade de se poderem selecionar cepas especiais para formar associações biológicas superiores, fixadoras de N em combinação com plantas hospedeiras específicas. Virtualmente, parece que, agora, o componente microbiano, é uma constante no sistema e, portanto, não está tão sujeito à manipulação como o *Rhizobium*. A natureza biológica destes sistemas "associativos" ou "livres" de gramínea/bactéria parece impedir o estabelecimento de sistemas biológicos eficientes para fixação de N que poderiam competir com os sistemas leguminosas/*Rhizobium* na fixação de N. São muito limitados os meios efetivos de transferência de carboidratos fornecedores de energia da planta à bactéria e os meios de transferência de N fixado pela bactéria à planta.

Esta avaliação do potencial dos sistemas de fixação biológico de N gramínea/bactéria na produção de forragem é propositalmente pessimista; porém, ainda existem razões para se conservar certo otimismo. Existe alguma evidência sobre a resposta benéfica da planta à inoculação. A grande variabilidade nos resultados experimentais deve ser atribuída, talvez, à nossa ignorância básica em relação à natureza desse sistema tão complexo. O número de variáveis aparentemente críticas, atualmente, parece interminável, e os experimentos que se repetem podem, perfeitamente, trazer resultados diferentes, porque, de fato, não são "duplicatas" de uma pesquisa original mas, pelo contrário, diferem em um ou mais aspectos críticos. De maneira nenhuma está decidido se a resposta

observada na planta deve, ser atribuída, principalmente, à fixação biológica de N ou à atividade de hormônios de crescimento da planta. Há certa evidência, para sustentar as duas explicações. Assim sendo, é razoável supor, pelo menos temporariamente, que tanto a fixação de N biológico como os hormônios contribuem para a resposta das plantas. Assim sendo, é preciso determinar qual é o fator dominante e sob que condições. Compreendido o acima exposto, podemos dirigir-nos para o problema do melhoramento do sistema de formas específicas, aclarando, assim, o caminho para manipular e explorar o sistema. É necessário entender o sistema antes de poder controlá-lo.

Algumas pessoas podem desalentar-se ante a evidência pouco promissora que existe para uma "significativa" fixação de N. Talvez não seja este o caso. Depende do que se queira aceitar como valor mínimo significativo. O sistema de leguminosas é, definitivamente, um sistema biológico de fixação de N mais eficaz que o sistema de gramíneas. Não é razoável esperar obter taxas comparáveis de fixação de N. Uma

gramínea forrageira que cresce sob condições deficientes de N e sem possibilidade de fertilização pode perfeitamente considerar *qualquer* quantidade de N fixado biologicamente como significativo. O desafio é obter-se uma compreensão do sistema, melhorá-lo e aprender a manipulá-lo sob diversas condições de campo. Talvez o maior potencial para o melhoramento e a manipulação resida na área da genética vegetal. Há alguma evidência de que a resposta da planta pode destacar-se mais nos genótipos primitivos que nos genótipos híbridos. Se isto é válido, então a resposta da planta é uma característica herdável e pode ser melhorada através de fitomelhoramento. Talvez valha a pena selecionar o genótipo das plantas que possuem, por herança, as muitas e complexas características que favorecem a fixação associativa de N e que podem ter sido perdidas nos cruzamentos, para se obterem híbridos que utilizamos presentemente. Pode ser que se demore muito a obter resultados positivos; porém, desde que se consiga este objetivo, certamente se justificariam o tempo, o esforço e os gastos decorrentes.

LITERATURA CITADA

1. Brown, M.E. 1972. Plant growth substances produced by microorganisms of soil and rhizosphere. *Journal of Applied Bacteriology* 35: 443-451.
2. ————. 1974. Seed and root bacterization. *Annual Review of Phytopathology* 12: 181-197.
3. ————. 1976. Role of *Azotobacter paspali* in association with *Paspalum notatum*. *Journal of Applied Bacteriology* 40: 341-348.
4. Döbereiner, J. and J.M. Day. 1975. Associative symbiose in tropical grasses: Characterization of microorganism and dinitrogen fixation sites. *In* Proceedings I International Symposium on Nitrogen Fixation 2: 518-538. University of Washington Press, Pullman.
5. ———— and J.M. Day. 1975. Nitrogen fixation in the rhizosphere of tropical grasses. p. 39-56. *In* W.D.P. Stewart (ed.) Nitrogen fixation by free-living microorganisms. Cambridge University Press, Cambridge.
6. Eskew, D.L. and I.P. Ting. 1977. Comparison of intact plant and excised root assays for acetylene reduction in grass rhizospheres. *Plant Science Letters* 8: 327-331.

7. Gaskins, M.H. and J.L. Carter. 1975. Nitrogenase activity: A review and evaluation of assay methods. Soil and Crop Science Society of Florida 35: 10-16.
8. Garcia, M. D. H. Hubbell and M.H. Gaskins. 1976. Environmental role of nitrogen-fixing bluegreen algae and asymbiotic bacteria. International Symposium. Uppsala, Sweden.
9. Krieg, N.R. 1977. Taxonomy of the root-associated nitrogen fixer, *Spirillum lipoferum*. In International Symposium on the Limitations and Potentials of Biological Nitrogen Fixation in the Tropics. University of Brasilia, Brazil.
10. Neyra, C. and J. Döbereiner. 1977. Nitrogen fixation in grasses. In N.C. Brady (ed.) Advances in Agronomy 29: 1-51.
11. Postgate, J.R. 1974. New advances and future potential in biological nitrogen fixation. Journal of Applied Bacteriology 37: 185-202.

CAPÍTULO III

ESTABELECIMENTO E SISTEMAS DE MANEJO DE PASTAGENS

ESTABELECIMENTO E MANEJO DE PASTAGENS NOS CERRADOS DO BRASIL

Euclides Kornelius,
Moacir G. Saueressig,
Wenceslau J. Goedert*

RESUMO

A região dos cerrados ocupa cerca de 150 milhões de ha e concentra quase a metade do rebanho bovino no Brasil. Em função da baixa fertilidade dos solos e da má distribuição das chuvas, há graves problemas de deficiência alimentar e a exploração pecuária apresenta índices zootécnicos muito baixos. A exploração é essencialmente extensiva e extrativa, predominando a fase de cria. A região, entretanto, apresenta um enorme potencial para a pecuária desde que contornados os problemas de deficiência de alimentação. Há necessidade de melhorar o suporte forrageiro. Isso pode ser feito através do melhoramento da pastagem nativa, pela introdução de espécies forrageiras de maior capacidade de produção e resistentes à seca. Contudo, pouco se conhece sobre esse processo. Outra alternativa válida para melhorar o suporte forrageiro, é a transformação de parte da fazenda, com erradicação da vegetação nativa e introdução de espécies forrageiras de alta produtividade. Esse processo é dispendioso, exigindo o uso de insumos, principalmente fosfato. Para facilitar a implantação dessas pastagens recomenda-se fazê-lo em associação com o cultivo de culturas anuais. O manejo da pastagem deve levar em conta a deficiência de alimentação na época seca (junho a setembro). A utilização de feno, nessa época, também tem se mostrado viável.

Os cerrados ocupam mais de 150 milhões de ha, correspondendo a cerca de 20% da superfície do território Brasileiro. Nessa área se concentra quase 50% do rebanho bovino do País. A região dos cerrados, em função dos recursos naturais e sócio-econômicos, apresenta uma exploração pecuária com índices zootécnicos bastante baixos. Não obstante, o potencial de melhora desses índices, através da utilização de tecnologia, é enorme. O duplo objetivo deste trabalho é caracterizar o potencial da região, indicando as principais limitações para a pecuária, e revisar os conhecimentos sobre estabelecimentos e manejo de pastagens.

A REGIÃO DOS CERRADOS

Os cerrados brasileiros estendem-se pela região centro-oeste, atingindo, ainda, parte das regiões norte, nordeste e sudeste (fig. 1). A maior concentração (73%) dos cerrados ocorre nos Estados de Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais.

Em função da dimensão e distribuição, a região apresenta-se heterogênea tanto em termos ecológicos quanto sócio-econômicos, devendo-se ter cuidado com extrapolação de dados.

A área de cerrados (Fig. 1) reúne uma série de características favoráveis, apresentando excelente potencialidade à agropecuária. A topografia e as propriedades físicas do solo favorecem sobretudo a mecanização, em

* Pesquisadores do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados/EMBRAPA — Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Planaltina, D.F., Brasil.

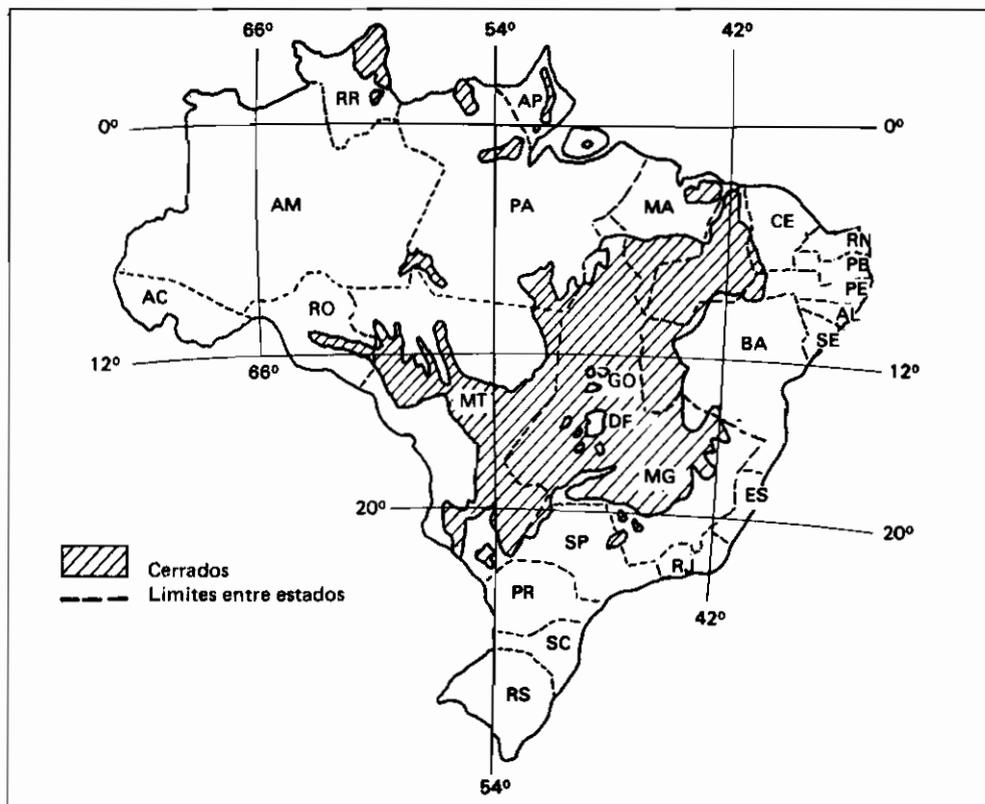


Figura 1. Distribuição das regiões de cerrados do Brasil, incluindo as áreas de transição com outras formações (5).

qualquer época. A radiação solar é muito elevada e a temperatura é ótima para a grande maioria dos cultivos. Embora haja má distribuição, a quantidade total de chuva (Fig. 2) é elevada. No que respeita aos aspectos sócio-econômicos, os índices melhoraram consideravelmente em função do fluxo migratório gerado pela criação de Brasília. Hoje, há mercado local para grande parte da produção e sensível progresso no sistema de comunicação com outras regiões.

Apesar do enorme potencial agropecuário, os cerrados têm sido ainda pouco explorados. Vários fatores, de caráter tecnológico e sócio-econômico, têm limitado o desenvolvimento da área. No que concerne à produção de gado de corte, as limitações estão intimamente relacionadas aos seguintes recursos: solo, água, recursos forrageiros e in-

fra-estrutura. Assim sendo, pretende-se caracterizar e discutir um pouco mais esses recursos.

Solos

Uma estimativa aproximada da extensão e distribuição das unidades de solo na área contínua dos cerrados é apresentada na Tabela 1. Os Latossolos (Oxisolos) são os mais importantes em área, destacando-se o Vermelho-Amarelo e Vermelho-Escuro, os quais abrangem cerca de 52% das áreas de cerrados. Caracterizam-se por serem solos profundos, altamente intemperizados, de baixa fertilidade natural e alta porcentagem de saturação de alumínio.

As Areias Quartzosas (Entissoles), que ocupam cerca de 20% da área, são derivadas

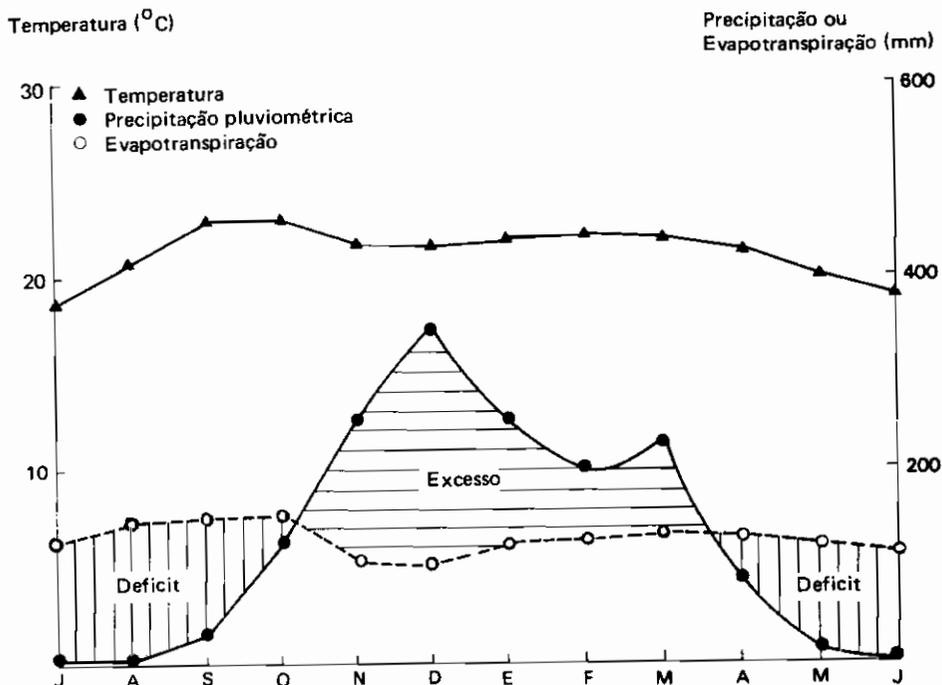


Figura 2. Balanço hídrico e temperatura média mensal de 35 anos de observação em Formosa, Goiás, calculados segundo Hargreaves (5).

de sedimentos arenosos, de fertilidade natural muito baixa. As Lateritas Hidromórficas (Ultissolos) têm, como característica marcante, a má drenagem durante a estação chuvosa, apresentando, também, baixa fertilidade natural, embora não tão baixa quanto os Latossolos e Areias Quartzosas.

Os solos Podzólicos (Ultissolos e Alfissolos) apresentam alta saturação de bases, são férteis e abrangem cerca de 6% da área total dos solos dos cerrados. Os Litossolos (Alfissolos) são solos rasos associados com rochas, geralmente de baixa fertilidade, apresentando limitações químicas e físicas.

Dados de análise química de 528 amostras de solos superficiais da área central dos cerrados estão contidos na Tabela 2. A maioria das amostras analisadas apresenta o pH (H₂O) abaixo de 5. Mais de 90% das amostras apresentam teor de Ca, Mg, P, K, e Zn, abaixo do nível crítico sugerido (9). Cerca

de 92% das amostras mostraram uma porcentagem de saturação de alumínio acima de 20%, nível a partir do qual a maioria das culturas sensíveis decrescem em rendimento.

Água

A quantidade total de chuvas é relativamente alta, variando de 1.200 a 1.700 mm/ano. Contudo, a distribuição dessa chuva é bastante irregular, causando problemas de deficiência hídrica. Esse fato, aliado à baixa capacidade de retenção de água pelo solo e às dificuldades de desenvolvimento radicular, faz com que haja problemas de seca, mesmo durante a estação chuvosa. As dificuldades de desenvolvimento radicular são relacionadas à deficiência de nutrientes, principalmente de P e à alta saturação de Al no complexo sortivo.

Dados agrometeorológicos são bastante escassos na região. Na Fig. 2, são apresenta-

dos dados obtidos no município de Formosa, Goiás, que são aceitos como típicos da área do Distrito Federal. Dados pluviométricos de outras áreas de cerrados são apresentados por Azevedo (2).

Há uma estação chuvosa que começa, em geral, em fins de setembro e se estende até abril. A estação seca coincide com os meses mais frios do ano (Fig. 2), porém a amplitude anual de temperatura é pequena. A estação seca, que na região pode variar de três a sete meses, constitui o principal fator limitante ao desenvolvimento da pecuária. Como será discutido posteriormente, ocorre uma conseqüente irregular distribuição da disponibilidade de forragens durante o ano.

Além da estação seca, é normal a ocorrência de curtos períodos de seca (uma a três semanas) durante a estação chuvosa. Esse fato,

contudo, assume importância apenas quando coincide com a fase de implantação da pastagem.

Recursos forrageiros

Os recursos forrageiros nativos da região dos cerrados são ainda pouco conhecidos, mercê da dimensão da região e da grande quantidade de espécies existentes. Além do extrato herbáceo, muitas espécies do extrato arbóreo servem de alimento para os animais, especialmente na época seca.

A produção de forragem apresenta uma variação anual similar à curva de distribuição de chuva. Considerando uma lotação normal da área (0,2 UA/ha), há um excesso de produção de forragem no período chuvoso e um déficit no período seco. Segundo dados relatados por Vilela (19), a disponibilidade de

TABELA 1. Distribuição aproximada das maiores unidades de solo da área contínua dos cerrados e nomenclaturas dos sistemas de taxonomia de solos e do sistema brasileiro (16).

Sistema brasileiro	Ordem	Taxonomia de solos; Grande Grupo	Área total	Cerrado
			milhões de ha	%
Latossolos	Oxissolos			
Latossolo Vermelho-Amarelo		Acrustox	69,7	41
Latossolo Vermelho-Escuro		Haplustox	17,9	11
Latossolo Roxo		Haplustox	6,9	4
			<u>94,5</u>	<u>56</u>
Areias Quartzosas	Entissolos	Quartzipsamments	34,3	20
Laterita Hidromórfica	Ultissolos	Plinthaquults	17,0	10
Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico		Ustults	2,1	1
			<u>19,1</u>	<u>11</u>
Podzólico Vermelho-Amarelo equiv. Eutrófico	Alfissolos	Ustalfs	7,0	4
Litossolo		Lithic	15,1	9
Total			170,0	100

TABELA 2. Relação entre a vegetação nativa de cerrado no Brasil Central e as características do solo superficial (9).

Características do solo	Campo limpo (64) *	Campo sujo (148)	Cerrado (255)	Cerradão (45)	Mata ** (16)
pH (H ₂ O)	4,87	4,94	5,00	5,14	5,28
MO (%)	2,21	2,33	2,35	2,32	3,14
Ca trocável (meq/100g)	0,20	0,33	0,45	0,69	1,50
Mg trocável (meq/100g)	0,06	0,13	0,21	0,38	0,55
K trocável (meq/100g)	0,08	0,10	0,11	0,13	0,17
Al trocável (meq/100g)	0,74	0,63	0,66	0,61	0,78
CTC efetivo (meq/100g)	1,08	1,19	1,43	1,81	3,00
Saturação de Al (%)	66	58	54	44	40
P (ppm) ***	0,50	0,51	0,94	2,10	1,40
Zn (ppm) ***	0,58	0,61	0,66	0,67	1,11
Cu (ppm) ***	0,60	0,79	0,94	1,32	0,95
Mn (ppm) ***	5,40	10,30	15,90	22,90	24,10
Fe (ppm) ***	35,70	33,90	33,00	27,10	37,20
Argila (%)	33	36	34	32	37
Silte (%)	20	16	15	16	16
Areias (%)	46	48	51	53	47

* Número de amostras

** Mata semi-caducifólia

*** Extrator HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N

forragem nativa varia, anualmente, de 1.600 a 2.200 kg de MS/ha.

Os principais gêneros que ocorrem nas pastagens nativas da região dos cerrados estão citados a seguir (Ver 4, 7, 18, 19 para maiores detalhes): a) Gramíneas: *Andropogon*, *Aristida*, *Axonopus*, *Ctenium*, *Eragrostis*, *Mesosetum*, *Panicum*, *Paspalum*, *Pennisetum*, *Setaria*, *Trachypogon* e *Tristachya*; b) Leguminosas: *Stylosanthes*, *Desmodium*, *Zornia*, *Cassia*, *Aeschynomene*, *Indigofera*, *Galactia*, *Crotalaria*, *Arachis*, *Bauhinia* e *Centrosema*; c) Outras: *Acanthosperum*, *Vernonia*, *Euphorbia*, *Camarea*, *Borreria*.

Infra-estrutura

A infra-estrutura da região dos cerrados é ainda bastante deficiente, embora tenha experimentado sensíveis melhoras na última década. Há, ainda, irregular distribuição de

insumos, deficiência no sistema de armazenagem, de transporte, de comercialização, etc. A infra-estrutura deficiente, aliada aos problemas com os recursos naturais, condiciona o tipo de exploração bovina nessa região, ainda, em grande parte, do tipo extensiva ou "extrativa".

A PECUÁRIA DE CORTE NA REGIÃO DOS CERRADOS

De acordo com Saturnino *et al.* (17), a utilização do cerrado para pastejo compreende quatro formas básicas e a maior ou menor intensidade de uso, em cada uma das alternativas, assume peculiaridades inerentes a cada área dos cerrados (Fig. 3).

A sua utilização como "pastagem" vai desde o "cerrado em pé", sem a introdução de qualquer processo para mudar seu extrato herbáceo, até o completo desbravamento seguido de correções (calagem e adubação) e

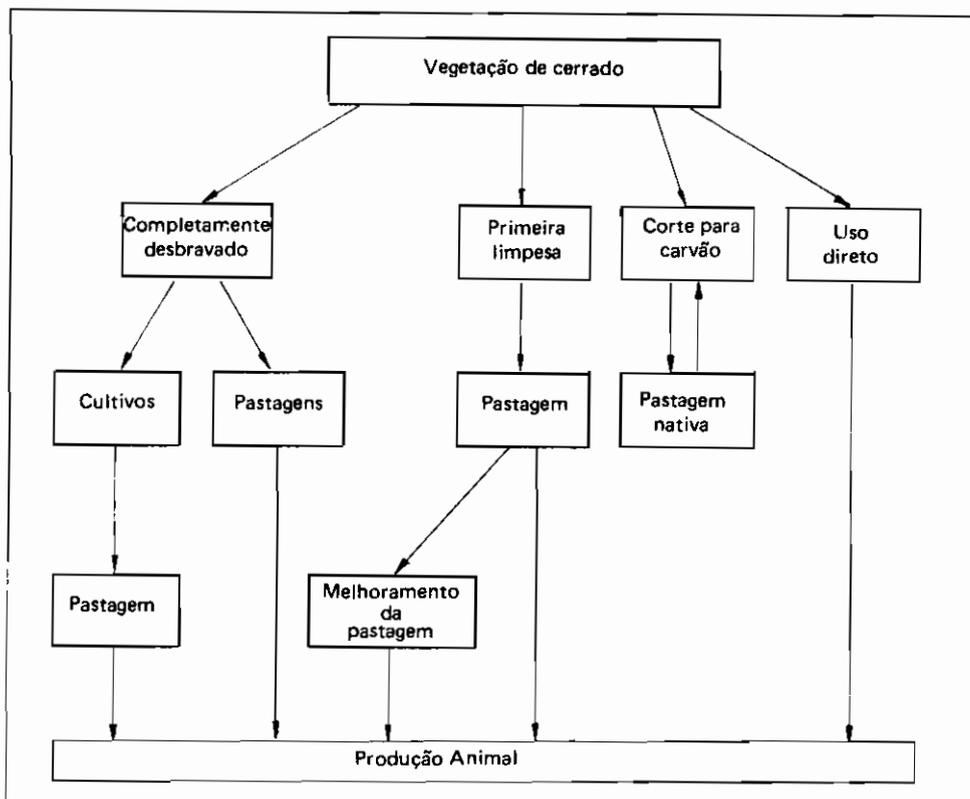


Figura 3. Alternativas estudadas para utilização do cerrado para produção animal sob pastejo.

de conservação do solo e introdução de gramíneas e leguminosas nobres, antecedida ou não por culturas anuais. Como alternativas intermediárias tem-se o corte da vegetação arbórea do cerrado para carvão e seu uso do extrato herbáceo como pastagem natural, até nova recomposição da cobertura vegetal ou uma limpeza, geralmente manual, seguida por semeio de gramíneas que predominam na região, sem haver, contudo, qualquer preparo do solo.

A forma de utilização do cerrado para pastejo não difere muito entre estas regiões. Geralmente é usado o ano todo, assumindo importância na época da seca. Grandes áreas de campo de cerrado são queimadas para se conseguir a rebrota. Têm também igual importância, nesta época, os "cerrados em pé", principalmente pela presença de ervas e arbustos. O completo desbravamento do cerra-

do e posterior formação de pastagem vem rapidamente adquirindo importância.

A capacidade de suporte das pastagens naturais é muito baixa (0,2 a 0,6 UA/ha/ano), sendo que o efeito da escassez de forragem, na época seca, contribui muito para o problema.

Como resultado dessa baixa capacidade de suporte e da deficiência de infra-estrutura, a nível de fazenda e de região, o tipo de exploração dominante é o sistema de cria. Em termos médios, 60% das fazendas se dedicam à cria, e 35%, à cria e recria. Apenas 5% das fazendas incluem a engorda no processo produtivo, porém nessas também são feitas a cria e a recria (EMBRAPA/CPAC 1977; dados não publicados).

O gado predominante é o azebuado, sem

características definidas, havendo acentuada introdução de touros de raça nelore, em Goiás e Mato Grosso, e da raça gir, em Minas Gerais.

O desempenho médio da exploração pecuária, nos cerrados, é bastante pobre, conforme pode ser observado na Tabela 3, sumariada do trabalho de Saturnino *et al.* (17). Além de baixa taxa de natalidade, ocorre uma mortalidade de bezerros em torno de 10%. Isto significa que uma vaca produz um bezerro a cada dois ou dois e meio anos. Por outro lado, principalmente devido a problemas de alimentação, a idade do primeiro acasalamento ocorre muito tarde. Uma vaca produz, em média, apenas quatro a cinco crias durante sua vida útil. Conforme será discutido posteriormente, esses índices podem ser sensivelmente melhorados à medida que níveis de tecnologia mais elevados forem utilizados.

Nos últimos quatro ou cinco anos tem-se notado uma rápida evolução na infra-estrutura da região. Isso é resultado de vários fatores, tais como: crescimento da população, melhoria dos meios de comunicação, disponibilidade de crédito, aumento de incentivos do Governo, etc. Como conseqüência, a exploração agropecuária, que era essencialmente extensiva, está se transformando. A diversificação de cultivos anuais, com o plantio de soja e milho, tem permitido o melhoramento da fertilidade do solo, facilitando a introdu-

ção de espécies forrageiras mais produtivas.

ESTABELECIMENTOS DE PASTAGENS

Das quatro formas básicas de uso do cerrado para pastejo, discutidas anteriormente, verifica-se uma predominância da utilização de pastagens nativas como exploração meramente extrativa, com algumas mudanças na vegetação de maior porte.

Entretanto, a região dos cerrados vem sofrendo uma acentuada transformação, principalmente em algumas áreas onde a agricultura e a formação de pastagens cultivadas estão mudando a fisionomia da região. Segundos dados da Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural — EMBRATER (Comunicação pessoal), dos 800.000 ha financiados pelo programa POLOCENTRO até 1977, 400.000 foram formados diretamente com pastagens cultivadas. Dos 400.000 ha restantes destinados a culturas, 80%, ou seja, 320.000 ha estão sendo cultivados com arroz, devendo receber pastagens, após um a três anos de utilização com culturas anuais. A previsão é de que até o final de 1978, 1.300.000 ha de cerrados sejam incorporados ao processo de exploração mais intensiva.

O potencial para a produção pecuária na região dos cerrados é muito grande, e Saturnino *et al.* (17) procurando dimensioná-lo chegaram aos seguintes dados: elevando-se a

TABELA 3. Índices zootécnicos da pecuária de corte na região dos cerrados (Resumidos de 17).

Índices	Minas Gerais	Goiás	Mato Grosso
Relação touro:vaca	1: 50 - 1: 30	1: 50 - 1: 30	1: 30 - 1: 30
Época de monta	Set. a março	Out. a março	Out. a fev.
Natalidade (%)	35 - 60	40 - 70	40 - 50
Idade fêmeas ao 1º parto (meses)	36 - 60	36 - 48	42 - 54
Intervalos entre partos (meses)	16 - 28	16 - 24	24 - 30
Desmama (%)	32 - 57	35 - 60	35 - 45
Idade de machos ao abate (meses)	38 - 60	40 - 50	48 - 54

capacidade de suporte de 0,2 para 1,6 UA/ha, incrementa-se em cerca de 9,1 vezes o número de animais no rebanho, em 13,7 vezes o número de animais disponíveis para venda e em 11,2 vezes o peso vendido para abate, embora a área utilizada se mantenha constante.

É evidente que não teremos toda a região dos cerrados coberta com pastagens cultivadas, mesmo porque há uma preocupação em melhorar os recursos forrageiros naturais, pela introdução e estabelecimento de espécies mais nobres (sem destruir a vegetação nativa), capazes de contribuir para melhorar a produtividade pecuária da região.

Métodos de estabelecimento de forrageiras

Na formação de pastagens em áreas de cerrado são utilizados desde métodos mais rudimentares, sem ou com o emprego de insumos em pequena quantidade, até o completo desbravamento, uso de corretivos, fertilizantes e sementes certificadas.

Estabelecimento de forrageiras em pastagens nativas

A introdução de forrageiras em pastagens nativas pode ser realizada de diversas maneiras, sendo as mais importantes: queima, raleamento, sulcamento e gradagem.

A queima, no final do período seco, é uma prática amplamente usada no cerrado, com a finalidade de eliminar a vegetação não consumida pelos animais, permitindo a rebrota, apresentando contudo efeitos negativos sobre algumas espécies, especialmente leguminosas e capim gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.). Usada isoladamente, a queima não favorece o estabelecimento do capim-gordura e de leguminosas em pastagem nativa, como pode ser visto na Tabela 4. Associando à queima a adubação fosfatada e calagem já se verifica o aparecimento mais acentuado das espécies introduzidas. Contudo, o seu desenvolvimento é precário, não afetando a produção de MS, que apresenta um pre-

domínio de vegetação nativa (Tabela 4).

O raleamento do cerrado é outro processo utilizado em áreas de solos com melhor fertilidade, geralmente margeando os cursos de água, ou manchas de "cerradões", onde o capim-gordura e o jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Nees)) se estabelecem espontaneamente. É comum o raleamento do cerrado e o semeio dessas espécies sem qualquer outro tratamento do solo, permitindo um melhor estabelecimento, em função da maior luminosidade do ambiente. Ferreira *et al.* (6) obtiveram produções semelhantes de MS e proteína do capim-gordura comparando os tratamentos: cerrado natural, desbastado e destocado, na presença de adubação.

Extensas áreas dos cerrados são cobertas com gramíneas, formando os "campos limpos", onde se podem estabelecer espécies exóticas com maior facilidade operacional, principalmente através de sulcos. Este método é ainda pouco empregado por deficiência de maquinaria adequada, e os solos, de baixa fertilidade, exigem o emprego de fertilizantes. Vilela (19) introduziu capim-gordura e estilosantes (*Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw.) em sulcos abertos com arado de aiveca, distantes um metro um do outro e adubados. O extrato herbáceo era composto, principalmente, de gramíneas nativas, capim-gordura e estilosantes.

Tanto nas áreas de "campo limpo" como nas de "campo sujo", podem ser estabelecidas forrageiras com o uso apenas da grade, diminuindo os custos de formação de pastagens. Em trabalho conduzido pelo Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), no município de Unaí—MG, constatou-se a vantagem do emprego da grade na implantação do capim-gordura e leguminosas, principalmente na presença da adubação fosfatada (Tabela 4). As gramíneas nativas de hábito, em geral, cespitoso, foram destruídas pela gradagem, apresentando lenta recuperação e permitindo o estabelecimento das forrageiras introduzidas. As leguminosas semeadas germinaram e não se estabeleceram por falta de um adequado contato das sementes com o

TABELA 4. Total de plantas de capim-gordura e de leguminosas e produção de MS em Unaf Minas Gerais (5).

Tratamento		Preparo	Estado da Pastagem	Capim-gordura	Leguminosas	MS
P ₂ O ₅	Calc.					
kg/ha	ton/ha			Plantas/ 15m ²		kg/ha
0	0	Queima	Campo natural	0	0	940
			Capim-gordura	0	0	820
			Capim-gordura + leg.	0	4	970
		Queima +	Campo natural	0	0	0
			Capim-gordura	11	0	0
		Gradagem	Capim-gordura + leg.	4	22	0
			Campo natural	0	0	0
		Gradagem	Capim-gordura	19	0	900
			Capim-gordura + leg.	46	34	0
		220	0	Queima	Campo natural	0
Capim-gordura	14				1	960
Capim-gordura + leg.	1				17	1.100
Queima +	Campo natural			0	0	0
	Capim-gordura			76	0	1.070
Gradagem	Capim-gordura + leg.			33	50	1.560
	Campo natural			0	0	0
Grade	Capim-gordura			177	0	780
	Capim-gordura + leg.			28	55	1.180
220	1			Queima	Campo natural	0
		Capim-gordura	8		0	840
		Capim-gordura + leg.	72		28	820
		Queima +	Campo natural	0	0	0
			Capim-gordura	24	0	1.280
		Grade	Capim-gordura + leg.	75	46	1.240
			Campo natural	0	0	0
		Grade	Capim-gordura	149	0	840
			Capim-gordura + leg.	78	39	1.080

solo, fato observado também por Ferreira *et al.* (16). Reis e Barreto (13) obtiveram bom estabelecimento e persistência de leguminosas tropicais, introduzidas sobre o campo natural com preparo superficial do solo, feito com grade. Também Vilela (20) usando grade em cerrado raleado e adubado, e semeando estilosantes e siratro (*Macroptilium atropurpureum* (DC) Urb), obteve bom estabelecimento das leguminosas. A vegetação, além das leguminosas, era composta do capim-gordura e do jaraguá, gramíneas nativas, ervas e arbustos.

Estabelecimento de forrageiras após a erradicação completa da vegetação nativa

Em áreas em que se procede o desmatamento completo, devido ao elevado custo dessa operação, é desejável que se tenha uma boa implantação da pastagem, com altas produções e longa duração. Um mau preparo do solo ou uma adubação inadequada são os principais fatores responsáveis pelo retorno da vegetação nativa do cerrado e o desaparecimento das forrageiras em pouco tempo.

Os métodos de estabelecimento sofrem alterações de acordo com a extensão da área a ser semeada, com os recursos de maquinaria e com o nível tecnológico do fazendeiro.

O estabelecimento direto da pastagem pode ser realizado isolado ou com uma cultura anual. Em qualquer caso, o método de plantio pode ser o lanço (manual ou mecânico) ou em sulcos.

Tradicionalmente (17), na região dos cerrados, a pastagem é estabelecida isoladamente logo após a abertura do terreno ou após ter sido cultivada de um a três anos com culturas anuais, normalmente arroz de sequeiro. O estabelecimento associado com a cultura de arroz ou de milho é uma prática que tem aumentado, nos últimos anos, já que contribui para o barateamento da formação da pastagem.

A semeadura a lanço, manual ou mecânica, na superfície do terreno não tem sido bem sucedida (1, 6). As sementes que perma-

necem sobre o solo germinam, mas apenas pequena percentagem se estabelece. As chuvas intensas, mas de curta duração, constituem a principal razão para isso. Densidades bem mais elevadas podem contornar a situação (11), mas encarecem o custo de estabelecimento da pastagem. Dessa maneira, recomenda-se enterrar as sementes para assegurar um bom estabelecimento.

A semeadura de forrageiras em sulcos, tanto isolada como concomitantemente com uma cultura anual, é bastante comum. São usadas as semeadeiras – adubadeiras utilizadas para cultivos anuais, como arroz, soja e trigo. A eficiência da semeadura no sulco pode ser observada na Tabela 5, em que o número de plantas por m² foi muito superior ao da semeadura a lanço, confirmando dados obtidos por vários autores (11, 14).

Dois experimentos foram iniciados pelo CPAC no sentido de estudar métodos de plantio e de estabelecimento de forrageiras, após erradicação completa da vegetação e

TABELA 5. Produção de arroz e número de plantas forrageiras quando implantadas com o arroz, com e sem adubação corretiva de P (5).

Espécies forrageiras	Métodos de semeadura	P ₂ O ₅ (kg/ha)			
		0	230	0	230
		Forrageiras (plantas/m ²)		Arroz (t/ha)	
Braquiária	A lanço	2,17	2,75	0,95	1,66
	Com arroz	4,75	3,58	0,95	1,63
	Entre linhas de arroz	6,42	8,75	1,08	1,24
Capim gordura	A lanço	23,92	57,67	1,09	1,27
	Com arroz	36,42	70,75	0,98	0,97
	Entre linhas de arroz	40,75	86,58	1,04	1,19
Centrosema	A lanço	3,12	2,17	0,76	1,84
	Com arroz	11,58	11,42	1,01	1,74
	Entre linhas de arroz	12,12	15,42	0,92	1,83
Estilosantes	A lanço	6,33	7,92	1,02	1,93
	Com arroz	6,20	6,58	1,17	1,95
	Entre linhas de arroz	7,50	7,20	0,70	1,97
Somente arroz				0,97	1,86

preparo do solo. Embora esses ensaios ainda estejam em andamento, algumas observações e comentários podem ser feitos.

Resultados obtidos sobre métodos de estabelecimento de forrageiras com a cultura de arroz são apresentados na Tabela 5. Observa-se que, na ausência da adubação fosfatada corretiva, as forrageiras não afetaram a produção de arroz, em nenhum método de semeadura testado. Em geral, o estabelecimento das forrageiras semeadas a lanço, e entre as linhas do arroz, foi fraco, devido à baixa fertilidade do solo. Na presença da adubação corretiva, a produção de arroz sofreu uma redução acentuada nos tratamentos com capim-gordura. O capim braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf), semeado entre as linhas do arroz, também causou maior diminuição na produção, em virtude do seu melhor desenvolvimento e competição com arroz. Quando o braquiária foi semeado a lanço, a redução na produção de arroz não foi tão acentuada, o que pode ser explicado pela menor população presente neste tratamento. O estilosantes apresentou baixa população de plantas.

Possivelmente, o uso de áreas com culturas anuais por dois a três anos propicie o reembolso do investimento inicial feito com calagem e adubação fosfatada. Deve ser considerado também que o resíduo formado pela palha de arroz com as forrageiras pode ser utilizado para suplementação de animais no período seco, podendo ser melhorada a sua qualidade com a presença de leguminosas. A percentagem de proteína bruta do resíduo variou de 5,8 a 7,8% e a digestibilidade *in*

vitro de 43,6 a 51,9%. A quantidade de palha foi superior a 1.400 kg MS/ha na colheita do arroz, nas parcelas adubadas e semeadas com capim-gordura.

Em 1976, o CPAC iniciou experimento em Latossolo Vermelho-Escuro, com o objetivo principal de comparar, técnica e economicamente, quatro seqüências de cultivos, sendo que três delas visavam a formação de pastagens (Tabelas 6 e 7). Uma área de 80 ha foi desmatada, recebendo 4 t de calcário por ha (PRNT = 53%), 90 de K₂O, 8 kg/ha de sulfato de zinco e 0,5 kg/ha de molibdato de sódio. Foram usados dois níveis de adubação fosfatada corretiva: 120 e 240 kg/ha de P₂O₅.

Nas parcelas em que as forrageiras foram semeadas com o arroz (S₂), usou-se a metade dessas quantidades.

A semeadura foi efetuada durante o mês de novembro, com máquina marca Brillion. Nas parcelas de arroz/pastagem (S₂) foi semeado o arroz e em seguida a mistura de forrageiras.

Os resultados de produção de MV e participação percentual de cada espécie, nas parcelas implantadas diretamente com as forrageiras, podem ser vistos na Tabela 8. As produções de MV, 130 dias após a semeadura, são muito diferentes para os dois níveis de adubação fosfatada. No primeiro corte (março/77), a predominância do braquiária era muito acentuada, especialmente no nível de 240 kg/ha de P₂O₅. Em abril de 1977, na impossibilidade de se utilizar animais para

TABELA 6. Seqüência de cultivos estabelecidos.

	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano
S ₁	Pastagem	Pastagem	Pastagem	Pastagem
S ₂	Arroz + pastagem	Pastagem	Pastagem	Pastagem
S ₃	Arroz	Arroz	Arroz + Pastagem	Pastagem
S ₄	Soja	Soja	Milho	Soja

pastejo, fez-se feno (675 e 1.462 kg/ha de feno nos níveis de 120 e 240 kg/ha de P_2O_5 , respectivamente). Após o corte para feno, ocorreram boas chuvas, havendo uma rebrota vigorosa. Em maio/77, foi possível colher

TABELA 7. Espécies forrageiras, poder germinativo e quantidade de sementes por ha, no estabelecimento direto (S_1).

	Poder germinativo	Quantidade de sementes
	%	kg/ha
<i>B. ruziziensis</i>	50	6
<i>S. guianensis</i>		
cv. <i>Endeavour</i>	75	3
<i>C. pubescens</i>	70	4
<i>M. atropurpureum</i>	70	3
<i>G. Wightii</i>		
IR 1394 e 2705	71	1,5

semente do braquiária, com produção de 35 kg/ha no nível de 120 kg/ha de P_2O_5 e 110 kg/ha no nível de 240 kg/ha de P_2O_5 . A colheita foi efetuada com ceifadeira-trilhadeira Penha.

Na amostragem do início do período chuvoso (30/09), observou-se uma diminuição

TABELA 8. Produção de massa verde (MV) e composição botânica percentual de braquiária e leguminosas em dois níveis de adubação fosfatada (CPAC, 1977, dados não publicados)

Data de amostragem	P_2O_5	MV total	Gramíneas		Leguminosas		Invasoras	
			MV	%	MV	%	MV	%
			kg/ha		kg/ha		kg/ha	
26-30/03	120	933	816	87,4	117	12,6	—	—
26-30/03	240	3.146	3.053	97,1	92	2,9	—	—
15-16/08	120	1.526	N.S. *	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
	240	2.752	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
30/09	120	1.860	752	40,5	618	33,2	490	26,3
	240	2.868	2.000	69,7	246	8,5	623	21,7

*Não foi feita separação.

na percentagem de braquiária e um aumento considerável na percentagem de leguminosas. É possível que o rápido crescimento do braquiária tenha prejudicado as leguminosas na fase inicial da implantação, as quais se recuperaram por suportarem melhor a seca. Resultados semelhantes, de aumento da percentagem de leguminosas, também foram observados por Furtado *et al.* (1977), citado por Vilela (19).

Nas parcelas em que a pastagem foi implantada com arroz (S_2), fez-se um rebaixamento do pasto no período seco, com a utilização de animais. A forragem disponível era de 1.526 e 2.752 kg/ha de MV para 120 e 240 kg/ha de P_2O_5 , respectivamente, em agosto de 1977.

No início do 2º período chuvoso, a amostragem efetuada em dezembro de 1977 evidencia que houve um bom estabelecimento da pastagem implantada com o arroz (Tabela 9). A percentagem de braquiária é bem mais elevada no nível de 240 kg/ha de P_2O_5 , nos dois tipos de formação de pastagem. Nas parcelas com semeadura direta das forrageiras, ocorreu uma quantidade bem elevada de outras gramíneas, especialmente capim-gordura e um *Panicum* nativo (Tabela 9). A per-

centagem das leguminosas aumentou sensivelmente, com predominância de estilosantes. Ao contrário do braquiária, a participação do estilosantes é bastante alta no nível mais baixo da adubação fosfatada. Também é menor a percentagem de estilosantes nas parcelas formadas com arroz, o que leva a supor que o sombreamento tenha prejudicado o seu desenvolvimento, fato constatado no experimento conduzido pelo CPAC, em Unaf-MG (Quadro 5). Por outro lado, devido ao hábito de crescimento, as demais leguminosas tiveram sua quantidade aumentada, pela capacidade que possuem de subir no arroz, em busca de luz. A produção de MV de invasoras, na pastagem formada com arroz, é bem superior àquela onde a pastagem foi formada diretamente (Quadro 9).

Embora se possa questionar sobre a viabilidade econômica de altos investimentos para formação de pastagens cultivadas, considerando cria como atividade primordial dos cerrados, parece viável a sua formação com custos mais baixos, através da agricultura. Isso ocorrendo, é provável que sejam alteradas as percentagens estimadas da estrutura da

população bovina, em que a cria engloba 40% do rebanho, a fase de recria soma 48% da população e a fase de terminação ou engorda abrange 11% dos bovinos (3). É necessário incorporar um maior número de bezeros ao sistema, melhorando a capacidade reprodutiva das fêmeas e diminuindo o tempo ocupado pela fase de recria, para que o desfrute seja aumentado. A utilização dos recursos naturais, associados com áreas de pastagens cultivadas, assume papel importante, por parecer que atenderá à vocação dos cerrados nativos, como região de recria por excelência, podendo, também, passar a usufruir dos benefícios da fase mais rentável do processo, que é a engorda.

Espécies e cultivares de forrageiras para o cerrado

Várias espécies forrageiras já são espontâneas na região dos cerrados, ocorrendo em solos de melhor fertilidade. Desde que corrigidas as deficiências em nutrientes e a acidez nociva, um grande número de espécies apresentam bom potencial. Ferreira *et al.* (6) avaliaram, durante quatro anos, 16 gramíneas.

TABELA 9. Produção de massa verde (MV) e composição botânica percentual de pastagem formada diretamente e associada com a cultura do arroz (CPAC, 1977; dados não publicados).

P ₂ O ₅	Braquiária		Outras gramíneas		Estilosantes		Outras leguminosas		Invasoras		Total forrageiras
	MV	%	MV	%	MV	%	MV	%	MV	%	
kg/ha	t/ha		t/ha		t/ha		t/ha		t/ha		t/ha
Pastagem formada diretamente (segundo ano) *											
120	1,00	19,4	0,67	12,7	3,13	60,2	0,13	2,5	0,27	5,3	4,94
240	2,01	39,7	0,78	13,5	2,26	41,0	0,09	1,9	0,21	4,0	5,15
Pastagem formada com arroz (1º ano) **											
120	2,58	31,0	0,12	1,7	4,01	47,4	0,77	8,8	0,95	11,1	7,49
240	3,08	48,2	0,10	1,4	2,00	29,8	0,62	10,3	0,61	10,3	5,80

* Amostragem feita em 13/12/77

** Amostragem feita em 28/12/77

As mais produtivas foram: *Brachiaria ruziziensis* Germain & Evrard., *Panicum maximum* Jacq. cv. Guiné, *Brachiaria decumbens* e *B. humidicola* (Rendle.) Schweickdt com rendimentos entre 22 e 23 t MS/ha. Várias outras apresentaram produções acima de 20 t. Com exceção da primeira, as outras três destacaram-se por apresentarem melhor resistência à seca.

Em dados coletados na ex-estação Experimental de Brasília, durante 27 meses, em cinco cortes, destacaram-se *Brachiaria* sp. (IRI 409), com 21 t MS/ha, *B. decumbens* e algumas digitárias, com produções de 14 a 15 t MS/ha. Com relação às leguminosas, *Stylosanthes guyanensis* cv IRI 1022 e 2870 se destacaram com 24,9 e 10,9 t MS/ha, em quatro cortes, sendo as únicas leguminosas que deram produção no nível mais baixo de fósforo. Após dois anos, as únicas leguminosas que persistiram foram: *Stylosanthes* spp., *Glycine wightii* e *Centrosema pubescens*.

Dados obtidos pelo CPAC (1977) destacam como promissoras, para a região dos cerrados, leguminosas dos gêneros: *Stylosanthes*, *Centrosema* e *Galactia* e gramíneas dos gêneros *Brachiaria*, *Panicum*, *Digitaria* e *Andropogon*.

Pastagens consorciadas

As leguminosas, além da capacidade de fixarem o N atmosférico, apresentam melhor valor nutritivo, o que as tornam componentes importantes da consorciação. Entretanto, os insucessos das consorciações parecem ser em maior número do que os sucessos, e várias razões podem ser apontadas como responsáveis pela falta de persistência das leguminosas, quando sob pastejo. É preciso conhecer melhor os nutrientes que limitam o desenvolvimento das leguminosas, o manejo que devem receber as pastagens consorciadas e obter informações sobre a eficiência da fixação do N para eliminar os fatores que afetam o seu estabelecimento e a persistência na pastagem. É possível que melhores resultados sejam alcançados, se convenientemente aproveitadas as espécies de leguminosas nati-

vas, cujo potencial é grande na região.

Vários trabalhos mostram a importância das leguminosas na consorciação, proporcionando maiores ganhos de peso por ha (12, 15). A capacidade associativa de algumas gramíneas e leguminosas foram mostradas por Furtado *et al.* (1977), citado por Vilela (19). Apenas centrosema e siratro tiveram um bom estabelecimento, quando consorciadas com braquiária e jaraguá.

MANEJO DE PASTAGENS

No cerrado, as formas de utilização das pastagens são basicamente três: pastejo contínuo, pastejo diferido e corte, principalmente para produção de feno.

Pastejo contínuo

A longevidade da pastagem, a persistência de leguminosas nas pastagens cultivadas consorciadas e nas pastagens nativas melhoradas com estas forrageiras e o aproveitamento máximo da disponibilidade, quando do uso do pastejo contínuo, são determinados, basicamente, pela carga animal. Em se tratando de UA/área, a medida que se aumenta a lotação, tem-se uma diminuição no ganho por animal e um aumento no ganho por área até um determinado limite, quando ambos decrescem.

Vilela e Oliveira (20), utilizando três cargas animais, com novilhos azebuados (Gir), em pastagem nativa melhorada com estilosantes e capim-gordura, obtiveram ganhos médios diários durante 364 dias, de 0,358 e 0,076 kg para 0,3 e 0,7 UA/ha, respectivamente. Na lotação intermediária (0,5 UA/ha), que proporcionou o maior rendimento em peso vivo/ha, o ganho médio diário foi de 0,258 kg. Do ponto de vista da persistência das forrageiras utilizadas, da menor para a maior lotação, os percentuais de gramíneas nativas, capim-gordura e estilosantes diminuíram em 11, 30 e 38%, respectivamente.

Vilela *et al.* (20) estudaram o efeito de uma pastagem de capim braquiária adubada com N e de uma pastagem de braquiária con-

sorciada com leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) e centrosema sobre o ganho de peso vivo/ha. Os ganhos de peso vivo/ha (dados de um ano) foram 771 e 591 kg/ha, com uma lotação 2,0 UA/ha para as duas pastagens. Os autores justificam o rendimento menor da pastagem consorciada pelo fato do "stand" de leguminosas, nesta pastagem, ter sido muito baixo, e pelo efeito do N sobre a quantidade e a qualidade da forragem na pastagem pura de braquiária.

Evidencia-se, desta forma, a importância do manejo com animais a ser empregado nestas pastagens, quanto à persistência das forrageiras e obtenção de ótimos rendimentos em peso vivo por ha.

Pastejo diferido

Uma prática muito difundida nas fazendas da região de cerrados é o pastejo das áreas da propriedade de uma forma semelhante aos princípios do pastejo diferido. Os animais são deslocados dentro da propriedade de acordo com as "disponibilidades" de pasto.

Dados experimentais a respeito do uso do pastejo diferido nesta região são escassos. Há necessidade de maior conhecimento desta prática, dado que uma forma aproximada deste tipo de pastejo já é prática corrente e que possivelmente essa alternativa de utilização de pastagem venha a exercer papel relevante na exploração da cria, recria e engorda de bovinos.

Utilizando capim-gordura, capim-jaraguá e capim-pangola, e estas gramíneas consorciadas com uma mistura de siratro, soja perene e estilósantes anual (*Stylosanthes humilis* H.B.K.) e perene, Zuniga *et al.* (22) compararam os sistemas de pastejo contínuo e diferido. Os ganhos obtidos, em um ano, foram: 492, 446, 368, 315 g/animal/dia, para pastejo diferido na pastagem consorciada, pastejo contínuo na pastagem consorciada, pastejo diferido na pastagem de gramínea e pastejo contínuo na pastagem de gramíneas, respectivamente. Estes dados parecem demonstrar

um favoritismo para as consorciações e para o pastejo diferido (Fig. 4).

Produção de feno

A necessidade de satisfazer as exigências nutricionais do gado no período seco, por um lado, e as condições favoráveis para altas produções de forragens no período chuvoso, por outro lado, levam a se acreditar no potencial que tem a alternativa do uso do feno. Esta tem sido uma linha de pesquisa muito importante no programa de gado de corte do CPAC.

As pastagens da área experimental do CPAC, nesses últimos três anos, vêm sendo utilizadas conjugando-se o pastejo direto com animais e a produção de feno. Esse sistema não deixa de ser uma forma de pastejo diferido. O feno é produzido no período de janeiro a maio (fim do período chuvoso), quando há excesso de pastagem e condições climáticas favoráveis para secagem da matéria verde. A maior parte das pesquisas no CPAC tem sido feita com o uso de feno cortado, seco e armazenado. Contudo, reconhece-se a viabilidade do uso de "feno em pé", já que as pastagens não deveriam perder seu valor nutritivo na época seca (uma pastagem de braquiária, no fim da época seca apresenta cerca de 57% de MS e 5% de PB).

Atualmente, a produção e uso de feno já é prática difundida na região, principalmente na fase de recria. Apesar disso, ainda pouco se conhece sobre a tecnologia de produção de feno e sobre o sistema de manejo de uma fazenda, onde a prática de utilização de feno é introduzida. Para esclarecer esses aspectos, o CPAC vem desenvolvendo um programa de pesquisa, visando: a) estudar os parâmetros relacionados com a produção de feno, especialmente espécies forrageiras, adubação, época de corte, etc.; b) estudar os efeitos da suplementação com feno sobre o desempenho dos animais.

Através do conhecimento desses parâmetros, poder-se-á planejar o manejo de uma fazenda, estabelecendo-se a quantidade de área

Peso (kg / animal)

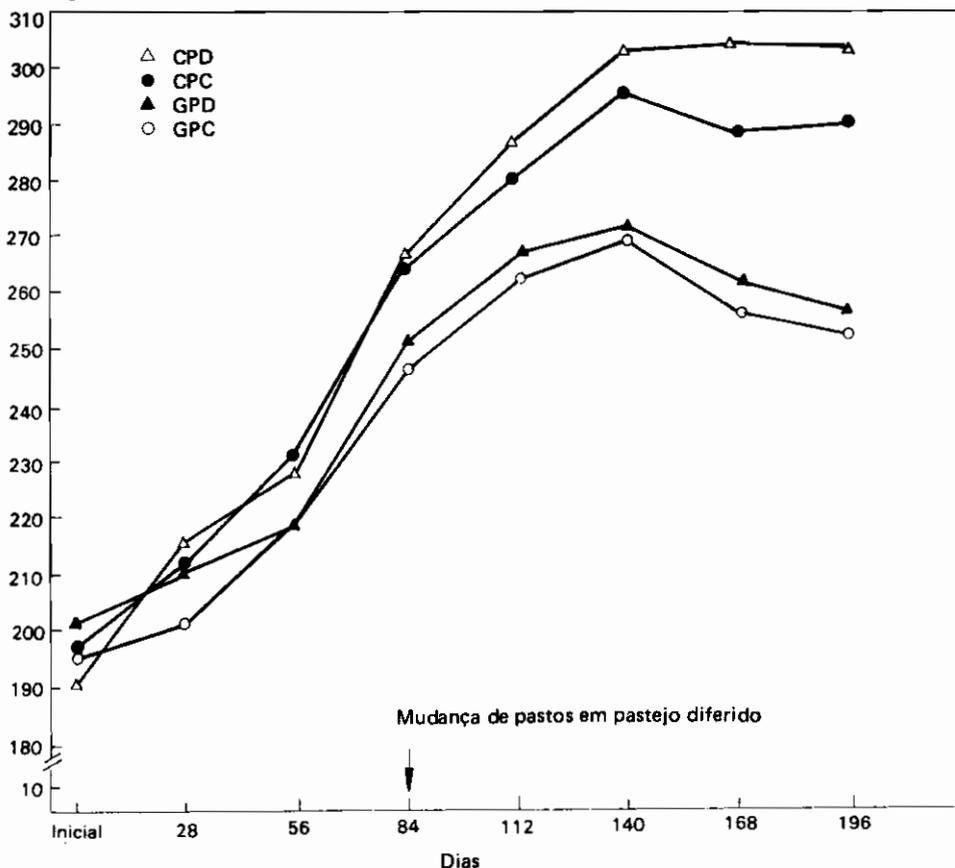


Figura 4. Ganho de peso dos animais até os 196 dias em gramíneas submetidas a pastejo contínuo (GPC) e diferido (GPD), e em pastagens consorciadas submetidas a ambos os tipos de pastejo (CPC e CPD). O experimento durou de 5 de fevereiro a 23 de agosto de 1974 (22).

de pastagem melhorada em função da quantidade e composição do rebanho.

Diversos experimentos estão sendo conduzidos no CPAC, visando estudar o potencial de algumas espécies para a produção de feno. As espécies testadas são: estilosantes, jaraguá, gordura e braquiária. De modo geral, esses experimentos estudam também a adubação dessas pastagens, já que a quantidade e qualidade do feno estão estreitamente relacionadas à adubação de estabelecimento e de manutenção da pastagem.

Em 1974, foi iniciado um experimento visando estudar a produção de braquiária em

função de fontes e níveis de P e de níveis de calcário (Tabela 10). Tem sido verificado um aumento na produção de MS até o nível mais alto de P, embora a aplicação de 345 kg/ha de P_2O_5 , inicialmente, ou a aplicação de 86 kg P_2O_5 /ha/ano, tenha propiciado produções acima de 3 t por corte. A calagem não influenciou na produção, de modo significativo, sugerindo que o braquiária é uma espécie bastante tolerante à acidez.

Comparando-se as produções relativas obtidas com fosfato de Araxá e com SFS, e levando-se em conta o preço desses insumos, pode-se concluir pela vantagem econômica de uso do fosfato natural. Em virtude da len-

ta solubilidade desse fosfato natural, é recomendável o estabelecimento da pastagem utilizando-se uma mistura de fosfato natural com uma fonte solúvel.

Outra observação foi feita com jaraguá e gordura estabelecidos espontaneamente em área de solo Gley Pouco Úmico (Oxissolo: Aquox). Após uma adubação (aplicada na superfície) de 100 kg P₂O₅/ha, 120 kg K₂O/ha e 90 kg N/ha, foram feitos dois cortes durante a época chuvosa. As produções de feno (90% de MS) foram de 5.650 e 5.950 (kg/ha para o jaraguá e gordura, respectivamente. Em condições similares de adubação, em Latossolo Vermelho-Escuro (Oxissolo: Haplustox), o capim estrela (*Cynodon nlemfluensis* Vanderyst) produziu, em dois cortes, 5.750 kg feno/ha.

O valor nutritivo do feno varia em função de diversos fatores, sendo os mais importantes, a época de corte, a adubação e a espécie forrageira. Um intervalo de 45 a 60 dias, entre cortes, tem se mostrado adequado. Con-

tudo, esse intervalo está muito relacionado com a ocorrência de chuvas. O valor nutritivo de alguns fenos usados no CPAC é apresentado na Tabela 11. Braquiária e estilosantes constituem as melhores matérias primas para feno, já que contêm maior teor de proteína e energia bruta.

O estudo do efeito da suplementação com feno tem sido realizado, principalmente, com animais na fase de recria. Durante o período seco de 1976, foi conduzido um experimento para avaliar o ganho de peso de animais suplementados com feno de estilosantes. Animais com idade de oito a dez meses, azebuados, com peso médio de 136 kg foram mantidos em campo natural invadido por capim-gordura, e suplementados com diferentes quantidades de feno, durante 126 dias. As análises laboratório do feno indicaram os seguintes valores médios: 43% para digestibilidade *in vitro* (DIV) e 12% para proteína bruta. Os resultados (Tabela 12) evidenciaram que os animais não suplementados apresentaram um aumento mínimo de peso, sen-

TABELA 10. Produção de MS de braquiária em 10 cortes, em resposta a fontes e níveis de fósforo e níveis de calcário (Dados fornecidos pelo pesquisador do CPAC, Edson Lobato).

Fontes de P	Níveis de P ₂ O ₅	Níveis de calcário			Produção relativa
		0,0	3,0	4,5	
	kg/ha	t/ha			%
Testemunha	0	7,5	6,3	9,7	17
SFS	86	18,0	14,7	17,8	36
	345	34,8	38,8	37,4	80
	1380	43,8	46,0	48,0	100
		96,6	99,5	103,2	
Fosfato de Araxá	86	4,3	9,3	11,4	18
	345	26,3	26,1	23,8	55
	1380	38,1	39,8	40,2	85
		68,7	75,2	75,4	
SFS aplicado anualmente	86	29,9	34,4	34,2	71

TABELA 11. Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) e teor de MS, proteína bruta (PB), fibra bruta (FB) e energia bruta (EB) de fenos de algumas forrageiras (8).

Fenos	MS		PB		FB		EB	
	Teor	CDA	Teor	CDA	Teor	CDA	Teor	CDA
	%						Calorias/kg	%
Gordura	91,3	48,9	5,9	75,7	35,0	73,2	4.365	50,7
Jaraguá	90,8	44,9	4,1	54,4	32,9	51,9	4.160	46,7
Braquiária	91,7	65,3	9,1	85,2	33,9	82,7	4.386	63,5
Estilosantes	89,3	58,0	16,1	87,2	33,0	70,2	4.456	56,6

do que o ganho cresceu linearmente com o acréscimo dos níveis de suplementação com feno. Esses resultados indicam que o nível de suplementação na base de 2% do peso dos animais, por dia, pode ser adequado.

Na época seca de 1977, foi conduzido um experimento semelhante ao anterior, utilizando-se feno de capim-gordura, contendo 52% de DIV e 8% de proteína bruta. Os resultados foram muito similares aos obtidos com o feno de estilosantes. Ganhos de peso

de 0,17 kg/dia foram registrados com a suplementação de 2,2% de feno por peso vivo animal. Desse modo, as observações feitas no CPAC indicam que, com o consumo diário de feno, na base de 2% do peso vivo, os animais tendem a ganhar pequenas quantidades de peso, na época seca.

Em resumo, os resultados obtidos no CPAC indicam que um ha de braquiária pode fornecer 10 t de feno por ano (três cortes, Tabela 10) e que essa quantidade de feno é

TABELA 12. Ganho de peso de bezerros desmamados e suplementados com feno de estilosantes no período seco no CPAC, em 1976. Média de doze animais (CPAC, 1977; dados não publicados).

Tratamento*	Peso inicial	Peso final	Ganho de peso/ animal/dia	Ganho de peso total/animal
kg				
I	137,8	139,1	0,010	1,3
II	135,4	157,1	0,172	21,7
III	136,3	167,3	0,246	31,0

* I = campo natural com capim gordura; II = tratamento I + feno (1% do peso médio dos animais); III = tratamento I + feno (2% do peso médio dos animais).

suficiente para manter ou produzir pequeno ganho de peso em 110 animais de 150 kg, por um período de 30 dias. Portanto, um ha de braquiária pode produzir feno para manter 35 animais durante o período crítico da seca, na área do Distrito Federal. Por outro lado, dados computados no CPAC, em 1976, indicam que o custo aproximado para produzir 1 t de feno é de Cr\$ 200,00.

Esses dados, embora preliminares, evidenciam a vantagem da produção e utilização de feno na região dos cerrados. De posse desses dados, é possível fazer um planejamento de manejo de uma fazenda de modo a solucionar os problemas de deficiência de alimentação na época seca. Outrossim, a adoção da prática de fenação pode permitir o uso da região para um sistema de exploração que inclua todas as fases; isto é, cria, recria e engorda.

Outra alternativa para solucionar a deficiência de alimentação, na época seca, é o uso de pastagem irrigada. Experiências conduzidas no CPAC indicam que a produção de forragem nessa época, sob irrigação, é similar à da época chuvosa, para as espécies discutidas nesse trabalho.

Depois de discutidos vários aspectos sobre manejo de pastagens cultivadas, não se poderia omitir um dos problemas que vem afetando significativamente a produtividade das mesmas: o inseto "cigarrinha". Várias espécies têm sido identificadas, sendo as mais importantes: *Deois flavopicta*, *Deois schach* e *Zulia entreriana*. O ataque de "cigarrinha" tem sido mais intenso em pastagens de braquiária, talvez por ser a espécie mais comumente cultivada. Diversas práticas de controle têm sido testadas, como o uso de inseticidas, do controle biológico e do manejo da pastagem. Entretanto, tem havido pouco sucesso, evidenciando a necessidade de se desenvolver um programa de pesquisa.

CONCLUSÕES

A região dos cerrados do Brasil apresenta um enorme potencial para a produção pecuária,

principalmente de gado de corte. Em condições naturais, sua utilização é condicionada a sistemas de exploração extensiva que visem, principalmente, a fase de cria. Há condições favoráveis para exploração com um sistema mais completo, incluindo as fases de cria, recria e engorda. Entretanto, para que isso seja viável, há necessidade primordial de se melhorar o suporte forrageiro.

Uma alternativa, que tem sido mais utilizada, é a introdução de espécies forrageiras, na maioria exóticas, diretamente na pastagem nativa e com baixo uso de insumos. Na maioria das vezes, a introdução é espontânea (invasão natural), sendo o capim-gordura e o jaraguá os mais comuns. Essa prática não tem, ainda, tido grande sucesso em virtude da baixa persistência das espécies introduzidas, principalmente na época seca. Há necessidade premente de pesquisas nessa área, visando encontrar espécies forrageiras (principalmente leguminosas) adaptadas a solos pobres e resistentes à seca, e processos mecânicos de introdução dessas forrageiras em grande escala.

Outra alternativa, que tem merecido grande ênfase nos últimos anos, é a transformação de parte da fazenda, com melhoramento do solo e implantação de espécies forrageiras de alta produtividade. As forrageiras mais utilizadas têm sido gramíneas dos gêneros: *Brachiaria*, *Panicum*, *Digitaria* e *Andropogon* e leguminosas dos gêneros: *Stylosanthes*, *Centrosema* e *Galactia*. Embora se tenha pouco tempo de experiência para a avaliação dos efeitos a longo prazo, essa alternativa parece viável, técnica e economicamente, desde que o sistema de exploração não contemple apenas a fase de cria.

O sistema de manejo dessas pastagens melhoradas varia em função de muitos fatores. Contudo, os dados de pesquisa revelam que a produção e utilização de feno é uma alternativa válida para contornar a deficiência de alimentação na época seca (junho e setembro). Um ha de braquiária pode produzir feno para manter o peso de 35 animais de 150 kg, no período seco (três meses).

A experiência obtida na região indica que o estabelecimento de pastagens pode ser realizado, com vantagem econômica, através da associação com culturas anuais. Um exemplo é o plantio concomitante de arroz de sequeiro e de pastagem. Outra maneira é a introdução de pastagem após dois ou três anos de cultivo com uma cultura anual (arroz, soja ou milho). Assim, poder-se-á obter um retorno parcial dos investimentos, a curto prazo, barateando o custo de formação da pastagem.

LITERATURA CITADA

1. Andrade, I.F., A.B. Sancevero e S.G. Oliveira. 1974. Métodos de introdução de leguminosas em pastagem de cerrado. In Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Projeto Bovinos: Relatório Anual 73/74. Belo Horizonte, Minas Gerais.
2. Azevedo, D.C. 1970. Chuvas no Brasil. Departamento Nacional de Meteorologia — Ministério da Agricultura, Brasília.
3. Barcellos, J.M. e E. Kornelius. 1977. Gado de Corte. In M.G. Ferri (Coord.) IV Simpósio sobre o Cerrado: bases para utilização agropecuária. Ed. Itatiaia, Belo Horizonte, Minas Gerais.
4. Carvalho, M.M. 1972. Pesquisa com pastagens nas áreas de cerrado de Minas Gerais. Trabalho apresentado no Simpósio sobre "Pesquisa em Pastagens", na XXIV Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Pecuária de Corte.
5. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária — Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. 1976. Relatório Técnico Anual 1975—76. EMBRAPA—CPAC. Brasília.
6. Ferreira, J.G., I.F. Andrade e M.S. Carvalho. 1974. Formação de pastagens no cerrado. In M.G. Ferri (Coord.) Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. Projeto Bovinos: Relatório Anual 73/74. Belo Horizonte, Minas Gerais.
7. Hering, E.P., G.M. Barroso, J.A. Rizzo e C.T. Rizzini. 1977. A flora do cerrado. In M.G. Ferri (Coord.) IV Simpósio sobre o cerrado: bases para utilização agropecuária. Ed. Itatiaia, Belo Horizonte, Minas Gerais.
8. Leite, G.G. et al. 1977. Consumo voluntário e digestibilidade aparente de farras de gramíneas e leguminosas produzidas nos cerrados. Pesquisa Agropecuária Brasileira (No prelo).
9. Lopes, A.S. and F.R. Cox. 1977a. Cerrado vegetation in Brazil: an edaphic gradient. *Agronomy Journal* 69: 829—831.
10. ——— and F.R. Cox. 1977b. A survey of the fertility status of surface soils under Cerrado vegetation in Brazil. *Soil Science Society of America Journal* 41: 742—747.
11. Nascimento, D., Jr., L.J. Castelo Branco e J.M.S. Andrade. 1974. Competição de leguminosas tropicais nativas e melhoradas sob diferentes métodos de plantio. p. 263—264. In Anais da XI Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Fortaleza.
12. Primo, A.T., J.D. Rolón e N.A. Costa. 1977. Produtividade de pastagens consorciadas, no Brasil Central. 4 — Colômbia, Estilosantes e Galactia. In Anais da XIV Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Recife.
13. Reis, J.C.L. e I.L. Barreto. 1975. Produção e persistência de leguminosas forrageiras tropicais consorciadas ou não com capim de Rhodes, introduzidas em pastagem natural com preparo superficial do solo. In Anais da Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Brasília.

14. Rocha, E.V. e E. Vilela. 1977. Efeito de métodos de adubação e de semeadura no estabelecimento e produção de forragem do consórcio green panic x galactia. In Anais da IX Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Recife.
15. Rolón, J.D., A.T. Primo e M.S. Soares. 1977. Produtividade de pastagens consorciadas, no Brasil Central. 2 — Braquiária, Estilosantes e Centrosema. In Anais da XIV Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Recife.
16. Sánchez, P.A., A.S. Lopes e S.W. Buol. 1974. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Projeto preliminar sugestão. EMBRAPA—CPAC, Brasília.
17. Saturnino, H.M. J. Mattoso e A.S. Correa. 1977. Sistema de Produção Pecuária em Uso nos Cerrados. In IV Simposio sobre o Cerrado: bases para utilização agropecuária. Ed. Itatiaia, Belo Horizonte, Minas Gerais.
18. Souza, F.B. 1977. Coleta de leguminosas forrageiras em Goiás e Mato Grosso. Publicação Avulsa CPAC n.º 3, Brasília.
19. Vilela, H. 1977. Manejo de Pastagens em Cerrados (Mimeografado).
20. ——— e S. Oliveira. 1977. Pastagens natural e melhorada sob campo limpo, e rendimento em peso vivo. (Mimeografado).
21. Vilela, H., E.J. Santos e A.C. Valadares. 1977. Pastagem de capim braquiária (*Brachiaria decumbens*) com leguminosas e com nitrogênio e ganho de peso vivo. (Mimeografado).
22. Zuniga, M.C.P., I.F. Andrade, J.G. Ferreira e M.M. Carvalho. 1974. Pastoreio contínuo e deferido de gramíneas puras e consorciadas no cerrado. In Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. Projeto Bovinos. Relatório Anual 73/74. Belo Horizonte, Minas Gerais.

ESTABELECIMENTO E MANUTENÇÃO DE PASTAGENS EM SOLOS DE SAVANAS NAS PLANÍCIES ORIENTAIS DA COLÔMBIA

J. M. Spain*

RESUMO

O estabelecimento de pastagens nas Planícies Orientais da Colômbia é uma tarefa relativamente fácil durante vários meses do ano, mas o custo é elevado, devido, principalmente, aos fertilizantes e à lavra mecânica necessários para controlar a vegetação nativa e para preparar o terreno. No Centro Nacional de Investigaciones Agropecuárias de Carimágua, estão sendo selecionadas espécies e ecótipos que toleram a acidez e são eficientes, quanto à utilização dos nutrientes disponíveis no solo, com a finalidade de reduzir os custos de adubos e corretivos. Por outro lado, outros sistemas de preparo de solo e de semeadura estão sendo pesquisados, com a finalidade de diminuir o custo de controle da vegetação e o risco de erosão durante a fase de estabelecimento do capim. A gramínea *Brachiaria decumbens* é talvez a mais difundida na América tropical e a mais semeada, atualmente. Quanto às consorciações de gramíneas e leguminosas em Carimágua, os resultados têm sido satisfatórios com *Pueraria phaseoloides* e *Brachiaria decumbens*, tendo-se observado um domínio marcante da leguminosa sobre *Hyparrhenia rufa* e *Melinis minutiflora*. Desenvolver sistemas que permitam conseguir consorciações estáveis e persistentes, entre leguminosas e gramíneas como *Brachiaria decumbens*, começando, muitas vezes, não com a savana nativa, e sim, com pastagens cultivadas, é um desafio atual e do futuro, para aqueles que trabalham no estabelecimento e manutenção de pastagens.

O estabelecimento de pastagens nas Planícies Orientais da Colômbia é relativamente fácil, devido às condições ambientais favoráveis, que se apresentam durante vários meses do ano. O Centro Nacional de Investigaciones Agropecuárias (CNIA) em Carimágua, onde têm sido realizados quase todos os trabalhos e estudos que servem de base para este relato, está situado a 4° 37' norte e altitude de 175 m acima do nível do mar; a temperatura média é de 26°C, e a precipitação anual média, de 2.100 mm, com varia-

ções entre 1.450 e 2.500 mm. A evapotranspiração potencial média é de 2.200 mm. A estação chuvosa começa, normalmente, em abril e termina em fins de novembro. Como se pode observar (Fig. 1), a precipitação mensal média de maio a outubro, é superior a 200 mm. Ademais, a frequência de períodos secos de mais de uma semana durante a citada estação é baixa, com exceção de agosto, quando se apresenta um verânico, cuja duração é relativamente pequena.

Os solos são Oxissolos (Tropectic haplustox isohipertérmicos), de textura fina argilosa misturada, com relevo muito plano a suavemente em declive (2 a 3% no máximo), com condições físicas excelentes. As caracte-

* Edafólogo, Desenvolvimento de Pastagens em Carimágua, Programa de Produção de Gado de Corte, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colômbia.

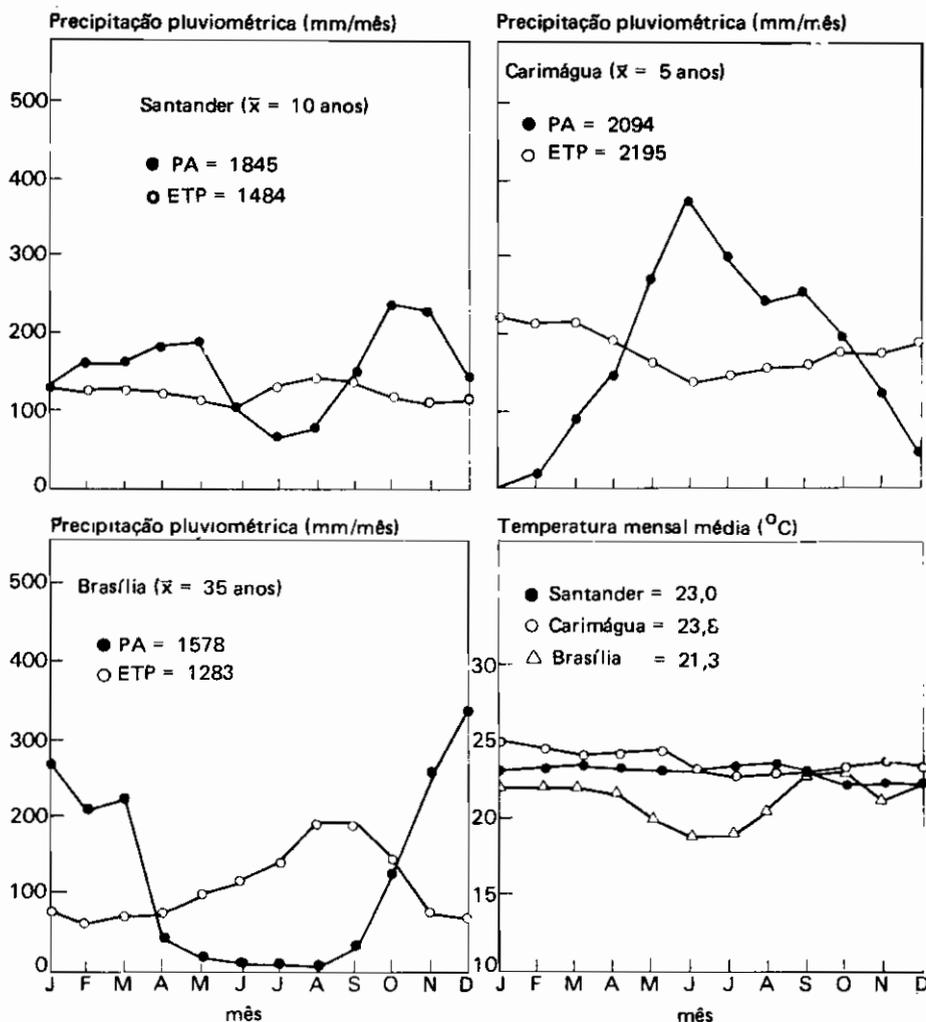


Figura 1. Precipitação e temperatura média em Carimágua, Departamento do Meta, Colômbia (latitude: $4^{\circ}37'N$; $71^{\circ}36'O$; altitude: 200 m), Santander, Departamento do Cauca, Colômbia (latitude: $3^{\circ}06'N$; longitude: $76^{\circ}31'O$; altitude: 990 m) e Brasília, Distrito Federal, Brasil (latitude: $15^{\circ}36'S$; longitude: $47^{\circ}42'O$; altitude: 1010 m).

terísticas mais relevantes se encontram na Tabela 1. É evidente que os problemas principais, em Carimágua, relativos ao estabelecimento de pastagens, estão na baixa fertilidade dos solos e em seu alto grau de acidez.

Mesmo sendo relativamente fácil, o estabelecimento de pastagem é, também, por demais dispendioso, acarretando grande perigo de erosão, quando se utilizam sistemas tradicionais. Por conseguinte, a pesquisa em

Carimágua está sendo dirigida para reduzir os custos e os riscos da erosão.

SELEÇÃO PARA AS CONDIÇÕES EDÁFICAS

A baixa fertilidade e a acidez do solo podem ser modificadas mediante a aplicação de adubos e calagem. Há outra alternativa que consiste em escolher espécies mais eficientes na utilização da baixa ferti-

TABELA 1. Características de um Oxissolo (Tropeptic haplustox isohipertérmico) de textura fina argilosa, misturada.

Horizonte	Argila	Areia	pH (H ₂ O)	MO	Cations trocáveis					Saturação de Al	P disponível (Bray II)	H ₂ O disponível
					Al	Ca	Mg	K	CTC			
cm	%		%	meq/100g					%	ppm	% vol	
0-20	37	6	4,9	3,1	2,8	0,2	0,2	0,1	3,4	82	0,9	9
20-51	39	5	5,0	1,5	2,0	0,1	0,1	0,1	2,3	85	0,4	7
51-82	40	5	4,8	0,8	1,9	0,1	0,1	0,1	2,2	84	0,9	5
82-117	40	5	5,4	0,6	1,1	0,1	0,1	0,1	1,6	69	0,4	5
117-132	48	5	5,8	0,4	—	0,2	0,2	0,3	0,8	—	0,4	6
132-152	52	4	5,9	0,3	—	0,2	0,2	0,3	0,7	—	0,4	7

lidade e que tolerem a acidez do solo.

Adubação com fósforo

As culturas tropicais, principalmente as forrageiras, variam muito em sua necessidade de P (5). Em 1977, realizou-se um ensaio em casa de vegetação, em um Oxissolo de Carimáguas, ao qual se aplicaram doses de P, de 0 a 240 Kg/ha (3). As quantidades de P disponível para as plantas foram determinadas, usando-se o método Bray II de extração, e o método de Cate e Nelson (1), para a determinação dos níveis críticos; estes variaram, desde menos de 3 até mais de 10 ppm (ver Fig. 1, no trabalho de Fernster e León). Entre as seis introduções, cujo requerimento de P foi menor que 4 ppm, encontram-se quatro da espécie *Stylosanthes capitata* vog., uma das mais promissoras para as condições de Carimáguas. Outras espécies promissoras para Carimáguas são *Andropogon gayanus* Kunth e *Desmodium ovalifolium* Vahl., ambas com níveis críticos um pouco mais altos que os ecótipos de *S. capitata*, *Zornia* sp e uma *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. Um ecótipo de *Macroptilium* e dois do gênero *Desmodium* apresentaram exigências bastante elevadas, em torno de 10 ppm, porém, inferiores ainda aos níveis críticos para a maioria das culturas anuais.

Ensaio de calagem

Durante o ano de 1977, foram testadas

a campo, 38 espécies de leguminosas e gramíneas que receberam 0, 0,5, 2 e 6 t/ha de calcário, resultando em níveis de saturação de Al de aproximadamente 90, 85, 60 e 15%, respectivamente. Os efeitos da calagem na produção de MS em 11 gramíneas são vistos na Figura 2. Várias espécies, incluindo *Brachiaria decumbens* Stapf., *Brachiaria humidicola* (Rendle.) Schweick., *Brachiaria mutica* (Forsk) Stapf., *A. gayanus*, *Panicum maximum* Jacq. e *Digitaria decumbens* Stent., apresentam excelente tolerância ao Al, todas se aproximando do rendimento máximo, com os níveis de aplicação de 0 a 0,5. No entanto, *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf., uma gramínea comuníssima nos trópicos, também responde satisfatoriamente, até o nível de 2 t/ha.

Em experimento realizado em 1976, no qual se semearam várias gramíneas tropicais em soluções nutritivas com uma ordem de concentração de Al de 0 a 4 ppm, os resultados de campo mostraram-se semelhantes aos de casa de vegetação. O efeito do Al, em quatro espécies, se encontra na Fig. 3. *Cenchrus ciliaris* L. foi a mais atingida, seguida por *H. rufa*. *P. maximum* respondeu ao primeiro incremento de Al e foi afetado, adversamente, somente no nível mais alto de Al. *B. decumbens* não sofreu com nenhuma das concentrações estudadas. Os rendimentos de *P. maximum* diminuíram com o nível 0 de calcário (nível mais alto de Al), tanto no campo, como na

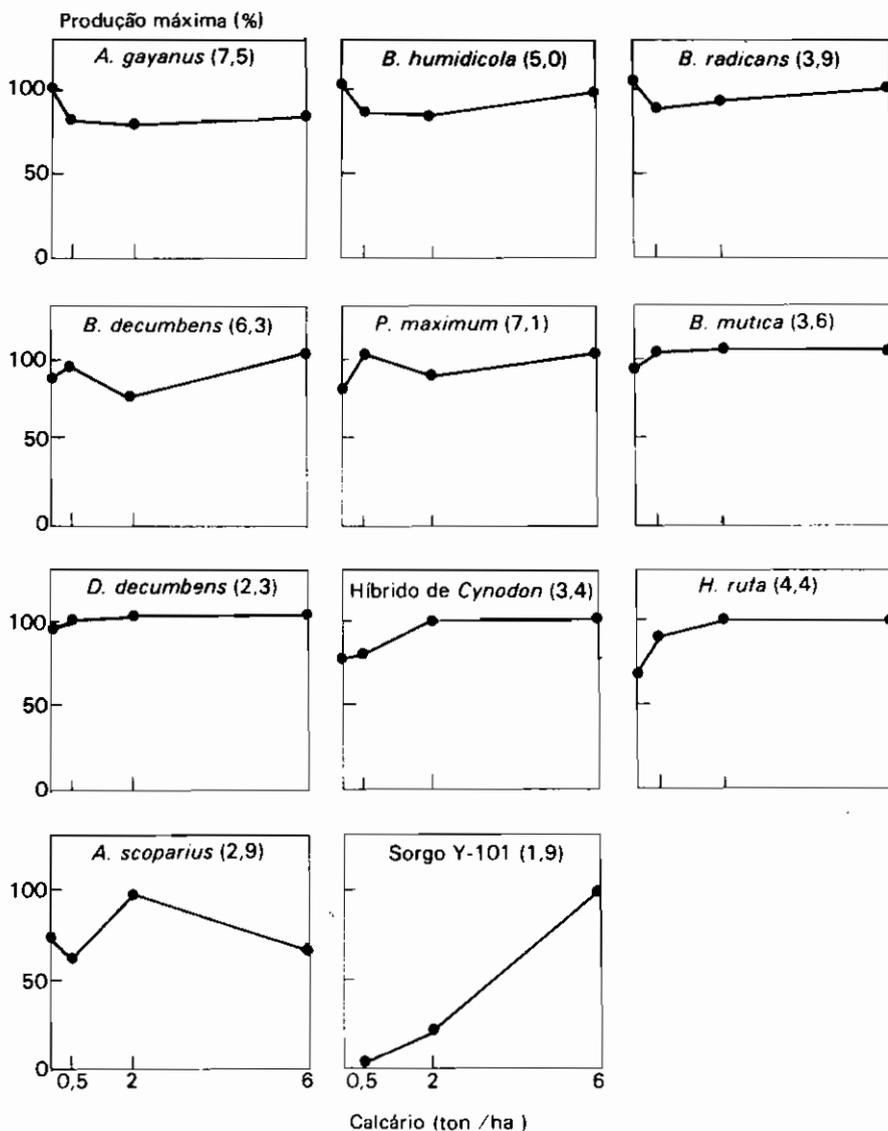


Figura 2. Resposta de 11 gramíneas à calagem em um Oxisolo em Carimáguá. Produção de MS entre parêntesis. As cifras são as médias de quatro a cinco cortes durante 1977.

casa de vegetação.

Na Tabela 2, encontram-se os rendimentos de oito leguminosas na primeira colheita. É preciso notar que, originalmente, o nível 0 de calcário não incluiu Mg; os outros níveis receberam aplicações de Mg para man-

ter a relação Ca:Mg constante em 10:1. Por conseguinte, uma parte da resposta ao nível de 0,5 t de calcário pode ser efeito do Mg e não da calagem em si, principalmente no caso de *D. ovalifolium* e de *Puerária phascoloides* (Roxb.) Benth. var. *Javanica* (Benth.) e, possivelmente, do híbrido

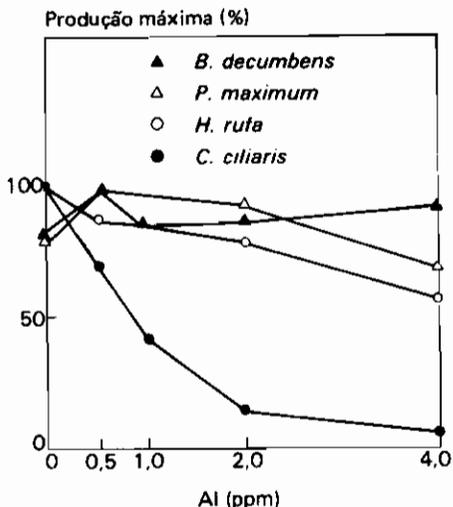


Figura 3. Efeito da concentração de Al na produção de MS de gramíneas em soluções nutritivas.

Centrosema sp 1733 e *C. pubescens*.

Em outro ensaio de campo, realizado em Carimáguas durante 1977, registrou-se uma resposta bem marcante ao Mg, no caso de *D. ovalifolium* e *P. phaseoloides*. Na Tabela 3, encontram-se os resultados da primeira colheita. *S. capitata* e *Zornia* sp CIAT 728 não apresentaram nenhuma resposta

à calagem, mostrando-se excepcionalmente vigorosas. *Centrosema plumieri* (Pers.) Benth. é, definitivamente, a espécie mais sensível à acidez, nesse grupo de leguminosas.

É óbvio que, entre as diferentes espécies, e, às vezes, entre ecótipos da mesma espécie, existem diferenças substanciais importantíssimas, quanto a tolerância à acidez e necessidades de P. Para aproveitar estas diferenças, o primeiro passo consiste em testar e escolher, entre as espécies produtivas, os ecótipos que exigem menores modificações do solo. Outra medida importante consiste em incluir, em programas de melhoramento de forrageiras, a seleção de gramíneas que se adaptem melhor a solos de savanas, que são, em geral, excessivamente ácidos e de baixa fertilidade.

PREPARO DO SOLO E CONTROLE DA VEGETAÇÃO

Após as modificações das condições químicas do solo, a operação mais dispendiosa no estabelecimento de pastagens é o preparo do solo e o controle da vegetação nativa e das invasoras que competem com a gramínea.

Nos "Llanos", a maneira tradicional de

TABELA 2. Efeito da calagem na produção de MS de oito leguminosas na primeira colheita em Carimáguas, 1977.

Espécies	Calcário (t/ha).			
	0	0,5	2	6
	kg/ha de MS			
<i>C. plumieri</i> CIAT 414	0	0	582	1698
<i>Centrosema</i> sp. CIAT 442	445	912	2014	2769
<i>Centrosema</i> sp. CIAT 438	356	1330	1568	1317
<i>C. pubescens</i> CIAT 413	680	1729	1996	2035
<i>D. ovalifolium</i> CIAT 350	1118	2302	2018	2480
<i>P. phaseoloides</i> CIAT 9900	1286	1688	1422	1434
<i>Zornia</i> sp. CIAT 728	3000	3108	2686	2628
<i>S. capitata</i> CIAT 1019	2365	2361	3011	2478

TABELA 3. Efeito do Mg sobre a produção de MS de três leguminosas, no primeiro corte em Carimá-gua, 1977.

Espécies	Mg (kg/ha)	
	0	20
	———— kg MS/ha ————	
<i>Zornia</i> sp. CIAT 728	2436	3151
<i>D. ovalifolium</i> CIAT 350	675	1552
<i>P. phaseoloides</i> CIAT 9900	229	739

preparar o terreno para a sementeira da pastagem consiste em passar duas ou três vezes a grade de discos ou, uma só vez, o arado seguido pela grade. Mediante esses sistemas, obtém-se um preparo adequado, e até mesmo excessivo, do terreno para o estabelecimento de pastagens. O problema consiste no alto custo da mecanização e no perigo de erosão e perda de grandes quantidades de solo em terrenos declivosos.

Durante os últimos três anos, têm sido testados alguns sistemas de cultivo mínimo e zero cultivo com controle químico da savana nativa. O sistema de melhor resultado, até hoje, é o uso de pés cortantes, que trabalham à pouquíssima profundidade, separando a parte aérea do sistema radicular das plantas da savana, deixando todo o restolho na superfície do solo (2). A força motriz requerida para o trabalho é muito menor que no caso do arado e da grade, geralmente usados nesta zona. A diferença principal com o sistema de pás consiste em que, para que funcionem adequadamente, é necessário certa umidade no solo, mas para obter um controle ótimo da vegetação, são precisos alguns dias secos depois do cultivo. Assim sendo, os momentos mais oportunos para o uso da pá cortante são o início e o final da estação chuvosa, quando as chuvas são menos frequentes e permitem conseguir um controle apropriado da vegetação. O ideal seria poder controlar a savana, semeando e

adubando a espécie introduzida, simultaneamente. Porém, as condições favoráveis para a sementeira são, precisamente, as menos propícias para o controle da savana nativa.

Atualmente, vários sistemas estão sendo avaliados, incluindo as pás, o controle químico da savana, a queima da savana e os sistemas tradicionais, visando estudar, mais profundamente, as possibilidades de reduzir o custo de preparo da área para pastagens.

SISTEMA DE SEMEADURA

Em 1977, iniciou-se um estudo, no qual se combinaram vários métodos de estabelecimento num só ensaio, procurando-se uma redução de custos. Recursos como capital, mão-de-obra e adubos, em geral são escassos em zonas de savanas. No caso particular das pastagens, as sementes ou o material vegetativo para o plantio, raramente existem em quantidades suficientes, além de serem, geralmente, bastante dispendiosos nas fases iniciais dos programas de desenvolvimento pecuário.

Os Oxissolos das Planícies Orientais se mantêm livres de invasoras, durante vários meses após o preparo da área, se não se lhes aplicam adubos. Aproveitando este fato, foram semeadas 10 espécies com uma densi-

dade de 1.000 plantas/ha (3,16 m entre cada pé), esperando uma auto-semeadura da área intermediária mediante a produção de sementes ou a cobertura pelos estolões. Inicialmente, somente uma planta foi adubada numa área de, aproximadamente, 0,1 m². Foram estudadas 16 combinações de adubos, principalmente P e K. As taxas de aplicação na área tratada flutuaram de 50 a 900 Kg de P₂O₅ e de 0 a 150 Kg de K₂O/ha. Os níveis parecem altos, mas as aplicações foram de 0,5 a 9 Kg/ha de P₂O₅ e de 0 a 1,5 Kg/ha de K₂O, uma vez que, de início, somente foi tratada a centésima parte da área. Para evitar a competição das invasoras, esperou-se a segunda fase da adubação (da área entre as plantas), até o momento de se ter a certeza da obtenção de uma população de plantas, quer por meio da produção de sementes, quer por meio da cobertura por estolões.

Na Fig. 4, estão os resultados com quatro gramíneas estoloníferas, durante a primeira fase, em termos do comprimento dos quatro estolões mais longos de cada planta e o número, por planta, de estolões acima de um metro (no caso de *Brachiaria radicans* Napper, mais compridos que 2 m). O P, a níveis de 0,5 a 1,0 g/planta, afetou o comprimento dos quatro estolões mais longos de *B. decumbens*, *B. humidicola* e *B. radicans*. O híbrido de *Cynodon* respondeu até com 3 g/planta. Outrossim, o efeito de P sobre o número de estolões de mais de 1 m foi marcante para *B. decumbens* e *B. radicans*, sobretudo com dose de até 9 g/planta.

A resposta ao K foi expressivamente notável em termos de número de estolões de mais de 1 ou 2 m de comprimento. Em menos de três meses, *B. radicans* tinha coberto quase toda a área entre as plantas. *B. humidicola* foi mais lento, mas continuou crescendo durante a estação seca, conseguindo uma cobertura quase completa nos melhores tratamentos. *B. decumbens*, cujo desenvolvimento inicial foi rápido, e quase totalmente vertical, também logrou estender-se sobre mais da metade da área, durante os meses de estação seca.

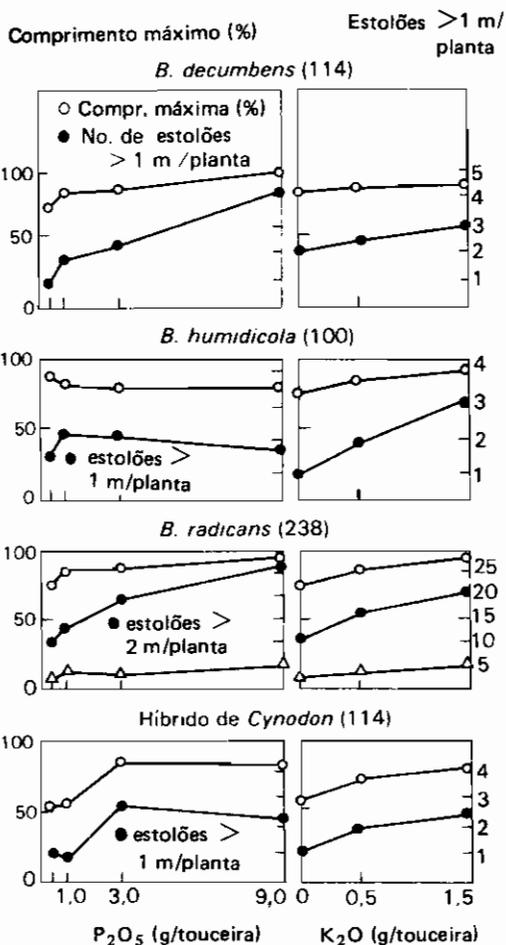


Figura 4. Efeito de P e K sobre o número de estolões e porcentagem do comprimento máximo dos 4 estolões mais longos por planta de 4 gramíneas, 12 meses após o plantio com material vegetativo. O comprimento médio em cm dos 4 estolões por planta no melhor tratamento aparece entre parêntesis.

A. gyanus e *P. maximum* (semeados em agosto) produziram sementes a partir de dezembro e, com as primeiras chuvas de abril, *A. gyanus* havia coberto toda a área com uma população excessivamente densa; *P. maximum* está conseguindo uma população satisfatória, na maioria dos tratamentos.

Esse sistema poderia dar um resultado altamente vantajoso para se estabelecerem

pastagens em áreas pouco férteis de savana. Além disso, é provável que alguns fazendeiros estejam dispostos a esperar mais tempo, se houver uma redução inicial no investimento de capital e nos demais recursos como, mão-de-obra, semente e adubos, que são escassos nessas zonas. Este estudo se expandiu em 1978, em busca de sistemas de cultivo menos custosos e ao alcance do médio produtor.

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS

A gramínea mais apreciada atualmente, na América tropical, é, sem dúvida alguma, *B. decumbens*. Possui uma capacidade de suporte muito alta, além de ser muito resistente ao pisoteio. É um capim pouco exigente em nutrientes, tolerando facilmente a acidez do solo. No entanto, algumas de suas vantagens, como sua agressividade e a formação de um fortíssimo cespede, se tornam desvantagens, quando se pretende consorciá-lo com alguma leguminosa. São poucos os casos de consorciações estáveis e bem sucedidas com *B. decumbens*. Em Carimáguas, foi iniciado, em 1976, um ensaio de pastejo usando *P. phaseoloides* em consorciação com *B. decumbens*, *Melinis minutiflora* Beauv. e *H. rufa*. A leguminosa foi semeada em faixas de 2,5 m, intercaladas com linhas de gramíneas da mesma largura. O ensaio inclui três períodos de descanso (28, 42 e 56 dias), entre períodos intensivos de pastejo e tratamento de manutenção da fertilidade, mediante a aplicação de 15 e 45 Kg/ha/ano de P_2O_5 . O resultado tem sido, até agora, uma consorciação entre *P. phaseoloides* e *B. decumbens* e um forte domínio de leguminosa sobre *H. rufa* e *M. minutiflora*. *B. decumbens* está invadindo as faixas de *P. phaseoloides*, mas esta, por seu lado, está invadindo as de *B. decumbens*. Até o presente, parece provável se conseguir uma boa consorciação, que poderá durar vários anos, utilizando-se o sistema de faixas.

Em qualquer pastagem, formada exclusivamente por gramíneas, o N se torna, mais

cedo ou mais tarde, um fator limitante. Um dos maiores desafios para quem trabalha em pastagens e forrageiras nos trópicos é o de desenvolver e aperfeiçoar sistemas para a introdução de leguminosas nas pastagens estabelecidas de *Brachiaria*, que, com o tempo, se tornarão menos produtivas pela escassez de N, principalmente em meios onde não é economicamente viável o uso de adubos nitrogenados.

É possível que algumas leguminosas como *D. ovalifolium* ou *Desmodium heterophyllum* DC possam competir e persistir em consorciações compatíveis com *Brachiaria*. Para isso precisa ser desenvolvido um sistema ótimo de manejo de pastagem. No entanto, a grande maioria das leguminosas não parece ser capaz de competir em misturas tradicionais.

O FATOR FERTILIDADE NO MANEJO DE CONSORCIAÇÕES

Em zonas temperadas, acredita-se que seja necessário adubar a leguminosa da consorciação e manejar a gramínea com o pastejo. Normalmente, as necessidades das leguminosas são superiores às das gramíneas. No entanto, sucede o contrário com várias espécies tropicais: as gramíneas são, às vezes, mais exigentes que as leguminosas. Isto possibilita utilização do fator fertilidade como um instrumento no manejo das consorciações, aproveitando-se de gramíneas mais exigentes que a leguminosa. Tem sido comprovado que em geral, *S. capitata* e *Zornia* são leguminosas muito pouco exigentes em relação ao P, quando comparadas com gramíneas, tais como, *P. maximum* e mesmo *A. gayanus*. Iniciaram-se ensaios para provar a hipótese de que a fertilidade (neste caso o nível de P) pode ser utilizada para estimular ou freiar a gramínea, com relação à leguminosa, no manejo de forrageiras controlado pelo pastejo.

Quando começaram os trabalhos nas Planícies Orientais, as duas gramíneas mais comuns da região eram *M. minutiflora* e *H. rufa*. Em consequência, pensava-se que

as duas eram bastante rústicas e pouco exigentes quanto à fertilidade. A experiência tem demonstrado que *M. minutiflora* é realmente uma espécie excepcionalmente rústica para solos de savana; ao passo que *H. rufa* possui exigências de P e K bem elevadas, sendo pouco tolerante à acidez sob pastejo.

Com base na experiência adquirida até agora, as espécies de gramíneas podem ser classificadas na seguinte ordem de exigências: *M. minutiflora* < *B. decumbens* < *A. gayanus* < *P. maximum* ≤ *H. rufa*. As leguminosas obedecem à seguinte ordem: *S. capitata* ≤ *Zornia* sp. < *D. ovalifolium* < *P. phaseoloides* < *C. pubescens*.

Depois de se terem boas populações de *H. rufa* em várias pastagens, estas desapareceram completamente. Isso pode ser atribuído ao fator fertilidade e, possivelmente, à acidez do solo, apesar de terem sido implantadas principalmente em zonas baixas, onde a deficiência hídrica na estação seca era muito menor, e os solos, um pouco mais férteis e menos ácidos. A estação seca tende a inten-

sificar os dois fatores limitantes. *H. rufa* tem, atualmente, pouca prioridade nas pesquisas, na savana de Carimágua.

Em relação à manutenção da fertilidade em pastagens sob pastejo nas Planícies Orientais, pouca é a informação disponível. Enquanto de um lado, quase não há experiência com consorciações de leguminosas e gramíneas; de outro lado, N parece ser o fator mais limitante (com exceção de *H. rufa* e *Paspalum plicatulum* Michx). Portanto, não se têm observado maiores respostas ao P e ao K, após a fase de estabelecimento, quando não se aplica N. Tem-se alguma experiência a respeito da utilização de pequenos piquetes cercados, dentro dos pastos nos quais se estudam, em pequenas parcelas, as respostas da pastagem à aplicação de diferentes nutrientes, após um certo número de anos de pastejo. Logo que se tenham consorciações estáveis de leguminosas e gramíneas, é muito provável que as quantidades de fertilizantes exigidas para a adequada manutenção da gramínea subam notavelmente com o aumento da capacidade de lotação, principalmente na estação seca.

LITERATURA CITADA

1. Cate, R.B.J. and A. Nelson. A rapid method for correlation of soil test analyses with plant response data. Technical Bulletin no. 1, ISFEI Series, North Carolina State University, Raleigh, N.C.
2. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1977. Annual Report 1976. Beef Production Program. CIAT, Cali, Colombia.
3. ————. 1978. Annual Report 1977. Beef Production Program, Plant Nutrition Section. CIAT, Cali, Colombia.
4. Spain, J.M. 1977. Field studies on tolerance of plant species and cultivars to acid soil conditions in Colombia. p. 213-222. In M.J. Wright (ed.) Plant adaptation to mineral stress in problem soils. Cornell University AES, Ithaca, N.Y.
5. ————. 1977. Establecimiento de pastos en zonas tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Seminario Interno, Serie SE-11.77.
6. ————. 1978. Recomendaciones generales para la siembra de pastos en Carimagua. Programa Ganado de Carne. CIAT, Cali, Colombia. (Mimeografiado).

ESTABELECIMENTO E MANEJO DE PASTAGENS MELHORADAS NA AMAZÔNIA PERUANA

José M. Toledo
Víctor A. Morales*

RESUMO

Os Ultissolos da Amazônia, manejados com pastagens consorciadas de gramíneas e leguminosas, e fertilizados com pequenas doses de P e S, constituem, durante os primeiros seis a dez anos, a melhor alternativa para o estabelecimento de uma pecuária com resultados satisfatórios. No entanto, devido à reposição incompleta de nutrientes, à lavagem destes, à elevação de Al trocável no solo e à compactação produzida com o tempo, é de se esperar que seus rendimentos decresçam com o decorrer dos anos. Portanto, a melhor alternativa para se conseguir uma indústria pecuária com rendimentos estáveis e que justifique ecológica, técnica e economicamente o desmatamento, é considerar um sistema de manejo mais intensivo, que permita a recuperação da fertilidade desses solos. Neste trabalho, destaca-se que este enfoque é promissor, porém, reconhece-se que ainda existem grandes vazios de informação, que deverão ser preenchidos com a intensificação da pesquisa que está sendo realizada atualmente.

A Amazônia representa para a América do Sul e, especificamente para o Perú, o mais vasto recurso, em área e potencial, para a produção de alimento e produtos industriais; no entanto, ainda não existe a tecnologia integral que garanta o desenvolvimento contínuo desta ainda despovoada e subutilizada região. Apesar disso, as pressões demográficas têm obrigado a improvisar tentativas de colonização privada ou com patrocínio do governo, enfrentando sempre grandes dificuldades para adaptar, empíricamente, sistemas de produção, sem ter podido obter, até hoje, o êxito desejado.

É importante destacar que o desenvolvimento da Amazônia não se poderá efetuar exclusivamente com base em uma indústria, quer florestal, quer agrícola ou pecuária, mas estas três indústrias de campo deverão participar integradas em sistemas tecnológicos que permitam elevar, ao máximo, o aproveitamento dos recursos naturais (solo, água,

clima, vegetação e fauna). Deve-se concordar com Dourojeani (3), que assim se expressa: "apesar de o desenvolvimento da tecnologia para esta região estar dificilmente ao alcance das nações debilitadas economicamente, deve-se fazer o esforço, pois, de outra maneira, e como tem ocorrido até agora, o homem continuará destruindo as regiões tropicais úmidas que, apesar de suas limitações, são, na América, sua única alternativa para o futuro".

A planície amazônica no Perú abrange uma gama não muito ampla de meios ecológicos. A Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) (13) classificou esses meios, desde Floresta Tropical Muito Úmida até Floresta Tropical Seca, inserindo, ao sul, regiões classificadas como Subtropical. O clima é completamente tropical, com temperaturas médias anuais entre 24° e 26,5°C e precipitações médias que vão desde 1.500 até 4.000 mm. Os solos cobrem uma gama mais ampla: mais do 50% são Ultissolos, 20% Inseptissolos, 10% Entissolos e 10% Vertissolos, Alfissolos e, numa propor-

* Engenheiros Agrônomos, Instituto Veterinário de Investigaciones Tropicales y de Altura, Pucallpa, Perú.

ção muito menor, Molissolos, Espodossolos e Istossolos (20).

Segundo a classificação dos solos, de acôrdo com sua capacidade de uso (8, 9, 10, 11 e 12), em diferentes áreas da Amazônia Peruana existiriam aproximadamente 14 milhões de ha aptos especialmente para pastagens e/ou plantações. Isto constitui uma grande promessa para equilibrar o déficit de produtos pecuários existentes no Perú e, inclusive, satisfazer as exigências de uma população que cresce aceleradamente. Em virtude do desconhecimento de técnicas que permitam o desenvolvimento deste recurso, o Instituto Veterinário de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA) está realizando um programa de pesquisa pecuária para a Amazônia. Neste documento, são apresentados alguns dos resultados das pesquisas sobre pastagens que, desde 1969, vêm sendo desenvolvidos em Pucallpa, em sua Estação principal.

CONDIÇÕES AMBIENTAIS DA ESTAÇÃO

A Estação Principal do Trópico do IVITA está localizada em Neshuya, a 50 km da cidade de Pucallpa, Perú, a 8°22' 31" latitude sul e 74° 34' 35" longitude oeste. Esta estação se encontra a 250 metros sobre o nível do mar, em plena planície amazônica.

A zona com vegetação foi classificada (13) como floresta tropical úmida. O clima é tipicamente tropical, com uma temperatura média anual de 25,1°C, com muito pouca variação entre máximas e mínimas, durante todo o ano (Fig. 1). A umidade relativa do ar não apresenta uma variação considerável (Fig. 2). A média mensal de horas de insolação, sim, varia notavelmente, sendo julho, agosto e setembro os meses de maior radiação solar (Fig. 2).

A precipitação média anual é de 1.700 mm, com uma distribuição que inclui um período menos úmido, entre junho e agosto, quando a chuva baixa para 100 mm mensais em média, enquanto que os meses restantes

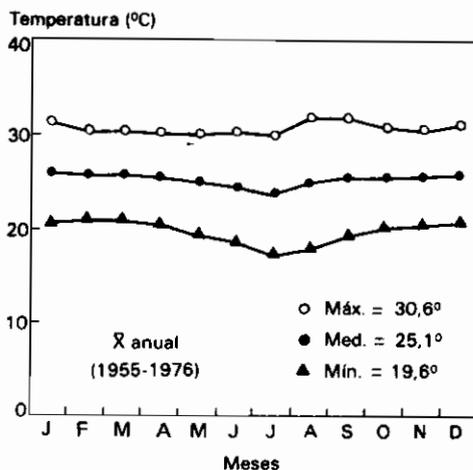


Figura 1. Mudanças de temperatura ambiente em Pucallpa. (Serviço Nacional de Meteorologia e Hidrologia do Perú, Posto C.P. 407 "San Jorge").

são bem mais chuvosos (Fig. 3). Estas mudanças no regime da precipitação afetam fortemente a produtividade das pastagens, embora não cheguem a ser, normalmente, tão fortes que venham deter totalmente o crescimento das plantas.

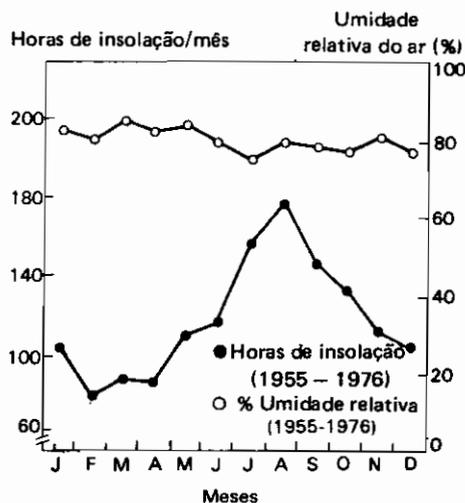


Figura 2. Umidade relativa do ar e número de horas de insolação distribuídas durante o ano. (Serviço Nacional de Meteorologia e Hidrologia do Perú, Posto C.P. 407 "San Jorge").

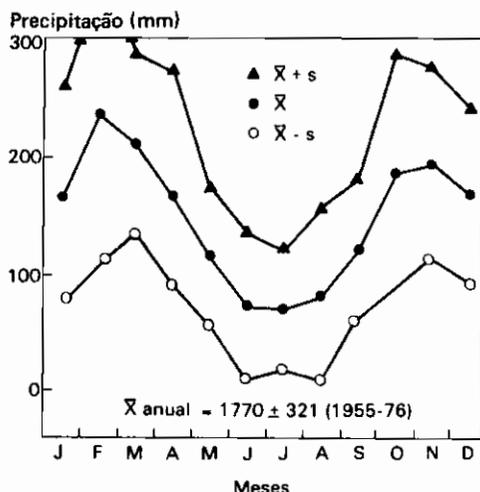


Figura 3. Distribuição mensal da precipitação. (Serviço Nacional de Meteorologia e Hidrologia do Perú. Posto C.P. 407 "San Jorge").

Com base em amostragens, os solos da Estação foram classificados (18) como Ultissolos (Podzólico Vermelho—Amarelo) com dois subgrupos diferentes: um bem drenado, classificado com Typic Paleudult, e o outro pobremente drenado, classificado como Aquic Paleudult. As propriedades desses solos estão representadas na Tabela 1.

As percentagens mais altas de matéria orgânica (MO) e saturação de bases se observam nas camadas superficiais. Os subgrupos Aquic e Typic possuem, na superfície, níveis baixos de Al, aparentemente toleráveis pela maioria das plantas, porém, eles aumentam consideravelmente desde 3 ou 4 cm de profundidade, diminuindo também o percentual de saturação de bases.

PRINCIPAIS PROBLEMAS NO ESTABELECIMENTO DE PASTAGENS NA REGIÃO AMAZÔNICA

É um desafio muito grande estabelecer e manter pastagens produtivas na Amazônia, pois o ponto de partida é a floresta úmida, com solos basicamente de baixa fertilidade, onde só a floresta pode se desenvolver exuberantemente, por causa da grande atividade

de reciclagem de nutrientes. Foi determinado (6, 7) que uma floresta tropical úmida na África reciclava 268 kg de N, 15 kg de P, 303 kg de K, 332 kg de Ca e 75 kg de Mg/ha/ano. Isto representa um elevado índice anual de fertilização, que é interrompido com a derrubada da floresta para se estabelecer algum tipo de exploração, ainda que seja exclusivamente agrícola ou pecuária.

Outro grande problema que se apresentará é a proliferação de invasoras, quando germina a grande quantidade de sementes existentes no solo ao encontrarem um meio favorável de fertilidade e luminosidade, depois da derrubada e da queima da floresta.

Assim, pois, os rebanhos existentes atualmente na Amazônia, que dependem de pastagens estabelecidas depois do desmatamento, aproveitam a fertilidade inicial do solo, como resultado da adição, a estes solos, de uma quantidade considerável dos nutrientes do sistema florestal, através das cinzas resultantes da queima. Nesta ocasião, pastagens de *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf. são capazes de sustentar até duas ou três cabeças/ha. Com o decorrer do tempo, apesar dos controles físicos das invasoras (com facção e/ou por meio de queimas) e, devido à compactação produzida pelos animais, à lixiviação de nutrientes, e à mudança a um sistema de reciclagem de nutrientes muito inferior ao da floresta, a produtividade de *H. rufa* diminui, permitindo o desenvolvimento de outras espécies de gramíneas nativas pouco produtivas (*Paspalum conjugatum* Swartz, *Axonopus compressus* (Swartz) Beauv., *Homolepsis aturensis* (H.B.K.) Chase, etc.), sendo algumas de baixa palatabilidade. Nestas condições, as pastagens podem suportar até uma cabeça/ha. Mas, se o fazendeiro não controlar as invasoras oportunamente, suas pastagens serão invadidas pela floresta secundária que, obviamente, limitará mais ainda o rendimento das pastagens.

É importante mencionar que as pastagens também reciclam nutrientes através das raízes mortas, partes aéreas pisoteadas, lavagem de folhas, e adição de fezes e urina do gado,

TABELA 1. Propriedades de solos típicos na Estação do IVI / A e

Horizonte	Argila	Areia	pH	MO	P	Cátions Trocáveis				Saturação de Al	
						Al	Ca	Mg	K		CTC
cm	%			%	ppm	meq/100 g				%	
Ultissolo (Typic Paleudult) argiloso, caulínítico, isohipertérmico, bem drenado											
0 – 4	25	43	4,2	3,7	2	1,9	8,0	1,1	0,36	11,3	17
4 – 26	29	39	3,1	1,6	1	6,6	3,2	0,6	0,24	10,6	62
26 – 85	41	33	4,1	0,9	1	9,1	1,2	0,5	0,20	11,0	83
85 – 150	25	55	4,2	0,4	1	5,9	1,4	0,5	0,20	8,0	73
Ultissolo (Aquic Paleudult) argiloso, misturado, isohipertérmico, imperfeitamente drenado											
0 – 3	27	35	5,2	6,3	2	0,2	4,2	2,1	0,52	7,0	3
3 – 2	45	17	4,3	1,9	1	4,0	2,2	1,2	0,40	7,8	51
21 – 62	59	15	4,2	1,0	1	8,7	0,8	0,9	0,32	10,7	81
62 – +	57	21	4,1	0,5	1	11,6	0,4	0,7	0,24	12,9	90

a um ritmo obviamente menor que o de culturas agrícolas, onde a taxa de extração é máxima e a de reciclagem mínima.

Além dessas dificuldades básicas, o produtor deve procurar (apesar de ser uma prática quase impraticável e anti-econômica) estabilizar o nível de produtividade da pastagem com a aplicação de fertilizantes ao solo, em quantidades suficientes, pelo menos durante o tempo (seis a dez anos) em que os resíduos da floresta permanecem na área, após o desmatamento. A falta de técnicas que melhorem o manejo dessas pastagens é outro grave problema. Por outro lado, parece que o gado (Zebú ou Criolo), do qual o fazendeiro pode dispor, não é bastante eficiente para constituir um sistema pecuário estável, nem de uma produtividade econômica suficiente para ser considerado de grande êxito.

ESTRATÉGIA DE PESQUISA DO IVITA

A situação foi enfocada considerando-se toda a problemática acima exposta, além de outros fatores, como a carência de capital, o elevado custo da manutenção e estabelecimento de pastagens, e a falta de sementes de espécies melhoradas que não sejam *H. rufa*. A finalidade básica deste enfoque é desenvolver um pacote tecnológico, baseado em pastagens de produtividade estável e suficiente, que justifique a substituição da floresta por uma exploração pecuária, onde haja a possibilidade de associar a pecuária com a exploração piscícola, florestal, ou agrícola, como meio de aperfeiçoar, ao máximo, a produtividade da área.

A Figura 4 mostra, graficamente, este enfoque que pode ser resumido da maneira seguinte: derruba-se e queima-se a mata que apresenta condições favoráveis ao estabelecimento de uma pecuária, vendendo-se a madeira a fim de se obter um capital básico para as transações iniciais. Logo após, para aproveitar a fertilidade incrementada pela queima, o agricultor deveria semear, de maneira intercalada, uma ou duas culturas alimentares de ciclo curto, como arroz e soja, simultaneamente com a semeadura da espé-

cie ou espécies que formarão a pastagem. Desta maneira, ele obtém duas colheitas, ajuda o estabelecimento da pastagem com a rápida cobertura do solo, e diminui a perda de nutrientes e a proliferação de invasoras.

A pastagem a estabelecer deve ser melhor que a "tradicional", de somente *H. rufa*. O objetivo é encontrar uma pastagem "pioneira" perfeitamente adaptada às condições do solo, durante os primeiros anos após o desmatamento. Obviamente, durante os primeiros seis a dez anos, muito pouco pode ser feito no que concerne à introdução de melhores técnicas, pois o agricultor não está preparado, nem técnica nem economicamente, para adotá-las; além disso, o terreno, com troncos e tócos, também não permite um manejo intensivo do solo e da pastagem.

Tendo em vista estes problemas, e com o conhecimento de que as maiores limitações para a obtenção de uma melhor produção animal na pastagem "tradicional", com seus níveis baixos de proteínas e P, o caminho lógico a seguir foi o de consorciar *H. rufa* com uma leguminosa que, além de produzir proteína, concentrará em seu tecido o P existente no solo e o que se chegasse a aplicar. Em outras palavras, o objetivo é encontrar uma pastagem que ocasione uma mudança mínima no sistema tradicional e que funcione satisfatoriamente com um mínimo de manejo.

Com uma pastagem "pioneira" superior à "tradicional" — mesmo não esperando, com as limitadas mudanças técnicas introduzidas, estabilizar a produção no mesmo nível do primeiro ano — o produtor poderá capitalizar sua propriedade e tecnificar-se apropriadamente durante os primeiros seis a dez anos. Além disso, durante este tempo, o terreno ficará quase ou completamente limpo de resíduos da floresta, apresentando agora condições propícias para o uso de maquinaria leve, melhores animais e a aplicação de um manejo mais intensivo.

Quer dizer que se deve oferecer ao produtor uma alternativa técnica e economicamente mais atrativa, que lhe permita produzir

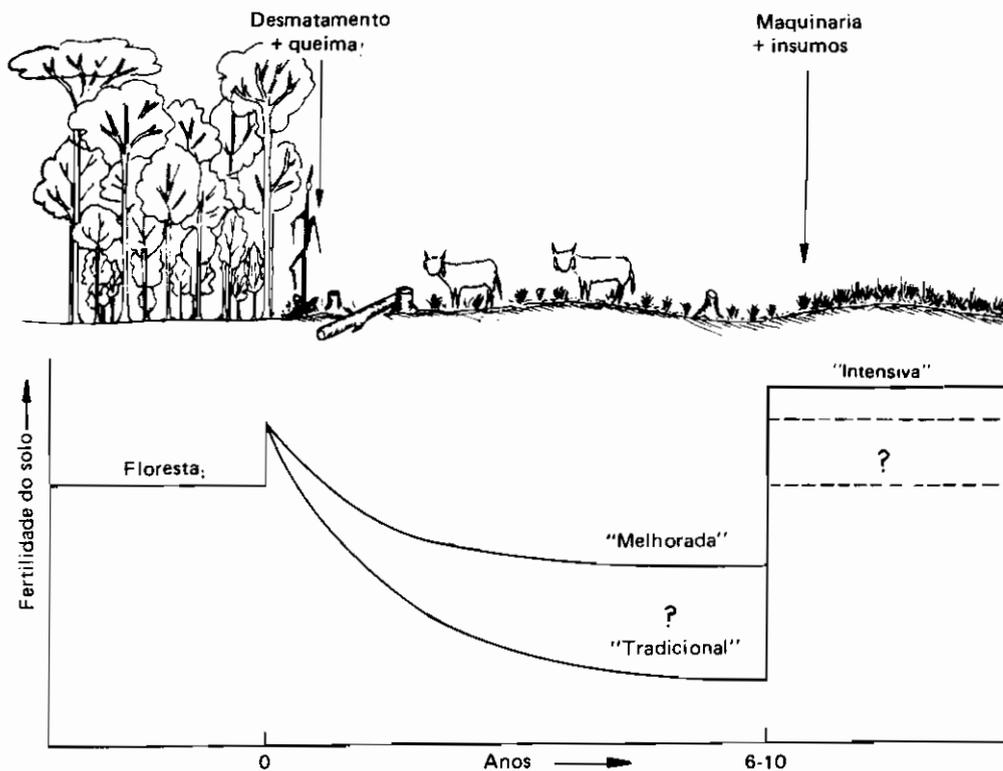


Figura 4. Modelo proposto para a utilização do solo com pastagens na Amazônia peruana (20).

mais na mesma área, realizando novos investimentos do seu capital acumulado e usando as melhores condições da região. Para esta alternativa foram consideradas mudanças físicas e químicas do solo que permitam aumentar sua fertilidade, para poder produzir melhores pastagens e alimentar, mercê de um manejo mais apropriado, melhores animais ou animais nas fases de maior rendimento (em lactação ou em crescimento).

Poder-se-ia pensar, no futuro, numa etapa ainda mais intensiva do uso da terra, na qual se forneceria capim de corte a animais estabelecidos, caso isto se torne econômico.

Esta consideração divide a exploração em etapas que correspondem a diversos níveis de intensidade no uso da terra. Etapas que, em forma mutável, possam ocorrer, sucessiva ou

simultaneamente, numa empresa pecuária, grande ou pequena. Pretende-se fazer coincidir o nível técnico do homem, seu nível econômico e o estado da área, com os níveis de manejo e dos insumos requeridos, visando criar um pacote tecnológico dinâmico que permita, de um modo realista, o desenvolvimento da pecuária nas condições da Amazônia.

Com esse conceito como molde de ação, vem sendo realizada, desde 1969, a pesquisa, cujos resultados são apresentados a seguir.

RESULTADO

Desmatamento

No Perú, foram testados três métodos de desmatamento: a) com machado e facão;

TABELA 2. Eficiência e custo comparativo de três métodos diferentes de desmatamento.

Método	Operação	Rendimento (homens/ha) hora/ha	Custo	
			Mão-de-Obra	Total
			US\$/ha	
Machado e facão*	Corte	(32,0)	47,66	59,66
	Rebaixamento	(17,0)	25,42	35,42
	Queima	(1,0)	1,49	1,86
	Total	(50,0)	74,57	96,94
Trator de lâmina	Corte	3,52	12,02	76,46
	Empilhamento	4,59	15,65	99,60
	Queima	1,81	6,15	28,56
	Total	9,92	33,82	204,62
Trituradora de árvores G-40**	Derrubada	0,80	8,00	55,02
	Queima	0,04	0,30	0,50
	Total	0,84	8,30	55,52

* 16

** 23

b) com trator de lâmina, usada como niveladora; e c) com trituradora de árvores.

Na Tabela 2, comparam-se três sistemas completamente diferentes. O desmatamento com machado e facão emprega um grande número de homens, que nem sempre estão disponíveis numa tão despovoada Amazônia e, por esse motivo, se reduz a operação relativamente pequena. Este sistema afeta pouco o terreno, deixa intactas as raízes das árvores (tôcos), algumas das quais tendem a rebrotar e, dependendo do trabalho de desgalhamento e do momento da aplicação, a queima pode ser eficiente. É o método mais usado atualmente, devido ao seu custo relativamente baixo.

O trator de lâmina (270 HP), utilizada como niveladora, necessita de um número limitado de homens, porém, providos de um alto nível de especialização. Sua eficiência relativamente baixa (9,92 horas/ha), limita-o principalmente a operações pequenas, salvo se for utilizado um número grande de máquinas. Esse método produz grandes alterações no solo, pois tende a eliminar sua cobertura

superior e compacta a superfície do terreno ao amontoar o material antes da queima, ocasionando uma distribuição desigual das cinzas, que proporcionam tanto benefício na fertilidade inicial dos solos. Um estudo comparativo do sistema de desmatamento com machado e facão feito em Yurimaguas (19) confirma as observações anteriores. O desmatamento com trator de lâmina é muito mais custoso que os outros dois, porém deixa o terreno completamente preparado para efetuar operações agrícolas mecanizadas.

O triturador de árvores tem sido usado com êxito em áreas entre Tournavista e Pucallpa e se têm experimentado diferentes tamanhos de máquinas. Na Tabela 2, apresentam-se dados para a trituração e o equipamento acessório que deu resultados mais eficientes (23). Essa máquina, de grande peso (45 t) e potência, utiliza um pontalete em T que empurra e derruba as árvores na sua passagem, deixando-as com as raízes expostas ao ar, enquanto continua passando sobre o colchão de árvores derrubadas. Produz um pouco de compactação e movimento no solo, ao desenraizar as árvores, mas deixa um

colchão uniforme de matéria vegetal que, com um secamento adequado, se torna combustível para uma queima muito mais eficiente da que ocorre após uma derrubada realizada com machado e facão. O inconveniente deste método é que não se justifica para trabalhos em áreas pequenas; no entanto, por sua eficiência e por seu custo, pode ser excelente para trabalhos médios e grandes.

Um dos pontos mais discutidos no que concerne ao uso de maquinário para o desmatamento tem sido o da compactação inicial produzida pelas máquinas sobre o solo. A Tabela 3 mostra os dados da pressão que as máquinas utilizadas para o desmatamento e outros agentes de compactação exercem sobre o solo.

No caso dos tratores de lâminas, as categorias de superfície de contato dependem da largura das sapatas empregadas; no caso dos agentes vivos, isto depende de seus movimentos. O valor máximo correspondente aos trituradores foi calculado, entendendo-se que os três rolões eram lisos (sem garras) e que rodavam sobre um solo raso, excessivamente

firme que só permitia uma penetração de 3 cm.

Os valores das classes de pressão sobre o solo mostram que as máquinas produzem uma compactação maior que a de um homem andando, contudo, inferior à de animais como cavalos ou bovinos. Por outro lado, as máquinas, como trituradores de árvores que deslizam sobre o colchão de troncos e galhos que vão deixando atrás de si, aumentam extraordinariamente sua superfície de contato com o solo, decrescendo sua pressão sobre este.

Estudos preliminares sobre espécies forrageiras

O programa se iniciou com a introdução de espécies de gramíneas e leguminosas. Entre as gramíneas, encontram-se *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf., *Setaria anceps* Stapf. ex Massey, *Digitaria decumbens* Stent, *Melinis minutiflora* Beauv., *Brachiaria decumbens* Stapf., *Panicum maximum* Jacq., *Paspalum plicatulum* Michx., *Pennisetum purpureum* Schumach. Entre as leguminosas, encontram-se *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. var.

TABELA 3. Pressão sobre o solo exercida por diferentes agentes de compactação

Agente de Compactação	Peso	Amplitude de superfície de contato	Amplitude de pressão sobre o solo
	kg	m ²	kg/cm ²
Trator de lâmina de 180 HP*	18.300	2,750 - 3,560	0,67 - 0,51
Trator de lâmina de 270 HP*	28.100	2,960 - 4,120	0,95 - 0,68
Trator de lâmina de 385 HP*	38.800	4,080 - 5,090	0,95 - 0,76
Triturador de árvores G-40 de 475 HP**	45.000	4,350 - mais	1,30 - menos
Triturador de árvores G-60 de 475 HP**	65.000	4,730 - mais	1,37 - menos
Equino***	400	0,010 - 0,040	4,00 - 1,00
Bovino***	350	0,010 - 0,040	3,50 - 0,88
Humano***	70	0,015 - 0,030	0,47 - 0,23

* 1
** 23

*** Dados estimados pelos autores.

Schofield e Cook, *Stylosanthes humilis* H.B. K., *Macroptilium atropurpureum* (D.C.) Urb., *Pueraria phaseoloides* (Rosb.) Benth. var. *Javanica* (Benth.), *Desmodium intortum* (Mill.) Urb., *Glycine wightii* (R. Gran. ex wight & Arn.) Verdc., *Lotononis bainesii* Baker, *Centrosema pubescens* Benth.

Entre estas e outras espécies que não puderam se desenvolver, nem nos momentos iniciais, escolheram-se as que estavam melhor adaptadas às condições edáficas e climáticas. Finalmente, foram selecionadas quatro gramíneas (*H. rufa* e *P. plicatulum*, que, devido a seu hábito de crescimento, se adaptariam perfeitamente à mistura com leguminosas e, *B. decumbens* e *D. decumbens* que, também por seu crescimento prostrado são particularmente apropriadas para ser manejadas com adubação, de maneira intensiva), deixando as espécies com qualidades para corte, como *P. purpureum* e *P. maximum*, para uma avaliação posterior. Além disso, escolheram-se três leguminosas (*S. guianensis*, *C. pubescens* e *P. phaseoloides*) para consorciá-las com as gramíneas.

Em primeiro lugar, avaliou-se o estado de nutrientes principais do solo, através da técnica do "elemento faltante", empregando *H. rufa* como testemunha. A Tabela 4 mostra os resultados do ensaio realizado em vasos.

Produção de MS (g/m²/6 cortes)

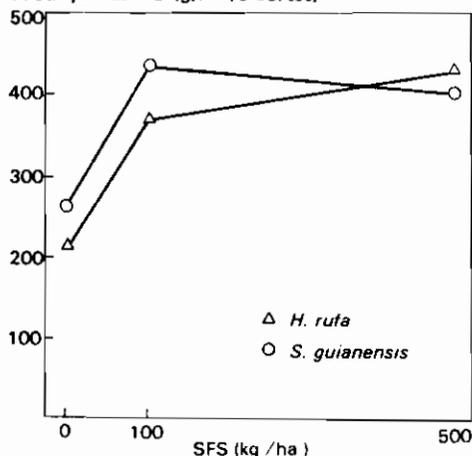


Figura 5. Efeito da aplicação de três níveis de SFS na produção de MS de *H. rufa* e *S. guianensis* (14).

Observa-se que N, P, e S, são os elementos que limitam, em maior proporção, a produtividade das plantas, durante os primeiros anos após o desmatamento. Além disso, pode-se verificar como, no primeiro corte, além da testemunha, as produções sem estes três elementos são significativamente menores e que, nos cortes seguintes, outros elementos vão se tornando também significativamente deficientes. Os dados posteriores ao terceiro corte, que não são apresentados na Tabela, indicam que houve resposta à falta de aplicação de qualquer nutriente.

É verdade que esses ensaios em vasos não representam realmente o que acontece em um solo não trabalhado, mas permitiram detectar os elementos limitantes da fase inicial e formar um conceito da fragilidade da fertilidade desses solos, quando são manejados mais intensivamente e sem reposição completa.

Baseando-se nesse conhecimento prévio, considerou-se que a pastagem "pioneira", concebida como a consorciação de uma gramínea com uma leguminosa, e correspondente ao período inicial após o desmatamento, necessitaria da aplicação de P e S; pois o N seria fornecido pela atividade de bactérias fixadoras de N do ar, em simbiose com a leguminosa. Em conseqüência, procurou-se encontrar os níveis mínimos de P e S necessários para garantir o desenvolvimento normal da leguminosa.

Estudou-se, então, a possibilidade de se fertilizar com superfosfato simples (SFS), pois, assim, aplicar-se-iam o P e o S, ao mesmo tempo. Três níveis de superfosfato foram testados e aplicados, em vasos, a duas leguminosas (Tabela 5).

Pôde-se verificar que a aplicação de 500 kg/ha de SFS afetou a germinação e que o incremento do número de folhas/planta e da produção de MS, com a aplicação de 0 a 100, foi superior àquele verificado com a aplicação de 100 a 500 kg/ha de SFS. Isso se confirmou em um ensaio de campo no qual

TABELA 4. Produção média de MS de *H. rufa* na ausência de um ou vários nutrientes.

Tratamento	Produção de MS/corte			Total	% de + todos	Ordem de importância
	Primeiro	Segundo	Terceiro			
- Todos ausentes	1,6***	3,6***	15,0***	20,2	21,7	
+ Todos presentes	19,3	33,6	40,0	93,1	100,0	
- N	4,0***	5,2***	15,3***	24,5	26,3	1
- P	6,8***	7,2***	13,8***	27,8	29,9	2
- K	19,6	26,0*	33,6**	79,2	85,1	
- Ca	20,2	26,4*	31,8**	78,4	84,2	
- Mg	17,3	31,8	35,1**	84,2	90,4	
- S	15,8**	19,5***	19,1***	54,4	58,4	3

* Significância P < 0,05

** Significância P < 0,01

***Significância P < 0,001

se aplicaram os mesmos níveis de SFS em *H. rufa* e *S. guianensis* (Fig. 5).

Outros ensaios revelaram que a maioria das espécies de leguminosas tropicais introduzidas na Estação não necessitaram da aplicação de calagem para se conseguir um adequado desenvolvimento (17 e 18), demonstrando sua grande adaptação a níveis altos de Al e baixos de pH.

Foram também feitos ensaios de aplicação de fertilizantes nitrogenados em gramíneas, pensando-se em alternativas mais intensivas e visando-se obter uma informação preliminar, necessária para delinear seu manejo.

A fim de se determinar a frequência com que se deve aplicar o N numa pastagem sob as condições de Pucallpa, realizou-se um ensaio onde se aplicaram 150 kg/ha de N em diferentes doses (Tabela 6). Esse ensaio mostrou que as aplicações bimensais de N são as que tornam seu emprego mais eficiente.

Outrossim, realizou-se uma avaliação prévia do efeito de diversos níveis de N e da idade de corte na produção de quatro espécies de gramíneas. Aplicaram-se 0, 200 e 400 kg/ha de N em parcelas de *B. decumbens*, *D. decumbens*, *S. enceph* e *H. rufa*. Tomaram-se amostras de 1 m² da parcela, com intervalos de duas semanas entre a segunda e a 16ª se-

TABELA 5. Efeito da aplicação de três níveis de SFS sobre a germinação, vigor e produção de duas leguminosas em vasos (14).

Espécies	SFS aplicado	Germinação	Vigor	Produção de MS		
				4ª semana	9ª semana	14ª semana
				g/planta		
<i>P. phaseoloides</i>	kg/ha	nº plantas/vaso	nº folhas/planta			
	0	20,30	0,84	0,33	1,88	6,77
	100	19,60	1,13	0,38	2,37	10,78
	500	16,40	1,40	0,56	4,20	12,44
<i>S. guianensis</i>	0	14,00	1,01	0,30	1,52	11,78
	100	16,10	1,14	0,37	2,04	15,67
	500	12,00	1,13	0,55	2,10	17,33

TABELA 6. Produção de *P. maximum* com a aplicação de 150 ha de N em diferentes doses e intervalos (17).

Tratamento	Inter- valo	Produção de MS
	meses	g/m ² /ano
Testemunhas (sem N)		1.112
1 dose	12	1.539
2 doses	6	1.695
3 doses	4	1.757
4 doses	3	1.827
6 doses	2	2.175
8 doses	1,5	1.874
12 doses	1	1.680

mana depois do último corte. *B. decumbens* e *D. decumbens* produziram mais e deram melhor resultado com a aplicação de N, que as outras duas gramíneas (Fig. 6). Analisaram-se amostras para teor de proteína, conteúdos celulares e digestibilidade "in vitro" da MS.

Nesse trabalho, encontraram-se valores comparativos de *B. decumbens* e *H. rufa* por se considerarem duas espécies com respostas ao N, hábito de crescimento e composição química diferentes (Fig. 7 e 8). Essas Figuras levam a se admitir que as necessidades de manejo dessas duas espécies são diferentes. *B. decumbens* reage bem à adubação com N, cresce rapidamente, mas perde sua qualidade em idade precoce (seu teor de proteína e sua digestibilidade da MS decrescem rapidamente), requer um manejo intensivo, com adubação e com pastejos freqüentes e bem feitos. Por outro lado, *H. rufa* dá melhores resultados num sistema de manejo menos rigoroso em consorciação com uma leguminosa que aumente o rendimento da pastagem e forneça a proteína ao animal. Mais concretamente, *H. rufa* é apropriada para fazer parte da pastagem "pioneira" com um mínimo de manejo, e *B. decumbens* só pode ser considerada para o tipo de pastagem "intensiva", em razão de suas necessidades de manejo.

Pastagem melhorada

O excelente crescimento, tanto das gramíneas quanto das leguminosas, imediatamente após o desmatamento, permite afirmar que esse é um momento propício para o estabelecimento de uma consorciação. No entanto, deve-se considerar que, em geral, as gramíneas crescem com mais rapidez e abundância que as leguminosas em terreno fértil, razão pela qual deve-se empregar as espécies mais compatíveis entre si e um número de animais suficientes consumam, de preferência, as gramíneas, estabilizando-se, assim, a mistura numa proporção adequada. Por outro lado, as espécies selecionadas devem produzir sementes em profusão para que o controle das invasoras, feito através das queimas, não afete a população da pastagem. É possível, também, melhorar as pastagens "tradicionais" com a introdução de leguminosas mas, novamente, deve-se escolher as espécies compatíveis. Com estas considerações em mente, semearam-se várias parcelas de diferentes gramíneas consorciadas com leguminosas. A Tabela 7 mostra uma avaliação subjetiva do estado das leguminosas, vários meses após a semeadura.

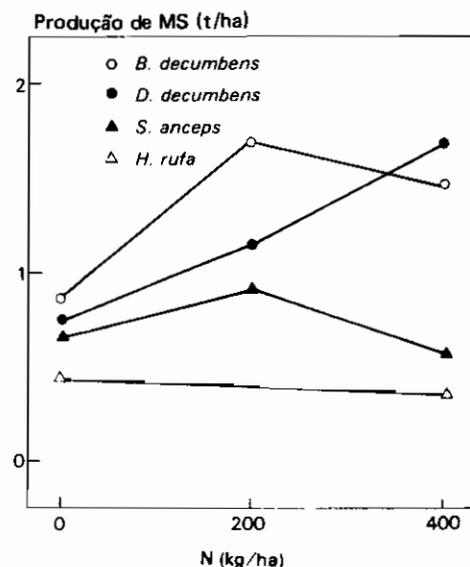


Figura 6. Produção de MS de quatro gramíneas tropicais com doses crescentes de N em corte às 6 semanas (21).

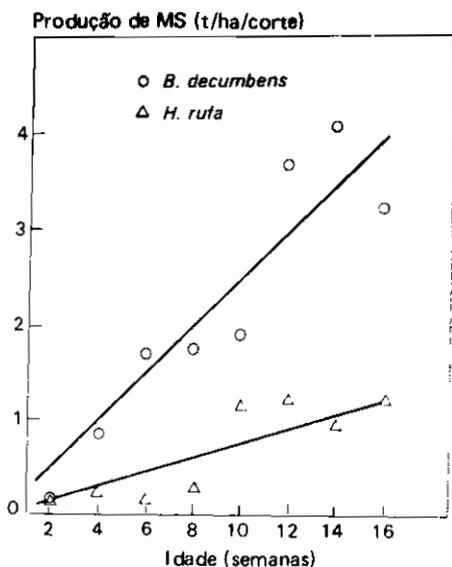


Figura 7. Produção de MS/ha/corte de *B. decumbens* e *H. rufa* em diferentes idades com a aplicação de 200 kg/ha de N (21).

Verificou-se que essas leguminosas podem ser estabelecidas em pastagens nativas e de espécies eretas como *H. rufa*, *S. anceps* e *P. maximum*, e que não é possível se obter semeaduras satisfatórias de leguminosas em pastagens de *B. decumbens*.

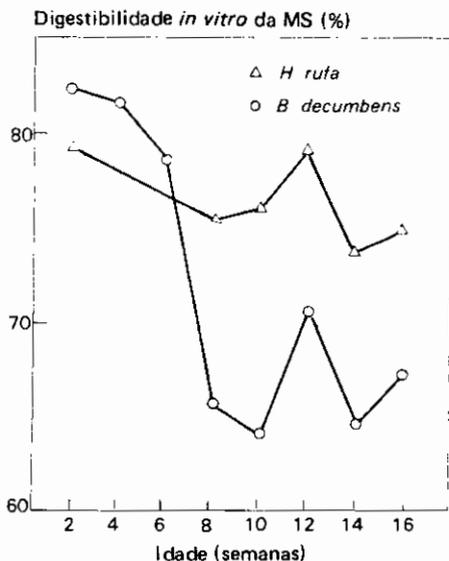


Figura 8. Digestibilidade *in vitro* da MS de *B. decumbens* e *H. rufa* em diferentes idades com a aplicação de 200 kg/ha de N (21).

Estes resultados foram confirmados num ensaio (15) no qual se estudou o vigor relativo de três gramíneas e três leguminosas, estabelecendo-se a ordem seguinte: *B. decumbens* > *P. plicatulum* > *H. rufa* > *P. phaseoloides* > *C. pubescens* > *S. guianensis*.

Considerando-se que *H. rufa* é uma gramínea naturalizada na região, que é necessário aplicar somente pequenas quantidades de P e S para garantir a melhor produtividade duma pastagem consorciada e que *S. guianensis* e *H. rufa* são espécies compatíveis, delineou-se um ensaio para comparar a pastagem "tradicional" de *H. rufa* em "stand" puro, com a pastagem "melhorada" de *H. rufa* + *S. guianensis* e 200 kg/ha/ano de superfosfato (Tabela 8). O número de anos observados varia devido ao fato de que, em 1977, as cargas animais de cada tratamento foram aumentadas com a finalidade de se obterem, com mais anos de observação, melhores curvas para as relações entre carga animal e ganho de peso por animal e por hectare.

No momento, só se podem comparar os dados, sem pretensão de formular ainda curvas de regressão que poderiam ser de pouco valor. No caso da pastagem "tradicional", os níveis mais altos de produção por animal e por hectare foram obtidos com a lotação de 1,8 animais/ha, ao passo que, na pastagem "melhorada", foram obtidos com 2,6 animais/ha. Isto representa uma melhoria de 44% na capacidade de suporte da pastagem, como resultado da inclusão de uma leguminosa e 200 kg/ha/ano de superfosfato.

Comparando os aumentos de peso mais elevados/ha/ano nos dois tipos de pastagens, com iguais lotações às mencionadas no parágrafo anterior, observa-se que, de 150 aproximadamente, passaram a 470 kg/ha/ano, trocando a pastagem "tradicional" pela "melhorada", o que equivale a um incremento de mais de o dobro.

Estes dados mostram o potencial da pecuária em Ultissolos, sob Floresta Tropical Úmida, já que a pastagem "tradicional" é ca-

TABELA 7. Observações sobre a compatibilidade e persistência de leguminosas promissoras semeadas em pastagens de gramíneas sob pastejo.

Leguminosas	Gramíneas	Condição da leguminosa aos	
		6 meses	12 meses
<i>S. guianensis</i>	<i>H. rufa</i>	muito boa	muito boa
	<i>B. decumbens</i>	nula	nula
	<i>S. sphacelata</i>	excelente	excelente
	<i>P. maximum</i>	boa	muito boa
	Capim nativo	muito boa	excelente
<i>P. phaseoloides</i>	<i>H. rufa</i>	excelente	excelente
	<i>B. decumbens</i>	nula	má
	<i>S. sphacelata</i>	muito boa	excelente
	<i>P. maximum</i>	excelente	excelente
	Capim nativo	muito boa	excelente
<i>C. pubescens</i>	<i>H. rufa</i>	boa	excelente
	<i>P. maximum</i>	boa	excelente
	Capim nativo	boa	excelente

paz de conseguir produções superiores às de outros solos e meios ecológicos dos trópicos e a "melhorada", muito pouco diferente da "tradicional" em exigências de insumos e manejo, pode triplicar a produção por área.

A pesquisa nesse tipo de pastagem "melhorada" continua tentando preencher os vazios de informação existentes e procurando espécies que mantenham, em consorciação, uma produção mais elevada que a mistura de *H. rufa* e *S. guianensis*.

Pastagem intensiva

Os resultados de vários ensaios preliminares (17, 18) sobre esta alternativa, além dos já apresentados neste trabalho, permitiram concluir que: a) existem espécies que, sob as condições de Pucallpa, respondem bem à aplicação de doses elevadas de N; b) as aplicações de N com fontes químicas devem ser feitas com intervalos de oito semanas para utilizar esses fertilizantes com um nível aceitável de eficiência; e c) uso intensivo desses solos trará consigo deficiências de outros nutrientes, além do N.

Por outro lado, esse tipo de pastagem se-

ria estabelecido em terrenos cultivados durante vários anos com pastagem "melhorada" ou "tradicional" que, finalmente, tornaria estável a fertilidade do solo num nível inferior ao que tinha imediatamente após o desmatamento. Em outras palavras, para empreender operações com pastagens "intensivas", deve-se ter um conhecimento profundo do solo. Assim é que se está determinando atualmente um sistema de manejo, em que se vem dando prioridade à fertilidade do solo.

Para esse sistema "intensivo", consideraram-se várias espécies de gramíneas como *B. decumbens*, *D. decumbens*; *P. maximum* e *P. plicatulum*, entre outras. A maioria dos ensaios vem sendo realizada, prioritariamente, com *B. decumbens* por ser esta espécie a que apresenta melhor adaptação e persistência às condições da zona.

A Figura 9 mostra o efeito da calagem sobre a saturação de Al e o pH do solo. A saturação de Al pode ser reduzida facilmente a níveis menores de 20%, aceitáveis para a maioria das plantas, com a aplicação de somente 0,5 X equivalente da calagem² (para este Ultissolo foi de 1,8, t/ha). Nesse ensaio realizado com *B. decumbens*, aplicaram-se os trata-

TABELA 8. Desempenho animal e produção de carne por ha das pastagens "tradicional" e "melhorada" (4,5).

Pastagens	Lotação	Anos de observação	Ganhos de Peso Vivo	
			Por animal	Por hectare
	cabeca/ha	Nº	g/dia	kg/ano
"Tradicional" (<i>H. rufa</i>)	1,2	3	160 ± 16	70
	1,5	4	169 ± 20	92
	1,8	3	227 ± 17	149
	1,9	1	215 ± 50	149
	2,1	3	169 ± 13	129
	2,3	1	203 ± 39	170
	2,6	1	160 ± 61	151
"Melhorada" (<i>H. rufa</i> + <i>S. guianensis</i> + P)	2,1	3	403 ± 39	308
	2,4	3	401 ± 32	351
	2,6	1	495 ± 41	469
	2,7	3	340 ± 41	335
	3,0	3	345 ± 33	377
	3,1	1	439 ± 55	496
	3,6	1	350 ± 62	459
	4,1	1	286 ± 51	428

mentos de calcário com a intenção de neutralizar o Al trocável do solo e não de corrigir o pH. Desse modo, obtêm-se níveis padrões de Al para tratamentos iguais em diferentes ensaios, com espécies e solos diferentes.

A Figura 10 mostra o efeito da calagem sobre a produção de *B. decumbens* sob diferentes regimes de adubação. Observa-se que o calcário aumenta a produção em todos os casos até o nível de 1,0X, o que é devido, provavelmente, ao efeito da neutralização do Al trocável. Por outro lado, o efeito isolado do calcário é menor que o efeito isolado dos fertilizantes.

É importante chamar a atenção para a natureza preliminar destes resultados. É bem provável que, para *B. decumbens* em particular, e talvez para muitos outros capins tropicais, o nível crítico de saturação de Al seja maior que 20%. Por outra parte, é normal

que após uma aplicação de calcário, o nível de saturação de Al baixe, porém, também é de se esperar que este se eleve novamente com o decorrer do tempo. Por este motivo, se fazem amostragens periódicas do solo para determinar os níveis críticos de saturação de Al para cada espécie em estudo e calcular a frequência com que se deve aplicar o calcário para conservar as plantas livres do efeito tóxico de Al. Esse ensaio serviu também para avaliar o efeito da calagem e a aplicação de níveis de adubação no estabelecimento de *B. decumbens*, por meio vegetativo. Os resultados avaliados, três meses após a aplicação do calcário, indicaram que não houve diferenças no estabelecimento das plantas.

A Figura 11 mostra como tanto a calagem quanto a adubação favoreceram o vigor e o desenvolvimento das plantas de *B. decumbens* e controlaram, com mais eficiência, a proliferação das invasoras. Desta mesma Figura também se pode deduzir que o efeito do calcário sobre o controle das invasoras foi forte, apesar de a adubação tender a eliminar o efeito do calcário.

* Equivalente de calagem corresponde à quantidade de calcário necessário para neutralizar a acidez trocável do solo (1 me/100g de solo = 1 t de CaCO₃ /ha).

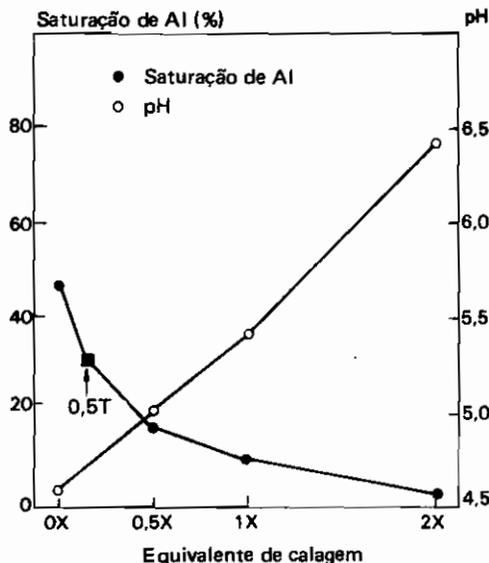


Figura 9. Efeito da calagem sobre a saturação de Al e o pH. Observações efetuadas quatro meses após a aplicação do calcário no solo até uma profundidade de 15 cm (20).

De acordo com os estudos preliminares, o elemento mais limitante é o N. Efetivamente, foram obtidas curvas típicas de resposta à aplicação deste elemento, tal como se observa na Figura 12, onde aparecem duas curvas de resposta que pode-se-iam considerar extremas: uma correspondente à estação seca (junho—julho) e outra, a uma época em que as condições de precipitação são mais favoráveis (outubro—novembro).

Com base nessa Figura é possível assegurar que *B. decumbens* responde linearmente até um nível de 400 kg/ha/ano de N aplicado em forma fracionada de 60 em 60 dias. Por outro lado, o problema da variação da produção da pastagem devido à precipitação, é um ponto de relevância, pois, durante a estação chuvosa, com uma adubação e manejo ótimos, *B. decumbens* seria capaz de suportar uma lotação até de 5 ou 6 U.A./ha/ano, lotação esta que se reduz à metade, durante a estação seca. A aplicação de irrigação ou de medidas de manejo dos animais para reduzir a lotação da área durante a época de menor produção, eliminando possivelmente a fertili-

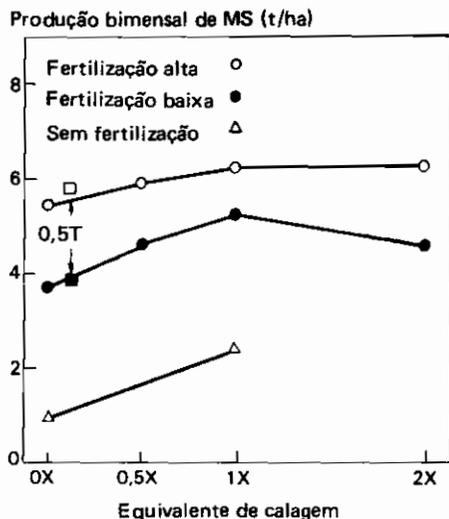


Figura 10. Efeito da calagem sobre a produção de MS de *B. decumbens* (4).

zação nitrogenada durante a estação seca, que felizmente é curta, seria uma possível solução para a produção nessa época.

O P, elemento conhecido também como deficitário nesses solos, está sendo estudado num ensaio paralelo ao de N. Os resultados aparecem na Figura 13, onde se mostram duas curvas: uma com a aplicação de 200 kg/ha/ano de N e outra com o dobro de N. Essas curvas correspondem a dois cortes (segundo e quinto) do experimento com N, onde os padrões de resposta a este elemento foram praticamente sobrepostos, pelo que se deduz que são comparáveis no que diz respeito ao efeito de variáveis não controladas pelos tratamentos do experimento.

Nesse gráfico, observa-se que, embora não em forma tão espetacular como no caso do N, *B. decumbens* responde a aplicações até de 80 kg/ha/ano de P. Além disso, é possível que exista uma interação entre o P e o N, como demonstram as curvas de 0 a 80 kg de P. A resposta reduzida ao P indicaria uma fixação do P aplicado (em forma de SFS), porém, também se pode explicar aduzindo baixos requerimentos de P de *B. decumbens* ou

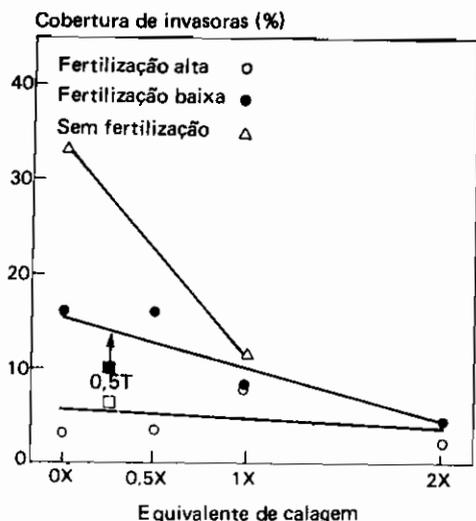


Figura 11. Efeito da calagem e da fertilização na cobertura de invasoras no estabelecimento de *B. decumbens* (4).

a habilidade dessa espécie em utilizar formas nativas e pouco solúveis de P. A possível interação entre o P e o N indicaria que os requerimentos de P da planta aumentam quando é maior sua produção, como resultado de aplicações elevadas de N obrigando-a a fazer um melhor uso do P aplicado.

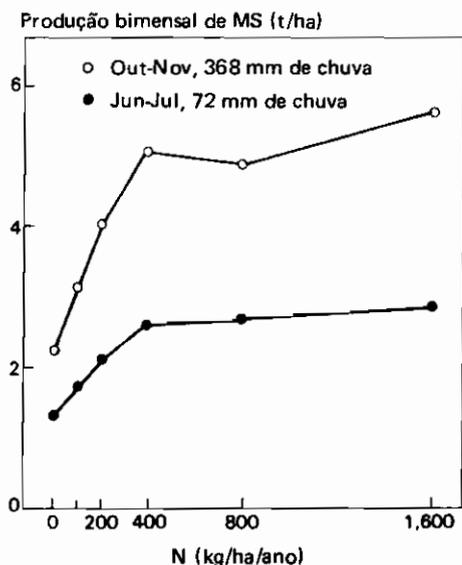


Figura 12. Efeito da aplicação de N na produção de *B. decumbens* em duas épocas do ano (4).

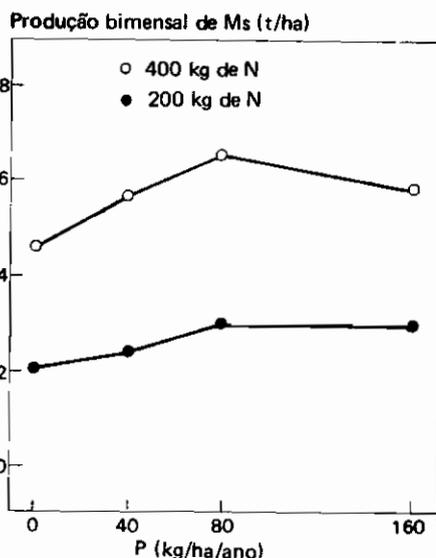


Figura 13. Efeito do P na produção de MS de *B. decumbens* em dois níveis de N (4).

Iniciaram-se ensaios paralelos para K e Mg e também para outras espécies que, junto com os ensaios cujos dados parciais se incluem neste trabalho, deveriam fornecer, em mais alguns anos, os modelos que determinassem o manejo sob fertilização deste tipo de pastagem "intensiva", desde que se fixem os níveis ótimos de aplicação dos principais macronutrientes às espécies com possibilidades de serem incluídas neste sistema. Além disso, poder-se-ia decidir sobre a necessidade e a oportunidade da aplicação de calcário e sobre o traçado de uma estratégia de adubação que vise os problemas de baixo rendimento durante a época de menor precipitação.

Mesmo que ainda não se disponha de um sistema "intensivo" totalmente apropriado, observações vêm sendo feitas em uma pastagem de *B. decumbens* de 3,5 ha manejada intensamente, adubada com 280 kg/ha/ano de N e 20 kg/ha de P e pastejada, em rotação diária, com vacas em lactação (Holstein X Zebú) com uma alimentação proveniente exclusivamente da pastagem (unicamente com suplemento de sais minerais). Os resultados dessas observações, durante os últimos anos, se encontram na Tabela 9.

TABELA 9. Dados de manejo, consumo e produção de uma pastagem de *B. decumbens* pastejada por vacas em lactação (2).

Parâmetro	1976		1977	
	Estação chuvosa	Estação seca	Estação chuvosa	Estação seca
Manejo:				
\bar{X} Intervalo (dias)	22,6 ± 1,1	22,8 ± 3,5	22,9 ± 2,0	21,6 ± 3,3
\bar{X} Lotação (vacas/ha)	4,0 ± 0,4	2,7 ± 0,7	3,6 ± 0,6	2,8 ± 0,7
Consumo:				
\bar{X} Consumo (kg de MS/100 kg de peso vivo)	3,1 ± 0,3	2,4 ± 0,5	3,3 ± 0,3	2,8 ± 1,0
Produção leite:				
\bar{X} por vaca (kg/vaca/dia)	9,6 ± 3,7	8,3 ± 1,8	8,4 ± 3,6	8,1 ± 1,9
\bar{X} por ha (kg/ha/dia)	39,1 ± 3,7	22,7 ± 7,8	29,7 ± 5,0	22,8 ± 7,8

Nesse ensaio, os intervalos entre pastejos e as cargas animais se basearam na disponibilidade da forragem e a rotação se efetuou em áreas pequenas divididas com cerca elétrica mantendo por um dia o número total de animais. Os animais receberam sombra, água e sal "ad libitum" e foram ordenhados duas vezes por dia. As cargas animais resultantes flutuaram entre 3,5 e 4,0 vacas/ha durante a estação chuvosa e entre 2,5 e 3,0 vacas/ha, durante a seca. Lotações estas que, com o intervalo de aproximadamente 22 dias em média, demonstraram a rapidez da rebrota e da produtividade da pastagem. Por outro lado, os consumos entre 3,5 e 2,5 kg de MS/100 kg de peso vivo, considerados normais, aliados às produções por animal de mais de 8 kg/vaca/dia, sem suplementação alimentar e sob as condições de clima de Pucallpa, indicam que a quantidade e a qualidade da forragem fornecida pela pastagem são suficientes para conservar os animais e produzir, entre 30 e 40 kg de leite/ha/dia, durante a seca. Esses resultados da pastagem intensiva são animadores.

Esta alternativa mais intensiva exige um igual nível de intensificação no manejo e na qualidade de animais, razão pela qual, concomitantemente com a pesquisa que se está ini-

ciando sobre o manejo dessa classe de pastagem, estudos paralelos devem ser realizados sobre o manejo e melhoramento dos animais.

A informação contida neste trabalho é somente uma parte dos muitos ensaios que têm sido realizados e se desenvolvem atualmente na Estação Principal do Trópico de Pucallpa; no entanto, demonstram perfeitamente que a pecuária com base em pastagens na Amazônia é uma promessa relevante. Porém, isto não passará de promessa se não se continuar e intensificar a pesquisa para preencher a curto prazo, os muitos vazios de informação que ainda persistem e para poder configurar um conjunto tecnológico que garanta a estabilidade e o êxito técnico duma indústria pecuária nesta região.

AGRADECIMENTO

Os autores desejam manifestar seu agradecimento aos engenheiros M. Ara, H. Ordoñez, L. Pinedo e C. Reyes, membros de "La Línea de Investigación en Producción y Evaluación de Pasturas Tropicales del IVITA", por sua contribuição de idéias e dados não publicados, incluídos neste relatório.

LITERATURA CITADA

1. Caterpillar. Caterpillar performance handbook. C-37. 1972.
2. De la Torre, M., D. Pezo y M. Echevarria. 1977. Producción de leche en base a pastoreo en la Amazonia Peruana. p. 42. In Resúmenes ALPA VI Reunión, La Habana, Cuba.
3. Dourojeanni, M.J. Pautas para el establecimiento de asentamientos rurales en los Trópicos Húmedos de América del Sur. Ministerio de Agricultura, P3-07, Lima, Perú, 6p.
4. Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura. Estación Principal del Trópico. Línea de investigación en producción y evaluación de pastura tropicales. Pucallpa, Perú. (Archivos sin publicar).
5. Morales, V. y K. Santhirasegaram. 1977. Producción animal en base a pastura en Trópico de Pucallpa Perú. Informe presentado en la Reunión de la ALPA, La Habana, Cuba.
6. Nye, P.H. 1961. Organic and nutrient cycles under a moist tropical forest. *Plant and soil* 13: 333-346.
7. ——— and G. Greenland. 1960. The soil under shifting cultivation. Commonwealth Agricultural Bureaux Technical Communication no. 51, England. 156p.
8. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona de Iberia-Inapari, Perú. (En prensa).
9. Nye, P. H. 1972. Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de los ríos Inambari y Madre de Dios. Perú 296p.
10. ——— 1976. Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona Iquitos-Nauta-Requena y Colonia Angamos. Perú. 296 p.
11. ——— Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona de Pucallpa-Abujao. Perú (En prensa).
12. ———. 1966. Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona del río Pachitea. Perú. 233p.
13. ——— 1976. Mapa ecológico del Perú. Perú.
14. Pinedo, L. y K. Santhirasegaram. 1973. Respuesta de algunas especies de pastos tropicales a la aplicación de P y calcio. p. 155-156. In Resúmenes ALPA IV Reunión. México.
15. Reys Atac, C.A. 1974. Estudio preliminar de compatibilidad de 3 gramíneas y 3 leguminosas en la zona de Pucallpa. Tesis Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos. 60p.
16. Saco Vertiz, C. y G. Bravo Heredia. 1967. Operación Tocache. Lima 129 p.
17. Santhirasegaram, K., V. Morales, L. Pinedo and J. Diez. 1972. Interim report on pasture development in the Pucallpa region. Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura. Perú. 134p.
18. ———, V. Morales, L. Pinedo and C. Reys. 1975. Second interim report on pasture development in the Pucallpa region. Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura., Perú. 213 p.
19. Seubert, C.E., P.A. Sánchez and C. Valverde. 1977. Effect of land clearing methods on soil properties on an ultisol and crop performance in the Amazon jungle of Perú. *Separata Journal Series Paper no. 50002: 307-321* Raleigh, North Carolina Agricultural Experimental Station and Ministerio de Alimentación, Perú.

20. Toledo, J.M. y M. Ara 1977. Manejo de suelos para pasturas en la selva amazónica. Trabajo preparado para 1a Reunión Taller -- FAO -- SIDA sobre la Ordenación y Conservación de Suelos en América Latina. Lima, Perú, 46p.
21. ——— y O. de Cordova. 1977. Manejo y productividad de 4 gramíneas tropicales. p. 30. In Resúmenes ALPA VI Reunión, La Habana, Cuba.
22. Universidad Nacional Agraria "La Molina". 1974. Estudio agrológico de Saís Pampa, Pucallpa (SAIS Tupac Amaru). Departamento de Suelos y Geología, Perú. 96p.
23. Valdivieso Arellano, L. 1973. Análisis del sistema de desmonte Le Tourneau en el Trópico Peruano. Tesis, Universidad Nacional Agraria, La Molina, Perú.

PRODUTIVIDADE DE PASTAGENS CULTIVADAS EM SOLOS DE BAIXA FERTILIDADE DAS ÁREAS DE FLORESTA DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Emanuel Adilson Souza Serrão*

Italo Claudio Falesi*

Jonas Bastos da Veiga*

José Ferreira Teixeira Neto*

RESUMO

Até quinze anos atrás, as atividades pecuárias na região amazônica eram baseadas, quase que exclusivamente, na exploração das pastagens nativas de terras firmes e inundáveis. A necessidade de produzir mais proteína animal para consumo interno e exportação, as limitações ecológicas para expansão e utilização das pastagens nativas de terras inundáveis e o baixo potencial de produtividade das pastagens nativas de terra firme, motivaram a expansão da pecuária em pastagens cultivadas em áreas de floresta. Existem, atualmente, cerca de 3 milhões de ha de pastagens cultivadas em áreas de floresta, das quais, aproximadamente 90% são de *Panicum maximum*, 7% de *Hyparrhenia rufa* e 3% de *Brachiaria humidicola*. A implantação das pastagens cultivadas envolve a derruba e queima de segmentos de floresta, seguindo-se o plantio da gramínea forrageira. Nos primeiros anos, em consequência do aumento da fertilidade do solo pela incorporação das cinzas, a produtividade das pastagens é relativamente alta. Via de regra, a produtividade das pastagens de *P. maximum* não persiste por mais de seis a sete anos. Cerca de 500.000 ha dessas pastagens já estão em avançado estágio de degradação. Experiências práticas e pesquisas com pastagens cultivadas em áreas de floresta na última década indicam que: a) a manutenção da longevidade produtiva das pastagens requer um manejo cuidadoso do sistema solo — planta — animal; b) o clima tem efeitos diretos e indiretos na longevidade produtiva das pastagens; c) para formação de pastagem, a queima da biomassa vegetal é necessária para incorporar "energia" (nutrientes) no solo; d) com exceção do fósforo, os demais nutrientes incorporados no solo com as cinzas podem se manter mais ou menos estáveis com o decorrer dos anos sob pastagem; e) o P é o fator edáfico mais limitante da produtividade das pastagens; f) a limitação da produtividade das pastagens, devido a outros nutrientes, tem sido observada, porém menos decisiva e generalizada; g) o declínio de produtividade é mais acentuado em solos com altos teores de argila no horizonte B, (acima de 50%) e é acelerado sob pressões de pastejo acima do "ótimo"; h) a longevidade produtiva das pastagens pode ser aumentada consideravelmente com pressões e sistemas de pastejo apropriados, em combinação com o uso estratégico de adubações fosfatadas periódicas e leguminosas forrageiras; i) é viável (biológica e economicamente) a recuperação de pastagens em avançado estágio de degradação através da utilização estratégica de adubação fosfatada, introdução de *B. humidicola* e leguminosas; j) apesar de muitas pesquisas serem ainda necessárias, é plenamente viável inferir que o ambiente amazônico é favorável à produção de proteína animal, utilizando-se como matéria prima, a pastagem nativa e a pastagem cultivada, desde que esta seja implantada e explorada como uma verdadeira cultura.

A REGIÃO TROPICAL ÚMIDA BRASILEIRA

* Pesquisadores do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (CPATU) — EMBRAPA, Belém, Pará, Brasil.

responde, aproximadamente, à metade da área do território nacional, isto é, cerca de 450 milhões de ha, e está situada entre os paralelos 5°N e 12°S e os meridianos 44° e 74°W (Fig. 1).

Clima

Com base na classificação climática de Köppen, o trópico úmido brasileiro está submetido ao grupo de clima chuvoso A, englobando os tipos climáticos Af, Am e Aw. A Figura 2 apresenta a distribuição aproximada desses tipos climáticos na região. Os valores médios anuais de temperatura oscilam entre

24 e 28°C, estando as máximas geralmente entre 29 e 34°C, e as mínimas, entre 16 e 24°C.

As chuvas, principalmente nas áreas abrangidas pelos climas Am e Aw, se distribuem em duas épocas bastante distintas. Salvo poucas variantes, o período chuvoso tem início em novembro-dezembro e se prolonga até maio-junho, e o período de menor precipitação ocorre durante os demais meses do ano. Os índices pluviométricos estão na faixa de 1.500 a 3.500 mm. De um modo geral, existe um superavit hídrico de janeiro a junho, e um déficit, de agosto a dezembro.

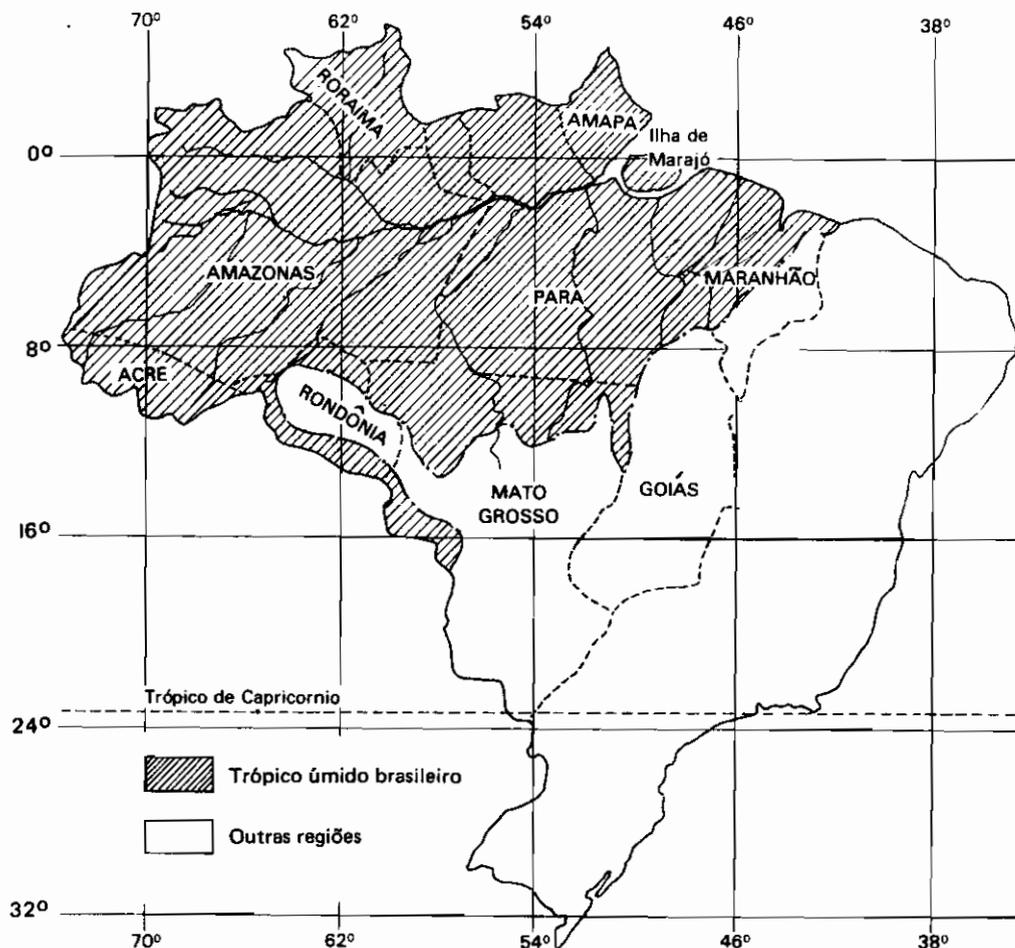


Figura 1. O trópico úmido brasileiro.

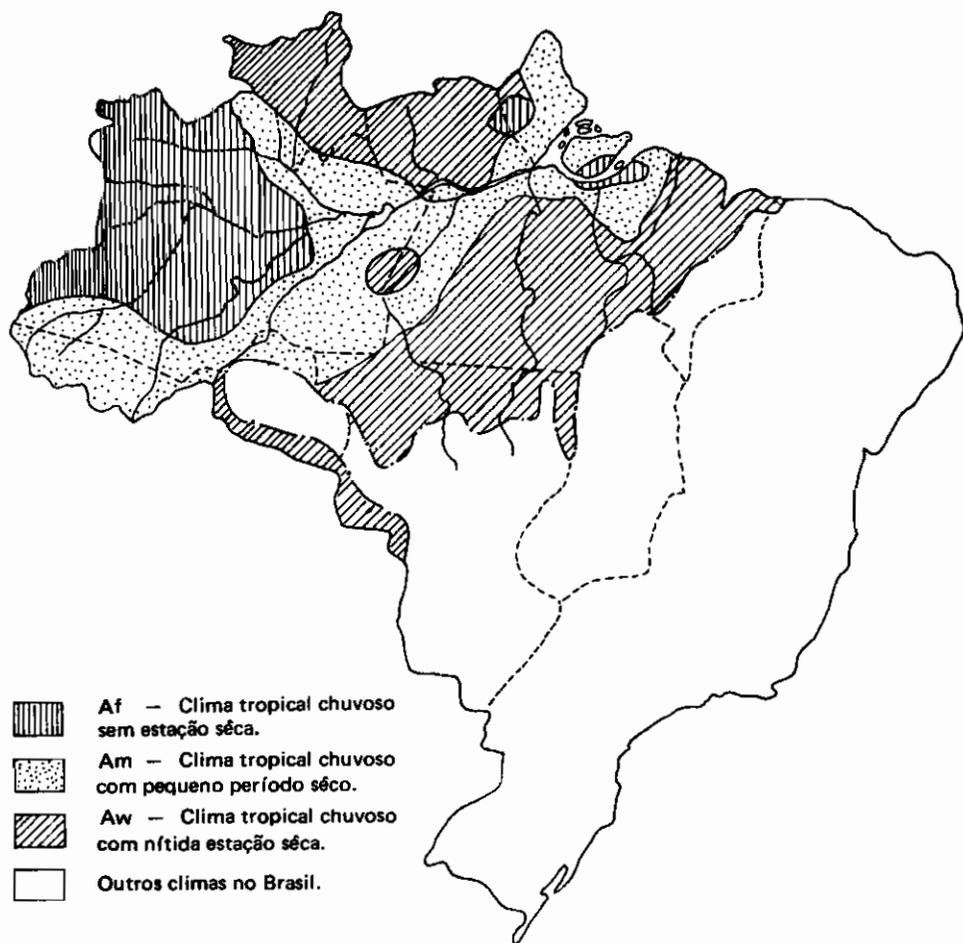


Figura 2. Os diferentes tipos climáticos do trópico úmido brasileiro segundo Köppen (15; adaptado de 3).

Na região, os índices de umidade relativa do ar raramente são menores que 70%, oscilando em torno de 90%. A luminosidade varia de 1.500 a 3.000 horas de brilho solar por ano, o que representa 35 a 65% da energia radiante potencial, indicando a ocorrência de um grau de nebulosidade relativamente alto (3). Os índices de eficiência térmica (3), que expressam a evaporação potencial e a disponibilidade térmica, estão geralmente acima de 1.000 mm, o que indica ser uma região com bastante calor e umidade, sendo considerada um "habitat" apropriado para crescimento de plantas tropicais.

Segundo Serrão e Simão Neto (14), as con-

dições climáticas acima descritas parecem explicar a amplitude de adaptação de plantas forrageiras tropicais, nativas e exóticas, em condições hidrológicas e edáficas similares nos trópicos úmidos brasileiros. A maior concentração das pastagens cultivadas em áreas de floresta está situada em áreas sujeitas aos climas dos tipos Aw (principalmente) e Am e, em menor escala, ao clima do tipo Af.

Vegetação de floresta

Cerca de 85% da região tropical úmida brasileira é coberta pela floresta tropical úmida, englobando três tipos mais ou menos

distintos: a floresta tropical densa, que ocorre principalmente em áreas de clima tipo Af e Am, a floresta tropical aberta, que ocorre principalmente em áreas de clima tipo Aw; e a floresta tropical semidecídua em certas áreas sujeitas ao clima tipo Aw (para maiores

detalhes ver 9 e 11). A maioria das pastagens cultivadas em solos de floresta, tem sido implantada nas áreas cobertas por floresta tropical aberta e, em menor escala, nas áreas de floresta tropical densa. A Figura 3 mostra a distribuição aproximada desses tipos de floresta no trópico úmido brasileiro.

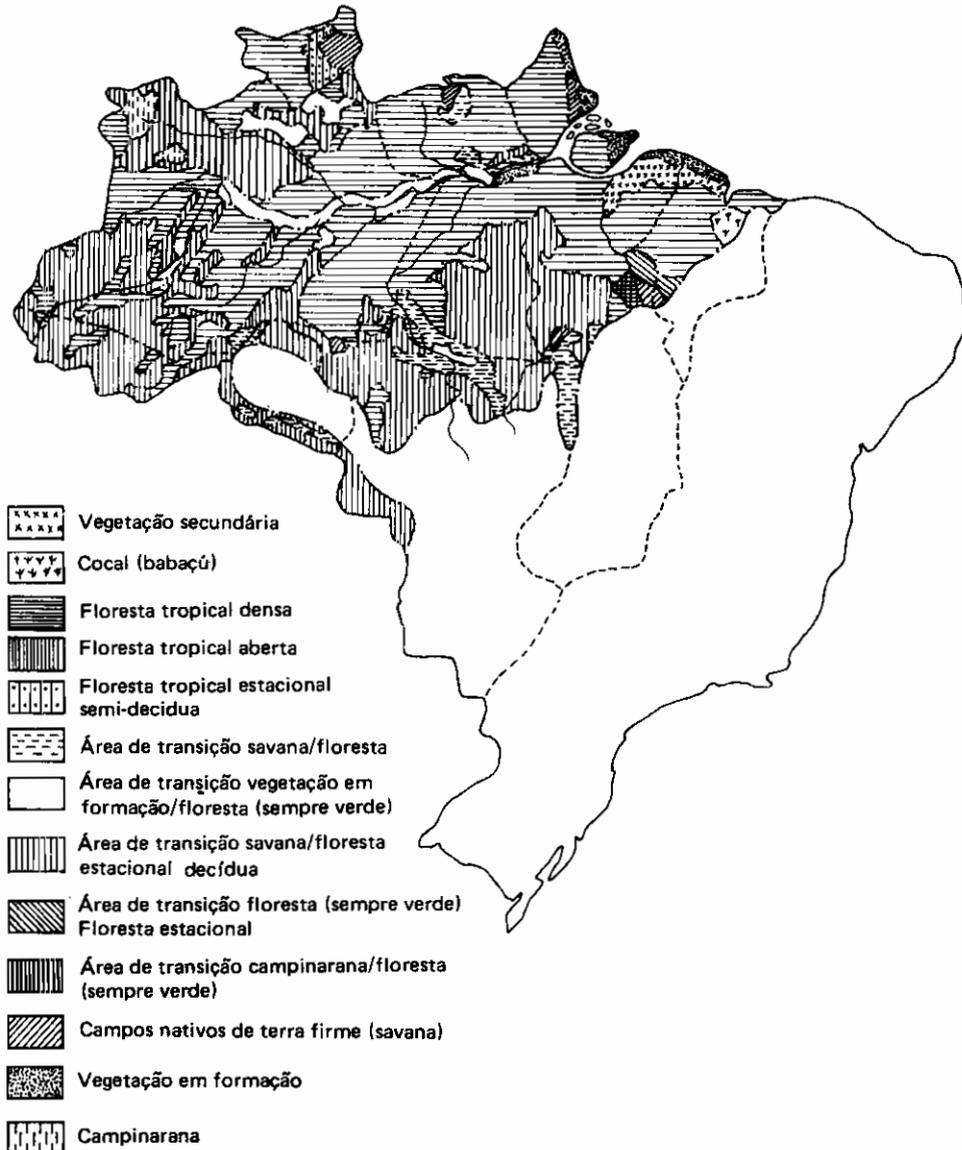


Figura 3. Os principais tipos e associações de vegetação do trópico úmido brasileiro (9, 15).

Solos

As principais unidades e associações de solo dos trópicos úmidos brasileiros foram descritas por Vieira *et al.* (19) e Falesi (5, 6). A Figura 4 mostra, esquematicamente, a distribuição geral das principais unidades de solos encontradas na região. Segundo Vieira *et al.* (19), e com base na sua morfologia e gênese, os solos da região compreendem três grupos: solos bem drenados, solos hidromórficos e solos em desenvolvimento. Sob o ponto de vista das pastagens cultivadas em áreas de floresta, os solos bem drenados são os de maior interesse.

Os solos latossólicos (Oxissolos) são os de maior ocorrência (cerca de 75% da área total da região). Estes solos têm um horizonte B latossólico ou óxico, com muito boas propriedades físicas, são profundos, bem drenados, friáveis e sua textura varia de média a muito argilosa. Suas propriedades químicas, entretanto, são desfavoráveis, possuindo baixa fertilidade natural, baixos valores de pH e altos teores de Al trocável, com exceção do Latossolo Roxo (Eutrorthox e Eutrorustox), cuja fertilidade é geralmente alta. A ocorrência destes últimos, entretanto, é relativamente pequena. Os Latossolos são solos desenvolvidos em terra firme e, na região, ocorrem

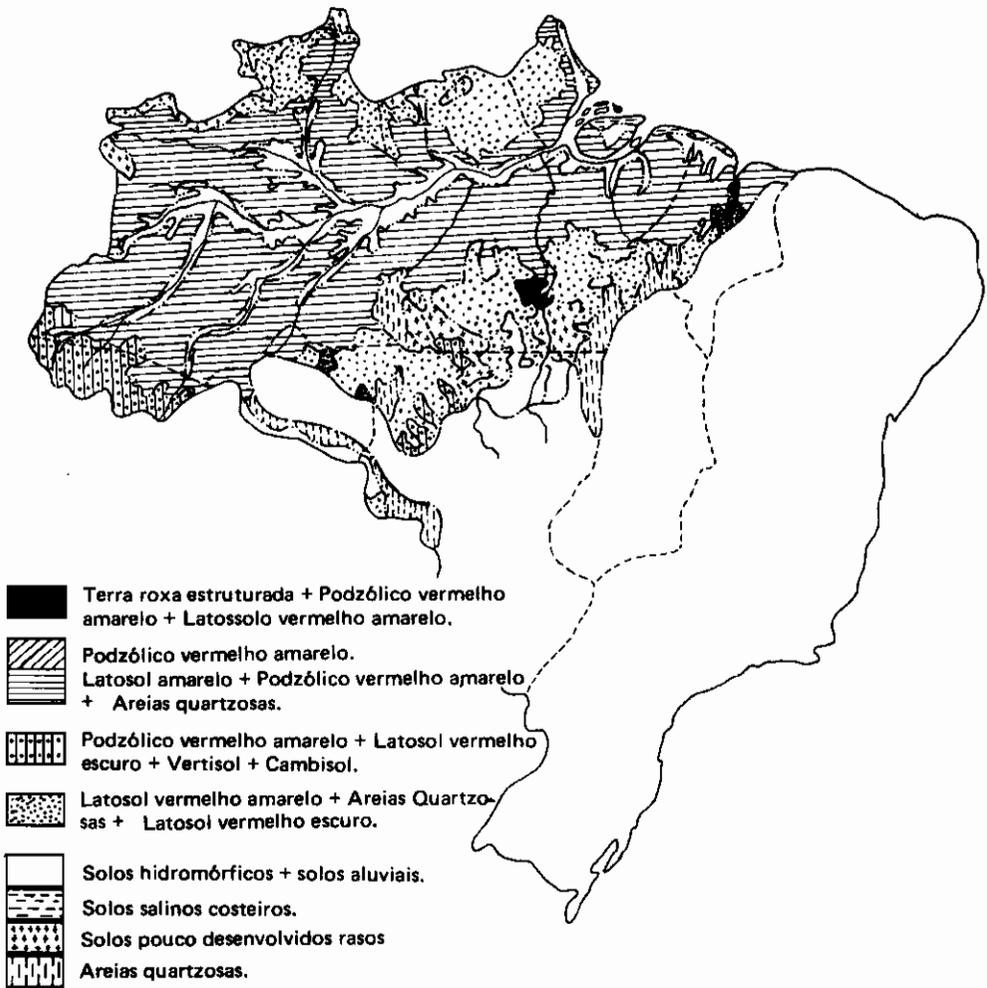


Figura 4. Principais tipos e grupos de solos do trópico úmido brasileiro (15).

desde as áreas planas até as de topografia ondulada (5, 6, 19). A maioria das pastagens cultivadas tem sido estabelecida em Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho-Escuro (Oxissolos).

Os solos podzólicos (Ultissolos ou Alfissolos), que possuem B textural ou argílico, também apresentam boas propriedades físicas. São solos bem desenvolvidos, relativamente profundos, bem drenados, textura geralmente variando de média a argilosa. São normalmente ácidos, com altos teores de Al trocável. Porém, de um modo geral, sua fertilidade natural, principalmente quando comparada com a dos solos latossólicos, é relativamente boa. Os mais comuns são os Podzólicos Vermelhos-Amarelos Distróficos (Ultissolos), que possuem menos de 50% de saturação de bases (5, 6). Grandes áreas de pastagens cultivadas em áreas de floresta estão implantadas em solos podzólicos, principalmente na parte sul da região. Há também, a presença de Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico (Alfissolos), porém em menor extensão.

Em bem menor escala, existem também pastagens cultivadas em solos Concrecioná-

rios Lateríticos (Oxissolos) e sem Areias Quartzosas Distróficas (Entissolos).

A Tabela 1 apresenta as principais características físicas e químicas dos solos em seu estado natural (sob a floresta primária), de maior interesse para as discussões contidas neste trabalho.

AS PASTAGENS CULTIVADAS

A necessidade de produzir alimentos e divisas para a região tem motivado a utilização de áreas de florestas com diversas alternativas de exploração agropecuária, entre as quais, a pecuária de corte. Esta opção surgiu em virtude das limitações ecológicas das pastagens nativas de áreas inundáveis e do baixo potencial de produtividade das pastagens nativas de terra firme (14, 15).

A pecuária de corte tem sido a atividade mais importante no processo de desenvolvimento da região e na qual vêm sendo investidas grandes somas de recursos financeiros por empresários e através de órgãos federais de desenvolvimento regional.

Nos últimos 20 anos, com a abertura das

TABELA 1. Composição química de diferentes solos sob floresta primária, adjacentes a pastagens cultivadas de *P. maximum*. Média de várias amostras coletadas a 0-20 cm de profundidade (2, 7, 15).

Solo	Argila total	MO	N	pH (H ₂ O)	Cátions trocáveis			K	P	Saturação de Al
					Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Al ⁺⁺⁺			
———— % ————				—— meq/100g ——			—— ppm ——		%	
LAm ^a	20	—	—	4,1	0,3	1,0	16	4	75	
LAm ^b	60	2,8	0,16	4,4	1,4	1,8	23	2	53	
LVE ^c	23	2,0	0,10	4,3	0,5	1,1	31	1	62	
PVAm ^d	10	1,2	0,07	4,2	0,3	0,9	20	3	70	

^a Latossolo Amarelo textura média (Oxissolo)

^b Latossolo Amarelo textura muito argilosa (Oxissolo)

^c Latossolo Vermelho Escuro textura média (Oxissolo)

^d Podzólico Vermelho Amarelo textura média (Ultissolo)

novas rodovias amazônicas e, principalmente, em função da rodovia Belém-Brasília, foram implantados, na região tropical úmida do Brasil, cerca de 3 milhões de ha de pastagens cultivadas em áreas de floresta, principalmente com a gramínea Colonião (*Panicum maximum*) Jacq., que ocupa cerca de 85% da área total, e, em menor escala, Jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf.) *Brachiaria decumbens* Stapf. e Quicuío da Amazônia (*Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt).

Esta última espécie está sendo difundida em larga escala nos últimos três a quatro anos, substituindo *P. maximum* e *B. decumbens* (14, 15, 16, 17).

A Figura 5 mostra a distribuição aproximada das pastagens nativas e cultivadas no trópico úmido brasileiro. As pastagens cultivadas em áreas de floresta estão concentradas ao longo da rodovia Belém-Brasília, no sul do Estado do Pará, e no norte dos Estados

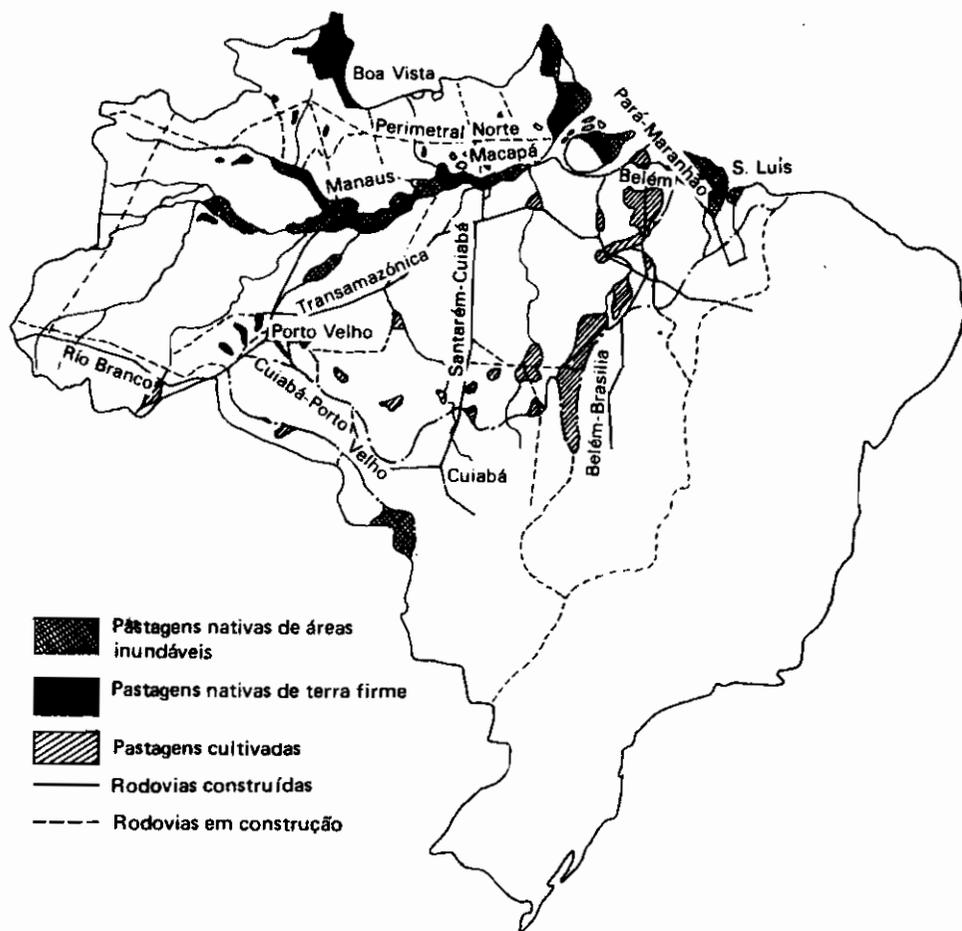


Figura 5. Tipos e distribuição aproximada das pastagens do trópico úmido brasileiro (Adaptado de 14 e 15).

de Mato Grosso e Goiás, existindo, também, em menor escala, nos Estados do Acre e Amazonas, e no Território Federal de Rondônia.

O processo usual de implantação das pastagens cultivadas nestas áreas envolve a derrubada da mata, seguida da queima da biomassa vegetal, e do plantio da gramínea forrageira. Comumente, a derrubada da floresta é feita manualmente. Porém, em alguns casos, tem sido feita com correntão puxado por trator, principalmente onde a floresta não é muito densa. Até o presente, para grande áreas de pastagem, a gramínea *P. maximum* tem sido a forrageira mais usada, sendo seu plantio feito principalmente por sementes, manualmente ou via aérea (7).

De um modo geral, nos primeiros anos após sua implantação, e como consequência do aumento da fertilidade do solo, como resultado da incorporação de cinzas (1, 7, 12), as pastagens cultivadas de *P. maximum* ou *H. rufa* apresentam uma produtividade bastante elevada. Entretanto, via de regra, com o decorrer dos anos, principalmente após cinco a seis anos de utilização, mesmo com limpezas anuais sistemáticas da "juquira" (nome vulgar regional para designar as plantas invasoras das pastagens), observa-se um declínio gradativo da produtividade dessas pastagens, principalmente aquelas de *P. maximum*. Este declínio é positivamente correlacionado com a infestação da "juquira" diminuindo consideravelmente a lotação, aumentando cada vez mais os investimentos no controle da "juquira" e culminando já, em muitas situações, com uma degradação irreversível das pastagens. Nestes casos extremos, as alternativas têm sido a derrubada de novas áreas, seguida do abandono da área degradada e, mais recentemente, a renovação dessas pastagens através da introdução de outras forrageiras aparentemente menos exigentes que o *P. maximum* quanto às características químicas e físicas do solo e que, normalmente, envolve o uso da mecanização para o preparo do solo. Estima-se que já existem cerca de 500.000 ha de pastagens degradadas ou em avançado estágio de degradação,

na região.

Em virtude da situação acima descrita, a pergunta "Tem o trópico úmido brasileiro vocação para a pecuária?", tem sido ultimamente motivo de bastante controvérsia. Considerando que existem raças bovinas de corte excepcionalmente bem adaptadas às condições do trópico úmido brasileiro, e que a expansão da pecuária de corte regional tem sido feita através da utilização de áreas de floresta para formação de novas pastagens, a pergunta poderia ser transformada em: "Podem as áreas de floresta da região tropical úmida do Brasil manter pastagens cultivadas de alta produtividade, por longos períodos de tempo?", uma vez que as pastagens são a matéria-prima mais barata para a produção de proteína animal, sem as quais, não poderá existir pecuária.

Quais são os fatores que vêm afetando a produtividade das pastagens cultivadas de gramíneas nas áreas de floresta do trópico úmido brasileiro? Segundo Serrão e Simão Neto (14) e Serrão e Falesi (15), apesar de as condições gerais de clima da região e arquitetura da maioria das gramíneas forrageiras adaptadas e utilizadas nas pastagens da região serem altamente favoráveis para altas taxas de crescimento, estas mesmas condições climáticas afetam negativamente, de maneira direta ou indireta, a produtividade das pastagens.

Os referidos autores citam como fatores limitantes resultantes dos efeitos diretos e indiretos do ecoclima regional a mais baixa qualidade da forragem (quando comparada com a forragem de espécies de climas subtropicais ou temperados); a baixa produção de semente de forrageiras (principalmente de gramíneas) e a baixa qualidade das sementes produzidas; as doenças que afetam a produção das sementes de *P. maximum* e outras que reduzem a produção de forragem de algumas leguminosas importantes; as pragas, entre as quais, a mais séria é a "cigarriinha das pastagens" (*Deois incompleta*) que tem sido o maior inimigo de algumas espécies do gênero *Brachiaria*, principalmente

B. decumbens; e, finalmente, o fato de que os solos de floresta possuem propriedades e características algumas desejáveis e outras indesejáveis para altas produtividades de pastagens cultivadas apresentando, de um modo geral, baixa fertilidade natural (Tabela 1).

Além desses fatores limitantes da ecologia do trópico úmido, o homem tem contribuído, em muitos casos, para acelerar o processo de declínio da produtividade das pastagens cultivadas, principalmente aquelas de *P. maximum* e, em menor escala, de *H. rufa* (15). A má implantação da pastagem (devido a uma má derrubada da floresta, ou a uma queimada mal feita, ou ao plantio mal sucedido) torna mais difícil a consolidação da mesma, deixando-a sujeita a um processo de degradação mais rápido. Por outro lado, levantamentos feitos na região indicam que a utilização das pastagens cultivadas em áreas de floresta tem sido feita, com poucas exceções, sob altas pressões de pastejo, em sistema de pastejo contínuo, ou com descansos mínimos das pastagens, incompatíveis com um equilíbrio satisfatório do complexo clima-solo-planta-animal. Em consequência deste tipo de utilização, ocorre um declínio mais acelerado da produtividade, devido à erosão laminar e à lixiviação de nutrientes, compactação do solo (principalmente dos mais argilosos), permitindo a concentração de invasoras e redução do vigor da gramínea até a degradação quase irreversível, como tem ocorrido em grandes áreas de pastagens cultivadas no Estado do Pará, como ao longo da rodovia Belém-Brasília (principalmente na região de Paragominas) e na região sul do Pará, ao longo da rodovia Manaus-Itacoatiara, no Estado do Amazonas, e em algumas áreas do Território Federal de Rondônia e do Estado do Acre.

As tentativas para deter o declínio da produtividade das pastagens de *P. maximum* têm se restringido ao controle de invasoras por meios manuais, químicos, físicos, ou integrados (associado geralmente com queimadas periódicas das pastagens e

seguido de um período de descanso variável), com a finalidade de reduzir a competição da "juquira" e favorecer um melhor desenvolvimento da gramínea. Entretanto, na maioria dos casos, mesmo um período de descanso prolongado não tem proporcionado o efeito desejado, tornando a operação de limpeza cada vez mais freqüente e ineficiente, pois geralmente a gramínea não mais recupera o vigor. Como a comunidade de "juquira" é composta de plantas nativas adaptadas às condições do ecossistema das pastagens cultivadas, e como a maioria dos componentes da "juquira" não é consumida pelos animais, tende a predominar no ecossistema (15).

Levando-se em consideração a grande importância dos fatores de manejo (principalmente pressão de pastejo) e suas interações com outros fatores na manutenção da produtividade das pastagens cultivadas em áreas de floresta do trópico úmido brasileiro, o ponto principal dos comentários que seguem é o sistema solo-planta-animal dessas pastagens, em torno do qual estão orientados os principais programas de pesquisa, a fim de minimizar ou evitar o declínio de produtividade das pastagens e desenvolver métodos econômicos de recuperação de pastagens degradadas ou em degradação.

O SISTEMA SOLO-PLANTA-ANIMAL

Os solos sob pastagens cultivadas

Relevantes pesquisas desenvolvidas em grandes fazendas representativas de duas das principais regiões pastoris do trópico úmido brasileiro (região nordeste do Estado de Mato Grosso e região de Paragominas, no Estado do Pará) foram iniciadas pelo antigo Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte, concluídas pelo sucessor, o Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (CPATU), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e publicados por Falesi (7) e Serrão e Falesi (15).

As Tabelas 2, 3, 4 mostram que no pro-

cesso tradicional de formação e utilização de pastagens cultivadas em três solos característicos das áreas de floresta da região, após a queima da floresta, grande quantidade de nutrientes são incorporados ao solo através das cinzas, aumentando consideravelmente sua fertilidade, elevando o pH em pelo menos uma unidade, e, praticamente, neutralizando o Al trocável.

Entretanto, e mais importante ainda, as Tabelas 2, 3 e 4 mostram que, com o decorrer dos anos, sob pastagem de *P. maximum*, nutrientes como o Ca e Mg se mantêm em níveis bastante satisfatórios; os valores de pH permanecem, em geral, entre 5,5 e 6,5 e o Al permutável se mantém praticamente neutralizado. Em conseqüência, a saturação de Al permutável é praticamente nula. O K se mantém mais ou menos estável em níveis mais ou menos satisfatórios para manter a produtividade da pastagem. Os conteúdos de matéria orgânica (MO) e N se mantêm também em níveis mais ou menos satisfatórios apesar das queimas periódicas da pastagem.

As Tabelas 2, 3 e 4 mostram, claramente, que os conteúdos de P assimilável (determinado pelo método de North Carolina) aumentam consideravelmente após a queima da floresta para níveis compatíveis com os dos demais nutrientes e índices de fertilidade, para proporcionar altas produtividades das pastagens nos primeiros quatro ou cinco anos. A partir daí, o P assimilável começa a declinar com o decorrer dos anos, até atingir níveis praticamente indetectáveis como se verifica nas pastagens degradadas, após dez ou mais anos de utilização.

Embora o sistema de pastejo e a pressão de pastejo contribuam, sem dúvida, para uma maior ou menor rapidez de degradação das pastagens cultivadas (principalmente as de *P. maximum*), em área de floresta, as Tabelas 2, 3 e 4 indicam, com bastante clareza, que o P é um dos mais sérios problemas para manutenção da produtividade dessas pastagens. O acompanhamento da evolução das pastagens cultivadas em áreas de floresta da região, pelos autores deste trabalho, durante

TABELA 2. Composição química média (0–20 cm) de um solo Latossolo Amarelo textura muito argilosa (Oxissolo), sob floresta e sob pastagem de *P. maximum* de diversas idades. Região de Paragominas, Estado do Pará (7, 15).

Solo sob	Argila total	MO	N	pH (H ₂ O)	Cátions trocáveis			K	P	Saturação de Al
					Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Al ⁺⁺⁺			
	%				meq/100 g		ppm		%	
Floresta	65	2,79	0,16	4,4	1,47	1,8	23	1	53	
Pasto de 1 ano	50	2,04	0,09	6,5	7,53	0,0	31	10	0	
Pasto de 3 anos	60	3,09	0,18	6,9	7,80	0,0	78	11	0	
Pasto de 4 anos	55	2,20	0,11	5,4	3,02	0,2	62	2	6	
Pasto de 5 anos	50	1,90	0,10	5,7	2,81	0,2	66	3	6	
Pasto de 6 anos	51	1,90	0,09	6,0	3,84	0,0	74	7	0	
Pasto de 7 anos	48	1,77	0,08	5,7	2,61	0,0	47	1	0	
Pasto de 8 anos	52	1,69	0,08	5,4	2,10	0,0	39	1	0	
Pasto de 9 anos	50	2,34	0,11	5,9	4,10	0,1	70	2	2	
Pasto de 11 anos	45	3,37	0,15	6,0	4,10	0,0	86	1	0	
Pasto de 13 anos*	62	2,80	0,20	5,6	4,80	0,0	54	1	0	

* Pastagem em avançado estágio de degradação

TABELA 3. Composição química média (0–20 cm) de um Podzólico Vermelho-Amarelo textura média (Ultissolo), sob floresta e sob pastagem de *P. maximum* de diversas idades. Região de Paragominas, Estado do Pará (7, 15).

Solo sob	Argila total	MO	N	pH (H ₂ O)	Cátions trocáveis			K	P	Saturação de Al
					Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Al ⁺⁺⁺			
		%			meq/100 g		ppm		%	
Floresta	10	1,17	0,05	4,2	0,30	0,9	20	3	70	
Pastos em formação	9	1,04	0,06	7,1	3,05	0,0	27	12	0	
Pasto de 1 ano	7	1,04	0,05	6,7	2,31	0,0	70	9	0	
Pasto de 2 anos	8	1,32	0,06	6,5	2,65	0,0	59	8	0	
Pasto de 4 anos	10	1,20	0,05	6,7	3,56	0,0	51	10	0	
Pasto de 5 anos	7	0,93	0,05	6,2	2,13	0,0	39	3	0	
Pasto de 6 anos	11	1,41	0,06	5,8	1,98	0,0	39	3	0	
Pasto de 7 anos	10	1,34	0,06	6,0	1,75	0,0	98	3	0	
Pasto de 8 anos	8	1,08	0,06	6,0	1,92	0,0	23	3	0	
Pasto de 9 anos	7	1,19	0,06	6,4	3,18	0,0	43	3	0	
Pasto de 10 anos	7	0,93	0,04	6,3	2,33	0,0	20	2	0	

TABELA 4. Composição química média (0–20 cm) de um solo Latossolo Vermelho-Escuro textura média (Oxissolo), sob floresta e sob pastagem de *P. maximum* de diversas idades. Região Nordeste do Estado de Mato Grosso (7, 15).

Solo sob	Argila total	MO	N	pH (H ₂ O)	Cátions trocáveis			K	P	Saturação de Al
					Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Al ⁺⁺⁺			
		%			meq/100 g		ppm		%	
Floresta	23	1,95	0,09	4,3	0,45	1,1	31	2	62	
Floresta queimada	11	1,31	0,07	5,8	2,33	0,1	74	8	4	
Pasto de 1 ano	11	0,99	0,07	6,8	3,33	0,2	78	5	4	
Pasto de 2 anos	12	1,07	0,06	6,0	1,86	0,2	132	3	9	
Pasto de 4 anos	12	1,39	0,07	6,1	2,58	0,1	70	4	3	
Pasto de 5 anos	12	0,98	0,06	6,4	2,21	0,1	70	2	3	
Pasto de 6 anos	10	0,98	0,06	6,4	2,68	0,1	70	2	3	
Pasto de 7 anos	11	1,07	0,06	6,0	2,15	0,0	70	3	5	
Pasto de 8 anos	10	1,20	0,05	6,7	2,69	0,0	51	2	0	
Pasto de 9 anos	14	1,30	0,06	6,6	2,40	0,0	98	2	0	
Pasto de 10 anos	10	0,98	0,04	6,7	1,84	0,0	70	3	0	
Pasto de 11 anos	10	1,00	0,04	6,4	2,04	0,0	70	2	0	

os últimos dez anos, permite sugerir que o declínio de produtividade dessas pastagens é mais rápido e acentuado em solos de textura muito argilosa e que este problema é agravado pelo baixo conteúdo de P do solo e por excessivamente altas pressões de pastejo. Outros elementos essenciais, tais como S e micronutrientes, não foram analisados.

Levantamentos recentes indicam que a fertilização de pastagem é praticamente inexistente na região, quando comparados com outros insumos, principalmente para controle da "juqueira".

Conhecidas essas informações básicas do ecossistema das pastagens cultivadas em áreas de floresta do trópico úmido brasileiro, os esforços da pesquisa vêm se concentrando no sentido de desenvolver tecnologias práticas para evitar o declínio das pastagens ainda produtivas e recuperar a produtividade das pastagens em degradação. Com esses objetivos, além de outros, a EMBRAPA,

através do CPATU e de outras unidades de pesquisa na Amazônia, vem desenvolvendo, nos últimos dois anos, o Projeto de Melhoria de Pastagem da Amazônia Legal – PROPASTO, que conta com o suporte financeiro do Banco da Amazônia S.A. (BASA) e do POLAMAZÔNIA, programa do Governo Federal. Estas pesquisas vêm sendo desenvolvidas em fazendas particulares (Fig. 6), selecionadas por sua localização estratégica e representatividade em diferentes regiões e subregiões pastoris da Amazônia Brasileira. Em cada fazenda ("campo experimental"), são selecionados cerca de 180 ha de pastagem em degradação para o desenvolvimento das pesquisas. Além de estudos de manejo de pastagem, a pesquisa envolve a introdução e avaliação de forrageiras (gramíneas e leguminosas), e estudos de adubação de pastagem, dando ênfase à adubação fosfatada.

Fósforo: o fator edáfico mais limitante



Figura 6. Vista de uma das fazendas ("campos experimentais") onde estão sendo desenvolvidas pesquisas de recuperação, melhoramento e manutenção de pastagens cultivadas em áreas de floresta da região tropical úmida do Brasil. Região de Paragominas, Estado do Pará.

TABELA 5. Composição química média (0-20 cm) dos solos das pastagens nos locais onde estão sendo desenvolvidas pesquisas para recuperação e manutenção de pastagens de *P. maximum* em degradação.

Local	Clima	Solo*	Idade Argila da total past.	MO	N	pH (H ₂ O)	Cátions trocáveis		K	P	Condição da pastagem	
							Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺ Al ⁺⁺⁺				
				anos	%	meq/100 g	— ppm —					
Paragominas, PA	Am/Aw	LAm	13	72	2,8	0,15	6,1	4,8	0,0	54	1	avancado estágio de degradação**
Sul do Pará, PA	Aw	AQ	12	14	0,67	0,05	6,0	1,8	0,0	39	2	avancado estágio de degradação**
Nordeste do Mato Grosso, MT	Aw	LVEm	10	10	1,2	0,06	6,1	1,9	0,0	56	2	produtividade ainda satisfatória***
Manaus/Itacotiara, AM	Am	LAm	6	—	—	—	—	—	—	—	—	Degradação moderada****

* LAm = Latossolo Amarelo textura muito argilosa (Oxissolo)

AQ = Areia Quartzosa (Entissolo)

LVEm = Latossolo Vermelho Escuro textura média (Oxissolo)

** A "juquira" já representa 70 - 80% da biomassa vegetal; *P. maximum* com vigor bastante reduzido; controle da "juquira" já antieconômico.

*** A "juquira" representa < 30% da biomassa vegetal; *P. maximum* com vigor reduzido.

**** A "juquira" representa cerca de 40% da biomassa vegetal; *P. maximum* com vigor reduzido.

Resultados parciais e definitivos das pesquisas do PROPASTO têm demonstrado que, no que se refere à fertilidade do solo, o P é, sem dúvida, o nutriente mais limitante para que os solos da floresta amazônica possam sustentar pastagens de *P. maximum* (e provavelmente de outras forrageiras) de alta produtividade por longos espaços de tempo. Por outro lado, as evidências indicam que a maior ou menor extensão desta limitação do P parece estar relacionada com outros fatores, principalmente com a textura do solo e o manejo (principalmente pressão de pastejo) da pastagem.

Para ilustração das evidências e conceitos serão utilizados resultados de três regiões distintas quanto às condições edáficas. A Tabela 5 resume as principais características dessas regiões quanto à localização, idade aproximada e condições das pastagens, classe e propriedades químicas do solo.

Um dos experimentos envolve a seleção de gramíneas e leguminosas para serem introduzidas nas pastagens degradadas de *P. maximum* ou mesmo substituí-lo. Cada espécie é avaliada com e sem adubação fosfatada. As Figuras 7, 8 e 9 mostram as respostas de três gramíneas e quatro leguminosas que são utilizadas ou potencialmente utilizáveis, nas pastagens cultivadas da região. Embora as respostas variem de um local para o outro, parece bastante evidente que as respostas mais marcantes das gramíneas ao P se verificam nos solos muito argilosos. Esta resposta é particularmente notória em *P. maximum*. Por outro lado, de um modo geral, nestes estudos as leguminosas parecem ser mais tolerantes a baixos níveis de P que as gramíneas. Observações em pastagens mistas de *P. maximum* e Kudzu Tropical (*Puerária phaseoloides* Roxb. (Benth) var. Javanica) (Benth.) Bak. em degradação (8) onde predominava a leguminosa, indicam que, após a adubação, a porcentagem de *P. maximum* na mistura aumentou expressivamente em relação a de *P. phaseoloides* sugerindo que essa gramínea necessita de mais P no solo para sua persistência

MS (t/ha)

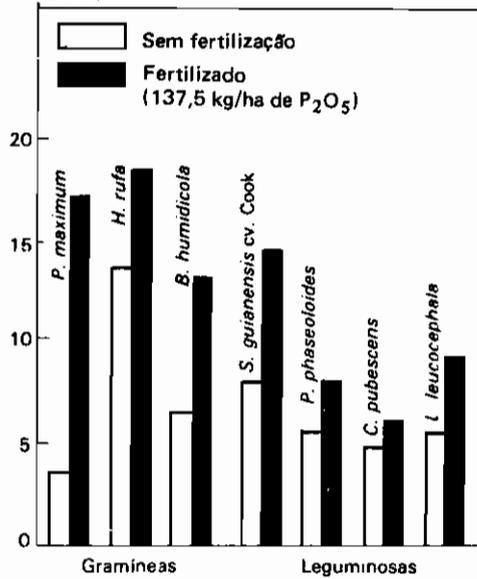


Figura 7. Resposta de gramíneas e leguminosas forrageiras selecionadas a adubação fosfatada em solo LAmA (Latossolo Amarelo textura muito argilosa. Oxissolo) de uma pastagem de *P. maximum* de 13 anos em avançado estágio de degradação (Paragominas).

que a leguminosa.

Outros experimentos foram instalados com a finalidade de verificar a possibilidade de recuperar as pastagens em degradação propriamente ditas, através de somente adubação fosfatada. Diversos níveis de adubação fosfatada foram testados. Para este experimento, foi selecionada, em cada local, uma área de pastagem representativa de *P. maximum* em degradação. As diversas quantidades de P, que variaram de 0 a 150 kg/ha de P₂O₅ foram aplicadas a lanço em três repetições por nível. Ao nível intermediário (75 kg), foram adicionados micronutrientes (na forma de FTE e S). As Figuras 10, 11 e 12 mostram resultados parciais de Paragominas, Sul do Pará e Manaus-Itacoatiara. De um modo geral, verifica-se que nas condições de campo, pequenas quantidades de P (por exemplo, 25 kg/ha de P₂O₅) resultam em, pelo menos, o dobro da produção em pastagens degradadas. Embora se verifiquem aumentos gradativos de produção de forragem com o

MS (t/ha)

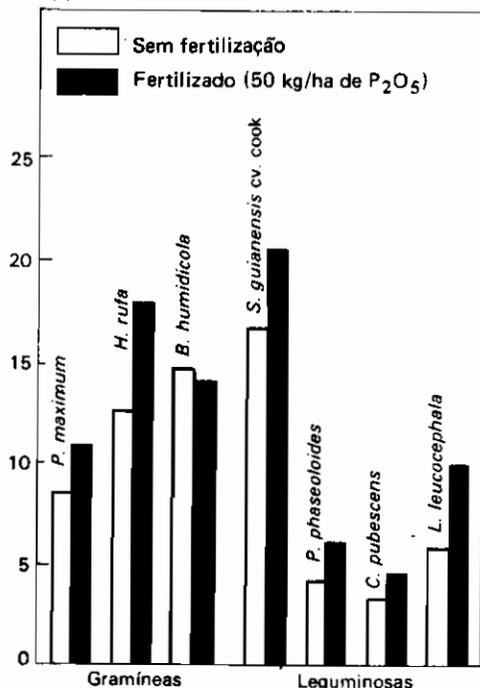


Figura 8. Resposta de gramíneas e leguminosas forrageiras selecionadas a adubação fosfatada em solo AQ (Areia Quartzosa, Entissolo) de uma pastagem de *P. maximum* de 12 anos de idade em avançado estágio de degradação (Sul do Pará).

aumento das quantidades de P aplicadas, verifica-se que, pelo menos a curto prazo (um a dois anos), não há necessidade de adubação fosfatada com mais de 50 kg/ha de P₂O₅. Resultados semelhantes foram também obtidos por Koster *et al.* (8), em pastagens degradadas de *P. maximum*, em solo LA_{ma}* (Oxisolo), na região de Paragominas. A aplicação de P à razão de 75 kg/ha de P₂O₅ aumentou a produção de forragem de *P. maximum* em cerca de dez vezes em relação à pastagem não adubada, produção essa igual à obtida com a adubação à razão de 150 kg/ha de P₂O₅.

Resultados de um experimento em casa de vegetação com solo LA_{ma} representativo de pastagens de *P. maximum*, em avançado estágio de degradação da região de Paragominas (Fig. 13), também mostram claramen-

* Latossolo Amarelo muito argiloso (Oxisolo)

MS (t/ha)

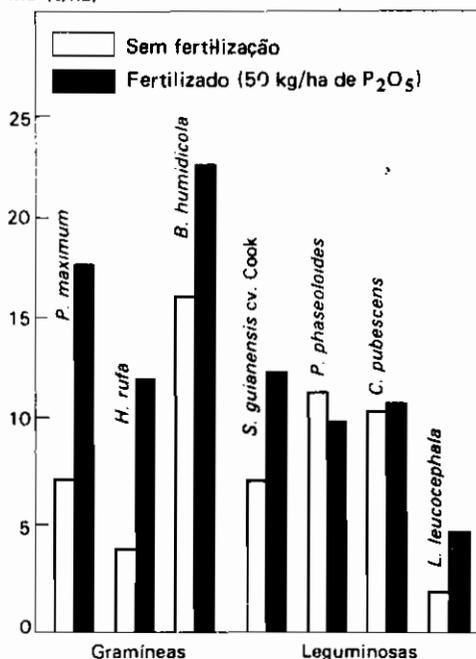


Figura 9. Resposta de gramíneas e leguminosas forrageiras selecionadas a adubação fosfatada em solo LA_{ma} (Latossolo Amarelo textura muito argilosa, Oxisolo) de uma pastagem de *P. maximum* de 8 anos de idade em moderado estágio de degradação (Manaus-Itacoatiara).

MS (t/ha)

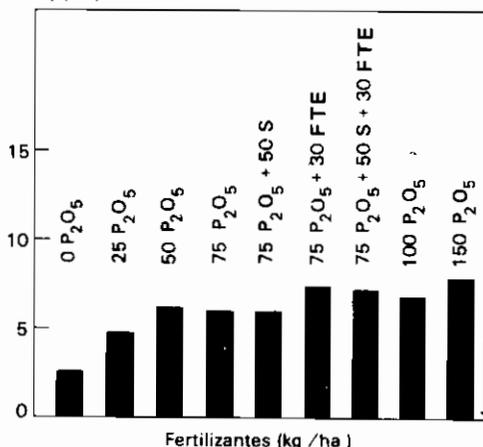


Figura 10. Resposta de uma pastagem de *P. maximum* de 13 anos em avançado estágio de degradação a diferentes níveis de P e S e micronutrientes em solo LA_{ma} (Paragominas). 3 cortes.

te a importância de níveis relativamente baixos de P na recuperação dessas pastagens. Neste experimento, cuja forrageira indicadora foi o *P. maximum* e onde não foi feita nenhuma adubação à base de N e K, foi obtido um acréscimo de produção praticamente linear para os níveis de P até 150 kg/ha de P_2O_5 . A Figura 13 mostra também que, para o solo LA_{ma}, pelo menos a curto prazo, tanto o superfosfato simples (SFS) como o superfosfato triplo (SFT) como o Hiperfosfato, aplicados isolados ou em combinação, parecem proporcionar o mesmo efeito benéfico.

Enquanto as pastagens em degradação nos solos LA_{ma} têm apresentado respostas marcantes à aplicação de P, as mesmas intensidades de respostas não têm se verificado em pastagens de cerca de dez anos em solo LVE_m* (Oxissole). Os autores deste trabalho vêm acompanhando a evolução das pastagens cultivadas de *P. maximum* na região de Paragominas (onde predomina o solo LA_{ma}), durante os últimos dez anos. Nesta região, as pastagens, via de regra, têm sido utilizadas sob pressão de pastejo relativamente altas. O conteúdo de P assimilável no solo das pastagens mais velhas raramente ultrapassa 2 ppm. Nesta região, raramente são encontradas pastagens com mais de oito anos, que ainda mantenham uma produtividade satisfatória. Condições similares ocorrem nas pastagens da rodovia Manaus/Itacoatiara. Pastagens ainda produtivas de *P. maximum* (8) em LVE_m, na região norte de Mato Grosso, mostraram um incremento de produção com adubação fosfatada de apenas 20%, embora o solo contivesse somente 1 a 2 ppm de P assimilável. Aliás, é oportuno indicar aqui que, nessa região, norte de Mato Grosso, existem pastagens de *P. maximum* em área de floresta bastante produtivas com até 17 anos de idade sem qualquer insumo de fertilização. Análises dos solos (predominância de LVE_m) dessas pastagens indicam que o P assimilável raramente é encontrado

* Latossolo Vermelho Escuro textura média (Oxissole)

pressão de pastejo muito altas, em quantidades superiores a 2 ppm de P nos primeiros 20 cm. Deve-se salientar, entretanto, que, de um modo geral, as pastagens dessa região não têm sido utilizadas sob

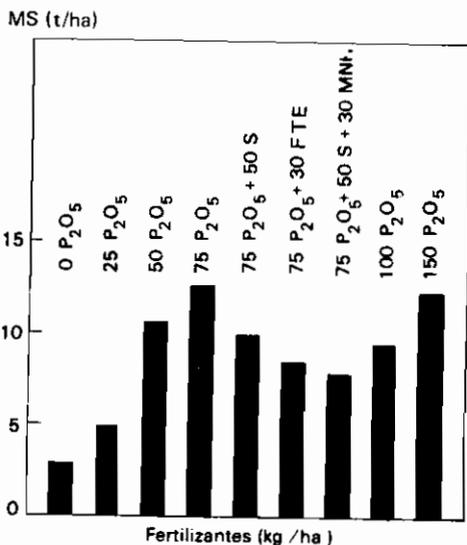


Figura 11. Resposta de uma pastagem de *P. maximum* de 12 anos em avançado estágio de degradação a diferentes níveis de P, a S e micronutrientes em solo AQ (Sul do Pará). 4 cortes.

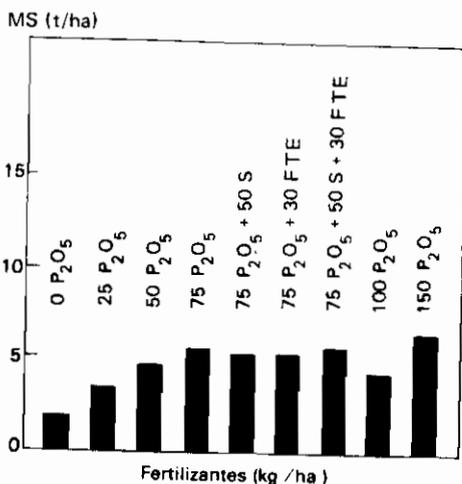


Figura 12. Resposta de uma pastagem de *P. maximum* de 8 anos em moderado estágio de degradação, a diferentes níveis de P, a S e micronutrientes em solo LA_{ma} (Manaus - Itacoatiara). 2 cortes.

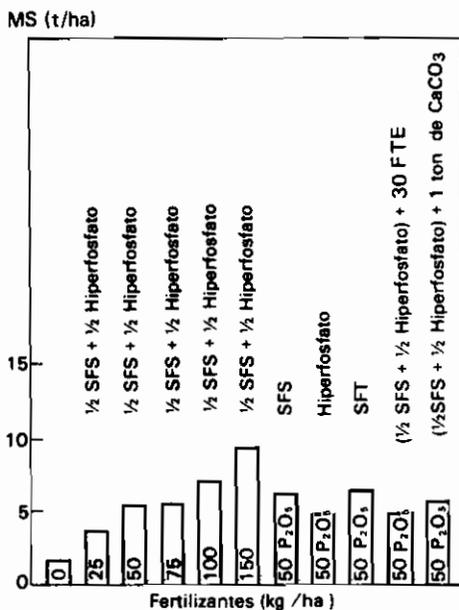


Figura 13. Resposta de *P. maximum* a diferentes níveis de P, a micronutrientes, calagem e diferentes fontes de P em solo LAMA de uma pastagem de 13 anos em avançado estágio de degradação (Paragominas). 19 corte.

As análises de solo contidas na Tabela 4, os resultados obtidos por Koster *et al.* (8), e o acompanhamento pelos autores deste trabalho do desenvolvimento das pastagens cultivadas das regiões norte de Mato Grosso (solo LVE_m) e da região de Paragominas (solo LA_m), durante a última década, permitem sugerir que o baixo conteúdo de P dos solos da floresta Amazônica são mais limitantes para a produtividade de pastagens cultivadas nos solos muito argilosos principalmente quando as pastagens são utilizadas sob altas pressões de pastejo. Em outras palavras, parece existir uma interação entre o conteúdo de P no solo, a textura desse solo, e a pressão de pastejo a que é submetida a pastagem.

E os outros nutrientes?

Além do P, são os outros nutrientes tam-

bém limitantes da produtividade das pastagens cultivadas? Se forem considerados os padrões de fertilidade e os níveis críticos convencionais para pastagens cultivadas de alguns nutrientes (Tabela 6) e as análises dos solos contidas nas Tabelas 2, 3 e 4, poder-se-ia supor, de antemão, que, mesmo em pastagens com mais de dez anos e em degradação, possíveis respostas a nutrientes que não sejam o P não deveriam ser marcantes, em virtude dos níveis mais ou menos satisfatórios de MO e K e das condições bastante favoráveis do solo, no que diz respeito às bases trocáveis, à saturação de Al e ao pH.

Com a finalidade de tentar responder a pergunta do parágrafo acima, experimentos de adubação do tipo "Completo + ou - um" foram instalados em Paragominas, sul do Pará, e em Manaus/Itacoatiara, em pastagens de *P. maximum* em degradação. Nestes experimentos, os tratamentos foram também aplicados a lanço em parcelas selecionadas após uma limpeza bem feita da "jujuíra". Os resultados parciais estão contidos nas Figuras 14, 15 e 16.

As Figuras 14, 15 e 16 indicam que as pastagens de *P. maximum* em degradação e com mais de oito anos de idade respondem, de maneira bem menos acentuada, à ausência de K, N, S e de micronutrientes, do que à ausência de P, embora o K, o N e o S possam se tornar limitantes em alguns casos. No experimento, cujos resultados aparecem na Figura 13, embora produzindo uma maior quantidade de forragem no primeiro corte, o nível de 150 kg/ha de P₂O₅ ocasionou sintomas acentuados de deficiência de K (o que não ocorreu nos níveis mais baixos), indicando que o K, potencialmente, poderá também limitar a produtividade da pastagem, principalmente se o nível da adubação fosfatada for relativamente elevado.

A Figura 13 mostra também que, para as condições do experimento, não houve nenhuma influência de micronutrientes (na forma de FTE) e de calagem nos níveis de P considerados mais práticos (50 kg/ha de P₂O₅).

TABELA 6. Níveis críticos de alguns nutrientes no solo (0–20 cm de profundidade) para pastagens cultivadas (4).

Parâmetro	Fertilidade	Níveis de análise do solo	Nível crítico no solo
P assimilável (Carolina do Norte)	Baixa	< 10 ppm de P	10 ppm
	Média	10-30 ppm de P	
	Alta	> 30 ppm de P	
K trocável	Baixa	< 60 ppm de K	60 ppm
	Média	60-120 ppm de K	
	Alta	> 120 ppm de K	
Ca + Mg trocáveis	Baixa	< 2 mE%	2 meq/100 g
	Média	2-5 mE%	
	Alta	> 5 mE%	
Al trocável*	Baixa	< 0,3 mE%	0,3 meq/100 g
	Média	0,3-1,0 mE%	
	Alta	> 1,0 mE%	
Matéria orgânica	Baixa	< 1,5%	1,5%
	Média	1,5-2,5%	
	Alta	> 2,5%	
pH (H ₂ O)	Fortemente ácido	< 5,0	5,5
	Ácido	5,0-5,5	
	Medianamente ácido	5,6-6,0	
	Pouco ácido	6,0-6,9	
	Neutro	> 7,0	

* Índice de toxidez de Al.

De um modo geral, parece bastante evidente que a calagem não parece produzir nenhuma influência no aumento da produção das pastagens de *P. maximum* em degradação. Resultados idênticos foram obtidos em experimentos semelhantes na região de Paragominas e no nordeste de Mato Grosso (8). A Tabela 7 mostra os resultados dessa pesquisa. A falta de P resultou numa produção de forragem baixíssima, em relação à ausência de outros nutrientes no solo LA_{ma}, embora neste solo, a omissão de K, S e B tenham também reduzido, ainda que em menor escala, a produção de forragem em relação ao tratamento "Completo". No solo LVE_m, a ausência de quaisquer elementos nutrientes não causou redução signifi-

cante na produção de forragem, em relação ao "Completo".

Embora Serrão *et al.* (13) tenham observado respostas marcantes de algumas gramíneas forrageiras a K, em solo LA_m bastante desgastado, Mott e Popenoe (10), entre outros autores, sugerem que, de um modo geral, raramente se observam respostas a K em pastagens produtivas bem estabelecidas e bem manejadas, por causa da eficiente reciclagem desse elemento no sistema solo-planta animal.

RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS EM DEGRADAÇÃO

O programa de pesquisa do PROPASTO

MS (t/ha)

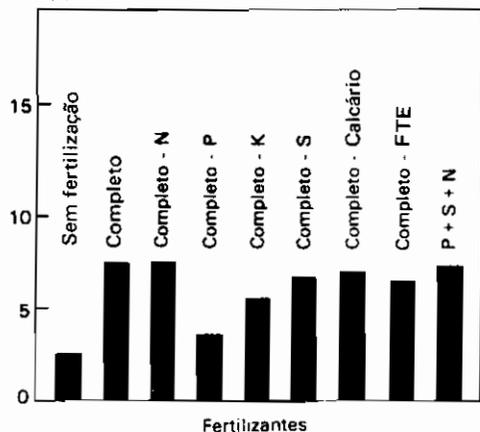


Figura 14. Resposta de *P. maximum* de uma pastagem de 13 anos em avançado estágio de degradação a diversos nutrientes em solo LAMA (Paragominas). 3 cortes.

MS (t/ha)

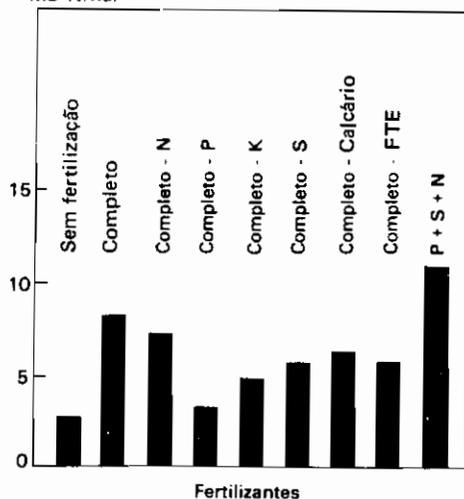


Figura 15. Resposta de *P. maximum* de uma pastagem de 12 anos em avançado estágio de degradação a diversos nutrientes em solo AQ (Sul do Pará). 4 cortes.

TABELA 7. Resposta de pastagem de *P. maximum* e *P. phaseoloides* de oito anos, a treze elementos nutrientes e calcário (8).

Tratamento	Produção relativa de forragem ^a	
	Melhoramentos da Ligação ^b	Suiá Missú ^c
Testemunha	15	88
Completo (P+K+Ca+Mg+S+Cu+Zn+B+Mo+Co)	100	100
Completo + N	106	84
Completo + Calcário dolomítico	96	118
Completo + Fe	100	86
Completo + Mn	60	82
Completo - P	19**	79
Completo - K	69	78
Completo - Mg	100	96
Completo - S	55**	85
Completo - Cu	75	87
Completo - Zn	69	99
Completo - B	70	79
Completo - Mo	96	90
Completo - Co	118	118

^a Expresso em porcentagem em relação ao tratamento "Completo"

^b Região de Paragominas, solo LAMA; pastagem em avançado estágio de degradação.

^c Região Nordeste de Mato Grosso, solo LVE; pastagem ainda com boa produtividade.

** Significativamente diferente do tratamento "Completo"

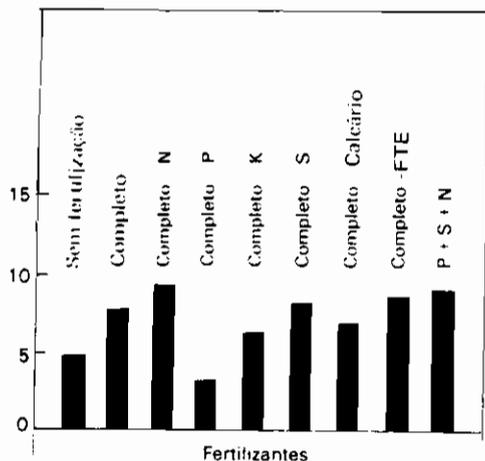


Figura 16. Resposta de *P. maximum* de uma pastagem de 8 anos em moderado estágio de degradação a diversos nutrientes em solo LA_{ma} (Manaus-Itacoatiara). 2 cortes.

envolve também a realização, em cada "campo experimental", de um ensaio de recuperação e manejo de pastagens em degradação. Este experimento que envolve cerca de 180 ha de pastagem em degradação, consta de três tratamentos básicos: 1) Testemunha: somente limpeza da "juquira"; 2) Limpeza da "juquira" + adubação fosfatada + introdução de leguminosas; 3) Limpeza da "juquira" + adubação fosfatada + introdução de leguminosas + introdução de *B. humidicola*.

Cada tratamento, após um período de descanso apropriado, é submetido a diversas alternativas de manejo (combinações de sistemas de manejo com pressões de pastejo).

Na região de Paragominas (solo LA_{ma}), onde esta pesquisa já está em mais avançado estágio de desenvolvimento e onde o problema de degradação de pastagens cultivadas de *P. maximum* tem alcançado proporções alarmantes, foram obtidos resultados convincentes e de grande relevância na recuperação de pastagens através do uso de fertilizantes fosfatados. A área de pastagem de *P. maximum* selecionada tinha treze anos de idade e uma biomassa vegetal de cerca de 75 a 80%

de "juquira", que incluía plantas herbáceas, arbustivas e semi-arbóreas. Nesse estágio, em que outras tentativas de recuperação não têm surtido efeito desejável, a aplicação de 50 kg/ha de P₂O₅ (metade como SFS e metade como Hiperfosfato) após uma limpeza manual da "juquira" e queima da pastagem, seguida de um período de descanso de cerca de quatro meses, resultou num aumento significativo no vigor e na produção (Quadro 8) da pastagem, onde o *P. maximum* passou a representar 90 a 95% da biomassa vegetal (Fig. 17). A Tabela 8 indica também que houve inclusive um aumento no conteúdo de P da forragem de *P. maximum*, tal era a necessidade da planta por esse elemento.

Esses resultados (a experiência já pode ser considerada como demonstração de resultados a nível de fazenda, embora seja ainda uma pesquisa) indicam claramente que somente o controle de invasoras, como vem sendo feito pelo fazendeiro regional, não é suficiente para manter a produtividade das pastagens, e, conseqüentemente, evitar o processo de degradação, ficando a operação de limpeza cada vez mais onerosa e ineficiente com o decorrer dos anos, causando sérias implicações econômicas.

É oportuno, dizer que nos tratamentos 2 e 3 do experimento acima relatado, houve, inicialmente, certa dificuldade no estabelecimento das leguminosas *Centrosema* (*Centrosema pubescens* (Benth.), *P. phaseoloides* e *Estilosantes* (*Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw.) e de *B. humidicola* em virtude do crescimento rápido e vigoroso do *P. maximum*, após a adubação fosfatada, que causou sérios efeitos de sombreamento naquelas espécies.

A fim de verificar quais as alterações que poderiam ter ocorrido no solo, após a adubação fosfatada, foi efetuada (quatro meses após a aplicação do adubo) uma amostragem do solo nos tratamentos com adubação e sem adubação, bem como, da pastagem com "juquira" e da floresta adjacente. A Tabela 9 mostra os resultados analíticos, indicando que, considerando os níveis críticos conven-

TABELA 8. Efeito da adubação fosfatada na recuperação de uma pastagem de *P. maximum* de 13 anos de idade em elevado grau de degradação em solo LAmA quatro meses após a adubação fosfatada em cobertura.

Tratamento	Forragem seca	"Juquira"	P na gramínea
	t/ha	—————	% —————
Pasto com "juquira"	—	75 - 80	—
Limpeza do pasto + queima	1,5	± 50	0,08
Limpeza do pasto + queima + 50 kg/ha de P ₂ O ₅	5,0	± 5	0,13

cionais de alguns nutrientes, a pastagem estava bastante carente de P para o seu desenvolvimento satisfatório. É interessante notar que, além da recuperação imediata da pastagem, o nível de P assimilável subiu de aproximadamente 1,5 ppm para cerca de 6 ppm de P, nível só verificado durante os primeiros dois ou três anos após a queima-da floresta e implantação das pastagens (Tabelas 2, 3 e

4). A Tabela 10 mostra a composição química do solo nos mesmos tratamentos, cerca de um ano após a aplicação do fósforo. O conteúdo do P do solo da pastagem adubada parece ter diminuído bastante no solo (para cerca de 2,5 ppm de P), embora a pastagem continuasse bastante produtiva.

Até quando essa quantidade de P aplicada



Figura 17. Recuperação de uma pastagem de *P. maximum* em avançado estágio de degradação. À esquerda da cerca: limpeza da "juquira" + queima da pastagem; à direita da cerca: limpeza da "juquira" + 50 kg/ha de P₂O₅ (metade como SFS e metade como hiperfosfato). A fotografia foi tirada quatro meses após a adubação fosfatada. Do lado direito a pastagem está vigorosa e praticamente livre de invasoras, ao contrário do lado esquerdo. ("Campo Experimental" do PROPASTO, Paragominas, Estado do Pará).

TABELA 9. Composição química média do solo (LAma) de uma pastagem de *P. maximum* de 13 anos de idade, com e sem adubação fosfatada e comparada com a floresta adjacente. Avaliação feita quatro meses após a aplicação do P em cobertura.

Tratamentos	MO	N	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	Al ⁺⁺⁺	pH (H ₂ O)	K	P
	— % —		— meq/100 g —			— ppm —	
Floresta adjacente*	3,2	0,2	1,8	1,2	4,2	35	1,5
Pasto com "jujuira"*	2,8	0,2	4,8	0,0	5,6	54	1,0
Limpeza do pasto + queima**	3,6	0,2	5,5	0,0	5,7	84	1,5
Limpeza do pasto + queima + 50 kg/ha de P ₂ O ₅ ***	2,2	0,2	4,8	0,2	5,8	73	6,0

* Média de 5 amostras simples

** Média de 30 amostras simples

*** Média de 60 amostras simples

poderá manter uma produtividade satisfatória da pastagem está ainda por ser determinado. Não obstante, as evidências relatadas parecem indicar a grande viabilidade da recuperação da produtividade de pastagens em degradação através da adubação fosfatada.

PROPOSIÇÕES

Toledo e Ara (18) propuseram um modelo para a utilização dos solos da floresta amazônica peruana com pastagens cultivadas (ver trabalho de Toledo e Morales neste livro). Tendo em vista as Tabelas 2, 3 e 4, a curva da fertilidade geral do solo sob pastagem "tradicional" (sem adição de P),

apresentada no modelo, não parece representar o que realmente ocorre com os elementos químicos que compõem a fertilidade do solo. Por outro lado, o declínio de fertilidade do solo sob pastagem "melhorada" (gramínea e leguminosas com insumos anuais de P), representado no modelo, não parece ser compatível com os resultados das Tabelas 2, 3 e 4 e com outras informações aqui apresentadas*. Com leguminosas e in-

* Nota do Editor: O clima de Pucallpa na Amazônia peruana é mais úmido (A_m) que nas localidades do Pará e Mato Grosso onde Serrão e colaboradores realizaram esta pesquisa.

TABELA 10. Composição química média do solo (LAma) de uma pastagem de *P. maximum* de treze anos de idade, com e sem adubação, aproximadamente doze meses após a aplicação do P em cobertura.

Tratamentos	MO	N	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	Al ⁺⁺⁺	pH (H ₂ O)	K	P
	— % —		— meq/100 g —			— ppm —	
Limpeza do pasto + queima*	2,2	0,16	3,9	0,0	5,8	71	0,8
Limpeza do pasto + queima + 50 kg/ha de P ₂ O ₅ **	2,5	0,16	4,0	0,1	5,5	60	2,5

* Média de 30 amostras simples

** Média de 60 amostras simples

sumos de P anualmente, de dois em dois anos, ou de três em três, é de se esperar que, com um manejo adequado da pastagem, a fertilidade geral do solo permaneça em níveis satisfatórios por relativamente longos espaços de tempo, considerando ser o P o principal fator limitante do ecossistema.

Tendo em vista os dados das Tabelas 2, 3 e 4 e de inúmeras outras análises de solos sob pastagens cultivadas em áreas de floresta, e tentando desprezar erros de amostragem e de análise dos solos, ou oscilações decorrentes de eventuais queimas das pastagens, as Fig. de 18 a 25 mostram as tendências prováveis dos nutrientes, valores ou índices de fertilidade do solo com o decorrer dos anos, sob pastagem. Nestas Figuras, quando se comparam os conteúdos dos nutrientes, ou valores de índices do solo, com os níveis críticos convencionais (onde se aplicam) verifica-se que, com exceção do P assimilável, a maioria deles, mesmo nas pastagens mais antigas, permanece em condições mais ou menos satisfatórias, nos solos mais comuns. O K trocável, após quatro ou cinco anos, permanece em níveis mais ou menos estáveis próximos ao nível crítico convencional, daí serem observadas respostas esporádicas a este elemento. Estas considerações poderão ser aplicadas também ao N, devendo, entretanto, este problema ser contornado com a introdução de leguminosas na pastagem.

Correlacionando as propriedades químicas do solo com a produtividade das pastagens através dos anos, e com as respostas de pastagens ainda produtivas e em moderado ou avançado estágio de degradação aos diversos nutrientes do solo, os níveis críticos convencionais (Tabela 7 e Fig. 18 a 25) parecem ser indicadores satisfatórios para a maioria dos nutrientes e índices dos solos, podendo, inclusive, ter utilidade prática. Entretanto, o nível crítico de 10 ppm para o P assimilável não parece aplicar-se plenamente a algumas situações. Por um lado, mesmo durante o período de maior produtividade das pastagens (primeiros quatro

ou cinco anos), raramente esse nutriente alcança níveis superiores a 10 ppm, a não ser imediatamente após a queima da floresta. Por outro lado, como explicar diferenças marcantes de produtividade e respostas à adubação fosfatada de pastagens, que embora em classes de solos diferentes sob o ponto de vista de P assimilável (1 a 2 ppm), estando os demais componentes químicos em níveis satisfatórios?* Embora seja difícil estabelecer níveis críticos, as evidências indicam que, pelo menos para pastagens de *P. maximum* estabelecidas e utilizadas com os métodos tradicionais nas áreas de floresta dos trópicos úmidos, um nível crítico de cerca de 5 ppm de P assimilável poderá ser considerado satisfatório para pastagens estabelecidas em solos muito argilosos. Esse nível poderá ser ainda mais baixo para os solos de textura média. Pelo que já foi visto, entretanto, há necessidade de, sempre que possível, correlacionar o conteúdo de P no solo com a produtividade da pastagem, sem deixar de considerar a textura do solo e o manejo a que a pastagem está sendo submetida.

Com base nos conhecimentos relacionados nesta publicação, as Figuras 26 e 28 mostram um modelo para a utilização dos solos da floresta amazônica brasileira com pastagens cultivadas, procurando envolver o complexo solo-planta-animal. Como o proposto por Toledo e Ara (18), este modelo envolve basicamente: a) a floresta amazônica; b) a pastagem cultivada em dois níveis de tecnologia; e c) outras alternativas. O nível mais baixo de tecnologia corresponde à "pastagem tradicional" de *P. maximum* sem insumos de fertilizantes e sem leguminosas, que representa, praticamente, a totalidade das pastagens cultivadas da região; o nível mais alto de tecnologia corresponde à "pastagem melhorada" de *P. maximum* em mistura com leguminosas adaptadas (por exemplo, *P. pha-*

* Um Oxissolo argiloso provavelmente fixará mais P que um de textura média devido a uma muito maior área de superfície. A fixação mais alta de P provavelmente explica esta diferença (Nota do Editor).

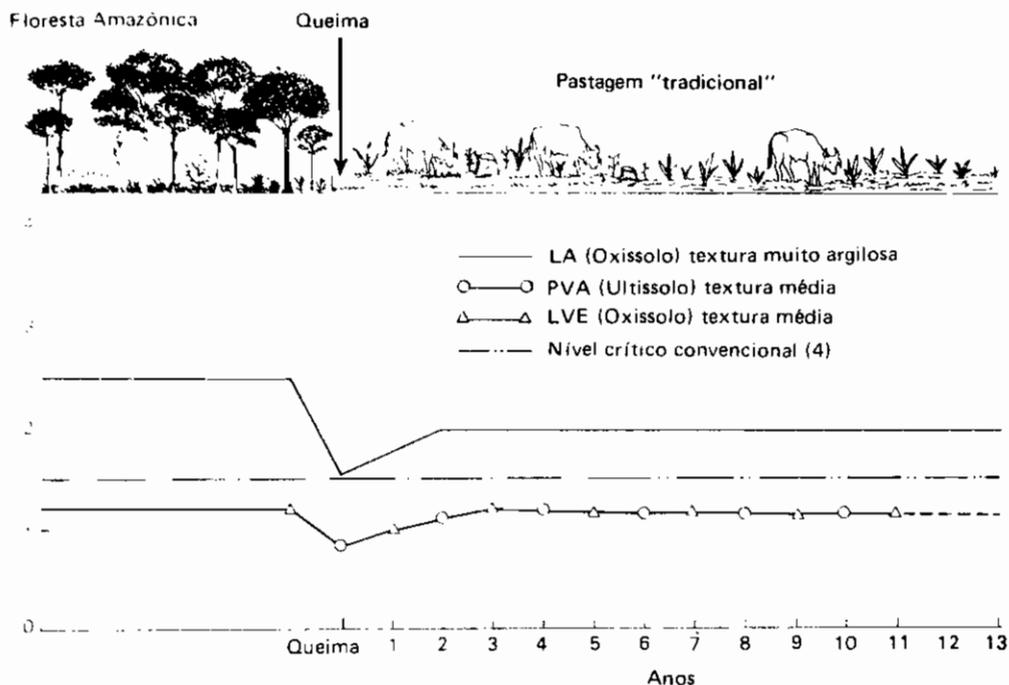


Figura 18. Alterações nos valores de MO em solos sob floresta e sob pastagens de *P. maximum* de diversas idades (7, 15).

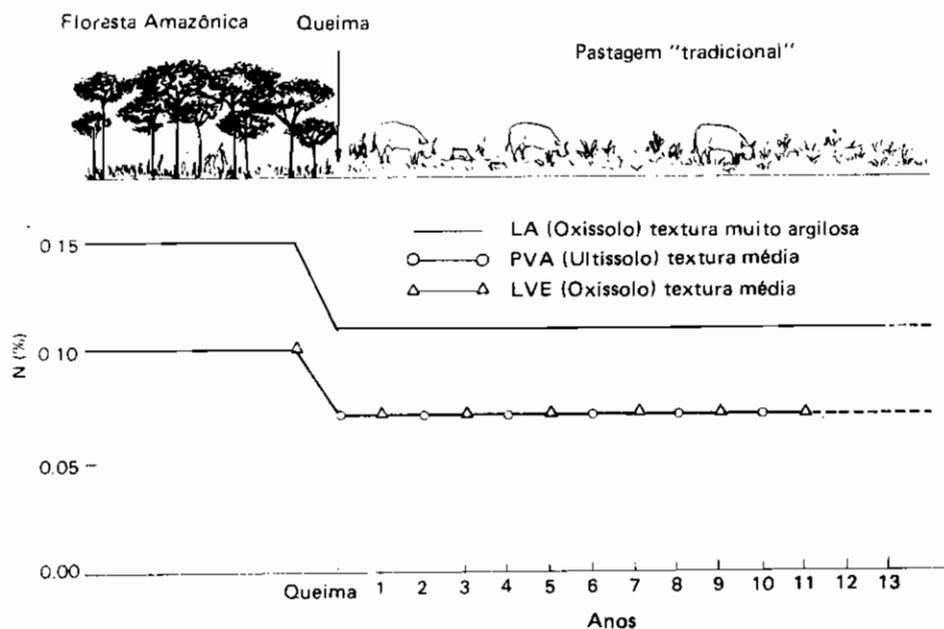


Figura 19. Alterações nos teores de N em solos sob floresta e sob pastagens de *P. maximum* de diversas idades (7, 15).

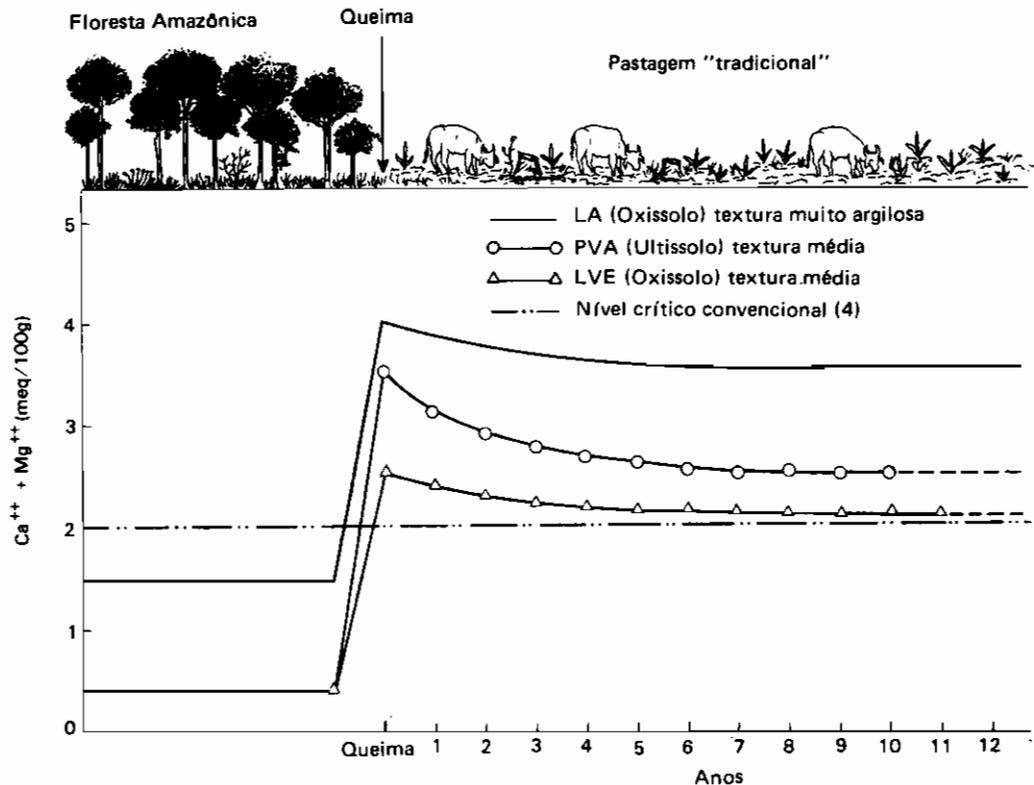


Figura 20. Alterações dos teores de Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺ em solos sob floresta e sob pastagens de *P. maximum* de diversas idades (7, 15).

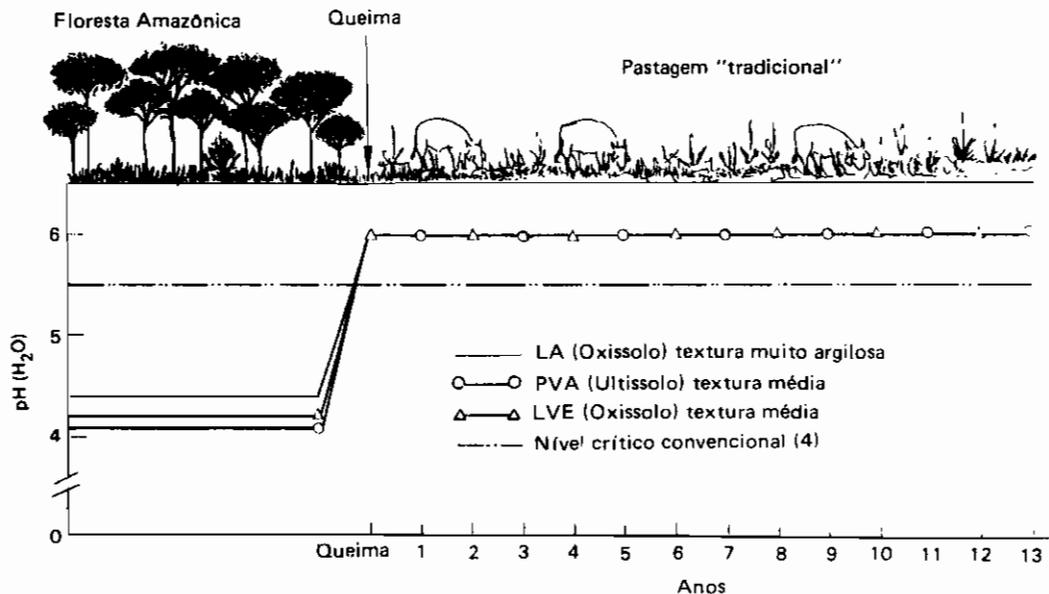


Figura 21. Alterações dos índices de pH em solos sob floresta e sob pastagem de *P. maximum* de diversas idades (7, 15).

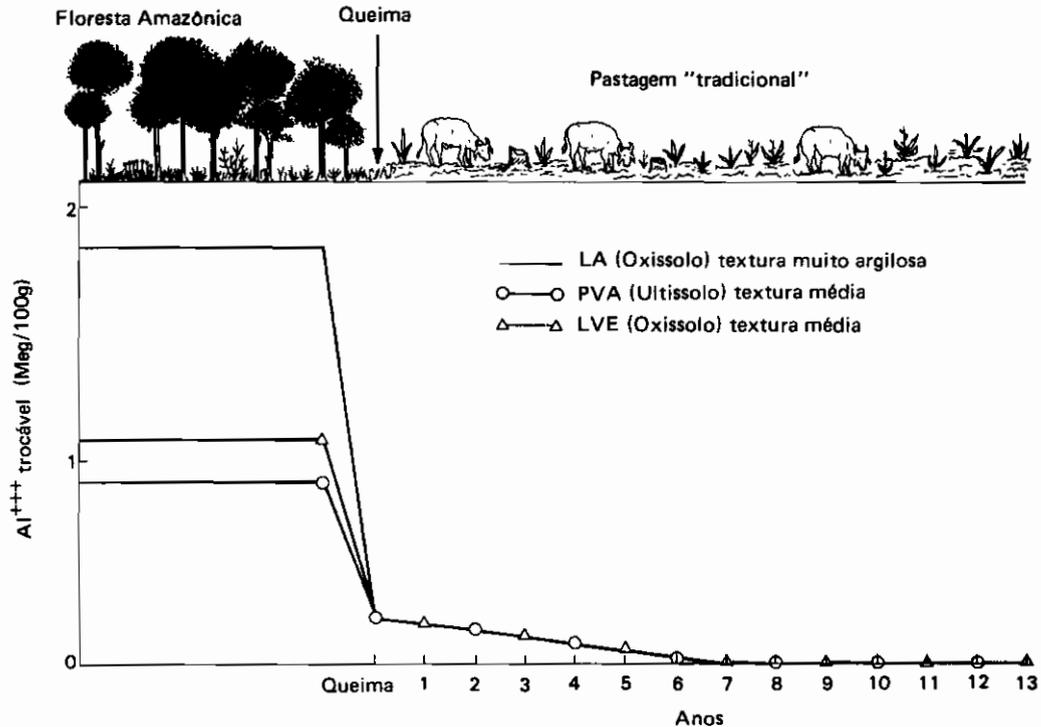


Figura 22. Alterações dos teores de alumínio permutável em solos sob floresta e sob pastagem de *P. maximum* de diversas idades (7, 15).

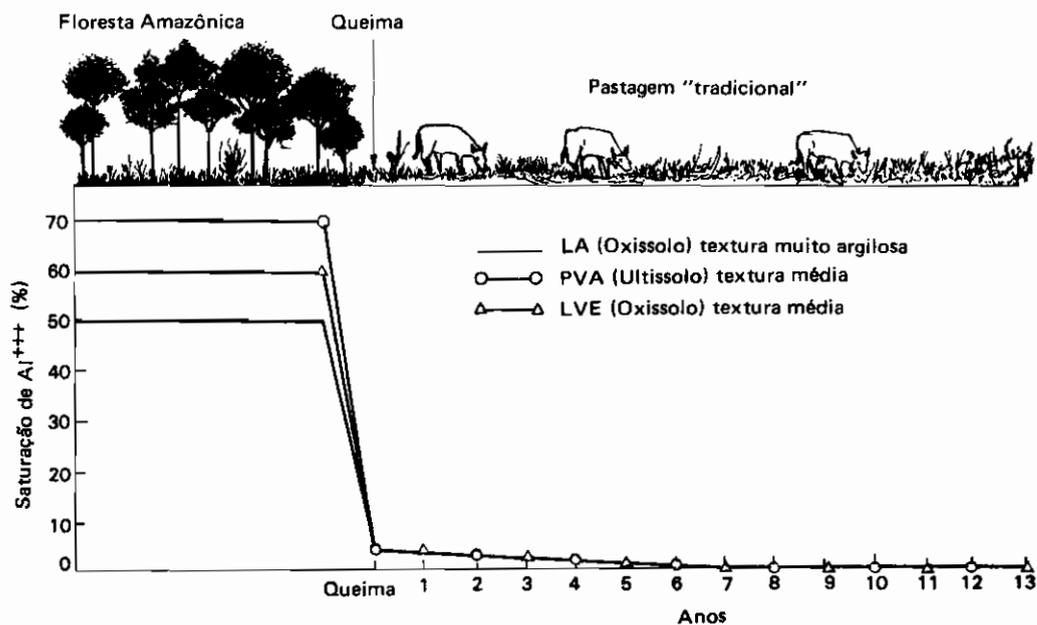


Figura 23. Alterações dos valores de saturação de Al^{+++} trocável em solos sob floresta e sob pastagem de *P. maximum* de diversas idades (7, 15).

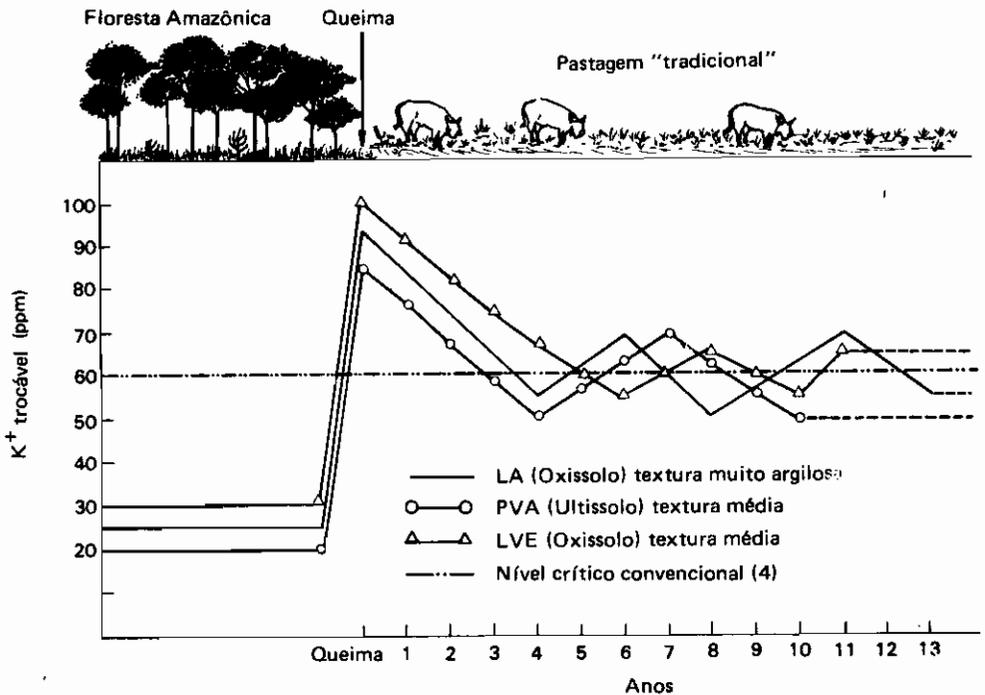


Figura 24. Alterações nos teores de K⁺ trocável em solos sob floresta e sob pastagens de *P. maximum* de diversas idades (7, 15).

seoloides) e uma adubação fosfatada na base de 25 a 50 kg/ha de P₂O₅ (de preferência na forma de SFS ou mistura em partes iguais deste com Hiperfosfato de rocha), numa frequência que ainda está por ser determinada, mas que provavelmente seria efetuada de dois em dois ou três em três anos.

O modelo da Fig. 26 se refere às pastagens em Oxissolos argilosos (Latosolo Amarelo textura muito argilosa). Nos primeiros quatro ou cinco anos após a queima da floresta, a produtividade e o vigor das pastagens são bastante satisfatórios. Nestes primeiros anos, não parece haver necessidade de fertilização fosfatada, mesmo na "pastagem melhorada". Se a pastagem for submetida a uma pressão de pastejo ótimo, onde existe um equilíbrio entre o potencial da pastagem e o potencial do animal, isto é, onde não existe sub ou superpastejo, haverá um declínio natural gradativo na "pastagem tradicional", que será uma consequência, principalmente, da diminuição dos níveis

de P assimilável no solo e de alguma compactação do mesmo. O efeito de pressões de pastejo acima do "ótimo" deverá acelerar esse declínio natural, e a longevidade da pastagem poderá não ultrapassar uma década, como vem ocorrendo em áreas já mencionadas neste trabalho. A compactação do solo e a exposição do mesmo à erosão laminar e de profundidade deverão influir sobremaneira neste processo.

Na "pastagem melhorada" de gramínea e leguminosa, a adubação fosfatada só seria efetuada após o quarto ou quinto ano de utilização, quando for notado o início do processo de declínio natural da produtividade da pastagem acompanhando o declínio de P assimilável no solo. Neste sistema, principalmente se a pastagem for submetida a condições ótimas de pressão de pastejo, é possível que a produtividade da pastagem permaneça satisfatória por algumas décadas. Naturalmente, mesmo com uma adubação fosfatada periódica, deverá haver um declí-

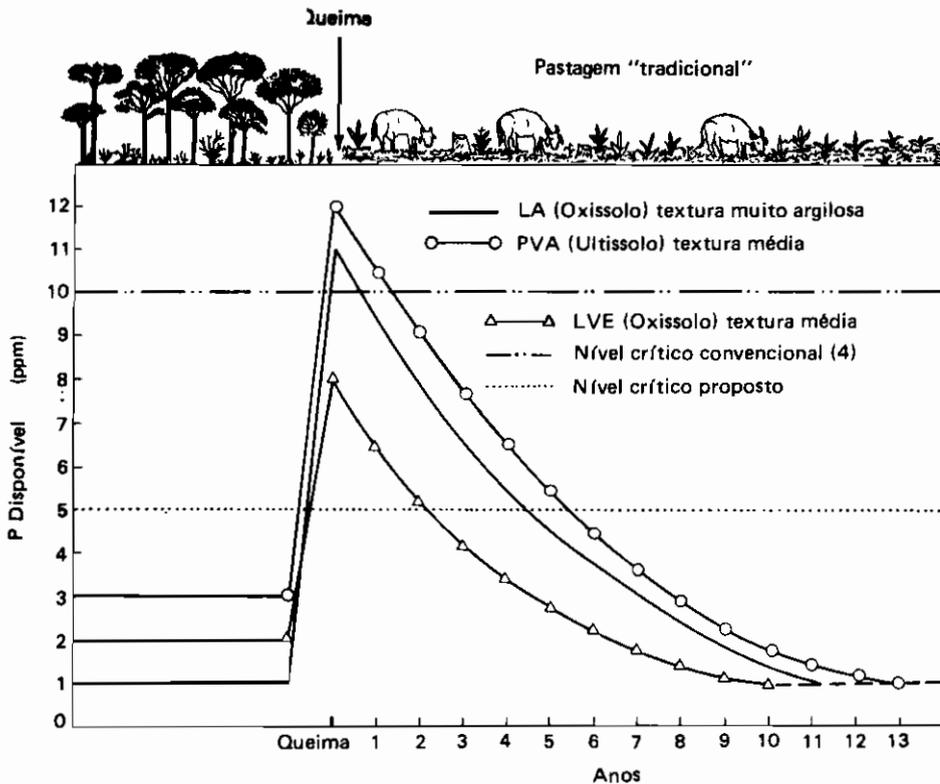


Figura 25. Alterações nos teores de P disponível em solos de floresta e sob pastagens de *P. maximum* de diversas idades (7, 15).

nio gradual da produtividade da pastagem pouco acentuado, resultante de possíveis baixos teores de K (Fig. 24) e micronutrientes no solo. Pressões de pastejo acima do ótimo deverão acelerar o declínio natural esperado, devido à maior compactação do solo e suas conseqüências, e à diminuição da fertilidade do solo (10).

O modelo indica também que, desde que a pastagem não tenha ainda atingido o estágio de degradação irreversível, existe a possibilidade de fazê-la retornar a uma produtividade satisfatória com uma combinação de limpeza bem feita de "juquira", adubação fosfatada e um descanso apropriado (Fig. 17).*

Se a pastagem mantém boa produtividade no decorrer dos anos, não existe razão para substituí-la. Entretanto, nos casos das pasta-

gens que já chegaram a um avançado estágio de degradação ou degradação irreversível, estas poderão ser totalmente renovadas com o uso de forrageiras menos exigentes em relação às condições físicas e químicas do solo, como por exemplo o *B. humidicola* que já substituiu o *P. maximum* em cerca de 50.000 ha nos últimos quatro anos. Uma outra alternativa seria a substituição da pastagem — já mais facilmente trabalhável com maquinaria — por cultivos perenes, tais como, pimenta-do-reino (*Piper nigrum*), seringueira (*Hevea spp*), cacau (*Theobroma cacao*), os quais, em virtude das condições favoráveis da maioria dos componentes químicos do

* Nestes casos de avançado estágio de degradação, é mais viável a recuperação da pastagem através de uma combinação de adubação fosfatada com o plantio de *B. humidicola* nos espaços vazios da pastagem, de preferência com leguminosas adaptadas como *P. phaseoloides*.

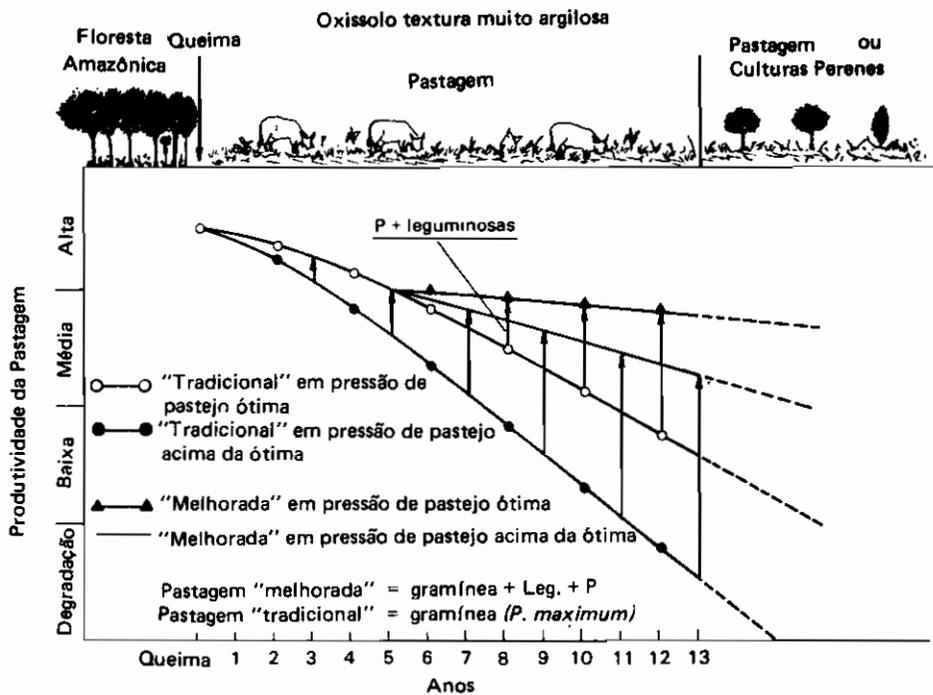


Figura 26. Modelo da dinâmica do sistema solo-pastagem-animal em Oxissolo textura muito argilosa de floresta amazônica.



Figura 27. Pastagem de *B. humidicola*, presentemente a gramínea mais apropriada para recuperação das pastagens degradadas nos trópicos úmidos brasileiros, devido a sua tolerância a relativamente baixos teores de fósforo no solo e à "cigarrinha" das pastagens (*Deois imcomplete*).

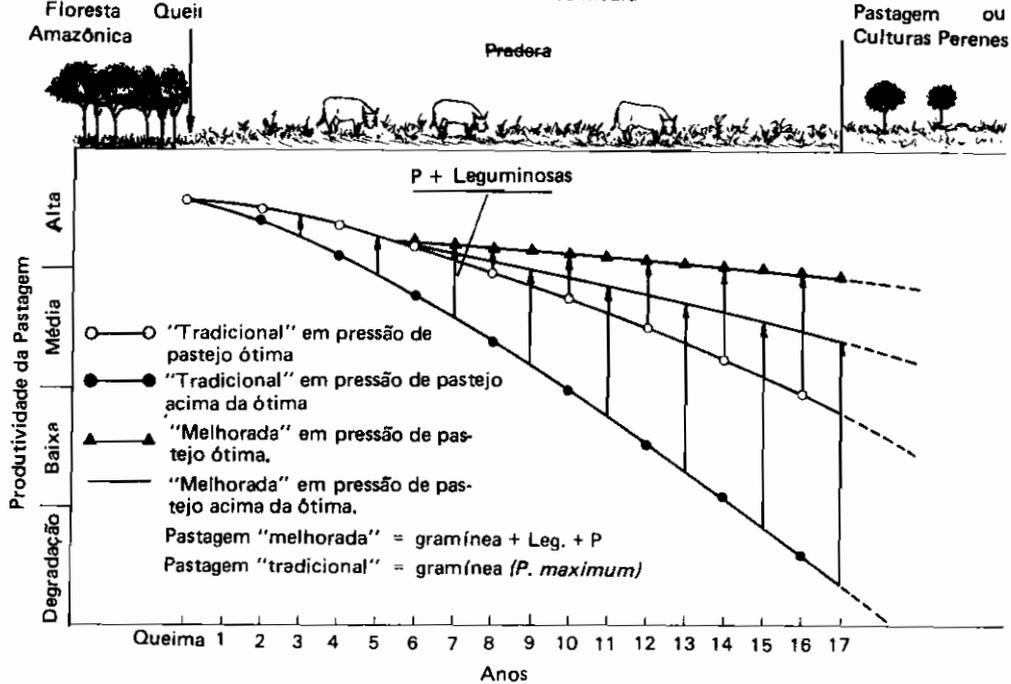


Figura 28. Modelo da dinâmica do sistema solo-pastagem-animal em Ultissolo e Oxissolo textura média de floresta amazônica.

solo, após muitos anos sob pastagem, provavelmente, necessitarão somente de insumos de fosfatos (e menores quantidades de outros nutrientes) para seu desenvolvimento e produção. Esta alternativa já está sendo uma realidade em áreas de pastagens degradadas de *P. maximum* na região de Paragominas, no Estado do Pará, onde, nos últimos dois ou três anos, já foram feitos plantios de pimenta-do-reino em algumas centenas de ha.

A Figura 28 apresenta o mesmo modelo para solos de floresta de textura média. A principal diferença em relação ao modelo para solos de textura argilosa está na maior longevidade das pastagens em condições satisfatórias de produtividade, mesmo em condições de baixos conteúdos de P, principalmente se manejadas em condições ótimas de pressão de pastejo.

PESQUISAS ADICIONAIS

Para melhor compreender o ecossistema

das pastagens cultivadas em áreas de floresta, e a fim de esclarecer alguns dos pontos discutidos neste trabalho, investigações mais profundas precisam ser efetuadas, principalmente no que diz respeito a: a) selecionar gramíneas e leguminosas de alta produtividade adaptadas a condições edáficas de baixos níveis de fertilidade (principalmente de P); b) avaliar melhor os níveis críticos convencionais de nutrientes minerais e de N para as pastagens cultivadas; c) determinar os fatores edáficos e de manejo que afetam a produção e a persistência de leguminosas forrageiras; d) avaliar com maior profundidade o papel do P e micronutrientes na produtividade de pastagens mistas de gramíneas e leguminosas; e) determinar as quantidades mínimas necessárias, as freqüências de aplicação adequadas, e as fontes apropriadas de P para manutenção de produtividade das pastagens cultivadas; f) desenvolver sistemas de manejo e utilização de pastagens cultivadas, compatíveis com a manutenção do equilíbrio do complexo clima-solo-pastagem-animal.

CONCLUSÕES

As informações aqui apresentadas tornam possíveis as seguintes conclusões:

- 1) A queima da floresta derrubada para formação de pastagens pode ser considerada como uma necessidade em virtude das vantagens que oferece, principalmente pela incorporação no solo de elevadas quantidades de "energia" (nutrientes), melhorando consideravelmente suas propriedades químicas e possibilitando uma alta produtividade das pastagens cultivadas durante, pelo menos, os quatro ou cinco primeiros anos;
- 2) Com o decorrer dos anos sob pastagens, a maior parte dos nutrientes incorporados no solo com as cinzas resultantes da queima da floresta se mantêm geralmente em níveis satisfatórios, com exceção do P, cujos níveis no solo, a partir do quarto ou quinto ano de pastagem, iniciam um processo de declínio até níveis quase indetectáveis pelos instrumentos de laboratório;
- 3) O P é, indubitavelmente, o nutriente do solo mais limitante da produtividade das pastagens cultivadas em áreas de floresta do trópico úmido brasileiro. Esta limitação parece ser mais importante para as gramíneas, que para as leguminosas forrageiras.
- 4) Em geral, em condições satisfatórias de manejo, o declínio de produtividade das pastagens cultivadas (principalmente aquelas de *P. maximum*) acompanham a diminuição dos valores de P assimilável;
- 5) Respostas ocasionais das pastagens em degradação a outros nutrientes têm sido observadas, porém sem um efeito decisivo ou generalizado como o de P;
- 6) O processo de declínio de produtividade de pastagens cultivadas parece ser bem mais acentuado em Oxisolos de textura muito argilosa;
- 7) Pressões de pastejo acima do "ótimo" aceleram o processo de declínio de produtividade das pastagens, principalmente nos solos mais argilosos;
- 8) O nível crítico convencional de 10 ppm de P assimilável parece ser um tanto alto para as condições de solos de floresta dos trópicos úmidos;
- 9) Pastagens em declínio de produção poderão recuperar sua produtividade através da fertilização com pequenas quantidades de P seguida de um período de descanso apropriado;
- 10) Correções periódicas dos níveis de P do solo sob pastagem (principalmente após o quarto ou quinto ano), a inclusão na pastagem de leguminosas forrageiras adaptadas, e um manejo que envolva sistemas de pressões de pastejo compatíveis com a manutenção do equilíbrio do sistema solo-planta-animal, podem ser considerados como a chave para a manutenção da produtividade de pastagens cultivadas por longos períodos de tempo, nas áreas de floresta do trópico úmido brasileiro;
- 11) A substituição da floresta amazônica por pastagens cultivadas durante alguns anos tende a resultar em melhoria das propriedades químicas do solo, permitindo a substituição das pastagens por cultivos perenes de interesse econômico, provavelmente com a adição de adubos fosfatados e quantidades mínimas de outros nutrientes.
- 12) Pesquisas adicionais são necessárias para uma melhor compreensão dos problemas do ecossistema das pastagens cultivadas em solos de floresta, para sua exploração mais eficiente;
- 13) Finalmente, os autores deste trabalho

são de opinião que, embora as pastagens cultivadas em áreas de floresta da região tropical úmida brasileira representem um ecossistema relativamente frágil, esta região pode ser considerada como possuidora de um grande potencial de produção de proteína animal, tendo como matéria-prima a pastagem cultivada, se esta for implantada e explorada como uma cultura, que realmente o é.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem aos pesquisadores Acilino do Carmo Canto (UEPAE-Manaus, Estado do Amazonas), Ari Pinheiro Camarão, Raimundo Nonato Guimarães Teixeira, Guilherme Pantoja Calandrini de Azevedo e Saturnino Dutra (CPATU – Belém, Estado do Pará), pela colaboração técnica direta ou indiretamente prestada a este trabalho.

LITERATURA CITADA

1. Alvim, P.T. 1977. Possibilidades de expansão da fronteira agrícola nas regiões tropicais úmidas da América Latina. VII. Conferência Interamericana de Agricultura. Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, Tegucigalpa, 26p.
2. Baena, A.R.C. 1977. The effect of pasture (*Panicum maximum*) on the chemical composition of the soil after clearing and burning a typical tropical highland rain forest. M.Sc. Thesis. Iowa State University, Ames, Iowa. 172p.
3. Bastos, T.X. 1972. O estado atual dos conhecimentos das condições climáticas da Amazônia Brasileira. Boletim Técnico do Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte 54: 68-122.
4. Coordenadoria da Assistência Técnica Integral. 1974. Normas para manejo de pastagens. Boletim Técnico 81. 30p.
5. Falesi, I.C. 1972. O estado atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia Brasileira. Boletim Técnico do Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte 54: 17-66.
6. _____ 1974. Soils of the Brazilian Amazon. p. 201-299. In C. Wagley (ed.) Man in the Amazon. University of Florida Press, Gainesville.
7. _____ 1976. Ecossistema de pastagem cultivada na Amazônia Brasileira. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Boletim Técnico nº 1. 193p.
8. Koster, H.W., E.J. Khan e R.P. Bosshart. 1977. Programa e resultados preliminares dos estudos de pastagens na região de Paragominas, Pará e nordeste de Mato Grosso. SUDAM-IRI. 31p.
9. Ministério das Minas e Energia. 1973-1977. Projeto RADAM, Levantamento de recursos minerais, Vol. 1-20.
10. Mott, G.O. e H.L. Popenoe. 1975. Ecofisiologia de pastagens tropicais. University of Florida, Gainesville. 55p.
11. Pires, J.M. 1973. Tipos de vegetação da Amazônia. Separata de "O Museu Goeldi no Ano de Sesquicentenário". 20p.
12. Sanchez, P.A. 1977. Alternativas al sistema de agricultura migratoria en America Latina, 30p. In Reunión – Taller FAO/SIDA sobre ordenación y conservación de suelos. Lima, Perú.
13. Serrão, E.A.S., M. Simão Neto, G.F. de Souza, J.M. Bastos e M.F. Guimarães, 1971. Resposta de três gramíneas forrageiras (*Brachiaria decumbens* Stapf, *B. ruziziensis* German. et Everard, e *Pennisetum purpureum* Schum.) a elementos fertilizantes em latossol amarelo textura média. Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte. Série: Fertilidade de Solo nº 1, 38p.

14. _____ and M. Simão Neto. 1975. The adaptation of tropical forages in the Amazon Region. p.31-52. In Tropical forages in livestock production systems. American Society of Agronomy Special Publication nº 24, Madison.
15. _____ e I.C. Falesi. 1977. Pastagens do trópico úmido brasileiro. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". IV Simpósio sobre Manejo de Pastagens. 63p.
16. _____. 1977. Adaptação de gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria* na Amazônia. p. 21-40. In Encontro sobre forrageiras do gênero *Brachiaria*. Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária. Goiânia.
17. Simão Neto, M. e E.A.S. Serrão. 1974. O capim Qucuic da Amazônia (*Brachiaria* sp.) Boletim Técnico do Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 58: 1-17.
18. Toledo, J.M. y M.Ara. 1977. Manejo de suelos para pasturas en la selva amazónica. 46p. In Reunión Taller FAO/SIDA sobre ordenación y conservación de suelos en America Latina. Lima, Perú.
19. Vieira, L.S., N.V. Carvalho e T.X. Bastos. 1971. Os solos do Estado do Pará. Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social do Pará, Belém. Cadernos Paraenses. Publicação nº 8. 175p.

PRODUÇÃO DE FORRAGEM EM SOLOS ÁCIDOS E DE BAIXA FERTILIDADE DA FLÓRIDA SUBTROPICAL *

Albert E. Kretschmer Jr. **
George H. Snyder **

RESUMO

Uma grande variedade de gramíneas e leguminosas se adapta ao clima subtropical do sul da Flórida, apesar de seu crescimento ser severamente limitado durante o período frio-seco de inverno. Os solos dessa área são ácidos, de baixa fertilidade e, em geral, pobremente drenados, sendo predominantemente Espódossolos e Entissolos. Alguns êxitos têm sido obtidos selecionando-se gramíneas tropicais para o período de inverno. No entanto, provavelmente será sempre necessário ensilar ou fenar para solucionar o problema do crescimento estacional das pastagens. As principais características procuradas na seleção de leguminosas tropicais são: a tolerância à inundação, uma alta produção de sementes, e crescimento perene. Também deseja-se uma grande habilidade para resistir a uma defoliação intensiva, com vistas à persistência. As leguminosas tropicais podem fornecer mais N às consorciações de gramíneas e leguminosas que as quantidades de adubos que os agricultores podem comprar. Para se obter uma ótima produção de leguminosas é essencial uma calagem e uma adubação fosfatada. Na ausência de uma leguminosa, pode-se recorrer a uma fertilização nitrogenada nos fins do verão ou início do outono, para se obter uma reserva de forragem para alimentação de inverno; entretanto, com o correr do tempo, a proteína bruta tende a diminuir progressivamente após a adubação. O N, aplicado no inverno, produzirá um efeito limitado na produção da forragem, porém aumentará significativamente a proteína bruta da forragem. A inclusão de uma leguminosa tropical na gramínea pode reduzir ou eliminar a necessidade das fertilizações nitrogenadas.

Neste artigo serão enfatizados, principalmente, as forrageiras e os solos do sul da Flórida. Esta região subtropical está localizada ao sul de uma linha semicircular imaginária, situada entre as latitudes 28° e 29° N (Fig. 1), incluindo cerca de 24 dos 67 municípios do Estado. Serão omitidos, na discussão os solos orgânicos (1) e os solos de argila (100), já que estes não são solos ácidos de baixa fertilidade.

Clima

A precipitação pluviométrica varia entre 1.300 e 1.600 mm anualmente (23), com 75% das chuvas durante os meses de maio a outubro (19).

A temperatura mínima média mensal varia de 10 a 12°C no inverno, e de 21 a 23°C no verão, no Agricultural Research Center, Ft. Pierce (ARC-FP), enquanto que a máxima média varia de 23 a 25°C no inverno, e de 32 a 35°C no verão. As áreas ao norte de Ft. Pierce e na parte central são mais frias no inverno e um pouco mais quentes no verão. A maior parte da região está sujeita a algumas geadas na estação fria nos meses de dezembro-março.

* Contribuição do Agricultural Research Center, University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, Ft. Pierce, Florida 33450 and Belle Glade, Florida 33430.

** Professor de Agronomia, Ft. Pierce, e Professor Adjunto de Química de Solos, Belle Glade, respectivamente.

Pelo menos uma espécie adaptada no sul da Flórida está incluída em cada uma das regiões climáticas descritas e apresentadas por Reid (120). A maioria das leguminosas e gramíneas citados por Russel & Webb (131) como comercialmente usadas nos trópicos e subtropicais, têm sido cultivadas com êxito no ARC-FP. Por conseguinte, os resultados

das pesquisas obtidas em áreas da Flórida podem ser adaptáveis a outras áreas subtropicais e tropicais do mundo.

Visão histórica

A indústria pecuária na Flórida se iniciou em 1520, quando Ponce de León trou-

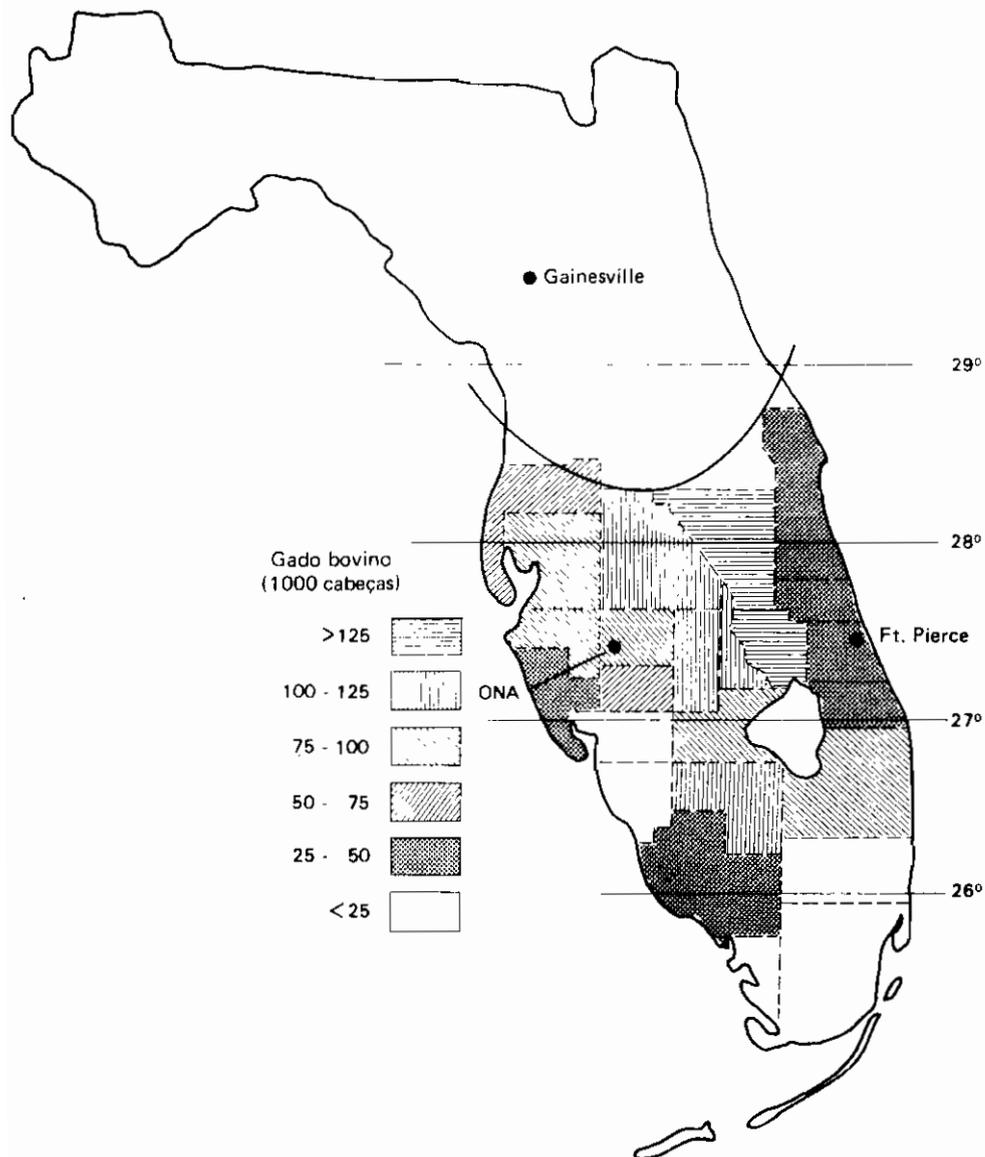


Figura 1. Distribuição da população bovina no sul da Flórida.

xe os primeiros bovinos de Cuba (28, 65). Entretanto, os lençóis freáticos superficiais, a baixa fertilidade do solo, as dificuldades de transporte e as dificuldades de acesso aos mercados impediram o rápido desenvolvimento da indústria no sul da Flórida até este século. Em 1929, existiam cerca de 355.000 cabeças de gado na Flórida. Em 1974, havia em torno de 2,4 milhões de cabeças, sendo que 1,5 milhões se encontravam no sul da Flórida (43).

Somente em 1930 foi solucionado o problema da anemia nutricional no gado (carência de sais minerais), através de uma adequada nutrição mineral. Os elementos deficientes incluíam Ca, P, Cu e Co. Não era raro encontrar, no sul da Flórida, taxas de parições de 30-35% (4) na maioria dos solos utilizados atualmente para a produção animal. Mott & Moore (112) revisaram cuidadosamente as técnicas antigas e atuais de engorda com forragem e com alimentação limitada, na Flórida.

A maioria das pastagens, até 1940, incluía espécies de gramíneas nativas, como *Panicum hemitomon*, *Andropogon stolonifer* e *A. capillipes*. Essas espécies desejáveis foram, aos poucos, sendo substituídas por *Aristida stricta*, *Sporobolus poiretii* (R. E. Scholt) Hitch e outras. O aparecimento de arbustos invasores também reduziu a capacidade de suporte (130). A taxa de lotação nas pastagens nativas do sul da Flórida é, aproximadamente, de 1 UA/7-15 ha.

Introduções de espécies forrageiras

A pesquisa com introdução de espécies melhoradas de forrageiras começou no ano de 1892 (56), e as recomendações feitas em 1893, de usar 400 a 800 kg/ha de 6-6-8 (N-P₂O₅-K₂O) de adubação, não variaram muito até meados de 1950 (45). A primeira introdução usada com êxito foi da gramínea *Rhynchelytrum roseum* (Ness) Stapf. & Hubb., e a primeira leguminosa usada como forrageira foi *Mucuna pruriens* (L.) DC. var. *Utilis* (Wall.) Burck. 104).

As introduções de outras gramíneas como

Brachiaria mutica (Forsk.) Stapf. (1910), *Paspalum notatum* Flüggé (1913), *Eriochloa ophiuroides* (Munro) Hack. (1919) e leguminosas como a *Crotalaria mucronata* Desv. (1909), *Alysicarpus vaginalis* (L.) DC. (1924) e *Indigofera hirsuta* L. (1931), contribuíram para o desenvolvimento de melhores pastagens. De modo geral, esses esforços se relacionaram com a indústria pecuária fora do sul da Flórida. O reconhecimento dos benefícios da calagem (64) e da fertilização (36) acelerou o estabelecimento e uso de novas introduções de gramíneas, especialmente do *Digitaria decumbens* Stent (47), e de leguminosas, principalmente *Trifolium repens* L. (6, 68) no sul da Flórida. As duas únicas leguminosas tropicais ou de crescimento de verão introduzidas que obtiveram êxito para formação de pastagem foram *Indigofera hirsuta* (146) e *Alysicarpus vaginalis* (109). O *Desmodium canum* (J. F. Gmel.) Schinz e Thell., leguminosa nativa, é uma invasora em muitas pastagens (128, 150).

Apesar de *P. notatum* e *D. decumbens*, cobrirem as maiores áreas de pastagens permanentes, durante os últimos quinze anos, têm sido descritas e liberadas muitas espécies forrageiras introduzidas através da Flórida Agricultural Experiment Stations, Institute of Food and Agricultural Sciences. As gramíneas incluem *Slenderstem* (103) Transvala (13) e Taiwan (92) digitgrass (*Digitaria decumbens* Stent.), *Cynodon aethiopicus* Clauton e Harlan cv. McCaleb (49), *Chloris gayana* Kunth. (78), *Hemarthria altissima* (Poir) Stapf. & Hubbard (93, 118). As leguminosas incluem *Trifolium alexandrinum* L. (69), *Stylosanthes humilis* H. B. K. (73), *Macroptilium atropurpureum* (Dc.) Urb. (77), *Desmodium heterocarpon* (Linn.) DC. (91), *Arachis* spp. (116), *Macroptilium lathyroides* L. (17) e *Aeschynomene americana* L. (48).

Solos

Os solos minerais da Flórida subtropical pertencem principalmente às ordens dos Espodossolos e Entissolos (Fig. 2). Com exce-

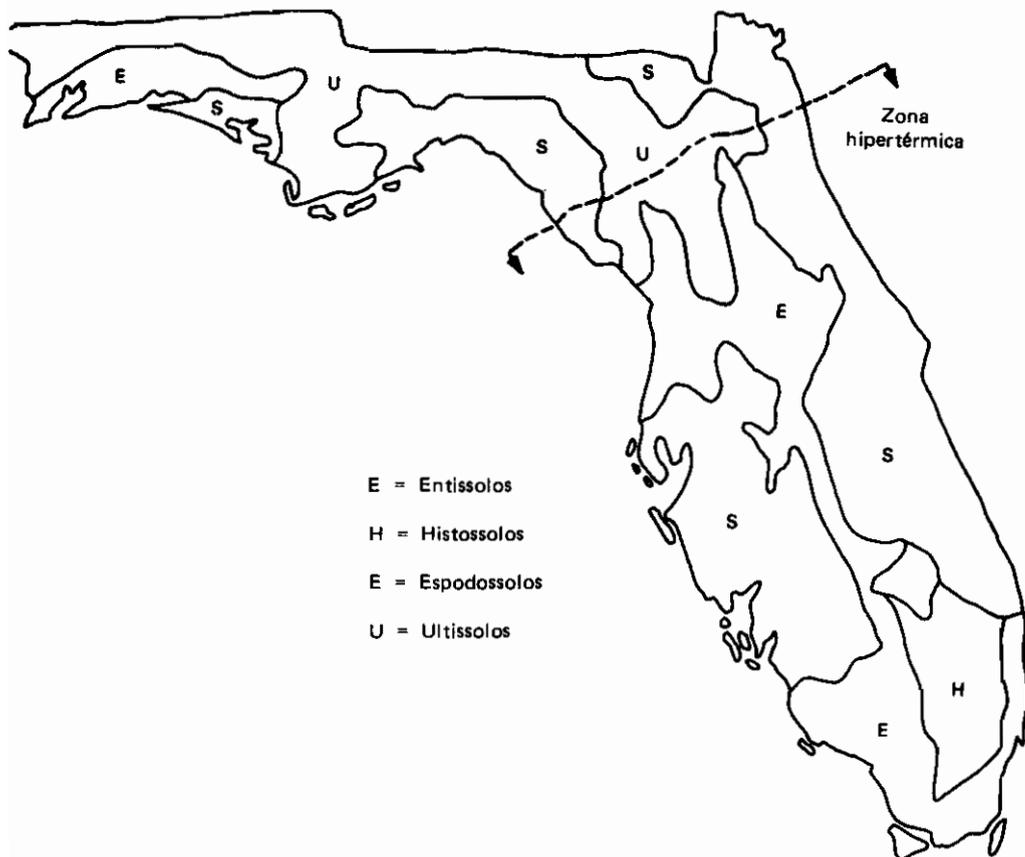


Figura 2. Mapa geral das ordens de solos encontrados na Flórida.

TABELA 1. Perfil típico de um Espodossolo da Flórida sumariado de dados estatísticos de 34 "pedons" (24).

Horizonte	Profundidade cm	Areia %	Limo %	Argila %	Retenção de água (bares)			pH	Saturação de bases %	CTC meq/ 100g	MO %
					0,1	0,33	15				
					%, vol.						
A1	0-15	94,0	4,5	1,5	13	11	3,5	4,7	30	7	3,5
A2	15-65	97,0	2,0	1,0	3	2	1,5	5,1	50	1	0,3
B21h	65-83	92,0	4,0	4,0	15	14	4,0	5,0	15	10	3,5
B22h	83-103	94,0	3,0	3,0	6	6	2,0	5,3	20	5	2,0
B3	103-133	94,5	2,5	3,0	6	3	1,5	5,6	40	2	0,4

ção de alguns solos de argila situados no extremo sul do Estado, e dos solos orgânicos ao sul do Lago Okeechobee, os solos são ácidos, de baixa fertilidade e de textura arenosa. Estes se situam na zona hipertérmica. O material original do solo consiste de vários sedimentos marinhos. Mesmo predominando as areias quartzosas e, muitas vezes, sendo o único material presente nos horizontes superficiais, encontram-se argilas, conchas e quartzo em alguns tipos de solos. Entretanto, quando presentes, esses materiais se encontram geralmente abaixo da zona das raízes das gramíneas e leguminosas forrageiras. Os solos da Flórida, quando comparados com outros na zona hipertérmica, são baixos em sesquióxidos de Fe e de Al. Geralmente, a quantidade de Al trocável em 1N KCl neutro é menor que 1 meq/100 g (33)

A capacidade de troca de cátions (CTC) é baixa e depende, principalmente, do pH, pois resulta quase que totalmente da matéria orgânica (MO). A MO do horizonte superficial pode ser bastante baixa nos Entissolos e é bastante variável nos Espodossolos. Em geral, os Espodossolos estão associados com os Entissolos e às vezes, com pequenos depósitos de Histossolos, dando à paisagem um aspecto manchado. Localmente, essas associações são conhecidas com o nome de solos de "flatwoods". Como regra geral, a influência dessas associações de solos no crescimento das plantas é evidente até muito tempo após o desbravamento da área para cultivo. Em pequenas distâncias pode haver mudanças drásticas em algumas das propriedades do solo, como de MO e da CTC. Destarte, é praticamente impossível manejar áreas grandes de maneira ótima para todas as condições de solo. Por exemplo, fazendo aplicações de calcário em parcelas numa área de 12 x 70 m de areia fina de Myakka (Espodossolo) numa taxa de 4.073 kg/ha, o pH das parcelas variou de 5,1 a 6,5. O pH do solo estava negativamente correlacionado com o conteúdo de MO ($pH = 6,54 - 0,56 (\% MO)$, $R^2 = 0,73$) que variava de 0,2 a 2,3% dentro da área de 0,084 ha (dados não publicados de estudo realizado por Gascho *et al.* 1973).

Os Entissolos situados nas áreas de colinas da parte central do Estado geralmente são bem ou excessivamente bem drenados. No entanto, os solos das áreas mais baixas florestadas (flatwoods) são mal drenados. A má drenagem aparece principalmente nos níveis de topografia mais baixa e plana. Além disso, os Espodossolos se caracterizam por um horizonte B2h de menos de 50 cm a mais de 1 m de profundidade que se torna um obstáculo à drenagem da água (Tabela 1) Em seu estado nativo, os solos de "flatwoods" se inundam periodicamente durante a estação chuvosa. Alguns trabalhos de drenagem têm sido feitos nas áreas de pastagens, porém, os lençóis freáticos são geralmente muito superficiais.

SELEÇÃO DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS

Variações estacionais da produção

Devido a duração e a intensidade das baixas temperaturas no inverno e à falta normal de umidade efetiva no solo durante os meses de fevereiro a maio ou julho, é difícil estimar a taxa de lotação anual ótima no sul da Flórida. As taxas de lotação dos sistemas de cria e recria de gado de corte que predominam no sul da Flórida estão regidas pela abundância de forragem durante o verão e a escassez durante o inverno e a primavera. Apesar da viabilidade de pequenas mudanças através do cultivo de forrageiras especializadas para reduzir os problemas da falta de alimentação durante o inverno, somente o uso de feno de qualidade superior ou de ensilagem poderão solucionar esse problema cíclico de forma econômica e assim, permitir taxas de lotação mais ou menos semelhantes, durante todo o ano.

Ensaio, em sistema de corte, demonstraram que os trevos e o azevém que crescem no inverno podem produzir 5 a 6 t de matéria seca (MS) durante o inverno e a primavera (72, 81). Entretanto, ambos requerem uma irrigação adequada durante a primavera. Por essa razão, e pela dificuldade de manter um lençol freático com nível apropriado para irrigação por infiltração, a taxa para de-

MS de forragem
(kg/ha/dia)

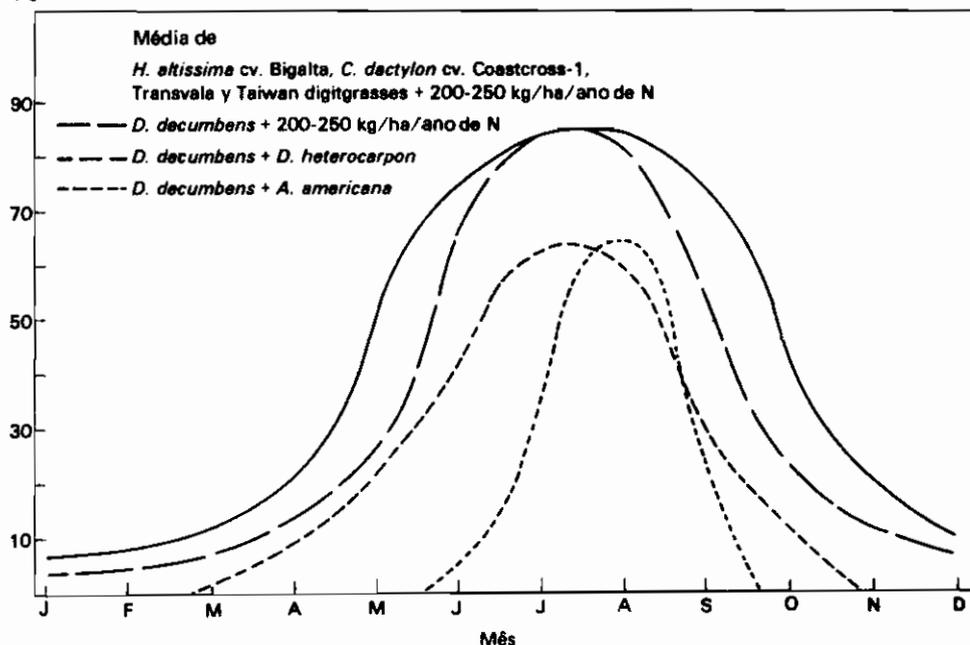


Figura 3. Efeito da estação na produção diária de MS de forragem, de gramíneas puras e consorciadas com leguminosas no ARC-Ft. Pierce.

envolver e utilizar espécies de clima temperado para o inverno é reduzida, e este ponto não será ventilado neste estudo.

Gramíneas tropicais

A principal característica procurada nas gramíneas tropicais perenes é seu crescimento na estação fria. Recentemente, foi obtido um modesto sucesso com vários cultivares de *H. altissima* e de gramíneas tipo "digitgrass" que produzem mais que *D. decumbens* durante o outono e a primavera (Fig. 3). No ARC-FP foram avaliados mais de 600 ecótipos de 20 gêneros. Nas fases secundárias da avaliação, foram efetuados ensaios de corte em pequenas parcelas, para se determinar a produtividade comparada com a gramínea-padrão *D. decumbens* (75, 76). Recentemente, só tem sido estudado o crescimento na estação fria, pois é sabido que o crescimento, no verão, de *D. decumbens* e da maioria das gramíneas tropicais mais vigorosas experimentadas, é limitado pela quantidade de

fertilizante nitrogenado aplicado. O teor de proteína bruta (TPB) das gramíneas, durante o verão, é regulado pela idade do rebrote e pela taxa de fertilização nitrogenada, tendendo a aumentar na estação fria, graças ao crescimento mais lento. Uma vez estabelecida essa tendência, não existe razão para se realizarem análises de proteína nos ensaios de avaliação, a não ser em circunstâncias especiais. Os valores da digestibilidade *in vitro* da MO (DIVMO) para as diversas gramíneas tropicais durante a estação fria é de 55 a 65%. Só se devem realizar análises adicionais de DIVMO em circunstâncias especiais. O objetivo principal não é a qualidade, e sim o crescimento mais vigoroso na estação fria.

Leguminosas tropicais

Publicações que classifiquem os ecótipos em grupos similares podem ser úteis para pré-determinar as características desejáveis procuradas. As classificações feitas sobre a

TABELA 2. Amplitude de diversidade morfológica (DM) em gêneros e espécies de leguminosas tropicais selecionadas.

Gênero	DM*	Espécies	DM*
1. <i>Aeschynomene</i>	MG	<i>americana</i>	P
2. <i>Calopogonium</i>	P	<i>mucunoides</i>	P
3. <i>Centrosema</i>	G	<i>pubescens</i>	M
		<i>virginium</i>	M
4. <i>Desmodium</i>	MG	<i>intortum</i>	P
		<i>uncinatum</i>	P
		<i>heterocarpon</i>	M
5. <i>Glycine</i>	M	<i>wightii</i>	P
6. <i>Leucaena</i>	G	<i>leucocephala</i>	P
7. <i>Lotononis</i>	G	<i>bainesii</i>	P
8. <i>Macroptilium</i>	G	<i>atropurpureum</i>	P
		<i>bracteatum</i>	P
9. <i>Pueraria</i>	P	<i>phaseoloides</i>	P
10. <i>Stylosanthes</i>	MG	<i>guianensis</i>	G
		<i>hamata</i>	M
		<i>humilis</i>	M
11. <i>Teramnus</i>	M	<i>labialis</i>	P
		<i>uncinatus</i>	P
		<i>volubilis</i>	P

* P = pequena; M = moderada; G = grande e MG = muito grande.

resistência relativa das leguminosas tropicais (81) à pressão de pastejo, às inundações, à seca e a outros fatores do ambiente ajudam a selecionar numerosas espécies ou gêneros que deveriam ser avaliados inicialmente em um determinado conjunto de condições locais. Além disso, a diversidade morfológica entre um gênero e suas espécies ajuda a determinar qual a ênfase que se deveria dar à avaliação de cada uma. Na Tabela 2, é apresentada uma lista dos gêneros e das espécies selecionados e suas diferenças morfológicas. Se, por exemplo, *Glycine wightii* (R. Grah. ex Wight. e Arn.) Verdc. não cresce satisfatoriamente ou não persiste, em vez de se introduzirem muitas variedades dessa leguminosa, melhores resultados podem ser obtidos avaliando-se outro gênero. O grau de diversidade não reflete o valor de um certo gênero ou espécie, pois algumas espécies de pouca diversidade, como, por exemplo, *Calopogonium mucunoides* Desv. e *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth. var. *Javanica* (Benth) Bak. têm dado resultados bastante

satisfatórios. Por outro lado, com a grande diversidade de *Stylosanthes* (e o valor já comprovado de várias cultivares) não deve causar surpresa o fato de que a avaliação desse gênero esteja sendo prioritária para muitos pesquisadores.

Pesquisadores australianos, próximo de Townsville, estão desenvolvendo um sistema morfológico-agronômico (M-A), que emprega uma análise numérica para agrupar as entradas de *Stylosanthes* spp. com características semelhantes (21). A informação M-A é utilizada para relacionar o desempenho agrônômico e o clima do local de origem das espécies (22, 121). Esse método parece aplicável às áreas tropicais de estação seca, já que dos quatorze gêneros de *Stylosanthes* avaliados em Townsville, Austrália, os ecótipos potencialmente adaptáveis (dos quais eram conhecidos o local e origem) eram oriundos de condições subtropicais secas, da tropical semiárida ou da subtropical desértica quente.

Existem muito poucas evidências para se apoiar ou não o método M-A de classificação para áreas que recebem maior precipitação e melhor distribuição da precipitação, apesar de que McIvor (105) encontrou pouca relação entre os grupos M-A e a tolerância à inundação. A precipitação anual em Townsville é quase tão alta como a do sul da Flórida, apesar de a distribuição ser muito melhor na Flórida. Ademais, as chuvas numa área mais extensa a oeste de Townsville vão de 550 a 900 mm, com uma distribuição deficiente. Provavelmente é melhor selecionar espécies forrageiras para regiões áridas ou presumivelmente inundáveis, em áreas que apresentem condições similares. Entretanto, não é sabido se as plantas de lugares áridos se adaptam melhor às zonas com precipitação de 1.250-2.500 mm que as coletadas em áreas de 1.250-2.500. Não obstante, os autores acreditam que, aumentando a umidade do solo nas zonas áridas, ou durante os períodos de seca em outras zonas climáticas tropicais (através de irrigação), a produtividade da maioria ou, possivelmente, da totalidade das espécies de *Stylosanthes*, aumentará. As plantas responderiam a uma umidade do solo superior à existente em condições áridas. Tem sido observado que fatores como o aumento do teor de argila no solo a níveis superiores aos das zonas de alta pluviosidade são negativamente correlacionados com a persistência de *Stylosanthes* spp. (26).

A caracterização de sementes de *Stylosanthes* mediante os padrões de faixas de proteína, mesmo permitindo classificar os ecótipos em treze grupos por meio da análise numérica, não foi superior à grupagem, usando-se o sistema M-A (125). Por outro lado, o método M-A pode não dar resultados satisfatórios para a caracterização do crescimento e da nutrição, como indica Jones (59).

No sul da Flórida, a seleção de espécies forrageiras em solos de baixa fertilidade não pode prescindir de calagem. O calcário é barato e os pecuaristas seguem a prática recomendada de fazer calagem do solo prepa-

rado para a implantação da pastagem. É uma prática conveniente, pois, como mostram os estudos de Rees & Minson (119), o consumo voluntário (de ovelhas) aumenta consideravelmente com o aumento dos níveis de Ca em *D. decumbens*, enquanto a suplementação mineral de Ca foi ineficiente.

Os enfoques para selecionar novas leguminosas tropicais para complementarem as já utilizadas no sul da Flórida são semelhantes aos de outros países (81). As baixas temperaturas e as inundações periódicas são fatores limitantes da produtividade e da produção de sementes de algumas espécies de leguminosas no sul da Flórida, devendo ser considerados em um programa de avaliação. A maioria das leguminosas avaliadas no ARC-FP persistem sob condições de drenagem moderada, mas não sobrevivem, em condições comerciais, em áreas com drenagem deficiente. Essa é a razão pela qual o *Macropodium atro-purpureum* cv. Siratro não tem sido utilizado mais amplamente. Apesar de *Aeschynomene* ser um gênero reconhecido como tolerante à inundação, é difícil predeterminar os ecótipos de outros gêneros tolerantes a tal condição, a não ser que sejam coletados em áreas sujeitas a inundações. Por exemplo, *Macropodium* (com exceção de *M. lathyroides*), *Desmodium* (com exceção de *D. canum*) são gêneros com cultivares comerciais que não são considerados tolerantes à inundação, apesar de terem uma grande diversidade de germoplasma. Provavelmente existem ecótipos desse gênero tolerantes à inundação. Nenhuma das cultivares liberadas, exceto *A. americana*, se adaptam às áreas de pastagens periodicamente inundáveis do sul da Flórida. Mesmo podendo-se testar introduções em casas de vegetação ou sob condições controladas (105), é difícil determinar se esses resultados podem ser aplicados às condições do campo. Conseqüentemente, no ARC-FP estão sendo desenvolvidos ensaios de resistência à inundação no campo para uma segunda tentativa de se selecionar germoplasma com boas características agrônômicas.

As leguminosas tropicais perenes são preferidas às anuais com regeneração natural,

graças à sua produtividade mais elevada, e, principalmente, à sua produção na primavera (88, 90). Entretanto, historicamente, os tipos anuais com boa produção de sementes têm dado resultados satisfatórios, principalmente no caso de *A. americana*, no sul da Flórida, mesmo sendo seu período de crescimento máximo de junho a outubro (Fig. 3). Como a seca e as baixas temperaturas da primavera impedem a germinação e o crescimento precoce da semente, e a produção de sementes é limitada pelas geadas de dezembro, parece pouco provável poder-se estender o período de crescimento de novas espécies anuais, em comparação a *A. americana*, a não ser, talvez, por um mês, no outono.

Para uma persistência a longo prazo das leguminosas tropicais perenes, é também necessário a produção de sementes e a regeneração natural. Por essa razão, mesmo sendo *Desmodium intortum* (Mill.) Urb. cv. Greenleaf a leguminosa de maior produção no ARC-FP (68), não tem sido recomendado, normalmente, devido à sua produção tardia e inconsistente de sementes.

Além dos fatores temperatura e inundação, tem sido dada ênfase especial às leguminosas herbáceas de coroa baixa que persistam sob condições de freqüentes desfolhações.

Não têm sido realizados ensaios com plantas de possíveis espécies tóxicas. Ao se coletarem ou introduzirem novos germoplasmas, *Crotalaria*, *Leucaena* e outros gêneros são evitados, a não ser que se necessitem amostras para herbário. É especialmente importante não espalhar introduções pouco palatáveis ou tóxicas, que poderiam se converter em plantas invasoras.

Os resultados demonstram que os maiores êxitos no desenvolvimento de leguminosas tropicais serão obtidos com *Stylosanthes* (14, 15, 16) *Aeschynomene*, *Centrosema* (80), *Calopogonium*, *Teramnus labialis* (Linn. F.) Spreng., *Desmodium* e *Macroptilium*.

Material de propagação

A Flórida é uma das poucas áreas onde se utilizam gramíneas tropicais, e onde, em sua maioria, são multiplicadas vegetativamente. Atualmente, na Flórida, somente são propagados sexualmente o *P. notatum* — variedades Paraguai, Pensacola ou Argentina — cujas sementes são produzidas localmente. Tanto a qualidade como o crescimento dessa gramínea no inverno deixam muito a desejar. *Digitaria* spp., *Cynodon* spp., *Hemarthria* spp., e outras gramíneas se propagam vegetativamente.

Para o estabelecimento de gramíneas em solos virgens e livres de invasoras, deveriam ser usados de 500 a 1.000 kg/ha de material vegetativo, e 2.000 kg/ha em terrenos renovados. Para o estabelecimento das leguminosas, são plantadas suas sementes tratadas com inoculantes tipo caupi. Deve-se ter muito cuidado ao escolher a fonte das sementes. Entre outras doenças, o *Collectotrichum* spp. pode ser transmitido às sementes de *Stylosanthes* (96), e algumas viroses, às de *M. atropurpureum* (111) e de *M. lathyroides* (117). Essas doenças podem ocasionar um retardamento no crescimento da plântula ou a morte da planta.

Invasoras

Em geral, o estabelecimento de forrageiras em solos virgens é mais rápido que em campos de cultivos antigos ou em pastagens renovadas, devido ao problema de invasoras. Em áreas com plantas invasoras, uma quantidade de 2 kg/ha (princípio ativo) de 2, 4-D amina ou simazina deverá controlar a maior parte das invasoras durante o estabelecimento da maioria das gramíneas propagadas vegetativamente (114). O herbicida deve ser pulverizado um a três dias após o plantio da gramínea. Para o replantio de uma pastagem infestada de invasoras, com a mesma ou com outra espécie de gramínea, um cultivo intermediário, como *Lolium multiflora* Lam., pode ser semeado no outono, quando

a gramínea for plantada. Isto ajudará a eliminar as espécies invasoras.

Em locais onde as invasoras constituem problema, seria de bom alvitre utilizar quantidades maiores de sementes de leguminosas, uma vez que a população de plantas pode ser consideravelmente reduzida nas áreas infestadas, em relação às áreas livres de invasoras (43). O uso de herbicida de pré-emergência não tem dado resultados relevantes a nível comercial e, provavelmente, essa prática é antieconômica. Para controlar espécies de folha larga, pode-se aplicar 2,4-D ou silvex em áreas recém-plantadas com gramíneas, aproximadamente três ou quatro semanas após a germinação das invasoras. Pode-se, então, semear a leguminosa três ou quatro semanas mais tarde. Bolton (12) observou que doses de 0,5 a 1,5 kg/ha de dinoseb, aplicadas entre um e cinco meses após a semeadura, controlarão as invasoras sem prejudicar o *M. atropurpureum*, *C. gayana*, *Paspalum plicatum* Michx., ou *Setaria anceps* Stapf. ex. Massey.

Fatores edáficos

No sul da Flórida, o estabelecimento de leguminosas tropicais em pastagens recém-plantadas com gramíneas é relativamente simples e, de um modo geral, dá ótimos resultados. Os poucos fracassos se devem, em parte, às elevadas temperaturas do solo.

Durante o verão, o solo pode atingir temperaturas de 45°C ou mais altas (39). A germinação de certas espécies pode ser bastante reduzida ou nula devido a essas temperaturas. Como existem poucas fontes de material vegetativo de gramíneas disponíveis, até o mês de junho, quando começam as chuvas, normalmente a semeadura das leguminosas tropicais com as gramíneas é feita de junho a agosto, quando as temperaturas são elevadas. Depois de se plantar a gramínea e nivelar o terreno, as sementes da leguminosa são semeadas a lanço e a área é novamente nivelada. A profundidade do plantio é outro fator que pode limitar o estabelecimento inicial. A semeadura muito profunda reduz considera-

velmente a população de plântulas, tal como foi observado em *A. americana* semeada num terreno franco-arenoso, onde a germinação foi reduzida em 50%, com uma profundidade de semeadura de 4 cm (44). Entretanto, nos terrenos arenosos da Flórida, onde a umidade é um fator limitante, a semeadura profunda proporciona melhores resultados. Por exemplo, foi obtida melhor germinação com *P. notatum* quando semeado a uma profundidade de 2,5 a 5,0 cm do que de 0 a 1,3 cm (20). Essa diferença aumentou durante os períodos de seca.

Estabelecimento de leguminosas em pastagens já existentes

Vários métodos têm sido sugeridos para o estabelecimento de leguminosas em pastagens já existentes. Informações preliminares (38) indicam que o estabelecimento inicial depende da forma de cultivo e das espécies de leguminosas. A gradagem leve e superficial da pastagem, semeadura a lanço e nivelamento da área dão melhores resultados do que a semeadura a lanço primeiro, gradagem e nivelamento, e iguais à semeadura sem cultivo, no caso de *M. atropurpureum*, *Centrosema pubescens* Benth., *Stylosanthes hamata* (L.) Taub. cv. Verano e *D. heterocarpon*. Entretanto, não houve diferenças na população de plantas de *A. americana*, em cultivo zero e cultivo completo, incluindo os tratamentos acima citados. Com *M. atropurpureum*, *D. heterocarpon* e outras leguminosas perenes com boa produção de sementes e de ressemeio natural, pode-se esperar um aumento na população de plantas no transcorrer dos anos com práticas adequadas de manejo.

Queima

A rigidez do tegumento das sementes tem sido responsável por fracassos no estabelecimento de *A. americana* (129). A queima das pastagens de gramíneas e *A. americana* no inverno ou na primavera aumentou as produções de forragem de duas a quatro vezes mais que as das parcelas segadas (138). O calor da queima reduz a dureza do tegumen-

to da semente. A queima da pastagem existente antes da semeadura tem sido um método eficiente de estabelecer outras leguminosas tropicais (27, 32, 41, 42, 122).

PERSISTÊNCIA DAS LEGUMINOSAS

O aspecto mais relevante na utilização de leguminosas tropicais, anuais ou perenes, é a persistência. Sem essa qualidade, as pastagens consorciadas e os lucros obtidos com a leguminosa terão curta duração. A maioria das leguminosas tropicais comerciais têm, aparentemente, uma persistência mais prolongada sob um regime de corte controlado do que sob condições de pastejo; entretanto, verificou-se que *Stylosanthes guianensis* var. *guianensis* (Aubl.) Sw. cv. Cook e Endeavour não persistiram em sistema de corte, mesmo quando a uma altura de 15-20 cm. Em alguns locais da África, essas cultivares não persistiram por mais de dois anos sob pastejo (115, 139). Alguns dos fatores importantes que limitam a persistência são discutidos a seguir. Outros informes de Kretschmer (79, 81) e Brolmann (16) tratam mais profundamente do problema de persistência.

Produção de sementes

Sem uma alta produção de sementes e sem um suprimento adequado de sementes ao solo, as leguminosas anuais não persistirão durante muito tempo, e a população das leguminosas perenes decrescerá lentamente. Tem sido demonstrada a importância dessas características com *A. americana*, *S. humilis* e *M. atropurpureum*. As sementes podem sobreviver de ano para ano no solo e, no caso de *M. atropurpureum*, acumular-se em quantidades de 500 a 1.000 kg/ha (50, 51). Outras leguminosas, como *S. guianensis*, produzem uma grande quantidade de sementes (98, 99), porém não se conservam satisfatoriamente no solo, devido a outros fatores, como o indicam alguns ensaios no sul da Flórida e em partes da África (115, 122, 139). Ainda não são bem conhecidos os efeitos dos ataques dos insetos e dos roedores nas sementes maduras ou em maturação na germinação das mesmas, apesar de que foi observa-

do que o "gorgulho-da-ervilha" (Bruchidae) destrói de 10 a 99% das sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., 42% das de *Rhynchosia pyramidalis* (Lam.) Urb. e 52% das de *Phaseolus lunatus* L. (53). Os percevejos "stink bug" (*Chlorochroasayi*) e "lygus" (*Lygus* spp.), podem também reduzir a produção ou a germinação das sementes (97).

Vigor das plântulas

A informação sobre as plântulas durante seu estabelecimento é limitada, porém devem ser dadas as condições necessárias para um bom vigor das plântulas da leguminosa quando esta for semeada em consorciação com gramíneas, em áreas livres de invasoras, comparadas com a semeadura em pastagens já existentes ou em áreas infestadas de invasoras. Tem sido demonstrado que a mosca-do-feijão (*Melanagromyza phaseoli* Coq.) reduz as populações de plântulas de *M. atropurpureum* e também destrói as plântulas de *Lablab purpureus* (L.) Sweet e de *M. lathyroides* (58). No ARC-FP tem sido observado um menor número de brocas-do-caule-do-milho (*Elasmopalpus lignosellus* Zeller) nas plântulas de *C. gayana* e *P. notatum*, que muitas vezes causam sua morte. Esses insetos também se alimentam das leguminosas tropicais mais importantes e são principalmente ativos quando a superfície do solo está seca, durante os meses mais quentes. As paquinhãs (*Scaptorisca* spp.) podem causar sérios danos nas plantas de *P. notatum* e nas plântulas de leguminosas. O fungo *Colletotrichum dematium*, levado nas sementes, causa sérios danos nas plântulas de *Desmodium intortum* (148). Em ensaios de patogenicidade realizados em casa de vegetação, *C. dematium* e *C. gloeosporioides* mataram as plântulas de vários grupos de *Stylosanthes* spp. (94, 95). Sonoda (137) registrou muitas outras doenças em leguminosas na Flórida. Outros fungos levados pelo vento, sementes e solos podem causar danos ou a morte de plântulas, bem como impedir a emergência das mesmas. Tendo em vista que uma aplicação de 100-200 kg/ha de KCl causou a morte dos rebentos de *D. intortum* (61), provavelmente os solos salinos evitariam a emergência de

Aparentemente, não existe uma relação íntima entre o tamanho da semente e o vigor e persistência da plântula. A leguminosa *L. leucocephala*, de semente grande é de difícil estabelecimento, em virtude do crescimento lento da plântula, enquanto que a plântula de *M. atropurpureum*, de semente muito menor, é mais vigorosa. No ARC-FP, plântulas de *G. wightii* cv. Tinaroo não apresentaram o mesmo vigor que *S. guianensis* cv. Cook e Endeavour. Outros fatores, tais como o sombreamento — que prejudica o vigor das plântulas de *S. humilis* —, tolerância à seca e à inundação, e nodulação lenta, como de *G. wightii* (140), podem influir no vigor e na persistência das plântulas.

Torsell *et al.* (142) e Torsell (141), na Austrália, descreveram os padrões de germinação e crescimento anual de plântulas do *S. humilis*. Parte da dinâmica desse sistema pode ser aplicada à germinação da semente e ao crescimento de plântulas de leguminosas perenes que se auto-regeneram.

Fatores edáficos

As características do solo que favorecem as espécies competitivas têm um efeito adverso na persistência de leguminosas tropicais. Kretschmer (81) e Humphreys & Jones (52) discutem esses aspectos. No sul da Flórida, as diferenças físicas na superfície do solo são pequenas, comparadas com as flutuações do lençol freático e o concomitante potencial para inundação e drenagem excessiva do solo. O nível de nutrientes do solo é determinado mais pela adubação e calagem que pelas características inerentes. Não têm sido observadas reduções apreciáveis nas populações de plantas de *S. humilis* (em pastos de *D. decumbens*) e de *M. atropurpureum* (em pastos de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. cv. Coastcross-1), com aplicações anuais de N (81), apesar de que, provavelmente, o N deveria ser usado somente quando houver necessidade de forragem adicional no outono ou na primavera, quando a leguminosa estiver em estado de latência. Au-

mentando-se os níveis de N no solo, o efeito sobre a persistência das leguminosas estabelecidas em pastagens de gramíneas dependentes, provavelmente, da espécie de gramínea associada. A persistência de *S. humilis* se reduziria em níveis mais baixos de N, quando comparada com a de *M. atropurpureum* em mistura com gramíneas altas e vigorosas, e as populações de ambas as leguminosas seriam reduzidas ou eliminadas com níveis elevados de N no solo. Isso resultaria dos efeitos competitivos da gramínea e pode ser modificado através do manejo da pastagem e de outros fatores. Desse ponto de vista, os solos do sul da Flórida são adequados para o uso de leguminosas tropicais. O efeito produzido pela adubação nitrogenada para estimular a gramínea tem curta duração. Na seção sobre calagem e fertilização, nesta mesma publicação, são apresentadas informações sobre os níveis ótimos de Ca e P para crescimento de algumas leguminosas tropicais. Mantendo-se esses níveis, inclusive com níveis mais baixos, as plantas de *A. americana*, *M. atropurpureum*, *S. guianensis* cv. Cook, *D. heterocarpon* cv. Flórida e *C. pubescens*, persistiram e produziram quantidades adequadas de sementes durante o segundo ano.

É difícil atribuir a falta de persistência das leguminosas tropicais em pastagens melhoradas do sul da Flórida à falta de um ou mais elementos essenciais. É mais fácil atribuí-la às inundações periódicas (às vezes, mantidas durante várias semanas). No ARC-FP, um experimento de campo mostrou algumas evidências preliminares sobre a sobrevivência de leguminosas tropicais a inundações periódicas. O nível da água foi mantido a 3 cm da superfície do solo durante quase todos os 45 dias do ensaio. De dez plantas de cada uma das onze introduções de *Aeschynomene* (seis espécies) sobreviveram sete ou mais plantas, com exceção de *A. falcata*. A sobrevivência de *S. virginianum*, coletada numa área inundada do pantanal de Mato Grosso, Brasil, foi melhor que a da cultivar australiana de *C. pubescens* e de outras duas introduções de *C. virginianum*, provenientes de áreas bem drenadas das ilhas do Caribe. Surpreendentemente, todas as dez

plantas de *S. hamata* cv. Verano sobrevivem, enquanto que as de *S. guianensis* cv. Cook e Endeavour só sobreviveram quatro e três, respectivamente. Como era esperado, a sobrevivência de *M. lathyroides* foi satisfatória, enquanto a de *M. atropurpureum* deixou muito a desejar.

Mesmo não existindo evidências experimentais sobre a morte de plantas maduras, em virtude da seca da primavera, observações em solos de "flatwood", indicam que esse fator tem pouca influência na sobrevivência.

Fatores de temperatura

Não existe evidência experimental sobre os efeitos das geadas na sobrevivência de plantas de leguminosas perenes; porém, tem havido muitas avaliações de introduções no ARC-FP e do efeito das geadas na Austrália (56), para se acreditar que somente uma pequena quantidade de introduções não sobreviveriam às temperaturas de inverno no sul da Flórida.

Manejo do pastejo

Com o programa de cria e recria do sul da Flórida, pode-se variar o manejo do pastejo durante a estação de crescimento, que compreende os meses de junho a outubro, e com a reserva de forragem em pé normalmente disponível até dezembro ou mesmo mais tarde.

O pastejo durante a estação fria resulta no consumo de quase toda a forragem disponível e consiste, essencialmente, em pastejo contínuo, à medida que a estação progride. Se o programa inclui as espécies de *Trifolium* ou as gramíneas anuais de clima frio, o pastejo é rotacional, apesar de que a desfolhação é severa à medida que progride a estação. Devido a esse sistema de manejo, as leguminosas tropicais devem ser resistentes à desfolhação contínua durante os cinco ou seis meses da estação fria. As leguminosas que têm a área da coroa próxima à superfície do solo sobreviverão à desfolhação severa da estação fria

muito melhor que as que têm a coroa mais elevada. Leguminosas, como *S. humilis*, que podem sobreviver com teores baixos de P no solo e severas desfolhações em comparação com *D. uncinatum*, persistirão sob diferentes condições ambientais (2, 123).

Não é recomendável a utilização de leguminosa mais palatável que a gramínea consorciada, a não ser que a leguminosa seja resistente à desfolhação ou que a arquitetura da gramínea proteja a leguminosa contra o superpastejo. Deveria, a leguminosa ser selecionada por sua baixa aceitabilidade por parte do gado, se sua morfologia não lhe permite resistir ao pastejo intensivo? Aparentemente, existem fatores físicos e químicos envolvidos na aceitação pelo animal, e a aceitabilidade da gramínea associada afeta o nível de aceitabilidade da leguminosa. Observações feitas pelo autor principal, na Colômbia, indicam que o manejo de pastejo para manter a persistência de *S. guianensis* e *C. pubescens* semeados entre fileiras de *Brachiaria decumbens* Stapf. ou *Panicum maximum* Jacq. não deveria ser difícil se o pastejo rotacionado se baseasse em padrões visuais de desfolhação. Nessas misturas, o gado preferiu a gramínea ao ponto de, praticamente, excluir as leguminosas. Poder-se-ia retirar o gado quando a gramínea estivesse completamente desfolhada ou quando a leguminosa tivesse sido pastejada até o nível desejado. Uma situação similar ocorreu no Equador, onde a gramínea *P. maximum* foi quase completamente eliminada pelos efeitos do pastejo e o gado estava pastejando exclusivamente o *P. phaseoloides* (Devido à competição, pressão do pastejo ou à aceitabilidade diferencial, o *M. atropurpureum*, *C. pubescens* e *G. wightii* cv. Tinaroo se encontravam quase completamente eliminados). Na Austrália, não se pasteja *S. humilis* semeando em pastagens de capim nativo antes do fim da estação de crescimento. Na Flórida, essa leguminosa é pastejada em mistura com *D. decumbens* e *C. dactylon* cv. Coatcross-1, durante toda a fase de crescimento. *A. americana* é pastejada moderada e intensamente (dependendo da carga animal e da época de pastejo) quando consorciado com *H. altissima* cv. Bigalta

ou *D. decumbens*, *I. hirsuta* é pastejada apenas levemente, mesmo consorciada com *P. notatum*, enquanto que *A. vaginalis* é consumida rapidamente. Com as leguminosas perenes decumbentes, taxas de lotação de mais de 2 UA/ha em pastejo contínuo reduziram sua persistência. Entretanto, desconhece-se qual deva ser a duração do período de descanso das pastagens consorciadas com taxas de lotação elevadas (52). A preferência animal pelas gramíneas sobre as leguminosas, favorece a persistência das leguminosas com pressões baixas ou moderadas de pastejo contínuo; porém, a menos que a leguminosa não seja palatável ou seja morfológicamente adaptada, sua persistência diminuirá com taxas mais altas de lotação. Kretschmer (81) tratou e discutiu mais pormenorizadamente os efeitos do pastejo e do corte na persistência.

Com base em observações de plantios comerciais de diversas leguminosas tropicais (em ambientes climáticos e edáficos adequados) e de ensaios experimentais, são oportunas as seguintes sugestões para maximizar a produtividade e a persistência no sul da Flórida. O *M. atropurpureum* deveria ser pastejado de janeiro a junho, descansar até setembro, e voltar a ser pastejado, contínua ou rotacionalmente, até o mês de junho seguinte. Quando ele for usado para feno ou para pastejo diferido de inverno, a pastagem poderá descansar em junho, ser pastejada leve e continuamente até agosto, descansar novamente, e ser então pastejada desde novembro-dezembro até junho. O *D. heterocarpon* cv. Flórida é menos suscetível a cortes ou pastejos intensivos de que o *M. atropurpureum*. Uma excelente produção de sementes pode ser obtida se o gado for retirado aos primeiros sinais de floração (aproximadamente 1º de setembro), mesmo após ser submetido a pastejo intenso durante o verão. Após os primeiros dias de novembro, já foram produzidas bastantes sementes maduras e, como o crescimento vegetativo até abril é lento, a pastagem pode ser consumida de novembro até setembro do ano seguinte. Entretanto, para que se obtenha uma produção máxima de sementes, o gado deve ser retirado da pas-

tagem mais ou menos a 1º de agosto, se foi consumida intensivamente antes dessa época. Com espécies anuais, o pastejo pode continuar depois de suficiente produção de sementes no outono até junho, ou quando as sementes tenham germinado. Provavelmente, nestas épocas, as pastagens de *I. hirsuta* e *A. americana* deveriam descansar por aproximadamente um mês; porém, com *S. humilis* e *A. vaginalis*, a altura da gramínea deveria ser reduzida com um pastejo rápido, até que as plantas novas estejam bem estabelecidas no mês de julho. Ambas produzirão grande quantidade de sementes, mesmo sob elevadas pressões de pastejo, de tal maneira que possam ser pastejadas moderadamente e mesmo intensamente desde julho até o ano seguinte.

Como o N incorporado no sistema pela leguminosa depende, em grande parte, da quantidade de folhagem produzida (32), é lógico permitir que a folhagem se acumule, durante os dois ou três meses de crescimento ativo no verão.

CALAGEM E ADUBAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE FORRAGEM

Provavelmente, a maior quantidade de trabalhos sobre as necessidades de calagem e fertilização de forrageiras tropicais se realiza na Flórida, mais que em qualquer outra região do hemisfério ocidental, apesar de o assunto não estar, ainda, esgotado. Muitos desses trabalhos são ensaios de curta duração, realizados em casas de vegetação, em Gainesville, como estudos de pós-graduação; porém, existem muitos estudos de campo, de longa duração. Estes últimos têm fornecido, em alguns casos, informações importantíssimas, que não teriam sido conseguidas de outra maneira.

Calagem

Mesmo podendo sobreviver sem calagem, as leguminosas tropicais têm respondido sistematicamente a adições de calcário nos solos virgens da Flórida. Em estudo em vasos,

usando-se areia fina de León (Espodosolo), o crescimento da parte aérea de *C. pubescens* aumentou cinco vezes com 2.760 kg/ha de calcário quando comparado com a testemunha sem cal (143). Também em estudos de vaso com areia fina de Oldsmar (Espodosolo), Kretschmer (74) verificou que uma aplicação de 2.511 kg/ha de calcário triplicou a produção da parte aérea de *S. humilis*, em comparação com a testemunha sem calagem, e 10 vezes, no caso de *M. atropurpureum*. Numa série de estudos em vasos e num estudo de campo, a curto prazo, com *C. pubescens*, *M. atropurpureum*, *S. guianensis* cv. Endeavour e *D. heterocarpon*, foram observadas respostas significativas à aplicação de calcário em um solo virgem de areia fina de Oldsmar (133). Em outro estudo de campo, mais recente, com o mesmo tipo de solo acima mencionado, foram verificadas produções máximas de MS de *C. pubescens*, *D. heterocarpon*, *S. guianensis* cv. Cook e *M. atropurpureum* com aplicações de calcário de, aproximadamente, 2.200 kg/ha (136). O *D. canun*, cultivado em areia fina de Myakka (Espodosolo), em estudo de casa de vegetação, mostrou melhor crescimento da parte aérea com 2.500 kg/ha de calcário do que a testemunha, apesar de não terem sido testados níveis intermediários (150). Na primeira colheita de um estudo de campo —, que ainda está em andamento —, em areia fina de Oldsmar, os autores obtiveram produções da parte aérea de *A. americana* de 174, 315 e 755 kg/ha para níveis de calcário de 200, 1.000 e 2.000 kg/ha, respectivamente, aplicando 40 kg/ha de P.

Em alguns casos, têm sido obtidas respostas quadráticas à calagem. Snyder *et al.* (136) observaram produções reduzidas de *D. heterocarpon* com níveis elevados de calcário. Nesse estudo, foi observada uma interação positiva de calcário x P, isto é, níveis altos de calcário reduziram a produção, a não ser que houvesse também suficiente P. As doses ótimas de calcário e de P foram de 2.620 e 45 kg/ha, respectivamente. Snyder *et al.* (136) obtiveram uma resposta quadrática a calcário e uma interação calcário x P com *C. pubescens* nesse estudo de

campo, tal como Urrutia (143), num estudo em vasos, usando areia fina de León. Esses dados indicam que, apesar de as leguminosas tropicais responderem, em geral, favoravelmente à calagem nos Espodosolos da Flórida, o calcário não deve ser usado indiscriminadamente, pois as reduções, na produção, de certas espécies, podem ser acarretadas por aplicações excessivamente elevadas. O pH do solo, associado com níveis ótimos de calcário no aludido estudo, flutuou entre 5,5 e 6,0. Entretanto, no caso de *C. pubescens* e *M. atropurpureum*, as doses ótimas oscilaram entre 3.500 e 4.500 kg/ha. (136). Nas ilhas Andros e Abacos, nas Bahamas, as associações de *M. atropurpureum* e *D. intortum* com *H. altissima* cv. Bigalta, em pastejo tiveram bom desenvolvimento e demonstraram boa persistência durante dois anos, em solos de rocha calcária com um pH de 8,0 a 8,3. A *S. hamata* e outras leguminosas tropicais são nativas dessas ilhas.

Existe pouca informação relacionando produção de gramíneas e calagem na Flórida. Em um estudo de campo, a produção de *D. decumbens* foi aumentada com uma calagem em areia fina de Immokalee (Espodosolo) com 2.240 kg/ha de calcário. Entretanto, foram usadas doses intermediárias (29). A calagem com doses de até 8.960 kg/ha de calcário não afetou a produção. Em um estudo em vasos, usando-se areia fina de León, a produção de *D. decumbens* foi aumentada com cerca de 400 kg/ha de calcário, não tendo sido obtida resposta a doses maiores (126). *P. notatum* não respondeu à calagem quando havia quantidades suficientes de Cu no solo. No entanto, *Pennisetum americanum* (L.) K. Schum. respondeu até 3.200 kg/ha de calcário. Snyder *et al.* (135) conseguiram excelente resposta de *C. dactylon* cv. Tifgreen (*Cynodon x Magenissii* Hurcombe), mantido bem baixo pelos cortes quando o pH da areia fina de Pompano (Entissolo) era inferior a 5,0, fornecendo Ca continuamente na água de irrigação.

Assim sendo, aparentemente, as doses de calcário apropriadas para as leguminosas tropicais nos solos da Flórida são também acei-

táveis para muitas gramíneas. Entretanto, essa conclusão está baseada em informações muito limitadas e precisa de uma verificação mais ampla.

Nitrogênio

De todos os nutrientes, o N é talvez o mais deficiente e transitório para a produção de forragem nos solos de "flatwoods" da Flórida. O N pode ser aplicado em gramíneas forrageiras para aumentar ao máximo a produção anual total. O N pode também ser utilizado com outros objetivos, como o de proporcionar uma quantidade suficiente de forragem de qualidade aceitável em determinada época do ano. Dispor de forragem adequada durante períodos deficientes pode ser muito mais importante que a produção anual total. Numa seção posterior deste trabalho, são discutidos alguns dos usos do N no manejo das pastagens.

Nas condições da Flórida, a maioria das gramíneas de verão responderá a doses de N muito superiores às usadas normalmente e às recomendadas pela Universidade de Flórida. Em um recente estudo de campo realizado em Gainesville (norte da Flórida) em areia fina de Arredondo (Ultissolo), as produções anuais de *D. decumbens*, "Transvala digitgrass" e *C. dactylon* cv. Coastcross-1 alcançaram seu ponto ótimo com doses de N, de 650, 700 e 800 kg/ha/ano, respectivamente (63). Foram observados acréscimos lineares na produção de *P. notatum* com doses de N até 224 kg/ha/ano, em todos os anos — menos no primeiro —, durante um período de dez anos de estudo, em areia fina de León, em Gainesville (10). Foram obtidas ótimas produções (média de três anos) de *D. decumbens* e *P. notatum* com 450 e 370 kg/ha/ano, respectivamente, em um estudo efetuado em Gainesville, com areia fina de León (147). *P. notatum* cv. Pensacola e Argentina e *C. dactylon* cv. Coastcross-1 produziram os maiores rendimentos com 896 kg N/ha, num estudo realizado na região "panhandle" da Flórida (54). Respostas mais elevadas podem ser conseguidas no sul da

Flórida, onde a estação de crescimento é mais prolongada. Por exemplo, Krestschmer & Martin (89) registraram uma resposta linear de crescimento de *D. decumbens* com até 1.344 kg/ha de N por estação. Apesar disso, a Universidade recomenda menos de 70 kg/ha de N anualmente, para as pastagens estabelecidas para pastejo. (Agronomy Facts No. 70, Dez. 1977, Florida Cooperative Extension Service, IFAS, Gainesville, Fla.) e a maioria das pastagens da Flórida recebem somente uma fração do N necessário para uma ótima produção (55). As deficiências de N são muito comuns. A razão pela não-utilização de doses mais altas de N, apesar de as pesquisas assim o indicarem, é, em parte, devido ao fato de que, com o pastejo, há a reciclagem de N, o que não acontece nos ensaios de corte. Entretanto, a razão principal é, provavelmente, o aspecto econômico. Os fazendeiros ou não podem comprar mais N ou não confiam em seus benefícios econômicos. Por outro lado, o uso de altas doses de N para melhorar as produções no verão não é justificável se as taxas de lotação de inverno tiverem de ser reduzidas drasticamente.

Os problemas relacionados com a fertilização de N, nas pastagens da Flórida, realçam a importância de se utilizarem leguminosas nas pastagens. Krestschmer *et al.* demonstraram que, na Flórida, *S. humilis*, *M. atropurpureum*, *D. heterocarpon*, *D. intortum* com *D. decumbens*, produzem o equivalente a 98, 110, 135 e 185 kg N/ha/ano, respectivamente, em comparação com *D. decumbens* puro. Para as misturas de *P. notatum*, os valores respectivos foram, aproximadamente, de 200, 220, 250 e 370 kg/ha de N.

A eficiência da utilização do N e o efeito das doses e épocas de adubação das pastagens nas perdas de N por lixiviação têm sido motivos de preocupação. Numa série de documentos, Blue e seus colaboradores demonstraram que, para a gramínea forrageira mais amplamente usada na Flórida, *P. notatum*, as perdas de N talvez não sejam tão altas como se crê. Estudos realizados a curto prazo em sistema de cortes, têm demonstra-

do uma eficiência relativamente baixa de absorção de N por *P. notatum* pois somente 40-50% do N aplicado são recuperados com os cortes (7, 145). Porém, grandes quantidades de N são utilizadas na produção maciça de estolões e raízes (102). Vários anos após o estabelecimento da pastagem, a recuperação de N tem aumentado entre 70 e 80% (10, 11). Em um experimento em areia fina de Myakka, Je três anos de duração, houve pouca diferença na recuperação do N ou na produção anual de MS de uma pastagem de *P. notatum* fertilizada com várias doses anuais de N, quando foram efetuadas de 1 a 16 aplicações, de março a setembro (11). A única exceção ocorreu quando choveu copiosamente (202 mm) nos doze dias após a adubação. Usando parcelas estabelecidas de *D. decumbens*, que não possui um sistema de estolões e raízes tão sólido como o do *P. notatum*, os autores verificaram recuperações elevadas de até 85% de N nos cortes, quando o N foi aplicado em doses de 56 kg/ha/corte (168 kg/ha/estação, com intervalos de 44 dias entre cada corte) e baixa, de até 23% com doses de 224 kg/ha/corte (1.344 kg/ha/estação, com intervalos de 22 dias entre cada corte) (média de três anos. Dados não publicados).

Fósforo

A produção de leguminosas tropicais na Flórida depende da adequada adubação fosfatada. Os autores observaram, em estudos de campo, incrementos marcantes nas produções de *C. pubescens*, *D. heterocarpon*, *S. guianensis* cv. Cook, *M. atropurpureum* e *A. americana* (133, 136, e dados não publicados), como resultado da adubação com P em solos virgens de areia fina de Oldsmar. Produções ótimas foram obtidas com doses de P de 40 a 80 kg/ha, dependendo da espécie e da estação. Praticamente, não existe crescimento em solos não fertilizados.

Aparentemente, as gramíneas forrageiras da Flórida necessitam doses de P mais baixas do que em outras partes do mundo. A Universidade da Flórida recomenda somente 20 kg/ha de P no momento do es-

tabelecimento (Agronomy Facts, mencionada acima), o que representa 38% a menos em relação à quantidade recomendada em anos anteriores (57). Em ensaio de vasos, utilizando-se areia fina de León, foi verificada resposta do *P. notatum* até 16 kg/ha de P, apesar de que a produção da testemunha foi de quase 75% da produção máxima (127). Em outro estudo, realizado com areia fina de Immokalee, a produção de *D. decumbens* (total de nove cortes) aumentou até com a dose máxima de P utilizada (48 ppm) (40). Esse requerimento aparentemente elevado de P pode ter sido devido às colheitas múltiplas e à remoção da parte aérea. Quando o material cortado nos primeiros cinco cortes foi devolvido ao solo após a nona colheita, não houve efeito da aplicação do fertilizante fosfatado no décimo corte.

Em um estudo de pastejo que durou dez anos, realizado em areia fina de Immokalee, no qual se aplicaram 24,4 kg/ha/ano de P (na forma de SFS) durante três anos, e 26 kg/ha/ano de N, o *D. decumbens* sob pastejo produziu 39% mais que no testemunha sem P (46). Durante os quatro últimos anos, quando foi dobrada a dose do N e o P foi reduzido para metade, o tratamento que recebeu P continuou aumentando de produção em 31% mais que o testemunha. Nos quatro anos finais, ao ser duplicada novamente a dose de P, o tratamento com P ainda produziu 31% mais forragem que a testemunha sem P. Conclui-se, então, que aplicações anuais de P na forma de SFS, em quantidades de 12 a 24 kg/ha, podem manter o crescimento vigoroso de *D. decumbens* sem acumulação excessiva de P no solo. É interessante observar que, apesar de a fertilização fosfatada ter proporcionado taxas de lotação maiores, as vacas para corte do tratamento sem P se mantiveram vigorosas e produtivas mesmo quando a forragem tinha baixo conteúdo de P (0,10 a 0,12%).

Ao contrário da calagem, o P está sujeito a uma considerável lixiviação em horizontes superficiais ácidos dos solos minerais do sul da Flórida, devido à textura arenosa destes

solos (113). O horizonte espódico retém o P, pois limita os movimentos da água e contém uma apreciável quantidade de Al e de Fe (124). Não obstante, os solos adequadamente corrigidos com calagem retêm o P satisfatoriamente. Em um estudo de laboratório, a retenção do P em areia fina de León aumentou linearmente com aplicações de até 10.000 kg/ha de CaCO_3 (8).

Aparentemente, a maior retenção de P nos solos da Flórida ocorre na forma de fosfato de Al, apesar de que esta observação parece não estar de acordo com o aumento geral em retenção de P observada com a calagem, o que sugere a presença de formas de Ca-P. A retenção de P correlaciona bem com o Al e, algumas vezes, com o Fe extraível por diversos reagentes (151). Em geral, as correlações foram melhores nos Entissolos e Ultissolos do que nos Inceptissolos e Espodossolos. O fracionamento de formas de P numa areia fina de León com calagem mostrou um domínio das formas de Al-P em todas as doses de calcário (8). No entanto, houve dúvidas sobre o método de fracionamento, quando foi observado que os reagentes 1N (NH_4Cl) e 0,5N NH_4F (pH 8,2), utilizados para extrair P e Al-P livres e fixos, respectivamente, também extraem uma grande quantidade de Ca-P de $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

Foi demonstrado que, nas areias finas de León, o *P. notatum* utiliza os resíduos de P do solo, e nos solos com P total acima de 300 ppm, a resposta à adubação é improvável (127). No entanto, em estudo de vasos com *D. decumbens*, onde foram usados horizontes selecionados de areias finas virgens de Immokalee e Myakka, as produções de forragem aumentaram com todos os níveis de P residual do solo (P nativo) de 52 a 1.650 ppm (40). Em termos de crescimento da planta, os níveis residuais de P de 500 e 1.650 ppm equivaleram, aproximadamente, a 24 e 48 ppm de P solúvel aplicado, respectivamente.

Foi demonstrado que o 1N NH_4OAc (pH 4,8), usado durante muitos anos pelo Laboratório de Testes do Solo da Universi-

dade da Flórida extrai pouco Al-P (3). Assim sendo, não tem sido medida uma grande parte do P residual do solo (nativo ou de fertilizações anteriores). Ultimamente, o laboratório está utilizando um reagente extrator ácido duplo (0,05N HCl em 0,025N H_2SO_4) que extrai Al-P. Como as gramíneas utilizam o P residual (provavelmente Al-P), esse extrator deve proporcionar melhor medição do P disponível. Porém, até hoje, tal ainda não foi comprovado nos solos da Flórida. Em estudo de vasos, no qual foram utilizados vários solos da Flórida, a produção de MS do *P. americanum* foi pouco correlacionada com o P extraível com o acetato de amônia ou com o ácido duplo, apesar de que houve uma correlação significativa com o acetato de amônia (132). Foram também verificadas correlações deficientes entre a absorção de F ou a concentração de P no tecido com o P extraível por ambos os extratores. Os autores também não encontraram muitas diferenças entre esses extratores ao correlacionar o P do solo com o crescimento de quatro leguminosas tropicais em um estudo de campo (134). Utilizando esses e outros dados, os autores continuam tentando determinar a eficiência de vários métodos de extração de P para prever o crescimento das leguminosas tropicais.

Assim, mesmo sendo o P um nutriente importante e de boa retenção pelos solos da Flórida e para o qual seria possível estabelecer os níveis apropriados de disponibilidade no solo, esse trabalho ainda não foi realizado para as gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais.

Potássio

De um modo geral, o K não acumula, nos horizontes superficiais dos solos, minerais da Flórida, pois esses solos contém pouquíssima matéria orgânica (MO), argila ou minerais portadores de K. O K pode ser lixiviado pela chuva ou absorvido pelo cultivo. Como resultado de qualquer dos dois processos, o K desaparece do solo; daí as amostras de solo terem geralmente baixos conteúdos de K (menos de 100 kg/ha). Entretanto, um teste

que indique um baixo conteúdo de K no solo não garante que haverá uma resposta positiva à adubação, especialmente em pastagens. Em virtude de o K reciclar rapidamente e as plantas o absorverem em excesso, suficientes quantidades de K podem voltar ao solo para satisfazer as necessidades da pastagem em crescimento. Para determinar a quantidade de fertilizantes que deve ser aplicada nesses solos, é preferível a análise dos tecidos da planta à do solo, pois a maior parte do K numa pastagem de gramíneas e leguminosas provavelmente se encontra mais na planta que no solo.

Como resultado da reciclagem do K através do animal, o adubo potássico aplicado uniformemente na pastagem concentra-se nas excreções espalhadas por toda a pastagem. Com o tempo, as áreas deficientes se misturam com áreas com maior conteúdo de K. A pergunta para a qual não temos resposta, no momento, é: "Quando é economicamente viável refertilizar toda a área com K? Nos Histossolos da Flórida que possuem um CTC elevado e retêm melhor o K, é recomendado ao agricultor tomar três amostras separadas por pastagem e fertilizar com base na mais baixa das três. Enquanto esse método permite fertilizar apropriadamente a totalidade da pastagem, algumas áreas são fertilizadas em excesso. As implicações econômicas desse método não foram ainda determinadas.

A calagem em doses baixas melhora a retenção do K ao aumentar o CTC do solo e porque o K pode competir melhor com o Ca por sítios de troca do que com o Al, o H ou o Fe (62). Entretanto, as doses altas de calcário podem saturar o complexo de troca com Ca, reduzindo a retenção de K. Se o pH do solo é aumentado usando-se K_2CO_3 em vez de $CaCO_3$, a retenção de K é melhorada ao eliminar a competição catiônica. Entretanto, o modo mais prático de manejar o K nos solos de textura grossa da Flórida é aplicá-lo em quantidades relativamente grandes somente quando existirem poucas probabilidades de lixiviação pelas chuvas e/ou quando existir um sistema ativo de

absorção pela raiz. Em uma pastagem estabelecida de *P. notatum* em areia fina de León, 73 a 103% do K aplicado, foi recuperado com os cortes (9). A época e o número de aplicações de uma vez ou em parcelas não produziram grandes efeitos na recuperação de K, por parte da gramínea quando o K foi aplicado em dose de 93 kg/ha. Aparentemente, as produções não se viram prejudicadas pelas perdas causadas pela lixiviação do K na zona da raiz. Em outro estudo, em areia fina de Myakka, a recuperação do K aplicado (93 kg/ha) em *D. decumbens*, foi de 55 a 69% e não foi prejudicada pelas datas de fertilização nem pela aplicação completa dumavez, nem pela parcelada (31).

Em estudo de dois anos, no qual o K foi aplicado numa dose de 11,6 kg/ha, após cada corte, os autores observaram uma recuperação (média de seis cortes) ligeiramente em excesso ao K aplicado em *H. altissima* cv. Bigalta, *C. gayana*, Transvala digitgrass e *C. dactylon* cv. Coastcross-1 (dados não publicados). Com 46,5 kg/ha/corte, a recuperação foi de 77, 51, 77 e 65%, respectivamente, para essas gramíneas. Houve um certo aumento na recuperação nos últimos cortes. Apesar de que as análises do solo nas parcelas-testemunhas indicaram somente 2 a 3 kg/ha de K disponível e não havia minerais portadores de K nas areias finas de Oldsmar usadas nesse estudo, obtiveram-se, em média, de 6 a 7 kg/ha/corte, de K nos cortes realizados nas quatro gramíneas cultivadas sem adubação potássica.

Existe pouca pesquisa para estabelecer as dosagens de fertilização com K para as leguminosas tropicais da Flórida. Brolmann & Sonoda (18) registraram deficiências de K em introduções de *S. guianensis* cultivadas no ARC-FP. Os valores de K de 0,70 a 0,35% no tecido foliar estavam associados com plantas sadias e deficientes, respectivamente. Em um estudo em vaso, no qual foram utilizados níveis de K de 19, 38 e 95 kg/ha, esses mesmos autores observaram maior crescimento da parte aérea da planta, com os níveis mais altos em todos os cortes a partir do primeiro.

Para as gramíneas, a fertilização potássica deve estar relacionada com a adubação com N, a fim de manter um nível ótimo de K na forragem para um crescimento adequado. Ao fertilizar com N, com 56 kg/ha/corte e eliminar todo o material cortado, os autores observaram correlações lineares altamente significativas entre as adubações com K de 46,5 kg/ha/corte e as produções de *H. altissima* cv. Bigalta, *C. gayana*, Transvala digitgrass e *C. dactylon* cv. Coastcross-1 (dados não publicados). Nos casos onde a resposta era melhor representada por uma função quadrática, foi possível prever a produção ótima com 30 a 40 kg/ha/corte de K. Depois de uma aplicação de K, com o nível mais alto (46,5 kg/ha), as parcelas de *H. altissima* cv. Bigalta, *C. gayana* e Transvala digitgrass, que não haviam previamente recebido o K — e, portanto, deficientes nesse elemento —, deram produções equivalentes às fertilizadas com o nível mais alto de K, durante todos os anos do estudo. As percentagens de K nos tecidos de 0,6% ou maiores foram associados com as produções mais altas. Os níveis críticos a seguir têm sido considerados por outros pesquisadores da Flórida (35): *Eragrostis curvula* (Schrud.) Nees, — 0,3%; *P. notatum*, — 0,5%; *P. notatum* cv. Pensacola, — 0,6%; *P. notatum* cv. Argentina, — 0,9%; *Axonopus compressus* (Swartz.) Beauv., — 0,75%; *C. dactylon*, 99 — 0,8%; *C. dactylon* cv. Coastcross-1 — 1,0% e *D. decumbens*, — 2,0%. Foi verificado que o Na pode satisfazer grande parte do requerimento de K em *D. decumbens* (34). Entretanto, em outro estudo, as produções de *D. decumbens* foram reduzidas com aplicações de NaCl na água de irrigação, em qualquer dos níveis superiores ao do testemunha (30). Os autores deste estudo não conseguiram detectar um efeito benéfico da substituição de Na por K em *H. altissima* cv. Bigalta em um estudo de campo (dados não publicados); não obstante, em outro estudo, observaram maiores concentrações de Na nos tecidos de *C. gayana* e Transvala digitgrass que em *H. altissima* cv. Bigalta ou *C. dactylon* cv. Coastcross-1, quando cultivados em condições similares sem fertilização de Na (dados não publicados). Talvez haja uma utilização

maior de Na pelas duas primeiras gramíneas do que pelas duas últimas.

Outros nutrientes

A maioria dos fazendeiros fornece suplementação mineral que contém Fe e Cu e outros micronutrientes, de acordo com as necessidades. A Universidade da Flórida recomenda a aplicação das seguintes quantidades, por ha, nos solos virgens, para se evitarem deficiências na forragem: 6 kg de B, 3 kg de Cu, 4 kg de Fe, 3 kg de Mn e 4 kg de Zn. Tem sido sugerida a aplicação de, aproximadamente, a metade dessas quantidades, depois de cinco a dez anos de pastejo. Os micronutrientes FTE 503 ao nível de cerca de 22 kg/ha podem ser usados como fonte alternativa de micronutrientes. Esses níveis são suficientes nos Espodossolos, mas podem também ser utilizadas doses mais baixas em solos virgens (a metade ou menos da metade da quantidade acima mencionada).

Apesar de terem sido estudados os teores de micronutrientes das gramíneas cultivadas em solos orgânicos da Flórida (66), não tem havido evidências suficientes de deficiências de micronutrientes nas forrageiras cultivadas nos Espodossolos do sul da Flórida. Kretschmer (67) não obteve resposta às adições de micronutrientes, inclusive do Mo, numa experiência com leguminosas tropicais. Nos experimentos, as produções de *T. repens* não foram aumentadas com a adição de Mo (67). Como os fazendeiros estão cientes dos níveis relativamente altos de Mo encontrados nas forrageiras cultivadas em solos orgânicos (84, 85) e dos efeitos negativos para o gado, tem havido pouco interesse em aplicar esse elemento, mesmo em pastagens estabelecidas em solos minerais. Concluiu-se que, para se obterem melhores produções de misturas de *T. repens* — *D. decumbens*, é preciso teores de 380 e 78 kg/ha, respectivamente, de Ca e Mg no solo (extraídos com ácido acético 0,05M) (86). Os solos do sul da Flórida são deficientes em Co, mas a prática de incluir esse elemento na mistura mineral tem evitado a deficiência de Co no rebanho (83). Com exceção de uma área pequena ao norte da

parte sul da Flórida, o sulfato na superfície artesiana excede a 250 ppm (149) e pode alcançar níveis de 500 a 1.000 ppm (5). Quando essas águas são usadas para irrigação, como freqüentemente ocorre, não há razão para crer que as forrageiras sejam deficientes em S. Os níveis críticos de S nas leguminosas tropicais comuns são de 0,13% a 0,18% (81).

PRÁTICAS DE MANEJO PARA AUMENTAR A PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DAS PASTAGENS PERMANENTES DE GRAMÍNEAS

Fertilização nitrogenada no outono

Como o crescimento das gramíneas diminui expressivamente no outono e no inverno porque os dias são mais curtos, as temperaturas, mais baixas e, particularmente, as noites mais frias, a produção de forragem por kg de N aplicado diminui também progressivamente. Por esta razão, se o N for utilizado para produzir suficiente forragem para o pastejo do inverno, deve ser aplicado no início do outono quando, as condições climáticas permitem um crescimento rápido da forragem e o pastejo deve ser diferido. Em geral, o produtor gosta de retardar a adubação do outono, para poder utilizar a pastagem durante o maior tempo possível nessa estação. No entanto, é difícil prever uma data provável para a adubação nitrogenada no outono, devido às diferenças em temperaturas e precipitação de um ano para outro. Kretschmer *et al.* (87) sugeriram que, para um crescimento máximo de *D. decumbens* na área de Fort Pierce, o N deveria ser aplicado no início de setembro e nunca depois de 19 de outubro. As áreas ao norte e a oeste devem ser fertilizadas até duas semanas antes. *H. altissima* cv. Bigalta produz mais forragem no inverno que *D. decumbens*, e Kretschmer & Snyder (93) verificaram que a fertilização nitrogenada no outono poderia ser retardada um pouco. Por exemplo, durante intervalos de crescimento de 91 dias, começando-se a fertilização com N (112 kg/ha) nos dias 17 de setembro, 19 de outubro, 15 de outubro ou 29 de outubro, foram obtidas produções de MS de 3.840, 5.400,

MS de forragem
(kg/ha)

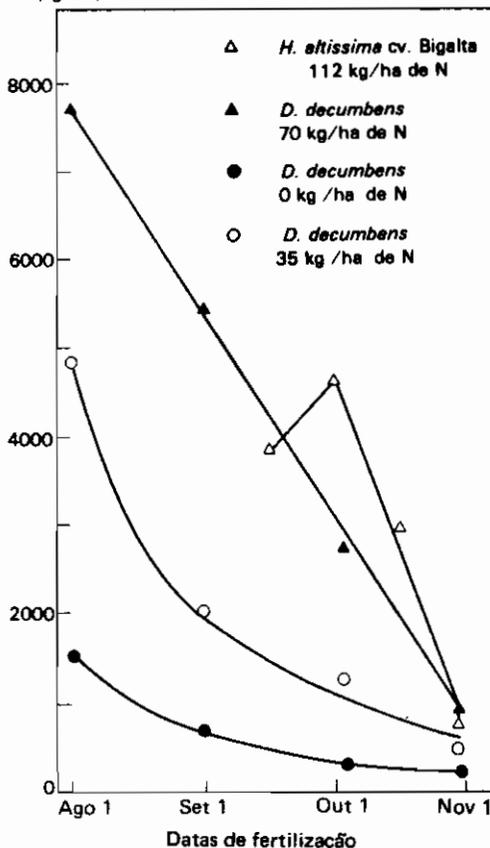


Figura 4. Efeito de diferentes datas de fertilização no outono nas produções de MS de gramíneas no ARC-Ft. Pierce. O corte foi feito em 17 de dezembro.

4.360 e 2.250 kg/ha, respectivamente. Entretanto, os teores de proteína bruta (TPB) aumentaram, à medida que foram retardadas as datas de fertilização, com valores respectivos de 2,9, 5,0, 9,1, e 14,6%. Com relação ao tempo após a aplicação de N no outono, há uma relação inversa entre a produção de forragem e o teor de proteína da forragem produzida. Um intervalo de crescimento mais longo durante o outono dá uma maior produção de forragem; entretanto, o TPB diminui. Por exemplo, depois do corte e da fertilização com N (70 kg/ha) em 2 de agosto, 3 de outubro e 31 de outubro, as produções de *D. decumbens* no dia 16 de janeiro do

ano seguinte foram de 7.670, 4.540, 2.690 e 810 kg/ha, respectivamente (Fig. 4). No entanto, o TPB da forragem foi de 3,4, 3,4, 5,1 e 6%, respectivamente (71). Assim sendo, o fazendeiro deve decidir qual será sua meta de manejo ao planejar seu programa de fertilização nitrogenada no outono: se simplesmente produzirá forragem ou se produzirá forragem de qualidade satisfatória. Kretschmer *et al.* (87) sugerem que, se um fazendeiro aceita uma tonelada a menos com a finalidade de obter melhor qualidade em *D. decumbens*, a fertilização de outono deveria ser efetuada em meados de outubro e nunca depois de 1º de novembro, na área de Fort Pierce.

O consumo diário de nutrientes digestíveis de pastagens tropicais e de feno está mais intimamente relacionado com o consumo voluntário ($r = 0,92$) do que com a digestibilidade ($r = 0,55$) (107). Em geral, o consumo voluntário diminui, com a idade, mais nas gramíneas do que nas leguminosas tropicais. Os TPB superiores a, aproximadamente, 7%, não afetaram o consumo voluntário de *D. decumbens* mas diminuiu rápida e linearmente com TPB abaixo desse valor (107, 109). O consumo de *M. atropurpureum* se manteve em nível elevado até os 260 dias de crescimento. Com gramíneas tropicais foi verificada, uma digestibilidade da proteína bruta igual a zero quando o TPB era aproximadamente de 4% (106). No caso de ovelhas, o balanço de N equivalente a zero ocorreu com uma digestibilidade de proteína bruta de quase 49% ou com mais ou menos 7% de proteína bruta na MS da forragem. As relações entre a proteína bruta digestível (Y) e a proteína bruta na MS (X) tiveram valores de r superiores a 0,97 e podiam ser expressos através da equação: $Y = 0,85X - 2,72$ (108).

Essas relações têm uma incidência direta na produção animal, principalmente durante o período de estresse da estação fria no sul da Flórida. Apesar de que, em geral, a proteína bruta não é limitante (75), a produção de MS diminui. Por essa razão, o consumo diário é limitado por falta de MS disponível.

As grandes extensões de áreas de reserva para o pastejo de inverno ou para feno (como visto anteriormente) obtidos com a fertilização de outono, têm o TPB normalmente inferior a 7%, o que limita o consumo voluntário, causado, neste caso, pelo baixo conteúdo de proteína bruta.

Fertilização nitrogenada tardia

Kretschmer (70, 71) encontrou a solução para o problema de se obter uma alta produção de MS com um TPB aceitável (aproximadamente 7%). Aumentos no conteúdo de proteína bruta podem ser obtidos aplicando-se nitrato de amônia em *D. decumbens*, duas ou três semanas antes do pastejo ou da fenação. A vantagem dessa técnica de fertilização "tardia" de N é o conhecimento prévio da MS disponível, e o TPB pode ser ajustado às necessidades do rebanho com a fertilização nitrogenada. Por exemplo, as aplicações de N de 0,50 e 100 kg/ha, efetuadas em 22 de dezembro, tiveram um efeito reduzido nas produções de *D. decumbens*, em 16 de janeiro do ano seguinte. No entanto, o teor de proteína da forragem que tinha sido colhida e adubada (70 kg N/ha) em 2 de agosto, foi de 3,4, 4,1 e 5,2% nas três dosagens em 22 de dezembro, respectivamente. As gramíneas que haviam recebido a metade do N em 2 de agosto, produziram somente a metade da forragem em 16 de janeiro; e, novamente, não foram obtidos maiores incrementos em produção com a adubação de 22 de dezembro. Entretanto, com apenas a metade da forragem disponível no momento das três fertilizações de N em 22 de dezembro, os teores de proteína foram de 2,6, 5,4, e 6,1%, respectivamente, para os três níveis de N. Ou seja, o aumento de proteína com uma aplicação de N no inverno, variará com a quantidade de forragem presente no momento da fertilização. Ao contrário, para obter um determinado nível de proteína, o fazendeiro terá que usar mais N, se houver maior quantidade de gramínea no momento da adubação. Utilizando-se dados de um experimento com *D. decumbens*, essa relação pode ser expressa por meio da equação $Y = 16,233 - 2,10(\log H) + 0,632N$

($R^2 = 0,82$), onde Y = unidade de aumento na percentagem da proteína; H = quantidade de MS de forragem presente no campo (kg/ha) no momento da fertilização; e N = a quantidade de N aplicado (kg/ha) (Snyder & Kretschmer, dados não publicados). Dessa equação, pode-se deduzir que o aumento da quantidade de proteína diminui exponencialmente, com o aumento da forragem, porém aumenta com a fertilização nitrogenada.

Chapman & Kretschmer (25) alimentaram bezerros com feno de *D. decumbens* fertilizado normal e tardiamente com N (NH_4NO_3), em dois experimentos. Os resultados (Fig. 5) confirmam os estudos sobre consumo voluntário mencionados anteriormente. O consumo máximo ocorreu com TPB do feno, entre 7 e 9%. Em um experimento minucioso sobre alimentação de ovelhas, Minson (100), utilizando feno de *D. decumbens* fertilizada tardiamente com uréia, confirmou os resultados que indicam que o consumo voluntário aumenta em relação à gramíneas não fertilizadas.

Em ensaios preliminares sobre alimentação de bezerros, fenos de *S. humilis*/*D. decumbens* e *M. atropurpureum*/*D. decumbens* com TPB de, aproximadamente, 4,5 e 4,9% respectivamente, quase puderam manter o peso dos animais (Kretschmer & Hays, não publicado). Portanto, em alguns casos, as pastagens de gramíneas e leguminosas tropicais podem necessitar uma fertilização nitrogenada "tardia" para aumentar a proteína bruta.

Leguminosas

Quando uma leguminosa tropical é consorciada com uma gramínea, é possível omitir a fertilização de outono e, provavelmente a fertilização nitrogenada tardia. Estudos de corte realizados pelos autores com sete leguminosas, cada uma em mistura com seis gramíneas, mostraram níveis de proteína bruta de 8,6 a 18,0%, na rebrota de 17 de setem-

Consumo de feno (kg/novilho)

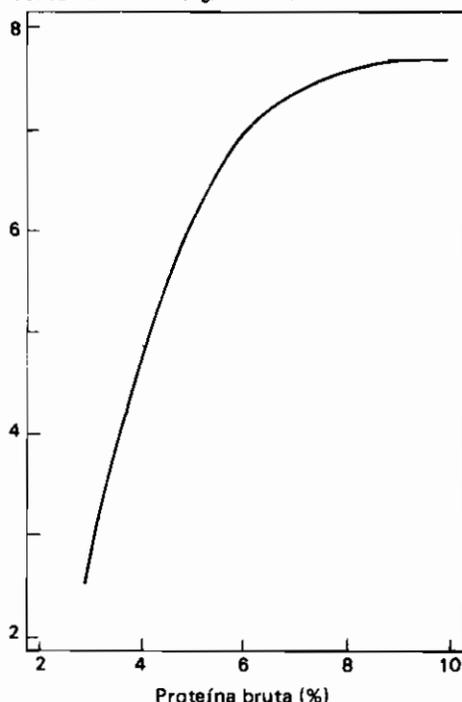


Figura 5. Efeito do conteúdo da proteína bruta do feno de *D. decumbens* no consumo por novilhos.

bro a 10 de dezembro. No entanto, a proteína bruta oscilou de 5,1 a 14,8% para a rebrota de 9 de julho a 17 de dezembro. A digestibilidade *in vitro* foi de cerca de 40 a 60 e de 35 a 50%, respectivamente. Durante um certo período no outono, o gado de uma pastagem era retirado para permitir o acúmulo de forragem para o inverno. O N era aplicado uma ou duas semanas antes do pastejo no inverno, para aumentar o conteúdo de proteína da forragem, se fosse baixo. Utilizando as leguminosas tropicais e a fertilização nitrogenada no inverno para elevar os níveis de proteína, o criador pode obter uma forragem de inverno de alta qualidade com gastos relativamente pequenos com N. Outro método sensato para fertilizar com N seria aplicá-lo no início da primavera se houver umidade no solo e se forem usadas gramíneas mais produtivas. Isso ajudará a fornecer alimento adicional durante o período de estresse (93).

LITERATURA CITADA

1. Allen, R. J., and F. T. Boyd. 1959. Pasture development in the Everglades. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 9:154-161.
2. Andrew, C. S. 1966. A kinetic study of phosphate absorption by excised roots of *Stylosanthes humilis*, *Phaseolous lathyroides*, *Desmodium uncinatum*, *Medicago sativa* and *Hordeum vulgare*. Australian Journal of Agricultural Research 17:611-624.
3. Ballard, R. 1974. Extractability of reference phosphates by soil test reagents in absence and presence on soils. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 33:169-174.
4. Becker, R. B. and J. R. Henderson. 1940. Animal relationships. Soil Science Society of Florida 2:104-108.
5. Black, A. P. 1956. Quality of Florida's surface and ground water resources. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 16:67-79.
6. Blaser, R. E. and F. T. Boyd. 1940. Winter clover pastures for peninsular Florida. Florida Agricultural Experimental Station Bulletin 351.
7. Blue, W. G. 1970a. Fertilizer nitrogen uptake by Pensacola bahiagrass (*Paspalum notatum* Flügge) from Leon fine sand, a Spodosol, p. 389-392. In Proceedings XI International Grassland Congress, Surfers Paradise, Queensland, Australia.
8. _____. 1970b. The effect of lime on retention of fertilizer phosphorus in Leon fine sand. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 30:141-150.
9. _____. 1970c. The recovery of autumn and winter applied potassium by a warm-season grass from Leon fine sand. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 30:9-15.
10. _____. 1974. Efficiency of five nitrogen sources for Pensacola bahiagrass on Leon fine sand as affected by lime treatments. Soil and Crop Science Society of Florida 33:176-186.
11. _____ and D. A. Graetz. 1977. The effect of split nitrogen applications on nitrogen uptake by Pensacola bahiagrass from an aeric haplaquod. Soil Science Society of America Journal 41:927-930.
12. _____ Bolton, H. 1973. The use of herbicides in establishing improved pastures in New Caledonia. p. 49-54. In: Proceedings IV Asian-Pacific Weed Science Society Conference. Rotorua, New Zealand.
13. Boyd, F. T., S. C. Schank, R. L. Smith, W. M. Hodges, S. H. West, A. E. Kretschmer, Jr., J. B. Brolmann and J. E. Moore. 1973. Transvala digitgrass. Florida Agricultural Experiment Station Circular S-222.
14. Brolmann, J. B. 1974. Growth studies in some new *Stylosanthes hamata* (L.) selections. Fort Pierce. Agricultural Research Center. Research Report RL-1974-10.
15. _____. 1975. Germination studies in *Stylosanthes guyanensis* (Aubl.) Sw. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 34:117-119.
16. _____. 1977. Persistence studies in *Stylosanthes* species. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 36:144-147.
17. _____ and A. E. Kretschmer, Jr. 1973. Agronomical and morphological characteristics of phasey bean (*Phaseolous lathyroides* L.). Soil and Crop Society of Florida Proceedings 32:50-52.
18. _____ and R. M. Sonada. 1975. Differential response of three *Stylosanthes guyanensis* varieties to three levels of potassium. Tropical Agriculture 52:139-142.
19. Browder, J., C. Littlejohn and D. Young. 1976. South Florida: Seeking a balance of man and nature. University of Florida. Bureau of Comprehensive Planning. Division of State Planning, Florida. Department of Administration, National Park Services, and U. S. Department of Interior.

20. Burt, E. O. 1970. Summary of south Florida research. Florida Turf-Grass Management Conference Proceedings 18:103-105.
21. _____, L. A. Edey, W. T. Williams, B. Grof and C. H. L. Nicholson. 1971. Numerical analysis of variation patterns in the genus *Stylosanthes* as an aid to plant introduction and assessment. Australian Journal of Agricultural Research 22:737-757.
22. _____, R. Reid and W. T. Williams. 1975. Exploration for, and utilization of, collections of tropical pasture legumes. I. The relationship between agronomic performance and climate of origin of introduced *Stylosanthes* spp. Agro-Ecosystems 2:293-307.
23. Butson, K. D. and G. M. Prine. 1968. Weekly rainfall frequencies in Florida. Florida Agricultural Experiment Station Circular S-187.
24. Calhoun, F. G. and V. M. Carlisle. 1974. Statistical analysis of Spodosol parameters. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 33:139-143.
25. Chapman, H. L., Jr. and A. E. Kretschmer, Jr. 1964. Effect of nitrogen fertilization on digestibility and feeding value of Pangolagrass hay. Soil and Crop Science Society of Florida 24:176-183.
26. Clatworthy, J. N. 1973. Growth of *Stylosanthes* spp. as spaced plants at eight sites in Rhodesia. Proceedings Grassland Society of South Africa 8:65-71.
27. Coaldrake, J. E. and M. J. Russell. 1969. Establishment and persistence of some legumes and grasses after ash seeding on newly burnt Brigalow land. Tropical Grasslands 3:49-55.
28. Cunha, T. A. 1976. Introduction. in Beef cattle in Florida. Florida Department of Agriculture and Institute of Food and Agricultural Sciences Bulletin 28:1-11. Tallahassee.
29. Dantzman, C. L. 1976. Effect of lime levels on calcium and magnesium recovery and yield of Pangola digitgrass. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 35:143-144.
30. _____, E. M. Hodges, and G. Kirk. 1967. Effect of NaCl on Pangolagrass growth and soil analysis. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 27:24-29.
31. _____ and W. G. Blue. 1977. Recovery of phosphorus and potassium by Pangola digitgrass on a Myakka fine sand as affected by time of application. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 36:51-54.
32. De Guzman, Moises R., Jr. 1975. Pastures and pasture management in the tropics. Food Fertilizer Technical Center. ASPAC Bulletin 47, Taipei, Taiwan.
33. Fiskell, J. G. A. and L. W. Zelazny. 1972. Acidic properties of some Florida soils. I. pH-dependent cation exchange. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 31:145-149.
34. Gammon, N., Jr. 1951. Sodium and potassium interrelationships in Pangolagrass. Soil Science Society of Florida Proceedings 11:49-55.
35. _____ and W. G. Blue. 1952. Postassium requirements for pastures. Soil Science Society of Florida Proceedings 12:154-156.
36. _____, R. J. Bullock and J. R. Neller. 1959. Changes in pasture fertilization. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 19:166-172.
37. Gascho, G. J., H. Y. Ozaki and G. H. Snyder. 1973. Sugar beet culture on organic and sand soils of south Florida. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 32:55-58.
38. Gomes, D. T. and A. E. Kretschmer, Jr. 1977. Effect of soil preparation methods on establishment of tropical legumes in 'Pangola' digitgrass (*Digitaria decumbens* Stent.) sod. Agronomy Abstracts p. 99.
39. _____ and A. E. Kretschmer, Jr. 1978. Effect of three temperature regimes on tropical legume seed germination. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings. (In press).

40. Gonzalez, J. S., W. G. Blue and C. L. Dantzman. 1973. Availability of native subsoil phosphorus in Flatwoods soil from Central Florida. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 32:138-141.
41. Grant, P. J. 1977a. Overseeding *Stylosanthes guyanensis* cv. Oxley finestem into reverted veld. Rhodesian Division of Livestock and Pastures. Annual Report 1975-76. p. 160-161.
42. _____. 1977b. Mechanical overseeding of Siratro (*Macroptilium atropurpureum*) in late March into reverted veld. Rhodesian Division of Livestock and Pastures. Annual Report 1975-76. p. 163-164.
43. _____. 1977c. Seeding of legumes on weed free and infested cultivated land. Rhodesian Division of Livestock and Pastures. Annual Report 1975-76. p. 168-172.
44. Hanna, W. W. 1973. Effect of seed treatment and planting depth on germination and seedling emergence in *Aeschynomene americana* L. Crop Science 13:123-124.
45. Hodges, E. M. and J. E. McCaleb. 1959. Pasture development at the Range Cattle Station. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 19:150-154.
46. _____, W. G. Kirk, F. M. Peacock, D. W. Jones, G. K. Dans and J. R. Weller. 1964. Forage and animal response to different phosphatic fertilizers on Pangolagrass pastures. Florida Agricultural Experiment Station. Bulletin 686.
47. _____, G. B. Killinger, J. E. McCaleb, O. C. Ruelke, R. J. Allen, Jr., S. C. Shank and A. E. Kretschmer, Jr. 1967. Pangolagrass. Florida Agricultural Experiment Station Bulletin 718.
48. _____ and J. E. McCaleb. 1972. *Aeschynomene* in pasture programs. Beef cattle field day. Institute of Food and Agricultural Sciences, Agricultural Research Center, Ona, AC72-2.
49. _____, F. T. Boyd, L. S. Dunavin, A. E. Kretschmer, Jr., P. Mislavy and R. L. Stanley, Jr. 1975. 'McCaleb' stargrass. Florida Agricultural Experiment Station Circular S-231.
50. Hopkinson, J. M. and D. S. Loch. 1974. Improvement of seed yield of Siratro (*Macroptilium atropurpureum*). I. Production and loss of seed in the crop. Tropical Grasslands 7:255-268.
51. _____ and C. P. Vicary. 1974. Improvement of seed yield of Siratro (*Macroptilium atropurpureum*). II. Recovery of fallen seed by suction harvester. Tropical Grasslands 8:103-106.
52. Humphreys, L. R. and R. J. Jones. 1975. The value of ecological studies in establishment and management of sown tropical pastures. Tropical Grasslands 9:125-131.
53. Janzen, D. H. 1969. Seed eaters *versus* seed size, number, toxicity and dispersal. Evolution 23:1-27.
54. Jeffers, R. L. 1955. Response of warm-season permanent pasture grasses to high levels of nitrogen. Soil Science Society of Florida Proceedings 15:231-239.
55. Johnson, J. T. 1975. Grasslands. p. 145-151. In J. B. Pierce (ed.) Agricultural growth in an urban age. Florida Institute of Food and Agricultural Sciences, Gainesville.
56. Jones, D. W. 1969. Forage crops for Florida. Soil and Crop Society of Florida Proceedings 29:159-162.
57. _____, C. E. Freeman, J. T. Johnson and E. B. Whitty. 1974. Fertilizer recommendations for agronomic crops in Florida. Soil and Crop Science of Florida Proceedings 33:43-45.
58. Jones, R. J. 1965. The use of cyclodiene insecticides as liquid dressings to control bean fly (*Melanogromyza phaseoli*) in species of *Phaseolus* and *Vigna marina* in south eastern Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 5:458-465.
59. Jones, R. K. 1974. A study of the phosphorus responses of a wide range of accessions from the genus *Stylosanthes*. Australian Journal of Agricultural Research 25:847-862.

60. Jones, R. M. 1969. Mortality of some tropical grasses and legumes following frosting in the first winter after sowing. *Tropical Grasslands* 3:57-63.
61. _____. 1973. Seedling death of *Desmodium intortum* in the Queensland wallum with special reference to potassium chloride fertilizer. *Tropical Grasslands* 7:269-275.
62. Khomvilai, S. and W. G. Blue. 1977. Effects of lime and potassium sources on the retention of potassium by some Florida mineral soils. *Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings* 36:84-89.
63. Kien, L. T., O. C. Ruelke and H. L. Breland. 1976. Effects of fertilizer on 'Pangola' and 'Transvala' digitgrass and 'Coastcross-1' bermudagrass. *Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings* 35:80-83.
64. Killinger, G. B. 1957. Florida pastures make good use of lime. *Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings* 17:86-88.
65. Kirk, W. G. and F. M. Peacock. 1959. Beef cattle improvement in Florida *Proceedings* 19:147-150.
66. Kretschmer, A. E., Jr. 1956. Minor elements absorbed by forage crops grown on Everglades organic soils. *Soil and Crop Science of Florida Proceedings* 16:176-184.
67. _____. 1958. Growth of Louisiana S1 white clover seedlings as influenced by soil additions of lime and phosphate. *Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings* 18:136-149.
68. _____. 1962. Annual clovers and perennial legumes that may be adapted to south Florida environment. *Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings* 22:199-214.
69. _____. 1964a. Berseem clover, a new winter annual for Florida. *Florida Agricultural Experiment Station Circular S-163*.
70. _____. 1964b. Effects of late nitrogen fertilization on the distribution of nitrogen in Pangolagrass and Coastal bermudagrass on Immokalee fine sand. *Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings* 24:167-176.
71. _____. 1965. The effect of nitrogen fertilization of mature pangolagrass just prior to utilization in the winter on yields, dry matter and crude protein contents. *Agronomy Journal* 57:529-534.
72. _____. 1966. Production and adaptability of *Trifolium* sp. in south Florida. *Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings* 36:144-147.
73. _____. 1968. *Stylosanthes humilis*, a summer-growing self regenerating, annual legume for use in Florida pastures. *Florida Agricultural Experiment Station Circular S-184*.
74. _____. 1970. Production of annual and perennial tropical legumes in mixtures with pangolagrass and other grasses in Florida. p. 149-153. *In Proceedings XI International Grassland Congress. Surfers Paradise, Australia.*
75. _____. 1971. Yield and crude protein content of pasture grasses at the Indian River Field Laboratory during 1962-1965. *Indian River Field Laboratory. Mimeographed Report IRL-77-1*.
76. _____. 1972a. Perennial grass variety tests at the Agricultural Research Center, Fort Pierce. *ARC mimeographed report RL-1972-1*.
77. _____. 1972b. Siratro (*Phaseolus atropurpureus* D.C.), a summer-growing perennial pasture legume for central and south Florida. *Florida Agricultural Experimental Station Circular S-214*.
78. _____. 1974a. A Rhodesgrass (*Chloris gayana* Kunth) selection for permanent pastures in south Florida. *Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings* 34:106-110.
79. _____. 1974b. Persistence of tropical legumes in permanent pastures. *Agricultural Research Center, Fort Pierce. Research Report RL-1974-2*.

80. _____. 1977. Growth and adaptability of *Centrosema* species in south Florida. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 36:164-168.
81. _____. 1978a. Tropical forage and green manure legumes. Agronomy Journal. Special publication. (In press).
82. _____. 1978b. Productivity of ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) and berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.) on Oldsmar fine sand. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 37. (In press).
83. _____, V. A. Lazar and K. C. Beeson. 1954. A preliminary survey of the cobalt contents of south Florida forages. Soil Science Society of Florida Proceedings 14:53-58.
84. _____ and R. J. Allen, Jr. 1956. Molybdenum in Everglades soils and plants. Soil Science Society of America Proceedings 20:253-257.
85. _____ and D. W. Beardsley. 1956. The molybdenum problem in the Florida Everglades region. p. 474-488. In W. D. McElroy and B. Glass (ed.) Inorganic nitrogen metabolism.
86. _____, N. C. Hayslip and C. T. Ozaki. 1957. Liming experiments and observations with white dutch clover on Immokalee fine sand. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 17:274-286.
87. _____, H. B. Ray and C. C. Hortenstine. 1962. Yields and quality of Pangola grass resulting from different fall dates of fertilization, with ammonium nitrate and muriate of potash. Indian River Field Laboratory. Agricultural Research Center, Fort Pierce. Mimeographed Report 62-1.
88. _____, J. B. Brolmann, G. H. Snyder and G. J. Gascho. 1973. Production of six tropical legumes each in combination with three tropical grasses in Florida. Agronomy Journal 65:890-892.
89. _____ and F. G. Martin. 1973. Effect of cutting interval on Pangola (*Digitaria decumbens* Stent.) production in south Florida. Agronomy Abstracts. p. 45.
90. _____, G. H. Snyder, J. B. Brolmann and G. J. Gascho. 1974. Seasonal distribution of dry matter and crude protein in tropical legume-grass mixtures in south Florida. Proceedings XII International Grassland Congress 3:241-248. Moscow.
91. _____, J. B. Brolmann, G. H. Snyder and S. W. Coleman. 1975. 'Florida' carpon desmodium, a perennial tropical legume for use in south Florida. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 35:25-31.
92. _____, R. J. Allen, Jr. and E. M. Hodges. 1978. Taiwan digitgrass. Florida Agricultural Experiment Station Circular S-257.
93. _____ and G. H. Snyder. 1978. Production and quality of limpograsses (*Hemarthria altissima* (Poir.) Stapf. and Hubbard). Agronomy Journal. Submitted for publication.
94. Lenne, J. and R. M. Sonoda. 1978a. Occurrence of *Colletotrichum dematium* on *Stylosanthes* spp. Plant Disease Reporter. Submitted for publication.
95. _____ and R. M. Sonoda. 1978b. *Colletotrichum* spp. on *Stylosanthes* spp. Tropical Grasslands. Submitted for publication.
96. _____ and R. M. Sonoda. 1978c. Occurrence of *Colletotrichum dematium* on *Stylosanthes* spp. Plant Disease Reporter. Submitted for publication.
9. Lieberman, F. V., F. F. Dicka and O. A. Hills. 1961. Some insect pests of important seed crops. p. 251-264. In United States Department of Agriculture-Yearbook of Agricultural Seeds.
90. Loch, D. S., J. M. Hopkinson and B. H. English. 1976a. Seed production of *Stylosanthes guyanensis*. I. Growth and development. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 16:218-225.

99. _____, J. M. Hopkinson and B. H. English. 1976b. Seed production of *Stylosanthes guyanensis*. II. The consequences of defoliation. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 16:226-230.
100. Malcolm, J. L. 1957. Marl soils: a review. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 17:89-90.
101. Marshall, S. P. and P. T. Arnold. 1954. The value of alyce clover lactating dairy cows. Florida Agricultural Experiment Station Bulletin 542.
102. Mata, A. and W. G. Blue. 1974. Fertilizer nitrogen distribution in Pensacola bahiagrass soon during the first year of development on an aeric haplaquod. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 33:209-211.
103. McCaleb, J. E. and E. M. Hodges. 1969. Slenderstem digitgrass. Florida Agricultural Experiment Station Circular S-201.
104. McCloud, D. E. 1953. Forage and cover plant introduction by the Florida Agricultural Experiment Station Soil Science Society of Florida Proceedings 13:32-38.
105. McIvor, J. C. 1976. The effect of waterlogging on the growth of *Stylosanthes guyanensis*. Tropical Grasslands 10:173-178.
106. Milford, R. and K. P. Haddock. 1965. The nutrient value of protein in subtropical pasture species grown in southeast Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 5:13-17.
107. _____ and D. J. Minson, 1965a. Intake of tropical species. Proceedings IX International Grassland Congress. São Paulo, Brazil. p. 815-822.
108. _____ and D. J. Minson, 1965b. The relation between the crude protein content of tropical pasture plants. Journal of the British Grassland Society 20:177-179.
109. _____ and D. J. Minson. 1966. Determinants of feeding value of pasture and supplementary feed. Proceedings Australian Society of Animal Production 6:319-329.
110. Minson, D. J. 1967. The voluntary intake and digestibility in sheep, of chopped and pelleted *Digitaria decumbens* (pangola grass) following a late application of fertilizer nitrogen. British Journal of Nutrition 21:587-597.
111. Moffett, M. L. 1973. Seed transmission of *Pseudomonas phaseolicola* (halo blight) in *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro. Tropical Grasslands 7:195-199.
112. Mott, G. O. and J. E. Moore. 1977. Existing and potential of finishing of cattle on forage or limited grain rations in the tropical region of the south. p. 419-444. In Forage Fed Beef. Southern Cooperatives Series. Bulletin 222. Southern Regional Association. State Agricultural Experiment Station.
113. Neller, J. R. 1946. Mobility of phosphates in sandy soils. Soil Science Society of America Proceedings 11:227-230.
114. Orsenigo, J. R. and A. E. Kretschmer, Jr. 1963. Herbicides for Pangolagrass establishment: a preliminary report. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 23:182-187.
115. Oyenuga, V. A. and F. O. Olubajo. 1974. Pasture productivity in Nigeria. I. Dry matter production and chemical composition of herbage. Journal of Agricultural Science (Cambridge) 85:1-10.
116. Prine, G. M. 1973. Perennial peanuts for forage. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 32:33-35.
117. Providenti, R. and S. W. Braverman. 1976. Seed transmission of bean common mosaic virus in phasey bean. Phytopathology 66:1274-1275.

118. Quesenberry, K. H., L. S. Dunavin, E. M. Hodges, G. B. Killinger, A. E. Kretschmer Jr., W. R. Ocumpaugh, R. D. Roush, O. C. Ruelke, S. C. Shank, G. H. Snyder and R. L. Stanley. 1978. Redalta, Greenalta, and Bigalta limpgrass, promising forages for Florida. Florida Agricultural Experiment Station Bulletin. (In press).
119. Rees, M. C. and D. J. Minson. 1976. Fertilizer calcium as factor affecting the voluntary intake, digestibility and retention time of pangola grass (*Digitaria decumbens*) by sheep. British Journal of Nutrition 36:179-187.
120. Reid, R. 1973. A numerical classification of sown tropical pasture regions based on the performance of sown pasture species. Tropical Grasslands 7:331-340.
121. _____, D. M. Ryan and R. L. Burt. Exploration for, and utilization of, collections of tropical pasture legumes. II. The Papadakis system of climatic classification applied to testing areas in northern Australia. Agro-Ecosystems 2:309-318.
122. Robertson, A. D. 1974. Pasture legumes of the tropics. Thailand Journal of Agricultural Science 7:123-144.
123. _____, L. R. Humphreys and D. G. Edwards. 1976. Influence of cutting frequency and phosphorus supply on the production of *Stylosanthes humilis* and *Arundinaria pusila* at Khon Kaen, north-east Thailand. Tropical Grasslands 10:33-39.
124. Robertson, W. K., T. L. Yuan and L. G. Thompson. 1966. Effect of calcium and phosphorus applied to surface and spodic horizons of Leon fine sand on the growth of oats, millet and clover. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 26:175-184.
125. Robinson, P. J. and R. G. Megarity. 1975. Characterization of *Stylosanthes* introductions by using seed protein patterns. Australian Journal of Agricultural Research 26:467-479.
126. Rodrigues, R. and W. G. Blue. 1974. Effects of lime and micronutrients on growth and composition of three warm-season grasses on Leon fine sand. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 33:205-206.
127. Rodolfo, S. and W. G. Blue. 1970. The availability of forage plants to accumulate phosphorus in Leon fine sand. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 30:167-173.
128. Roush, R. 1974. *Desmodium canum* (Gmel.) Shintz and Thellong. A perennial legume for Florida forage, United States Department of Agriculture-Soil Conservation Service. Plant Materials Center, Brooksville, Florida. (Mimeographed).
129. Ruelke, O. C., C. E. Dean and Z. Z. Zakaria. 1975. Effects of scarification treatments on establishment of *Aeschynomene americana* L. Soil Science Society of Florida Proceedings 34:114-116.
130. _____ and G. B. Killinger. 1976. Forage and pasture. Bulletin 28:143-164. In Beef cattle in Florida. Florida Department of Agriculture and Institute of Food and Agricultural Sciences, Tallahassee.
131. Russel, J. S. and R. H. Webb. 1976. Climatic range of grasses and legumes used in pastures: results of a survey conducted at the XI International Grassland Conference. Journal of the Australian Institute of Agricultural Science 42:156-166.
132. Sartin, J. B. and B. G. Volk. 1975. Correlation of soil P level by three extraction procedures with growth response to millet. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 34:85-88.
133. Snyder, G. H. and A. E. Kretschmer, Jr. 1974. Tropical legume response to lime and superphosphate in Oldsmar fine sand. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings 34:63-66.
134. _____, A. E. Kretschmer, Jr. and J. B. Sartin. 1975. Tropical legume response to lime and phosphorus in a Florida Spodosol. Agronomy Abstracts. p. 40.
135. _____, G. J. Gascho and E. O. Burt. 1977. Correcting pH induced Mn deficiency of 'Titgreen' bermudagrass turf. Agronomy Abstracts. p. 113.

136. _____, A. E. Kretschmer, Jr. and J. B. Sartain. 1978. Field response of four tropical legumes to lime and superphosphate. *Agronomy Journal* 70(2):269-273.
137. Sonoda, R. M. 1975. Identifying and evaluating diseases of tropical and subtropical forage crops. *Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings* 34:156-158.
138. Tang, P. L. and O. C. Ruelke. 1977. Effects of management on the reestablishment and persistence of *Aeschynomene americana* L. *Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings* 36:149-152.
139. Thomas, D. 1976. Effects of close grazing on the productivity and persistence of tropical legumes with Rhodes grass in Malawi. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 53:321-327.
140. _____ and P. C. Whitman. 1971. The effect of soil type on the establishment, early growth and nodulation of *Glycine wirtzii*. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 11:513-520.
141. Torszell, B. W. R. 1973. Patterns and processes in the Townsville stylo annual grass pasture ecosystem. *Journal of Applied Ecology* 10:463-478.
142. _____, J. E. Beeg, C. W. Rose and G. F. Byrne. 1968. Stand morphology of Townsville lucerne (*Stylosanthes humilis*). Seasonal growth and root development. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 8:532-543.
143. Urrutia R., V. M. 1972. Effects of lime, phosphorus, and other nutrients applied to tropical composition of forage legumes. PhD Thesis. University of Florida, Gainesville, Florida.
144. United States Department of Commerce. 1974. Census of Agriculture. Bureau of the Census. Florida State County Data. Vol. 1 (9).
145. Volk, G. M. 1966. Efficiency of fertilizer urea as affected by method of application, soil moisture and lime. *Agronomy Journal* 58:249-253.
146. Wallace, A. T. 1957. Hairy indigo, a summer legume for Florida. Florida Agricultural Experiment Station Circular S-98.
147. _____, G. B. Killinger, R. W. Bledsoe and D. B. Duncan. 1955. Effect of nitrogen fertilization on the production of pangolagrass and bahiagrass. *Soil Science of Florida Proceedings* 15:198-207.
148. Wells, H. D. and I. Forbes. 1963. Anthracnose of *Desmodium* in Georgia. *Plant Disease Reporter* 47:837-839.
149. Wood, R. and E. Fernald. 1976. The new Florida atlas. Patterns of the Sunshine State. Trend Publications, Inc. Tallahassee. p. 119.
150. Yepez, H. and W. G. Blue. 1977. Growth response of creeping begarweed (*Desmodium canum* (Gmel.) Shintz and Thellong) to lime and fertilizer on a Florida Spodosol. *Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings* 36:79-84.
151. Yuan, T. L. and H. L. Breland. 1969. Correlation of Al and Fe as extracted by different reagents with phosphate retention in several soil groups. *Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings* 29:78-86.

PROBLEMAS DE INVASORAS DE PASTAGENS EM SOLOS ÁCIDOS E DE BAIXA FERTILIDADE DOS TRÓPICOS

Jerry D. Doll*

RESUMO

Há muito tempo é reconhecida a importância das invasoras nas pastagens de zonas temperadas e regiões férteis dos trópicos e medidas adequadas de controle têm sido desenvolvidas. Relativamente poucas pesquisas sobre plantas invasoras e seu controle têm sido realizadas em solos ácidos e de baixa fertilidade das áreas tropicais. O manejo apropriado das pastagens é a base para qualquer sistema de controle de invasoras, uma vez que uma forrageira vigorosa compete favoravelmente com a maioria das invasoras. Uma utilização adequada de herbicidas pode ser necessária para eliminar certos tipos de invasoras. Podem ser necessárias técnicas de aplicação e equipamentos especiais para evitar danos às forrageiras desejáveis, principalmente às leguminosas. As pesquisas futuras em invasoras nas pastagens tropicais nos solos ácidos e de baixa fertilidade deveriam visar, principalmente: as interações do manejo das pastagens com a fertilidade do solo e as invasoras; a biologia das invasoras; o efeito das invasoras sobre a produção e a qualidade da forragem; a eficiência dos herbicidas, sua aplicação, persistência, lixiviação e seus aspectos econômicos; a produção de sementes livres de ervas invasoras, a interação invasora-inseto-pastagem. Há necessidade de se treinarem especialistas em pastagens, produção animal, plantas invasoras, em práticas e princípios de manejo e controle de invasoras para as regiões de solos ácidos e de baixa fertilidade.

Quem observa a história da agricultura, pode verificar que quando o homem começa a selecionar e melhorar as espécies que ele escolheu para suas colheitas, os problemas com as espécies indesejáveis se tornam mais evidentes. Hoje, a agricultura moderna envolve operações mecânicas que preparam o solo, fertilizam, aplicam pesticidas, cultivam e colhem uma variedade melhorada de uma cultura em monocultivo. À medida em que as condições de crescimento são melhoradas e a diversidade ecológica é reduzida, as invasoras se têm tornado sérias competidoras para as culturas. Em outras palavras, essas invasoras também respondem a um ambiente melhorado e é necessário um controle efetivo para obtenção de grandes produções.

Os solos ácidos e de baixa fertilidade dos trópicos representam uma das últimas fronteiras para a agricultura. Relevantes conhecimentos têm sido obtidos sobre os problemas e o potencial dessas regiões para a produção agrícola (7). Muitas pessoas, institutos e governos têm a esperança de desenvolver sistemas produtivos de manejo do rebanho, como também cultivos agrônômicos limitados nessas regiões.

O conhecimento dos princípios relacionados com a invasão de espécies exóticas nos permitirá melhor planejamento, à medida em que as savanas e florestas tropicais são convertidas em sistemas mais produtivos. Certamente, a natureza permanente das pastagens nos permite desenvolver práticas de manejo, baseadas em princípios ecológicos, como também agrônômicos.

* Atualmente Professor Associado de Agronomia, Universidade de Wisconsin, Madison; anteriormente especialista em invasoras, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colômbia.

Este estudo busca revisar a situação atual

do controle de invasoras das pastagens tropicais, especula os futuros problemas de invasoras e sugere áreas para pesquisa científica sobre plantas invasoras e também procura mostrar a importância do treinamento na produção e utilização de forragens nos solos ácidos e de baixa fertilidade dos trópicos.

SITUAÇÃO ATUAL

Nas zonas temperadas e em áreas mais férteis dos trópicos, tem-se mais informação sobre o estabelecimento e manejo de pastagens de maneira a conservá-las livres de invasoras (8, 13, 17); entretanto, essa informação é muito reduzida em relação aos solos ácidos e de baixa fertilidade dos trópicos. Isso se deve à falta de interesse anterior do homem por estas regiões e ao fato de não ter havido maiores modificações no ambiente dos solos ácidos e de baixa fertilidade para promover ervas invasoras em abundância. Com efeito, devido às condições adversas ao crescimento, quase todas as plantas que sobrevivem nesses solos são consideradas como espécies desejáveis e não como invasoras.

Herbicidas tradicionais das pastagens

As principais invasoras das pastagens são espécies arbustivas e herbáceas perenes de folha larga que são susceptíveis aos herbicidas hormonais 2,4-D; 2,4,5-T; silvex; picloram; e dicamba. As combinações de 2,4-D e 2,4,5-T são, talvez, os produtos mais comumente usados, podendo ser aplicados nas folhas, na parte inferior do caule ou do tronco, ou através do pincelamento de cortes no tronco. O picloram é especialmente efetivo em várias espécies arbustivas e é também utilizado em combinações com 2,4-D ou 2,4,5-T.

Em climas temperados, o longo efeito residual no solo e a elevada solubilidade têm restringido o uso de picloram em agricultura nas áreas onde as pastagens não são rotacionadas com cultivo de dicotiledôneas. Essa foi também a razão pela qual a Agência de Proteção do Meio Ambiente dos Estados Unidos (12) classificou, recentemente, esse herbicida como um produto de uso limitado. Observa-

ções pessoais e um estudo de pesquisa sobre a persistência do picloram nos trópicos (15) indicaram que esses problemas são menos graves nas regiões tropicais.

Esses herbicidas são seletivos para gramíneas. Não obstante, se a finalidade é uma consorciação gramínea-leguminosa, os herbicidas hormonais podem ser muito tóxicos para aplicações a lanço. O picloram é particularmente efetivo para matar as leguminosas. As aplicações dirigidas, basais ou por pincelamento, ajudarão a resolver o problema. Vários estudos avaliaram a tolerância relativa de leguminosas forrageiras a diferentes herbicidas e os resultados dessas pesquisas deveriam ser seguidos a fim de se obter o produto ou a fórmula mais garantida para cada leguminosa (4, 21, 23)

Espécies de gramíneas invasoras também podem invadir as pastagens tropicais: *Paspalum virgatum* L. e *Andropogon bicornis* L. são capazes de invadir solos ácidos e de baixa fertilidade. Indubitavelmente, *A. bicornis* é considerada uma planta invasora por ser pouco palatável e sua forragem ser de muito baixa qualidade. O arranquio de gramíneas de touceira pode ser mais econômico que o controle químico, em alguns casos (25). O controle mecânico ou manual de gramíneas invasoras rizomatosas ou decumbentes é geralmente pouco efetivo e requer o uso sistemático de herbicidas sistêmicos ou renovação de pastagem.

O Dalapon, TCA e o Amitrol são herbicidas efetivos para o controle de gramíneas e poderiam ser usados para aplicações dirigidas em gramíneas invasoras (22, 25, 26). O Glyphosato é um novo herbicida que exerce excelente controle de muitas gramíneas perenes e anuais (9), não deixa resíduos no solo e as áreas tratadas podem ser semeadas dentro de poucos dias. O controle seletivo de gramíneas invasoras em pastagens de gramíneas não é possível com aplicação a lanço; em áreas severamente infestadas por gramíneas invasoras sugere-se que se torne a semear a pastagem.

No estabelecimento de pastagens de gramíneas podemos utilizar herbicidas tais como Atrazina, Simazina e Diuron, quando a gramínea é plantada por meios vegetativos (26). Quando se utilizam sementes, a seletividade dos herbicidas de pré-emergência é limitada e mais pesquisas são necessárias para encontrar tratamentos satisfatórios e seguros. As invasoras de folhas largas nas pastagens recém-plantadas podem ser destruídas com o uso racional de 2,4-D em pós-emergência.

Queima

A queima periódica nas áreas de pastagens é uma prática muito usada e tem sido estudada por muitos autores (6, 10, 14, 18, 32). Nas condições atuais com espécies nativas e solos ácidos e de baixa fertilidade, a queima é geralmente considerada parte integrante do programa de manejo de pastagens. A queima destrói a vegetação morta e passada e estimula o crescimento de brotações e de folhas suculentas. De modo geral, o rendimento total e a qualidade de forragem aumentam (24, 27). A frequência e a época da queima são considerações importantes e muito poucos estudos têm sido desenvolvidos para controlar esses efeitos em pastagens nativas. Um excelente estudo, realizado por Eiten (14), relata que as espécies arbustivas e arbóreas do Cerrado brasileiro são tolerantes ao fogo. No entanto, se a queima ocorre de dois em dois ou de três em três anos, as plântulas serão destruídas antes de se tornarem resistentes ao fogo.

A queima para limpar a área destinada ao estabelecimento de pastagem, em regiões de floresta, é também uma prática comum. Ela livra a área de uma grande quantidade da biomassa e libera os elementos nutrientes acumulados. Frequentemente o arroz, o milho ou a mandioca são cultivados antes do estabelecimento da pastagem. Essas colheitas aproveitam a maior parte dos nutrientes disponíveis, produzindo uma fonte de alimento para o consumo ou para a venda; depois, as forrageiras são introduzidas na área e se tornarão provavelmente a vegetação predomi-

nante. As medidas de controle de invasoras são necessárias nessas áreas para garantir que as invasoras não ocupem a área.

Estabelecimento de pastagens

O estabelecimento bem sucedido de espécies introduzidas exige medidas efetivas de controle de invasoras. Ensaios realizados em vários países (19, 26, 28) indicam que o preparo mecânico do solo é superior à queima ou ao uso de somente herbicidas. Com semeadura a lanço sobre a superfície do solo, Ramos (25) conseguiu um "stand" de 50% de *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf. cortando, arando, gradeando três vezes, adubando e uma pastagem com 90% de *Melinis minutiflora* Beauv., com o mesmo processo. O resultado foi muito menos efetivo usando Dalapon ou Paraquat do que efetuando a queima ou arando a vegetação existente.

Isso não significa que tais sistemas sempre falham. Vicente Chandler *et al* (31) relatam um estabelecimento de *Pennisetum purpureum* Schumach. e *Digitaria decumbens* Stent. igualmente bem sucedido, quer preparando a sementeira, quer destruindo o céspe com herbicidas. No CIAT (11) foram estabelecidas, de um modo similar, as leguminosas *Centrosema pubescens* Benth. e *Desmodium intortum* (Mill.) Urb., numa pastagem de *D. decumbens* com a aplicação de Paraquat ou *Glyphosate*, semeando as leguminosas, sete dias depois, na gramínea tratada. Se o pastejo não for efetuado até que as leguminosas estejam bem estabelecidas, a consorciação gramínea-leguminosa pode ser implantada dessa maneira. Um equipamento poderia ser desenhado para, simultaneamente, aplicar o herbicida e semear as leguminosas em regiões onde grandes áreas são plantadas ou onde a mão-de-obra é escassa.

Em áreas de florestas, as possibilidades de mecanização são reduzidas e as limpezas manuais e queimas são mais importantes no controle das invasoras. Os herbicidas também podem ser úteis no estabelecimento e na manutenção da pastagem em áreas de flo-

restas, principalmente no controle de dicotiledôneas herbáceas e arbustivas.

PROBLEMAS FUTUROS EM POTENCIAL

As savanas das regiões dos "Llanos" e do Cerrado e as áreas de floresta estão atualmente dominadas por um ecossistema estável de, principalmente, plantas nativas. Existem várias alternativas para mudar a produtividade das atuais comunidades vegetais: a) a introdução de leguminosas nas pastagens já existentes; b) a introdução e estabelecimento de gramíneas e leguminosas mais produtivas; e c) a destruição total da vegetação existente e o estabelecimento de espécies introduzidas.

A estabilidade dos ecossistemas atuais não tem sido muito alterada pelo homem. Apesar da prática corrente em muitas áreas ser o pastejo e a queima periódica das pastagens, não se tem observado mudanças relevantes no ambiente. No entanto, à medida em que essas práticas são modificadas, é provável que sucedam mudanças nas espécies, sendo que algumas delas induzem o aparecimento de espécies que são consideradas como plantas invasoras. Certamente, com a terceira alternativa, a destruição completa da vegetação em grande escala, aparecerão mudanças dramáticas. O preparo do solo, a calagem e a adubação criarão um ambiente marcadamente diferente e, muito provavelmente, as invasoras se tornarão sérios concorrentes às forrageiras recém-plantadas.

Quanto menores as alterações no ambiente, menores serão os riscos. A adubação e a calagem em faixas, por exemplo, não envolvem grandes mudanças nas espécies e permitirão o estabelecimento satisfatório das espécies introduzidas. Da mesma forma, os sistemas de plantio com cultivo zero têm efeitos muito menos deletérios que os sistemas de cultivos para o estabelecimento e renovação de pastagens. A descontinuação da queima periódica pode permitir o estabelecimento e o desenvolvimento de algumas espécies (principalmente os arbustos e árvores). A roçagem mecânica periódica ou o uso de herbicidas, provavelmente serão necessários para manter

essas invasoras sob controle.

Infelizmente, o homem continua sendo seu próprio pior inimigo introduzindo plantas invasoras em novas regiões. O incremento de plantios de gramíneas e leguminosas forrageiras em grande escala em regiões de solos ácidos e de baixa fertilidade, trará o risco de introdução de novas invasoras por via vegetativa, ou por sementes. Informação ou prévio conhecimento das invasoras comuns na área, se a propagação se realiza gâmica ou agamicamente, poderá prevenir contra uma introdução em potencial de invasoras.

Não obstante, os criadores podem não estar informados sobre os riscos que correm ao introduzir material de propagação em suas fazendas e, sem o saber, podem estar introduzindo invasoras na região. As sementes das invasoras também podem chegar no sistema digestivo ou no pelo dos animais introduzidos na região, bem como na palha utilizada nos caminhões que transportam os animais. Programas agressivos de educação enfatizando medidas preventivas reduzirão o perigo da introdução acidental das plantas invasoras.

Uma situação ainda mais alarmante seria a remota possibilidade de que as espécies "desejadas" introduzidas cheguem a se tornar invasoras. A introdução nos Estados Unidos do *Sorghum halepense* (L.) Per. como forrageira, e de *Rottboellia exaltata* L. f. na Colômbia é uma advertência de que o "impossível" pode acontecer. Isto será obviamente menos provável nas regiões de solos ácidos e de baixa fertilidade dos trópicos já que, provavelmente, ocorrerão muito poucos sistemas de cultivos em grande escala, e é nessas áreas onde as forrageiras podem se converter em invasoras. Uma avaliação cuidadosa, realizada em áreas pequenas sob a supervisão de pessoas responsáveis, deveria ser o primeiro passo para introduzir novas espécies numa determinada região.

Nos sistemas de produção pecuária, tanto em regiões de pastagens nativas como de pastagens cultivadas em solos ácidos e de baixa fertilidade, áreas relativamente grandes se-

rão utilizadas e o uso de herbicidas em larga escala não é considerada a melhor alternativa para o manejo e controle das plantas invasoras. A integração dos métodos culturais, mecânicos e manuais dentro do programa de manejo, deverá resultar em um controle eficiente das invasoras na maioria dos casos. O uso racional de um herbicida adequado para um problema específico, aplicado na quantidade correta e no momento oportuno, pode mesmo ser necessário e sua utilização recomendada nesses casos.

NECESSIDADES FUTURAS NO CONTROLE DE INVASORAS

Como têm sido muito poucos os estudos sobre a importância das invasoras em regiões de solos ácidos e de baixa fertilidade, as oportunidades de pesquisa e treinamento não têm limites. As organizações nacionais e internacionais com interesse nessas regiões, desde que seus recursos financeiros e humanos permitam, deveriam desenvolver as seguintes áreas relacionadas com as plantas invasoras.

Pesquisa

Manejo de pastagem

Este tipo de pesquisa, obviamente sempre foi, é e continuará sendo realizado nessa área. É importante determinar como as várias práticas de manejo influenciam a diversidade, a abundância e as mudanças das espécies indesejáveis. Os efeitos da frequência e da duração do pastejo e da queima são de especial interesse. Em geral, uma pastagem bem estabelecida e vigorosa compete favoravelmente com as invasoras (30) e, com esse objetivo, os especialistas em plantas invasoras podem fazer observações valiosas sobre as práticas de manejo que estão sendo avaliadas.

Não se devem considerar separadamente as práticas de controle de invasoras dos sistemas de manejo que estão sendo desenvolvidos. Como diz Vicente Chandler *et al* (31), "é importante realizar todas as práticas ne-

cessárias adequadamente e no momento oportuno". À medida que se desenvolvem sistemas adequados de manejo de pastagens, devem-se ir integrando nesses sistemas medidas adequadas de controle de invasoras.

Fertilidade do solo

Diversos aspectos de fertilidade do solo e de interações com invasoras necessitam atenção. Por exemplo:

- Como as mudanças no pH do solo afetam a diversidade e o crescimento das diversas espécies de invasoras?
- Como as mudanças nos níveis de nutrientes afetam a diversidade e o crescimento das espécies invasoras?
- Existe um nível mínimo de fertilidade no qual as forrageiras reagem favoravelmente e algumas invasoras não?
- A fertilização em faixa poderá reduzir a infestação das invasoras?
- Qual a época do ano mais adequada para adubação da pastagem de forma a estimular o crescimento das forrageiras mais que das invasoras?

Os ensaios deveriam ser realizados em diferentes locais, pois as variações de solo, clima e invasoras, produzirão respostas diferentes em cada local.

Competição de invasoras

Embora existam dados sobre perdas nas colheitas em cultivos tropicais devidas a invasoras, esses dados em pastagens tropicais de solos férteis são muito escassos e absolutamente inexistentes em regiões de solos ácidos e de baixa fertilidade. Nesses estudos, deverão ser usados animais em pastejo para que sejam medidas as perdas de produção devidas a diferentes níveis de infestação de invasoras. Como a competição é complexa, na análise dos resultados, devem ser consideradas as variações de fertilidade do solo, os ní-

veis de umidade, o clima, as invasoras e as espécies forrageiras presentes, a frequência do pastejo e a densidade das invasoras.

Também devia ser determinada a habilidade competitiva das forrageiras. Michael (20) observou que *Trifolium subterraneum* L. controla, de maneira efetiva, a espécie de folha larga *Hypericum perforatum*. Em Porto Rico, recomenda-se um "stand" vigoroso de *Pueraria phaseoloides* Roxb. (Benth.) var. javanica (Benth) Bak., para dominar as invasoras durante o estabelecimento da pastagem (31).

As invasoras e a qualidade da forragem

Além de reduzir a produção da forragem, as invasoras afetam a qualidade da mesma. Deveriam ser efetuadas análises de laboratórios para determinar quais as invasoras, em que nível de infestação, e em que estado de desenvolvimento, causam perdas relevantes na qualidade da forragem.

As espécies de invasoras tóxicas estão relacionadas com a qualidade da forragem. Aparentemente, existem ainda poucas espécies tóxicas nas regiões ácidas e de baixa fertilidade (5, 14). As modificações do ecossistema podem transformar a situação, como aconteceu na Austrália (20). Avaliações das espécies de invasoras devem ser feitas em diferentes ciclos de suas vidas a fim de detectar a presença de toxinas.

Biologia das invasoras

É evidente que se encontrará muito pouca informação biológica sobre padrões de crescimento, métodos reprodutivos, dormência de sementes, requerimentos de fertilidade e umidade do solo, habilidade competitiva, tolerância ao fogo e à acidez do solo, etc., para as plantas invasoras em solos ácidos e de baixa fertilidade.

Teitzel e Abbott (29) explicam a utilidade de tais informações. Eles observaram que, enquanto *Acacia flavescens* pode ser controlada quimicamente, pequenas mudanças nos

níveis de minerais no solo e o estabelecimento de pastagens melhoradas tornam a aplicação de herbicidas desnecessária.

Controle de invasoras durante o estabelecimento da pastagem

Os métodos de estabelecimento de espécies forrageiras desejáveis livres de invasoras precisam ser estudados e pesquisados a fundo. Os efeitos da queima, das práticas de cultivo e dos métodos de semeadura nas infestações das invasoras devem ser determinados. É duvidoso que os herbicidas aplicados no solo sejam uma prática econômica nessas regiões. No entanto, os herbicidas seletivos e eficientes devem ser identificados, tanto para as gramíneas como para as leguminosas forrageiras, para certas áreas que venham a necessitar desses tratamentos.

É recomendável realizar pesquisas nas áreas onde os solos favorecem a lixiviação de herbicidas. É provável que compostos que se desintegram rapidamente ou são lixiviados depois de matar as sementes da invasora em germinação, permitam realizar com êxito uma semeadura direta, algumas semanas após a aplicação. O teor relativamente baixo de matéria orgânica e a predominância de minerais argilosos altamente intemperizados de vários solos tropicais, reduzem sua capacidade de absorção dos herbicidas. Por conseguinte, o grau de seletividade dos herbicidas aplicados a esses solos será menor que em solos mais ricos e requer a realização de ensaios em diferentes locais antes de formular recomendações.

Suscetibilidade das invasoras aos herbicidas

É necessário encontrar tratamentos efetivos para os graves problemas ocasionados pelas ervas invasoras. A informação necessária inclui: época e frequência da aplicação em relação à estação do ano e ao ciclo de vida das invasoras, método de aplicação, dose e formulação do herbicida, efeitos do corte ou da queima anterior, etc. Esses dados devem

ser obtidos de cada espécie separadamente, de tal maneira que se possa recomendar um método sistemático para ser utilizado em pastagens que tenham diferentes problemas de invasoras, como fizeram Doll e Argel (13).

Métodos de aplicação de herbicidas

Técnicas eficientes para a aplicação de herbicidas em pastagens estabelecidas têm sido desenvolvidas. Deve-se concentrar a pesquisa nas pastagens de solos ácidos e de baixa fertilidade em: 1) sistemas de tratamentos em faixas ou localizados para a introdução de novas espécies em pastagens estabelecidas; 2) variações do tipo e da posição do bico do aplicador para maximizar a intercepção do herbicida foliar pelas invasoras 3) avaliação das semeadeiras equipadas para aspersão de herbicidas.

Também, devem ser experimentados equipamentos especializados, como o aspersor de recirculação e o rolo aplicador de herbicidas, em operações onde a invasora (principalmente gramínea) é mais alta que a forragem. Dessa maneira os herbicidas, que não são normalmente seletivos, se tornam seletivos, com a manipulação das técnicas de aplicação.

Aspectos econômicos do uso de herbicidas

O custo é a chave para o agricultor decidir qual alternativa a escolher para estabelecer e manter seus cultivos sem invasoras. Como áreas de solos ácidos e de baixa fertilidade têm sempre sido as que proporcionam os menores lucros por hectare, os criadores têm aplicado poucos investimentos para melhorar sua produção. À medida em que a tecnologia se desenvolve e aumenta a produtividade, torna-se mais necessária a análise econômica das alternativas disponíveis.

Especificamente, as análises devem comparar os custos dos herbicidas para substituir: 1) parcial ou completamente os meios mecânicos na preparação do terreno destinado ao plantio; 2) os meios mecânicos e ma-

nuais para manter um controle adequado das invasoras; 3) os meios mecânicos de renovação de pastagens. Os equipamentos de aspersão, os custos e a disponibilidade dos herbicidas em áreas afastadas também devem ser considerados.

Produção de sementes livres de invasoras

Apesar de o controle total das invasoras não ser necessário nas áreas de pastagens, os campos utilizados para a produção de semente e de material vegetativo de introdução em novas áreas, devem estar, o tanto quanto possível, livres de invasoras. Diferentemente à situação das colheitas de sementes de culturas agrônômicas, não existem critérios para estabelecer tolerância mínima para certas sementes comuns de invasoras (i. e. 0.1% de sementes de *Amaranthus* spp. em *Medicago sativa* L.), como também para classificar outras espécies, como as invasoras nocivas, com uma tolerância nula (i. e. semente de *Agropyron* em *M. sativa* está proibida, por lei, em muitas áreas dos Estados Unidos).

Até que tais conhecimentos e programas de observância obrigatória se tornem disponíveis nos trópicos, todos os esforços devem ser feitos para introduzir sementes livres de invasoras. Muito poucas pesquisas têm sido realizadas para descobrir herbicidas específicos para as leguminosas forrageiras (3). O manual de Humphreys (16) fornece indicações práticas para a produção de sementes de forrageiras tropicais e expressa que "existe uma grande necessidade de um trabalho conjunto entre os especialistas em plantas invasoras e o especialista em produção de semente de forrageiras..."

Interações entre invasoras, insetos e forrageiras

Freqüentemente, acusa-se a invasora de abrigar insetos destrutivos e muitos exemplos são encontrados em qualquer texto de introdução à ciência das plantas invasoras. Os possíveis efeitos benéficos dos insetos encontrados em invasoras são um avanço recente (1) e necessitam ainda de maiores pesquisas.

Por exemplo, uma espécie de invasora a nível não competitivo de infestação, pode repelir certos insetos destrutivos das pastagens, de tal maneira que a eliminação total dessa invasora acarretaria problemas mais graves de insetos na pastagem.

Também, alguns insetos, já existentes numa área determinada, podem controlar alguns tipos de invasoras. J.M. Spain (comunicação pessoal) observou a larva branca "chiza", que se alimenta seletivamente com *A. bicornis*, nos "llanos" da Colômbia. Isso pode explicar por que *A. bicornis* não é uma invasora perigosa nessa área e, talvez, até essa larva pudesse ser introduzida em outras áreas onde essa invasora representa um problema. Seria conveniente pois, explorar todos esses aspectos da ação combinada e da interação invasora-inseto-forrageira (e, talvez, também doença).

Controle biológico de invasoras

As tentativas de maior êxito no controle biológico das invasoras se realizaram em áreas de pastagens. Elas fornecem as relações estáveis a longo prazo, necessárias e duradouras para o êxito de programas de controle biológico. A cooperação entre laboratórios de controle biológico de invasoras deve continuar para avaliar o potencial desse enfoque

com relação às principais espécies invasoras de pastagens tropicais.

Treinamento e educação

Se a informação atualmente disponível sobre as plantas invasoras e a gerada em futuras pesquisas não forem transmitidas aqueles que estão trabalhando, hoje, na área de interesse, obviamente, o desenvolvimento será lento. A falta de especialistas interdisciplinares é devida, em grande parte, à falta de oportunidades para treinamento. Atualmente, pode-se contar com treinamento interdisciplinar devendo-se enfatizar o método de manejo de pastagem, do qual o controle de invasoras deve ser uma parte integrante.

Muitos profissionais experientes são necessários para desenvolver pesquisas e educação exigida para o desenvolvimento regional. Na preparação dos especialistas em pastagens e ciência animal devem ser incorporados a importância e os princípios de manejo e controle de invasoras. Ademais, os especialistas em plantas invasoras devem se preparar para trabalhar nessas regiões, como parte das equipes de pesquisa destinada a desenvolver sistemas apropriados de produção de forragem e utilização da mesma.

LITERATURA CITADA

1. Altieri, M.A., A. van Schoonhoven and J. Doll. 1977. The ecological role of weeds in insect pest management: a review illustrated by bean (*Phaseolus vulgaris*) cropping systems. PANS 23: 195-205.
2. Argel, P. y J. Doll. 1976. Control de arbustos en potreros: Resumen de cuatro años de investigación. Revista Comalfi (Colombia) 3: 38-58.
3. ———, J. Doll y W. Piedrahita. 1975. Control de malezas en las leguminosas forrajeras. Revista Comalfi (Colombia) 2: 212-221.
4. Bailey, D.R. 1970. Weedkillers for tropical pastures. PANS 16: 348-353.
5. Blohm, H. 1962. Poisonous plants of Venezuela. Harvard University Press. Cambridge, Massachu-

sets. 136p.

6. Blydenstein, J. 1967. Tropical savane vegetatios of the Llanos of Colombia. Ecology 48: 1-15.
7. Bornemisza, E. y A. Alvarado (ed). 1975. Manejo de suelos en la America tropical. North Carolina State University, Raleigh, U.S.A. 582p.
8. Bovey, R. 1977. Responses of selected woody plants in the United States Department of Agriculture-Agricultural Handbook n^o 493. 101p.
9. Camacho, A.J., P. Argel y J. Doll. 1974. Control de gramalote (*Paspalum fasciculatum*) con delapon y glifosato y establecimiento del pasto Pará (*Brachiaia mutica*). Revista Comalfi, Colombia 1: 176-184.
10. Campbell, R.S. 1960. Use of fire in grassland management. In Working Party Development in Tropical America. FAO.
11. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1976. Annual Report 1975, Cali, Colombia. p.A-19.
12. Costle, D. 1978. Regulations for the enforcement of the federal insecticide, fungicide and rodenticida act: Pesticide use restrictions, Federal Register 43(28): 5788.5791.
13. Doll, J.D. y P. Argel. 1976. Guía práctica para el control de malezas en potreros. Serie ES-22-CIAT, Cali, Colombia. 30p.
14. Eiten, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. Botanical Review 38: 201-341.
15. Gomez, C. y G. Riveros. 1975. Residualidad de picloram en suelos del Valle del Rio Sinú. Revista Comalfi (Colombia) 2: 110-128.
16. Humphreys, L.R. 1975. Tropical pasture seed production. FAO publication. AGP: PFC/20. Rome. 116p.
17. Jennings, V. and R. Fawcett. 1976. Weed control in small grains, pastures and legume forages. Iowa State University Bulletin PM-601-A. 4p.
18. Lemon, P.C. 1968. Effects of fire on an African plateau grassland. Ecology 49: 316-322.
19. Lowe, K.F. 1972. Methods of establishment of legumes into native pasture. Proceedings Tropical Grasslands Society of Australia 6: 246-249.
20. Michael, P.W. 1970. Weeds of grasslands. In R.M. Moore (ed) Australian Grasslands. Australian National University Press. 455p.
21. Morales, L. y E. Polo. 1973. Susceptibilidad de leguminosas tropicales e herbicidas. Resúmenes V Seminario Comalfi. Bogotá, Colombia. p.60-62.
22. ———, D. Vargas y C. Romero. 1973. Control de malezas de hoja angosta en potreros de clima cálido. ICA Informa. Instituto Colombiano Agropecuario, Bogotá, Colombia. 4p.
23. Nicholls, D.F., D.L. Plucknett and L.C. Burrill. 1973. Effect of herbicides on improved tropical pasture legumes and grasses. Proceedings IV Asian Pacific Weed Science Society. p.55-65.
24. Norman, M.J.T. 1963. The short-term effects of time and frequency of burning on native pastures at Katherine, NT. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 3: 26-29.
25. Ramos, N.A. 1971. Informe Anual de Labores. Instituto Colombiano Agropecuario. Regional 8. Programa de Fisiología Vegetal, Bogotá, Colombia. 26p.
26. ———. 1972. Informe Anual de Labores. Instituto Colombiano Agropecuario. Regional 8. Programa de Fisiología Vegetal. Bogotá, Colombia. 53p.

27. San José, J.J. and E. Medina. 1975. Effects of fire organic matter production and water balance in a tropical savanna. p. 251–263. In *Tropical Ecological Systems*. Springer-Verlag, New York.
28. Santhirasegaram, K. 1974. Manejo de praderas de leguminosas y gramíneas en un ecosistema de selva lluviosa tropical en Perú. p.445–464. In E. Bornemisza y Alvarado (ed) *Manejo de Suelos en la América Tropical*. North Carolina State University, Raleigh, U.S.A.
29. Teitzel, J.K. and R.A. Abbott. 1974. Beef cattle pastures in the wet tropics. IV. Management of established pastures. *Queensland Agricultural Journal* 100: 204–210.
30. Vincente-Chandler, F., et al. 1953. The management and utilization of the forage crops of Puerto Rico. *Agricultural Experimental Station Bulletin* 116.90p.
31. ———, et al. 1964. The intensive management of tropical forages in Puerto Rico. *Agricultural Experimental Station Bulletin* 187–152p.
32. Whyte, R.O. 1974. *Tropical grazing lands: Communities and constituent species*. Dr. W. Junk, Publishers, The Hague, Netherlands. 222p.

CAPÍTULO IV

PRODUÇÃO DE CARNE BOVINA EM PASTAGENS TROPICAIS

INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA AUSTRALIANA SOBRE MANEJO DE PASTAGENS TROPICAIS

Tóny R. Evans*

RESUMO

Este estudo apresenta alguns resultados da pesquisa australiana sobre produtividade de pastagens, sob diferentes sistemas de manejo. Estes sistemas vão, desde o melhoramento da pastagem nativa com introdução de uma ou mais leguminosas no sistema, até a produção intensiva de pastagens consorciadas de gramíneas e leguminosas e pastagens puras de gramíneas fertilizadas com N. O nível da produção animal em pastagens baseadas em leguminosas está intimamente relacionado com a quantidade de leguminosas na pastagem de tal maneira que o objetivo principal do manejo é manter uma proporção adequada de leguminosa. A persistência e a produção são influenciadas, principalmente, pela fertilização e pela pressão do pastejo. Considera-se também o uso de fertilizantes nitrogenados em sistemas de produção intensiva de pastagens de gramíneas puras, para uso estratégico em pastagens de gramíneas-leguminosas, ou para o melhoramento de pastagens cultivadas já esgotadas. Uma das maiores restrições no uso do N fertilizante é a utilização e a recuperação ineficientes do N aplicado. Todos os sistemas de pastagens envolvem o complexo solo-planta-animal; é, portanto, essencial a compreensão das interrelações existentes para o melhoramento e a manutenção da produção animal e para a formulação de sistemas de manejo apropriados.

As áreas de pastagens tropicais e subtropicais na Austrália estão situadas entre as latitudes 11°S e 30°S, e formam um arco, desde a região de Kimberley, no noroeste da Austrália Ocidental, através do Território Norte, em Queensland, continuando em direção à costa norte de New South Wales. As isoietas de precipitação anual mostram um padrão geral concêntrico sobre o continente, e as regiões com altas precipitações (> 1500 mm) estão situadas nos trópicos do norte e em algumas áreas pequenas, ao longo da costa (Fig. 1). A distribuição da precipitação é essencialmente estacional; no entanto, apresenta um componente de inverno crescente ao sul da latitude 18°S. As temperaturas máximas e mínimas diminuem do norte para o sul, mas as temperaturas máximas de verão aumentam, e as mínimas de inverno dimi-

nuem da costa para o interior. As temperaturas mínimas de inverno e as geadas podem limitar o crescimento das pastagens durante este período, ao sul do trópico de Capricórnio. No entanto, na maior parte da Austrália tropical, a distribuição da produção e a qualidade das pastagens são influenciadas pela pronunciada incidência das chuvas no verão, que impõem limites bem definidos no crescimento das pastagens.

Este trabalho faz uma revisão da pesquisa realizada sobre melhoramento de pastagens em solos ácidos e de baixa fertilidade e discute sistemas de manejo para a produção de gado de corte, advindos de resultados de pesquisa.

PASTAGENS NATIVAS – RECURSOS E MELHORAMENTO

As regiões pastoris ao norte da Austrália compreendem áreas de florestas de Eucalipto

* Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO). Division of Tropical Crops and Pastures. St. Lucia, Brisbane, Austrália.

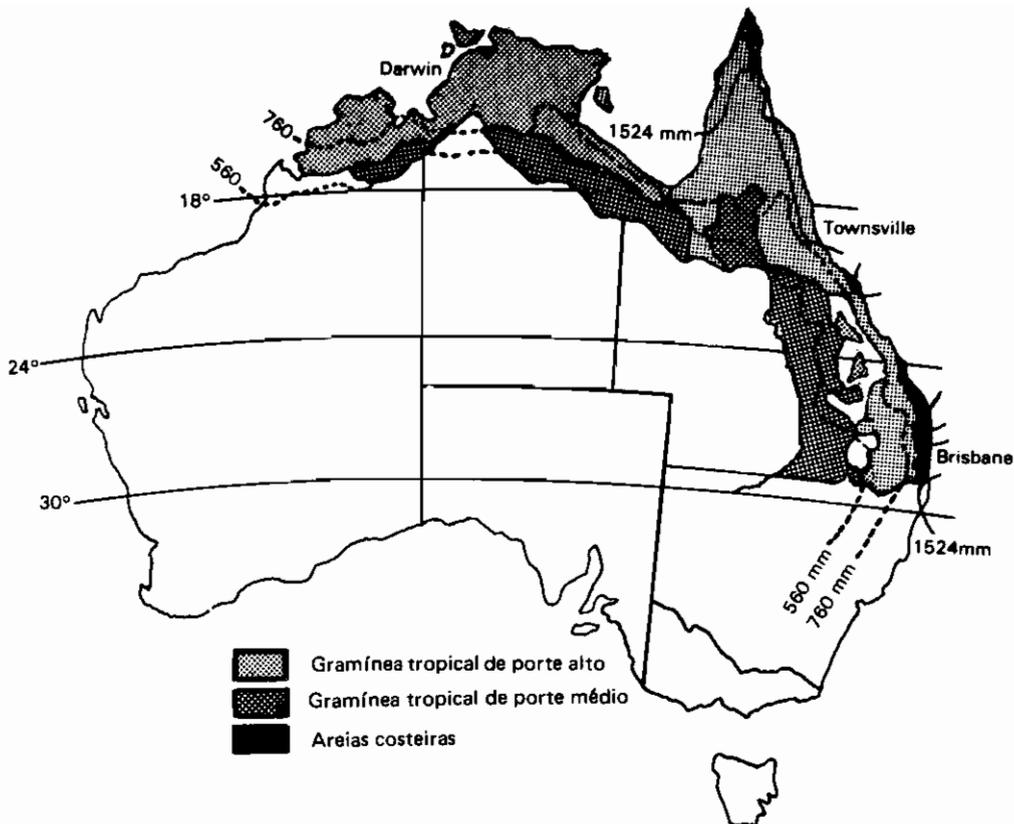


Figura 1. A distribuição das regiões pastoris e isoietas de precipitação pluviométrica do norte da Austrália. (Recompilado de 36).

que possuem um substrato herbáceo de gramíneas tropicais de porte alto (Fig. 1). No Território do Norte e na Austrália Ocidental, predominam gramíneas cespitosas perenes de 1,2 – 2,8 m de altura e *Sorghum* spp. anual que pode ter mais de 3,0 m de altura. As gramíneas perenes predominantes são: *Themeda australis* (R. BR.) Stapf., *Sorghum plumosum* (R. BR. Beauv.), *Chrysopogon fallax* S.T. Blake e *Sehima nervosum* (Rott. ex Willd.). Em Queensland, a comunidade herbácea é formada de gramíneas perenes cespitosas de até 1,0 m de altura, entre as quais, a espécie mais dominante é a *Heteropogon contortus* (L.) Beauv. ex Roem & Schult. Existe somente uma área relativamente pequena, quase sem árvores, com pastagens de *Dichanthium*, que ocorre em solos argilosos

relativamente férteis, os quais não são considerados neste trabalho.

A ausência geral de leguminosas nativas e um valor produtivo e nutritivo deficientes das gramíneas nativas ocasionam severas restrições à produção animal. Isto é demonstrado, com clareza pela pesquisa realizada em Katherine, no Território do Norte (lat. 14°S), onde a estação úmida dura somente 22 semanas e a produção total de MS é, aproximadamente, de 1.200 kg/ha/ano nas pastagens tropicais de gramíneas de porte alto, entre as quais, citam-se as gramíneas perenes *T. australis*, *S. plumosum*, *C. fallax* e *S. nervosum* (1). As gramíneas crescem rapidamente após o início das chuvas, até a floração e sementação. A partir daí, a taxa de

crescimento diminui até fins da estação chuvosa; os teores de N e de P satisfazem os requerimentos do animal somente durante a primeira fase de crescimento da pastagem (Fig. 2). A inadequada quantidade e qualidade da forragem ocasionam perdas de peso vivo na estação seca, chegando a 20% do peso máximo, e um espaço de quatro a cinco anos para se alcançar o peso de abate (Figura 3). A principal prática realizada antes de introduzir o *Stylosanthes humilis* H.B.K. no sistema da pastagem era a queima da pastagem nativa no início da estação chuvosa, para produzir novo rebrote de valor nutritivo mais elevado. A queima "per si" pode não afetar a composição botânica dessas pastagens mas, quando acompanhada de pastejo, pode induzir uma sucessão com aumento nas espécies pouco palatáveis (31).

As tentativas de aumento de produtividade, mediante a adição de P ou N, podem incrementar a produção de MS, porém, a eficiência da recuperação de nutrientes é apenas de 10% (38), aumento este muito pequeno, quando comparado com o obtido com a introdução de *S. humilis* no sistema da pastagem.

A eliminação da competição das árvores (por tratamento químico ou anelamento) pode dobrar a produção de MS do pasto nativo (37), porém produz pouco efeito no fornecimento de proteína, ou na manutenção de qualidade da forragem, até a estação seca.

As pastagens de *H. contortus*, em Queensland, apresentam produção anual e valor nutritivo baixos. Na ausência de pastejo, a queima anual aumenta o conteúdo de *H. contortus*; isto, provavelmente, devido a uma redução da cobertura basal dessa espécie, ao aumento na germinação das sementes de *H. contortus*, induzido pela queima, e à resistência das plantas estabelecidas para a queima (44). A combinação de queima e pastejo pode induzir uma sucessão, na qual, aumentarão as espécies não palatáveis (54). Estes estudos das pastagens nativas indicam um baixo potencial para o melhoramento da produção através do manejo, sem insumos

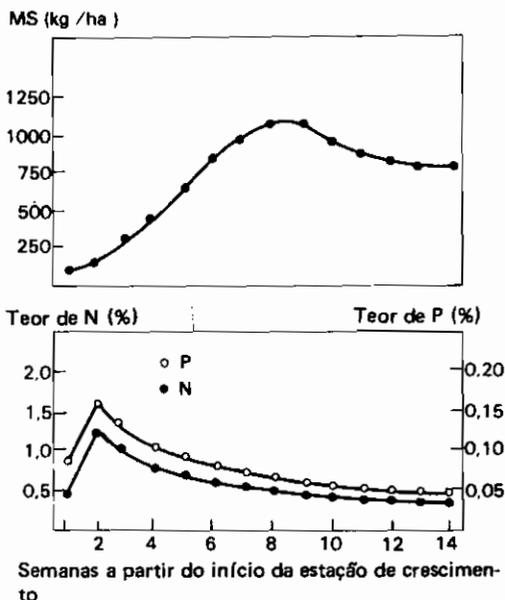


Figura 2. Distribuição do rendimento e dos teores de N e P da pastagem nativa de Katherine (Lat. 14°S). Território do Norte. Os solos são de terras vermelhas lateríticas (Oxisolos) (39).

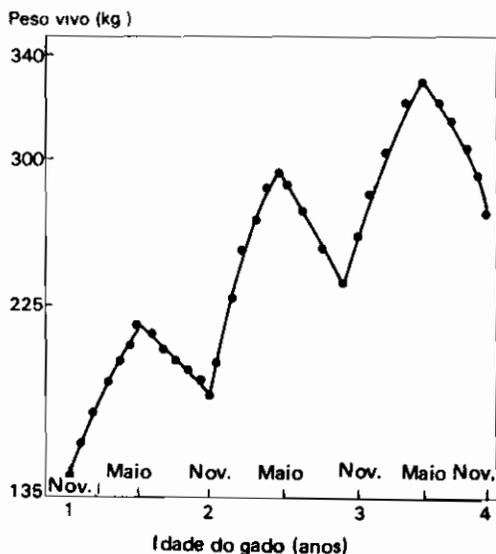


Figura 3. Alteração de peso vivo em pastagens nativas de Katherine (40).

adicionais, como introdução de melhores espécies para aumentar a produção total e o valor nutritivo. O primeiro passo para conseguir uma produção mais abundante é o uso de espécies de leguminosas adaptadas.

PRODUÇÃO E MANEJO DE PASTAGENS BASEADAS EM LEGUMINOSAS

O papel da leguminosa é melhorar o fornecimento de proteína para o animal, suprir uma fonte de N às gramíneas consorciadas e aumentar a fertilidade do solo. Um dos principais objetivos do manejo é manter um componente apropriado das leguminosas na pastagem, já que a produção total da pastagem e a performance animal estão positivamente relacionadas com a produção da leguminosa (2, 15, 28, 42).

Já foi demonstrado com clareza o valor de *S. humilis* no melhoramento da produção animal mediante uma substituição progressiva na dieta de novilhos em pastagens nativas. (42, 57). Nos arredores de Katherine obteve-se um melhoramento linear progressivo no ganho de peso vivo, aumentando o período de pastejo em *S. humilis*, com um ganho de peso vivo de 280 kg/animal, em 630 dias. Sob o ponto de vista comercial, o melhoramento da capacidade de lotação das pastagens sobre-semeadas com *S. humilis* depende da proporção de pastagem melhorada da propriedade (52). Dessa maneira, com uma área melhorada de 10%, a capacidade de lotação é, aproximadamente, de 1 animal por cada 12 ha; com 20–30%, de 1:4,5 ha e com 40–60%, de 1:2,5 ha. O principal determinante da produção de *S. humilis* nesse ambiente parece ser o nível de P aplicado e a relativa insensibilidade da leguminosa aos veranicos durante a estação chuvosa (20), um atributo desejável em áreas onde existem variações dentro da estação chuvosa.

Entretanto, têm surgido problemas para manutenção desta leguminosa anual em pastagens nativas ou com gramíneas perenes cultivadas, tais como *Cenchrus ciliaris* L., nessas condições ambientais (41, 43). Os fatores

que influenciam o restabelecimento da leguminosa no início da estação chuvosa parecem ser a competição do rápido crescimento das gramíneas perenes com as plântulas e chuvas que permitem a germinação das plântulas da leguminosa que não sobrevivem sem chuvas subseqüentes. O manejo do pastejo, que permite controlar o crescimento da pastagem mediante um pastejo precoce da gramínea, pode resultar na substituição das gramíneas perenes por espécies anuais de gramíneas menos produtivas e de baixa palatabilidade, com um declínio subseqüente da estabilidade e da produtividade da pastagem. Estudos atuais sobre sistemas de manejo com *S. humilis* indicam uma melhor persistência da leguminosa, quando cultivada com *Urochloa mosambicensis* (Hack.) Dandy, em pastejo contínuo (17). Alternativamente, o uso de espécies perenes do gênero *Stylosanthes*, tais como *S. hamata* (L.) Taub., *S. scabra* Vog. ou *S. viscosa* Sw. pode superar com êxito o problema da competição da gramínea no início da estação chuvosa e prolongar a produção animal até a estação seca, em virtude das características específicas de retenção das folhas verdes em algumas dessas espécies.

Na região central e costeira de Queensland, a introdução do *S. humilis* em pastagens de *H. contortus* não tem produzido problemas de manejo na manutenção da estabilidade da leguminosa (46). Os estudos de melhoramento das pastagens nativas mostram que os ganhos de peso vivo podem ser duplicados e que os ganhos por hectare aumentam em mais de seis vezes com o uso de *S. humilis* e a adição de fertilizantes (Quadro 1).

Nos estudos acima mencionados, e na maioria dos trabalhos de avaliação realizados no norte da Austrália, a produção animal tem sido medida usando-se novilhos, em vez de animais de reprodução. No entanto, é importante determinar se as espécies, que parecem ter valor para a engorda, são também apropriadas e satisfazem as necessidades nutricionais das vacas de cria e em lactação. Edye *et al.* (11, 12) demonstraram que pastagens de *H. contortus*/*S. humilis*, fertiliza-

das com 126 ou 377 kg de SFS/ha, aumentaram o peso vivo e as taxas de concepção e de parição das vacas, em relação às pastagens não fertilizadas de *H. contortus*/*S. humilis*. As taxas de parição aumentaram de 66% para 85%, com os níveis de P, e a percentagem de desmama aumentou de 64% a 82%. Os ganhos de peso vivo dos bezerros, antes da desmama, foram relacionados com a proporção de *S. humilis* nas pastagens.

A etapa seguinte, para o melhoramento da produção, é substituir a pastagem nativa por pastagens completamente cultivadas. O estudo sobre sistemas de utilização da terra, realizado no sul de Queensland, por Tothil (55), é um exemplo de diferentes etapas no melhoramento de pastagens e seus efeitos na produção animal. O sistema testemunha (t) é uma área com vegetação arbórea não melhorada, com uma densidade de 150–200 árvores/ha e um extrato herbáceo nativo predominando *H. contortus* com um suporte de 0,17 novilhos/ha. Os outros sistemas estudados foram: (1) Eliminação das árvores com um arboricida (E); (2) Eliminação das árvores e semeio na pastagem nativa de *Macroptilium atropurpureum* (D.C.) Urb. cv. Siratro (EP); e (3) Limpeza total e estabelecimento de pastagens de *C. ciliaris*/*M. atropurpureum* (DP). Tanto o (2) como o (3) receberam

anualmente 125 kg de superfosfato molibdenizado/ha.

A Figura 4 mostra a produção animal do primeiro e segundo anos para cada sistema, e a Figura 5, o ganho/ha do segundo ano. A eliminação das árvores teve como finalidade aumentar a produção total de MS da pastagem nativa e, no primeiro ano, a produção animal foi semelhante nos sistemas E e EP, devido ao estabelecimento lento do *M. atropurpureum*. No segundo ano, apareceram diferenças entre esses dois tratamentos, à medida em que melhoravam a produção de *M. atropurpureum* e o "status" do N no sistema. Posteriormente, a produção animal dos sistemas de EP e DP atingiram o mesmo nível, com taxas de lotação de 0,93/novilhos/ha: 136 kg/ha, na pastagem semeada sem cultivar, e 146 kg/ha, na pastagem totalmente cultivada (56).

Mannetje e Coates (32) compararam, no mesmo ambiente, o efeito de diferentes sistemas de pastejo sobre comportamento reprodutivo de vacas e taxas de crescimento pré-desmama de bezerros. Os sistemas compreendiam: pastagem nativa de *H. contortus*, pastejada com 0,17 vacas/ha; pastagem cultivada de *Panicum maximum* Jacq. var. trichoglume com *M. atropurpureum*, com uma car-

TABELA 1. A influência dos fertilizantes* e da inclusão de uma leguminosa na produção animal, em pastagem de *H. contortus*, no sudeste de Queensland (46)**

Tratamento da pastagem	Taxa de lotação	Ganho de peso vivo anual	
	UA/ha	kg/cabeça	kg/ha
Nativa	0,28	83	25
Nativa	0,61	47	29
Nativa + adubação	0,61	100	62
Nativa + <i>S. humilis</i>	0,74	121	93
Nativa + <i>S. humilis</i> + adubação	0,95	149	148

* SFS (125 kg/ha), Mo (37,5 g/ha) e Cloreto de Potássio (63 kg/ha) aplicados anualmente.

** Os solos são "solonetz solidizados" (predominantemente Natrustalfs) (Ver Apêndice 2 do trabalho de P.A. Sanchez e P. F. Isbell neste livro).

ga de 0,51 vacas/ha; e pastagem nativa, pastejada no verão, com 0,34 vacas/ha, com acesso, no inverno e na primeira, à pastagem cultivada com uma lotação de 1,0 vaca/ha, isto é, duas vezes as taxas de lotação dos outros tratamentos, mas somente por meio ano. Os resultados (Tabela 2) mostram claramente as vantagens do melhoramento das pastagens. O uso integrado das pastagens nativas com as pastagens cultivadas mostra os benefícios sobre as pastagens nativas isoladas; no entanto, a taxa de lotação mais alta, na pastagem nativa, no verão, pode ter limitado a oportunidade de um consumo seletivo, reduzindo, assim, os ganhos médios diários.

Nas áreas com mais alta precipitação (800–2000 mm) e com melhor distribuição das chuvas e mais longo período de crescimento, têm sido registrados níveis elevados de produção animal nas pastagens totalmente cultivadas e fertilizadas.

A manutenção de uma produção estável nestas pastagens depende de sistemas de manejo que permitam a manutenção da leguminosa na pastagem. À medida em que a proporção da leguminosa diminui, a produção também diminui (15, 27). A quantidade da leguminosa não somente influencia na produção total, como também, nas mudanças estacionais de peso vivo (Fig. 6) (2).

O fator primordial que influi na persistência da leguminosa é a taxa de lotação, desde que a fertilização seja adequada para o crescimento normal da pastagem e, principalmente para as pastagens baseadas em leguminosas que tenham um hábito de crescimento trepador ou rasteiro, por exemplo, *Pueraria*, *Centrosema*, *Macroptilium*. A Figura 7 mostra a relação entre a taxa de lotação e o ganho/animal, no caso de uma pastagem de leguminosa/*Setaria anceps* Stapf. ex Hassey e *S. anceps*, fertilizada com 336 kg N/ha/ano. Com o aumento da taxa de lotação, a redução no ganho/animal é semelhante para as duas pastagens baseadas em leguminosas e, substancialmente, mais alta que na pastagem adubada com N. A maior sensibilidade às

mudanças na taxa de lotação das pastagens consorciadas de gramíneas e leguminosas se atribui ao efeito do pastejo na leguminosa. A

Ganho de peso vivo/animal

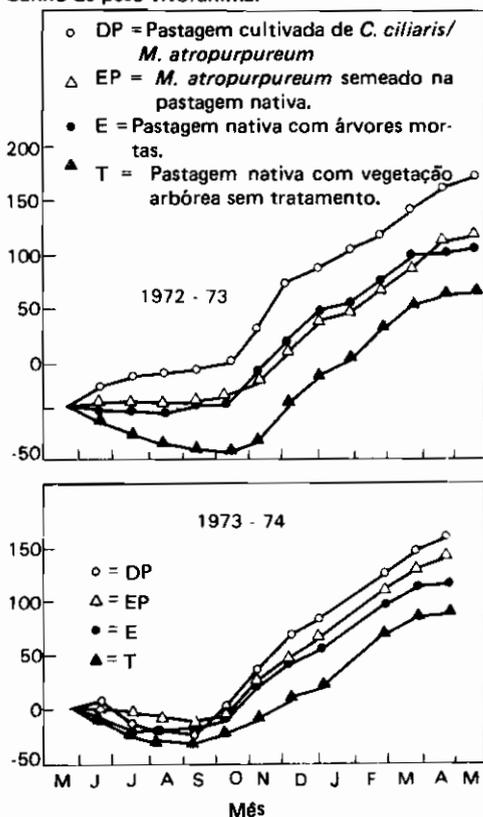


Figura 4. Produção animal de quatro sistemas de utilização de terra em Narayan (lat. 25°41'S), Sul de Queensland. Os solos são Podzólicos Amarelos, (Haplustalfs) (54).

facilidade de acesso de *Desmodium intortum* (Mill.) Urb. e de *M. atropurpureum* favorece a desfolhação e a eliminação dos brotos, diminuindo por conseguinte, a quantidade de leguminosas na pastagem, o que, por sua vez, incide na produção animal.

É essencial a compreensão dos fatores que influem na persistência de leguminosa para que práticas apropriadas de manejo possam ser formuladas. Estudos detalhados sobre a ecologia de *M. atropurpureum* (29) têm demonstrado que, sob altas pressões de pastejo, as plantas individuais de *M. atropurpureum* são pastejadas com maior frequência, produ-

Ganho de peso vivo (kg/ha)

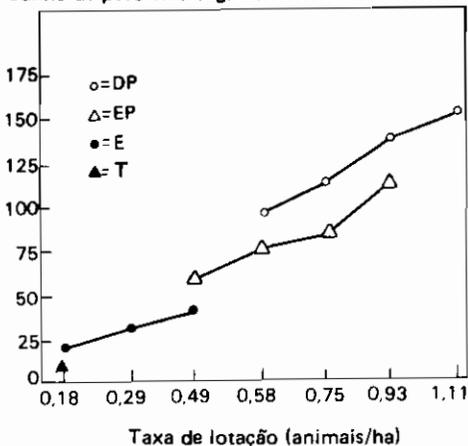


Figura 5. Resposta da produção animal com diferentes taxas de lotação para quatro sistemas de utilização de terra, em Narayan, Sul de Queensland (54).

zem menor quantidade de estolões e menos MS. Uma vez que a quantidade de N fixado depende da produção total da leguminosa (28), uma redução na quantidade de N fixado reduzirá, logicamente, a produção da pastagem e, sob pressões altas de pastejo, esta seqüência se repete, levando a uma produção animal mais baixa. Porém, uma pressão alta de pastejo permite uma regeneração mais abundante de plântulas provenientes das reservas de sementes do solo, pela redução da competição. Com uma baixa taxa de lotação, as plantas individuais são maiores e de maior longevidade, apresentando enraizamento secundário dos estolhos e rizomas; entretanto, as novas plantinhas perecem devido à competição. O manejo exige que se evite o superpastejo, durante o primeiro ano, para permitir o acúmulo de reservas de sementes no solo e que se reduza a pressão de pastejo nas pastagens "enfraquecidas", ou que se permita um período de descanso nos fins do verão e do outono, quando a taxa de crescimento do *M. atropurpureum* é mais alta e as sementes estão sendo produzidas.

Apesar de não existir nenhuma evidência de que o uso do sistema de pastejo rotacional produz aumentos substanciais na produ-

ção animal, mais do que no sistema de pastejo contínuo (exceto com as leguminosas arbustivas como a *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.), pode ser que seja necessário deixar a pastagem em descanso durante o período compreendido entre a floração e a sementação, para permitir um aumento da quantidade de sementes no sistema da pastagem.

Os estudos acima descritos dão ênfase à importância de uma pesquisa ecológica mais detalhada sobre o comportamento das leguminosas forrageiras sob pastejo intensivo tão necessário para poder-se adquirir uma compreensão da persistência da leguminosa.

Outros fatores que influem na persistência da leguminosa são as possíveis flutuações estacionais na preferência de pastejo. Stobbs (50) observou que, com *M. atropurpureum*, no início do período de pastejo, somente 2-10% da dieta selecionada continha *M. atropurpureum* mas, ao final do verão-outono, essa média subiu a 62-73%. Com a idade da planta, pode haver mudanças na palatabilidade, apesar de, neste exemplo, não se poder separá-las das mudanças quantitativas de *M. atropurpureum* disponível, que é maior nos fins da estação de crescimento.

A manutenção de níveis adequados de produção de pastagem em solos de baixa fertilidade depende da fertilização de manutenção adequada. O nível de aplicação de fertilizantes pode afetar a composição botânica, a persistência da leguminosa e a produção animal (15).

A diferença na produção animal (Fig. 8), entre uma aplicação anual de manutenção de 125 e 250 kg de SFS/ha foi atribuída a: a) uma quantidade maior de leguminosa e b) a níveis mais altos de N e de P na leguminosa e de P nas gramíneas, com níveis mais altos de adubação fosfatada. Existem muito poucos dados publicados sobre a duração dos períodos nos quais é necessária a fertilização de manutenção, e sobre possíveis mudanças nos níveis desta fertilização, após dois ou mais anos. Estudos posteriores sobre

TABELA 2. Reprodução e crescimento antes da desmama de vacas e bezerros Hereford em Narayan, lat. 25°41'S (32)^a.

Tratamento ^b	Taxa de		Concepção		GDM ^c		Peso na desmama		Índice de reprodução
	lotação		(Partos)		Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	
	vacas/ha	%			kg				
PN	0,17	87	78	0,70	0,72	186	198	166	
PCB	0,51	91	82	0,87	0,92	233	244	210	
PCA	0,68	97	94	0,81	0,91	223	248	221	
PNPC ^e	0,34								
	1,00	96	82	0,71	0,76	197	212	193	

^a Os solos são Podzólicos Vermelhos e Amarelos (Paleustalfs, Haplustalfs).

^bPN = pastagem nativa

PCB = pastagem cultivada, taxa de lotação baixa

PCA = pastagem cultivada, taxa de lotação alta

^cGDM = média de ganho diário de bezerros, do nascimento à desmama

^dÍndice de reprodução = kg do bezerro desmamado/vaca acasalada, ajustado para o sexo.

^e0,34 vaca/ha em pastagem nativa de novembro a abril

1,00 vaca/ha em pastagem cultivada, com acesso à pastagem nativa de maio a outubro.

TABELA 3. Comparação da produção de carne (ganhos de peso vivo) em pastagem de gramíneas/leguminosa e em pastagem fertilizadas com N.

Localidade	Gramínea/ leguminosa	Taxa de lotação	Gramínea/ nitrogênio	Taxa de lotação	N aplicado	Referência
	kg/ha/ano	UA/ha	kg/ha/ano	UA/ha	kg/ha	
South Johnstone, lat. 17°36'S	469	4,1	660	4,1	168	22
lat. 17°36'S	510	3,2	650	3,2	147	33
Samford lat. 27,5°S	256	2,2	490	5,6	336	2
Beerwah lat. 27°S	507	3,6	699	4,3	168	4

Ganho de peso vivo (kg/ha)

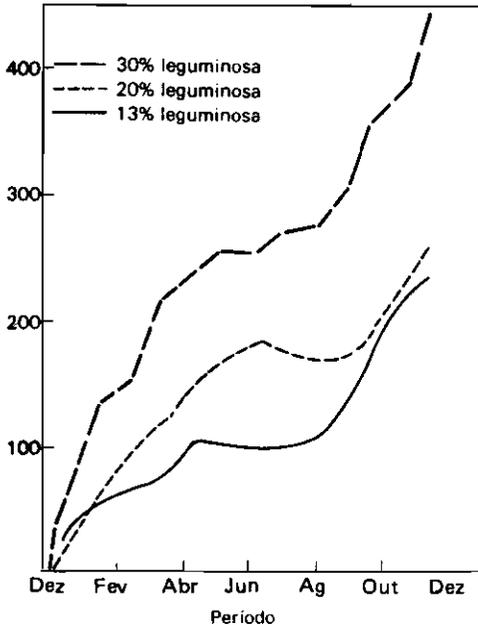


Figura 6. Efeito do conteúdo da leguminosa no ganho de peso vivo em pastagens subtropicais totalmente cultivadas e pastejadas continuamente com 2,5 novilhos/ha. Os solos são Podzólicos Lateríticos (Paleustults) (2).

pastagens, descritos por Evans e Bryan (15), têm demonstrado que depois de 10 anos de aplicação de 250 kg de SFS/ha, a suspensão destas aplicações durante três anos teve pouco efeito na produção animal, como pode ser observado na Fig. 9 (Jones R.M. e Johansen C., comunicação pessoal).

PRODUÇÃO E MANEJO DE PASTAGENS FERTILIZADAS COM NITROGÊNIO

A alta eficiência fotossintética das gramíneas tropicais e seu potencial de produção de MS só podem ser maximizadas quando a umidade e a disponibilidade de nutrientes não são fatores limitantes. O uso de fertilizantes nitrogenados permite a expressão deste potencial; todavia, o aumento do teor de N nas gramíneas requer aplicações de N em níveis acima dos necessários para seu crescimento máximo (23). A produção de carne

Ganho de peso vivo (kg/an/ano)

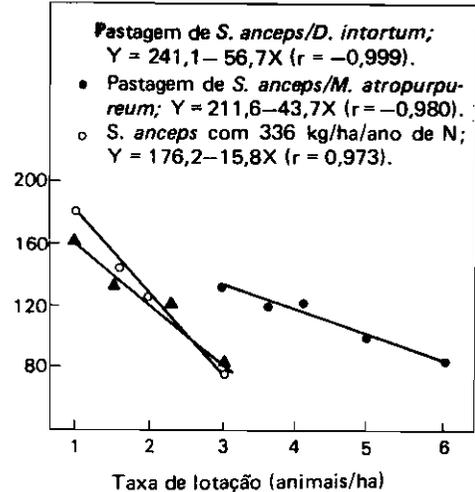


Figura 7. Relação entre o ganho/cabeça e a taxa de lotação de pastagens de gramínea/leguminosa e de gramínea fertilizada com N em Samford (lat. 27°5'S), sudeste de Queensland. Os solos são Podzólicos Amarelos (Haplustalfs) (27).

por unidade de área proveniente das pastagens fertilizadas com N é superior à de pastagens consorciadas com leguminosas (Tabela 3), principalmente devido a uma capacidade maior de lotação. A susceptibilidade de variação na taxa de lotação também mostra-se menor do que nas pastagens baseadas em leguminosas (Fig. 7).

O uso de fertilizante nitrogenado nas pastagens pode ser considerado no contexto de três sistemas diferentes de manejo de pastagem: 1) para incrementar ao máximo a produção, por hectare de pastagens de gramíneas puras; 2) como aplicações estratégicas em pastagens baseadas em leguminosas; e 3) em pastagens puras de gramíneas utilizadas em rotação com pastagens consorciadas de gramíneas e leguminosas, em um sistema de produção integrado. Poder-se-ia usar os sistemas 2 e 3 para aumentar a quantidade de

Ganho de peso vivo (kg/ha)

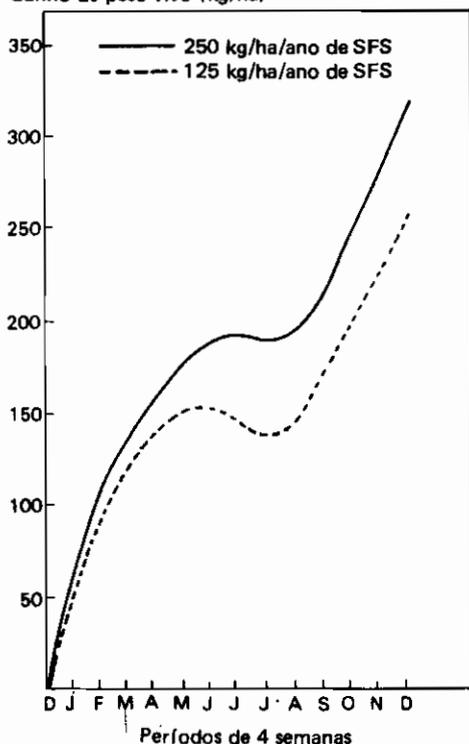


Figura 8. Efeito de diferentes níveis de adubação anual de manutenção com superfosfato sobre o ganho de peso vivo de pastagens subtropicais em Beerwah (lat. 27°S), pastejadas com 1,6 novilhos/ha. Os solos são Podzólicos Lateríticos e Podzólicos Gleisados (Ultissolos) (15).

forragem disponível durante os períodos de escassez, como no inverno ou os períodos de seca de curta duração. Entre as decisões de manejo estão a quantidade de N necessária, a frequência da aplicação, as necessidades de outros nutrientes e a carga animal ótima para cada nível de N.

A quantidade de N aplicado em solos altamente deficientes quanto a este elemento pode ter um pronunciado efeito na produção animal. Bryan e Evans (4) verificaram que *D. decumbens* fertilizado, seja com 112 ou com 448 kg de N/ha produziu quantidades semelhantes de MS, porém, a performance animal, com o nível mais baixo, foi afetada, devido ao baixo teor de N na forragem. Aumentando-se o nível de aplicação para 168

kg/ha, a qualidade da pastagem e o desempenho animal foram melhorados. Com níveis altos de fertilização nitrogenada, Evans encontrou pouquíssima diferença na produção animal entre 448 e 896 kg de N/ha, exceto durante o período de inverno, quando o teor de proteína bruta da pastagem, no nível mais alto de N, se manteve acima de 10%, comparado com 8% com o nível mais baixo de N. Estudos sobre frequência de aplicação de N (14) mostraram, com clareza, que as aplicações mais frequentes (seis vezes por ano) apresentam muitas vantagens no melhoramento da distribuição de forragem disponível e na produção animal, em pastagens que receberam um total de 448 kg de N/ha por ano e que foram pastejadas com 7,4 novilhos/ha. Nessas condições subtropicais, onde as taxas de crescimento se situam entre 10 kg/ha/dia durante o inverno e 200 kg/ha/dia durante o verão (6), os aumentos nas aplicações de N durante o outono aumentaram a produção animal, o que demonstra o relevante papel de aplicações estratégicas para melhorar a qualidade alimentícia de forragem na estação crítica. A ordem das aplicações na produção animal, de três a seis vezes por

Ganho de peso vivo (kg/ha)

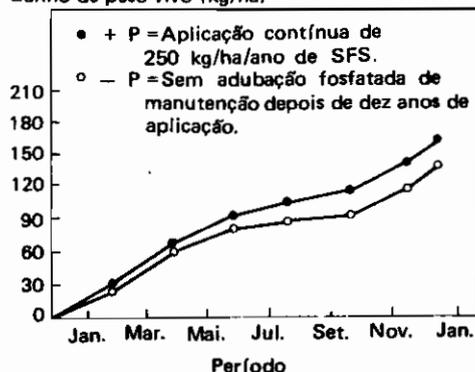


Figura 9. Desempenho animal em pastagens cultivadas, pastejadas com 1,6 novilhos/ha após a continuação ou suspensão da aplicação de adubação fosfatada de manutenção. Os solos são Podzólicos Lateríticos e Gley Podzólicos (Ultissolos) (Jones, Johansen e Evans, dados não publicados).

TABELA 4. Produção animal em pastagens de *S. anceps* cv. Nandi e *D. decumbens* sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e taxas de lotação (16)*.

Taxa de lotação (novilhos/ha)	Espécies	Fertilização kg N/ha	Ganho de peso vivo			
			2,5	4,3	6,2	8,0
			kg/ha/ano			
<i>S. anceps</i>		280	547	559	558	—
		378		802	725	384
		476		817	889	544
<i>D. decumbens</i>		280	480	795	787	—
		378		830	818	732
		476		774	803	756

* Os solos são Podzólicos Lateríticos (Paleustults).

ano, foi de 840 a 1.440 kg de ganho de peso vivo/ha/ano. As variações anuais de precipitação influenciaram nos ganhos de peso vivo total, porém a diferença de aproximadamente 600 kg/ha entre essas freqüências de aplicação foi mantida.

Diferentes espécies forrageiras apresentaram diferentes respostas a diferentes níveis de aplicação de N, em sua produção forrageira e produção animal. A Tabela 4 mostra os ganhos de peso vivo em *D. decumbens* e *S. anceps* cv. Nandi, pastejadas sob diferentes taxas de lotação e com diferentes níveis de fertilização nitrogenada. É menos provável que *D. decumbens* responda a aumentos de mais de 280 kg de N/ha/ano, enquanto que *S. setaria* cv. Nandi mostra uma pronunciada resposta acima de 476 kg/ha/ano.

Numa comparação de diferentes espécies de gramíneas fertilizadas com o mesmo nível de N (378 kg/ha/ano), foram verificadas diferenças pronunciadas no ganho de peso vivo (Fig. 10). A cultivar Narok de *S. anceps* é menos sensível a aumentos da taxa de lotação, o que é atribuído a um padrão de crescimento estacional menos variável, decorrente de sua capacidade de crescimento no inverno. Provavelmente, a maior produção animal

se deve à sua maior percentagem de folhas, o que redundará em níveis mais altos no consumo e no valor nutritivo.

A aplicação de N às pastagens consorciadas de gramíneas e leguminosas, em geral ocasiona uma diminuição no conteúdo de leguminosas (Tabela 5). Estes dados sugerem a conveniência de se usar uma aplicação de até 112 kg de N/ha para aumentar a produção de gramíneas em um sistema de aplicação de fertilizantes em diferentes pastagens no momento de menor crescimento da leguminosa durante vários anos sucessivos. As aplicações de 112 kg de N/ha não afetaram o rendimento de *M. atropurpureum*, no primeiro ano, ao passo que 336 kg de N/ha ocasionaram reduções consideráveis.

As aplicações de N nas pastagens enfraquecidas e degradadas têm dado bons resultados na melhoria da composição botânica. Henzell (23) aumentou em 13% a quantidade de *Chloris gayana* Kunth numa pastagem degradada, com 112 kg de N/ha e em 92% com 448 kg. Gartner (21) obteve resultados semelhantes com uma pastagem de *Pennisetum clandestinum* Hochst ex Chiov.

A produção intensiva de pastagem de gra-

Ganho de peso vivo (kg/ha)

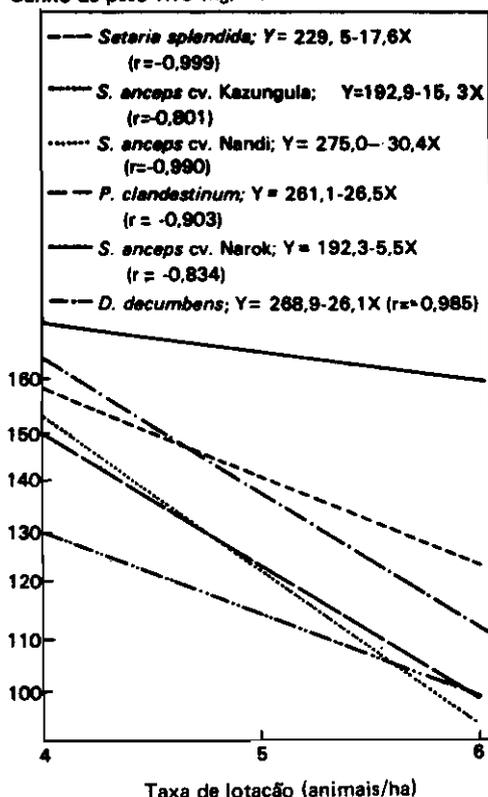


Figura 10. Relação entre a taxa de lotação e o ganho de peso vivo de seis pastagens de gramíneas que receberam 378 kg N/ha/ano em Beerwah (lat. 27°S), sudeste de Queensland. Os solos são Podzólicos Lateríticos (Paleustalts) (Evans e Hacker, dados não publicados).

múneas relativamente altas. Na maioria dos experimentos, isto inclui taxas de manutenção de P e de K maiores que as usadas em pastagens consorciadas de gramíneas e leguminosas. As fertilizações mais elevadas desses elementos visam, principalmente, impedir que se tornem limitantes, o que limitaria a expressão total de resposta ao N. Nos ensaios de Bryan e Evans (3) e Evans (13), foi usada uma proporção de 10: 1: 1,5 de N.P.K. Entretanto, as proporções requeridas não foram examinadas criticamente, e uma mudança nessas proporções poderia produzir efeitos marcantes na rentabilidade do sistema (18). Outro fator importante que exerce influência na economia do uso do N é a recuperação deficiente do N aplicado, na parte aérea das plantas. Henzell (24, 25) registrou perdas até de 60% de N da uréia aplicada a pastagens sob pastejo e de 20–40% de pastagens sob cortes. As perdas aumentavam imediatamente após os períodos de intensas chuvas. As perdas de N podem ser através das lavagens de superfície, lixiviação ou evolução gasosa. Catchpole (7) registrou perdas gasosas de até 27% em condições de inundação, com uma recuperação pela parte alta da planta de somente 20%. As taxas de recuperação podem ser melhoradas por meio do uso de certas formas de liberação lenta de N, apesar de haver ainda necessidade de melhor compreensão do método.

MANEJO DA PASTAGEM E REQUERIMENTOS NUTRICIONAIS DO REBANHO

Os diferentes estádios de crescimento, as

TABELA 5. Efeito da taxa de aplicação de N na produção de *M. atropurpureum* em pastagens consorciadas (26).

N aplicado	Produção de <i>M. atropurpureum</i>				
	Ano	1	2	3	4
Kg/ha/ano		kg MS/ha			
Nada		620	2190	590	1670
112		640	980	320	620
336		180	120	10	0

transformações na proporção de folhas e caules e o início da floração afetam constantemente o valor nutritivo de uma pastagem. As pastagens de gramíneas-leguminosas são particularmente heterogêneas devido às mudanças que se operam na composição botânica e às diferenças no valor nutritivo das espécies componentes. Existe ampla documentação sobre as diferenças na digestibilidade e no consumo entre as espécies, e as implicações do manejo das pastagens surgem da necessidade de escolher espécies que possuam características desejáveis, tanto morfológicas como nutricionais. Por exemplo, entre as espécies e variedades de *Panicum* de digestibilidade semelhante, podem existir diferenças substanciais na ingestão devido, principalmente, às diferenças na quantidade de folhagem (34, 35). À medida em que avança a maturação, decresce a proporção de folhas e, por conseguinte, a digestibilidade e a ingestão dando como resultado um valor nutritivo mais baixo da pastagem. Aparentemente, as diferenças na ingestão entre as gramíneas e as leguminosas de digestibilidade semelhante, são causadas por um menor período de retenção da leguminosa no rúmen, reduzindo o tamanho das partículas, facilitando a eliminação (53). Em termos de manejo de uma pastagem, uma diminuição da quantidade de leguminosa poderia reduzir o consumo.

Outro aspecto importante que afeta o consumo é a habilidade do animal para obter o nutriente apropriado, em um tempo específico. Stobbs e Hutton (51) consideram que o consumo depende da duração do pastejo e da taxa deste pastejo; esta é uma função do tamanho e do número de bocadas por unidade de tempo. Stobbs (47, 48, 49) estudou o efeito da estrutura da arquitetura foliar da pastagem no tamanho da bocada e no tempo de pastejo e demonstrou que a acessibilidade do material foliar exerce uma influência relevante sobre o consumo. O número de bocadas em pastejo reflete a facilidade com que a folhagem é consumida.

O número total de bocadas/24 horas oscila entre 35.000 em forragem de boa qualidade e 75.000 em forragem de baixa qualidade. Os fatores mais importantes que controlam o tamanho da bocada são a disponibilidade e acessibilidade da folha e a densidade foliar da pastagem. A fase de rebrote da pastagem também exerce uma grande influência na proporção de folhas, talos e inflorescências produzidas posteriormente. Nas primeiras fases do rebrote, os animais podem selecionar mais de 80% de folhas mas, à medida em que progride o processo de desfolhação, decresce a quantidade de folhas, o que dá como resultado uma redução no tamanho das bocadas e

TABELA 6. Mudanças na fertilidade, ocasionadas pelo pastejo (5) *

Parâmetro (profundidade: 0 - 10 cm)	Solo virgem	Após 11 anos de pastejo	Após 15 anos de pastejo
pH	5,2	—	5,0
C. orgânico (%)	0,84	2,60	1,56
N (%)	0,047	0,150	0,103
S (ppm)	70	207	205
P total (ppm)	18	150	160
P disponível (ppm)	4	35	40
K total (ppm)	31	90	202
Ca total (ppm)	30	550	320
Mg total (ppm)	29	29	—
Densidade aparente	1,55	—	1,00
Teor de umidade	16,0	—	41,0

Os solos são Podzólicos Gleisados (Paleudults).

um aumento no tempo de pastejo (8, 9).

Estes estudos têm permitido caracterizar o comportamento do gado em pastagens tropicais e explicar algumas das limitações que afetam o consumo e o valor nutritivo, podendo-se estabelecer os critérios para a seleção de espécies e dos objetivos do manejo. Não obstante, ainda não foram desenvolvidas técnicas de manejo que respondam a estes critérios, mas talvez seja mais fácil fazê-lo em pastagens fertilizadas com N do que em pastagens mais heterogêneas de gramíneas e leguminosas.

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Muitos dos experimentos de pastejo são de curta duração e isso representa um "obstáculo" para a avaliação econômica dos sistemas de produção. As pastagens estabelecidas em solos deficientes, de baixa fertilidade, melhoram gradativamente a produção, à medida que melhora o "status" de fertilidade desse solo. Na Tabela 6 é representado um exemplo deste melhoramento da fertilidade, num solo que inicialmente era deficiente em N, P, K, Ca, S, Cu, Zn e Mo para um adequado crescimento de plantas.

Portanto, é possível que não se possa conseguir um sistema de produção estável por muitos anos e as análises econômicas nessas

condições de início de produção de pastagens podem, sub ou superestimar os retornos a longo prazo. Sob as condições australianas, a quantidade de fertilizante para manutenção requerida exerce grande influência na rentabilidade do empreendimento. A avaliação econômica das taxas de fertilização e de lotação na produção de pastagem consorciada de gramíneas e leguminosas realizada por Firth *et al.* (19) utilizou dados experimentais de seis anos para prognosticar os retornos durante um período de 20 anos. Subseqüentemente, algumas dessas pastagens aumentaram ligeiramente sua produção e, como mostra a Figura 9, a omissão de superfosfato durante um período de três anos, praticamente não afetou a produção animal, o que, entretanto, teria proporcionado um efeito marcante sobre o retorno econômico.

Finalmente, a escolha de um sistema adequado de pastejo e de manejo deveria ser baseada em critérios econômicos e biológicos, conceito que trata de relacionar os recursos disponíveis com os requerimentos da planta e dos animais. Os objetivos do manejo devem incluir a manutenção de um sistema estável e produtivo de pastagem, minimização do estresse animal e/ou maximização do retorno econômico do investimento, da mão-de-obra ou da fertilização. Não obstante, a base do manejo deve ser a compreensão das interrelações do complexo solo-planta-animal.

LITERATURA CITADA

1. Arndt, W. and M.J.T. Norman. 1959. Characteristics of native pasture on Tippera clay loa, at Katherine, N.T. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia, Division of Land Research and Regional Survey. Technical Paper no. 3.
2. Bryan, W.W. 1970. Tropical and sub-tropical forests and heath. In. R.M. Moore (ed.) Australian grasslands. Australian National University Press, Canberra.
3. ———, and J.P. Sharpe. 1965. The effect of urea and cutting treatments on the production of pangola grass in south-eastern Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 5: 433-441.
4. ———, and T.R. Evans. 1971a. A comparison of beef production from nitrogen fertilized pangola grass and from a pangola grass-legumes pasture. Tropical Grasslands 5: 89-98.

5. ———, and T.R. Evans. 1971 b. Grazing trials on the Wallum of south-eastern Queensland. III. A nursery grazed by sheep. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 11: 633–639.
6. ———, and T.R. Evans. 1973. Effects of soils, fertilizers and stocking rates on pasture and beef production on the Wallum of south-eastern Queensland. I. Botanical composition and chemical effect on plant and soils. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 13: 530–536.
7. Catchpole, V.R. 1975. Pathways for losses of fertilizer nitrogen from a Rhodes grass pasture in south-eastern Queensland. Australian Journal of Agricultural Research 26: 259–268.
8. Chacón, E. and T.H. Stobbs. 1976. Influence of progressive defoliation of a grassward on the eating behaviour of cattle. Australian Journal of Agricultural Research 27: 709–727.
9. ———, and M.B. Dale. 1978. Influence of sward characteristics in grazing behaviour and growth of Hereford steers grazing tropical pastures. Australian Journal of Agricultural Research 29: 89–102.
10. Edye, L.A. and J.G. Davies. 1971. Fertility and seasonal changes in liveweight of Droughtmaster cows grazing a Townsville stylo-spear grass pasture. Australian Journal of Agricultural Research 22: 963–977.
11. ———, J.B. Ritson, K.P. Haydock and J.D. Davies 1971. Fertility and seasonal changes in liveweight of Droughtmaster cows grazing a Townsville stylo-spear grass pasture. Australian Journal of Agricultural Research 22: 963–977.
12. ———, J.B. Ritson and K.P. Haydock. 1972. Calf production of Droughtmaster cows grazing a Townsville stylo-spear grass pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 12: 7–12.
13. Evans, T.R. 1969. Beef production from nitrogen fertilized pangola grass (*Digitaria decumbens*) on the coastal lowlands of Southern Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 9: 282–286.
14. ———. 1972. Annual Report, Commonwealth Scientific and Research Organization, Division of Tropical Pastures, Brisbane, Australia.
15. ———, and W.W. Bryan. 1973. Effects of fertilizers and stocking rates on pasture and beef production on the Wallum of south-eastern Queensland. II. Animal response in terms of liveweight change and beef production. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 13: 530–536.
16. ———, and D.C.I. Peake. 1974. Annual Report, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Division of Tropical Agronomy, Brisbane, Australia.
17. ———, and W.H. Winter. 1978. Annual Report, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Division of Tropical Crops and Pastures, Brisbane, Australia.
18. Firth, J.A., W.W. Bryan and T.R. Evans. 1974. Updated budgetary comparisons between pangola grass-legume pasture and nitrogen fertilized pangola pasture for beef production in the southern Wallum. Tropical Grassland 8: 25–32.
19. ———, T.R. Evans and W.W. Bryan. 1975. Effects of soils, fertilizers and stocking rates on pastures and beef production on the Wallum of south-eastern Queensland. IV. Budgetary appraisals of fertilizer and stocking rates. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 15: 531–540.
20. Fisher, M.J. 1970. The effects of phosphorus and water stress on Townsville lucerne (*Stylosanthes humilis* H.B.K.). Proceedings XI International Grassland Congress, Surfers Paradise, Australia p. 481–483.

21. Gartner, J.A. 1969. Effect of fertilizer nitrogen on a dense sward of kikuyu, paspalum and carpet grass. I. Botanical composition, growth and nitrogen uptake. Queensland Journal of Agricultural and Animal Science 26: 21-33
22. Grof, B. and W.A.T. Harding. 1970. Dry matter yields and animal production of guinea grass (*Panicum maximum*) on the humid tropical coast north Queensland. Tropical Grasslands. 4: 85-95.
23. Henzell, E.F. 1963. Nitrogen fertilizer responses of pasture grasses in south-eastern Queensland Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 3: 290-299.
24. ———. 1971. Recovery of nitrogen from four fertilizers applied to rhodes grass in small plots. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 11: 420-430.
25. ———. 1972. Loss of nitrogen from a nitrogen fertilized pasture. Journal Australian Institute of Agricultural Science 38: 309-310.
26. Jones, R.J. 1970. The effect of nitrogen fertilizer applied in spring and autumn on the production and botanical composition of two sub-tropical grass-legume mixtures. Tropical Grasslands 4: 97-109
27. ———. 1974. The relation of animal and pasture production to stocking rate on legume based and nitrogen fertilized subtropical pastures. Proceedings Australian Society of Animal Production 10: 340-344.
28. ———, J.G. Davies and R.B. Waite. 1967. The contribution of some tropical legumes to pasture yields of dry matter and nitrogen, at Samford, south-eastern Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 7: 57-65.
29. ———, and R.M. Jones. 1978. The ecology of Siratro-based pastures. In J.R. Wilson (ed.) Plant relations in pastures. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Elsevier (In press).
30. Laredo, M.A. and D.J. Minson. 1973. The voluntary intake, digestibility and retention time by sheep of leaf and stem fractions of five grasses. Australian Journal of Agricultural Research 24: 875-888.
31. Lazarides, M.M., J.T. Norman and R.A. Perry. 1965. Wet season development pattern of some native grasses at Katherine, N.T. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Division of Land Research and Regional Survey, Technical Paper no. 26.
32. Mannetje't, L. and D.B. Coates. 1976. Effects of pasture improvement on reproductive and preweaning growth of Hereford cattle in central sub-coastal Queensland. Proceedings Australian Society of Animal Production 11: 257-260.
33. Mellor, W., M.J. Hibberd and B. Grof. 1973. Beef cattle liveweight gains from mixed pastures of some guinea grasses and legumes in the wet tropical coast of Queensland. Queensland Journal of Agriculture and Animal Science 30: 53-56; 259-266.
34. Minson, D.J. 1971. The digestibility and voluntary intake of six varieties of Panicum. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 11: 18-25.
35. ———, and K.P. Haydock. 1971. The value of pepsin dry matter solubility for estimating the voluntary intake and digestibility of six Panicum varieties. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 11: 181-185.
36. Moore, R.M. 1970. Australian grasslands. Australian National University Press, Canberra.
37. Mott, J.J., R.W. McLean and W.H. Winter. 1978. Annual Report, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Division of Tropical Crops and Pastures, Brisbane, Australia.
38. Norman, M.J.T. 1962. Responses of native pasture to nitrogen and phosphate fertilizer at Katherine, N.T. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 2: 27-34.

39. ———. 1963. The pattern of dry matter and nutrient content changes in native pasture at Katherine, N.T. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 3: 119–124.
40. ———. 1965. Seasonal performance of beef cattle on native pasture at Katherine, N.T. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 5: 227–231.
41. ———. 1967. Companion grasses for Townsville lucerne at Katherine, N.T. *Journal Australian Institute of Agricultural Science* 33: 14–22.
42. ———. 1970. Relationships between liveweight gain of grazing beef steers and availability of Townsville lucerne (*Stylosanthes humilis*). Proceedings XI International Grassland Congress, Surfers Paradise, Australia.
43. ———. and L.J. Phillips. 1970. Wet season grazing of Townsville stylo pasture at Katherine, N.T. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 10: 710–715.
44. Shaw, N.H. 1957. Bunch spear grass dominance in burnt pastures in south-eastern Queensland. *Australian Journal of Agricultural Research* 8: 325–334.
45. ———. and W.J. Bisset. 1955. Characteristics of a bunch spear grass (*Heteropogon contortus* (L.) Beauv.) pasture grazed by cattle in subtropical Queensland. *Australian Journal of Agricultural Research* 6: 539–552.
46. ———. and L. 't Mannetje. 1970. Studies on a spear grass pasture in central coastal Queensland the effect of fertilizer, stocking rate, and over sowing with *Stylosanthes humilis* in beef production and botanical composition. *Tropical Grasslands* 4: 43–56.
47. Stobbs, T.H. 1973a. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. I. Variation in the bite size of grazing cattle. *Australian Journal of Agricultural Research* 24: 809–819.
48. ———. 1973b. The effect of plants structure on the intake of tropical pastures. II. Difference in sward structure, nutritive value and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. *Australian Journal of Agricultural Research* 24: 821–829.
49. ———. 1975. The effect of plant structure on intake of tropical pasture. III. Influence of fertilizer nitrogen on the size of bite harvested by Jersey cows grazing *Setaria anceps* cv. Kazungula swards. *Australian Journal of Agricultural Research* 26: 997–1007.
50. ———. 1977. Seasonal changes in the preference by cattle for *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro. *Tropical Grasslands* 11: 87–91.
51. ———. and E.M. Hutton, 1974. Variations in canopy structure of tropical pastures and their effects on grazing behavior of cattle. Proceedings XII International Grassland Congress, Moscow 4: 680–687.
52. Sturtz, J.D., P.G. Harrison and L. Falvey. 1975. Regional pasture development and associated problems. II. Northern Territory. *Tropical Grasslands* 9: 83–91.
53. Thornton, R.F. and D.J. Minson. 1973. The relationship between apparent retention time in the rumen, voluntary intake and apparent digestibility of legume and grass diets in sheep. *Australian Journal of Agricultural Research* 24: 889–898.
54. Tothill, J.C. 1974a. The effects of grazing, burning and fertilizing on the botanical composition of a natural pasture in the sub-tropics of south-eastern Queensland. Proceedings XII International Grassland Congress, Moscow 2: 315–521.
55. ———. 1974b. The effects of grazing, burning and fertilizing on the botanical composition of a natural pasture in the sub-tropics of south-eastern Queensland. *Tropical Grasslands* 8: 128–132.
56. ———. 1977. Annual Report, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Division of Tropical Crops and Pastures, Brisbane, Australia.
57. Woods, L.E. 1970. Beef production from pastures and forage crops in a tropical monsoon climate. Proceedings XI International Grassland Congress, Surfers Paradise, Australia. p. 845–849.

PRODUÇÃO DE CARNE NO TRÓPICO ÚMIDO DO MÉXICO

Ricardo Garza Treviño*

RESUMO

Em primeiro lugar, são discutidos sumariamente os principais problemas comuns a todas as regiões tropicais: produção pecuária extensiva, baixa produção como conseqüência das secas pronunciadas, baixa fertilidade dos solos, pragas e doenças, utilização mínima de leguminosas e desconhecimento de novas e melhores espécies forrageiras. Em seguida, analisam-se experiências realizadas no México, dando-se atenção a quatro aspectos da pesquisa: 1) *Espécies pouco produtivas*. Destaca-se a superioridade das forrageiras naturalizadas e introduzidas sobre as nativas, mesmo quando estas últimas respondem satisfatoriamente à adubação. 2) *Manejo de pastagem*. É um dos principais problemas das gramíneas tropicais, pois, no início e durante a estação das chuvas, seu crescimento é muito rápido, produzindo grande quantidade de caules, com seu valor nutritivo decrescendo sensivelmente. 3) *Produção pecuária extensiva e efeito das estações secas*. A adubação de pastagem, a suplementação do gado, a rotação de pastagem e o uso de irrigação durante a estação seca possibilitam a mudança da pecuária extensiva para intensiva, transformação necessária para manter a continuidade das fases de crescimento e acabamento do gado. 4) *Consociações de gramíneas e leguminosas*. As leguminosas poderiam contribuir para solucionar o problema da deficiência de N nos solos do trópico. São de utilidade especial as espécies pertencentes aos gêneros *Leucaena*, *Stylosanthes* e *Glycine*.

Antes de se começar a analisar a produção de carne no trópico úmido do México, é conveniente discutir sumariamente uma série de problemas comuns a todas as regiões tropicais, que atingiram e continuam a atingir as atividades pecuárias do México.

1. *Produção pecuária extensiva*. Utilizam-se grandes extensões de terra que apenas mantêm, em forma contínua, uma pequena população animal que proporciona uma pecuária de baixo nível de renda.
2. *Escassez de produção em conseqüência das secas pronunciadas*. A produção forrageira não é contínua, apresentando exce-

dentes na estação chuvosa e carência na seca. As forrageiras de porte alto, tornam-se rapidamente lenhosas e fibrosas, constituindo-se na única fonte de alimentação durante a estação seca, mediante um pastejo diferido, fenação ou ensilagem. Como alternativa, os pecuaristas têm que transportar seu gado para as partes mais baixas e inundáveis, que não são utilizadas na estação chuvosa, ou vender seus excedentes de rebanho.

3. *Baixa fertilidade dos solos*. A perda rápida dos nutrientes do solo nas áreas tropicais é um problema freqüente, devido às abundantes chuvas que lixiviam os terrenos acidificados e/ou ao pastejo contínuo por longos períodos, ambos causando uma baixa produção de forragem.

* Chefe do Departamento de Forrageiras, Instituto Nacional de Investigaciones Pecuárias, México. D.F.

4. *Pragas e doenças.* As pragas fazem sentir sua presença em determinadas áreas, épocas do ano e em certas forrageiras, podendo causar prejuízos elevados, como no caso da mosca *Aeneolamia postica* Wek. que todos os anos, provoca grandes perdas na produção da pastagem. Igualmente, nos últimos anos, uma lagarta, tipo mede-palmo (*Trichoplusia in* Hbn.) vem atacando severamente as pastagens.
5. *Utilização mínima de leguminosas.* A relevância de que se reveste o uso dessas espécies na dieta animal é bem reconhecida, em virtude de aumentarem os níveis de proteína, elevando também a fertilidade dos solos.
6. *Desconhecimento de novas e melhores espécies forrageiras.* A maioria dos pecuaristas emprega exclusivamente gramíneas nativas ou naturalizadas, como o *Panicum maximum* Jacq., *Cenchrus ciliaris* L., e nas partes baixas, *Echinochloa polystachya* (H. B. K.) Hitchc. e *Bracharia mutica* (Forsk) Stapf. Atualmente, conta-se com uma grande variedade de espécies e sempre haverá uma com características mais positivas para cada região.

EXPERIÊNCIAS NO MÉXICO

Espécies pouco produtivas

Mais de um milhão de hectares de vegetação secundária, ou pastagens nativas formadas após a retirada da vegetação primária, encontram-se nos tipos climáticos Af e Am da classificação de Köppen. As espécies predominantes e mais relevantes são as gramíneas *Paspalum notatum* Flugge, *Paspalum conjugatum* Swartz, *Axonopus affinis* Chase e *Axonopus compressus* (Swartz) Beauv., fazendo parte da vegetação natural e associadas com leguminosas nativas rasteiras dos gêneros *Centrosema*, *Desmodium* e *Glycine*.

Ao pesquisar a resposta das gramíneas nativas à adubação, no Centro Experimental de Hueytamalco, Puebla, com solos de textura argilo-limosa, com boa drenagem, 5,7 de

pH, 4,39% de MO, teor médio de P e teor rico em K, Ca e Mg, observou-se que a produção total de MS aumentou ao se testar níveis de N de 0 a 300 kg/ha. A resposta ao N foi linear, produzindo 40 a 67% a mais com 150 e 300 kg de N/ha, em comparação com a testemunha. A percentagem de proteína aumentou ligeiramente com a adubação e não houve resposta ao P no rendimento ou na qualidade. O coeficiente de regressão obtido ($Y = 9,92 + 0,02052 N$) (Fig. 1) indicou que, por cada kg de N aplicado, a produção foi aumentada em 20,5 kg de forragem seca/ha (4).

A resposta à adubação em termos de MS de forragem produzida é notória; no entanto, já sob pastejo, as pastagens nativas não respondem marcadamente à fertilização (86 vs 143 kg de carne/ha) ou, explicando melhor, sua produção é bem inferior à das gramíneas introduzidas como *Cynodon dactylon* (L.) Pers. var. Coastacross 1. que, com 100 kg de N/ha produziu três vezes mais (294 vs 143 kg de carne/ha) que os pastos nativos, em 168 dias de pastejo (5).

Ao se mudar a cobertura vegetal, substituindo-se a pastagem nativa por gramíneas naturalizadas ou introduzidas, consegue-se aumentar a capacidade de suporte e, por

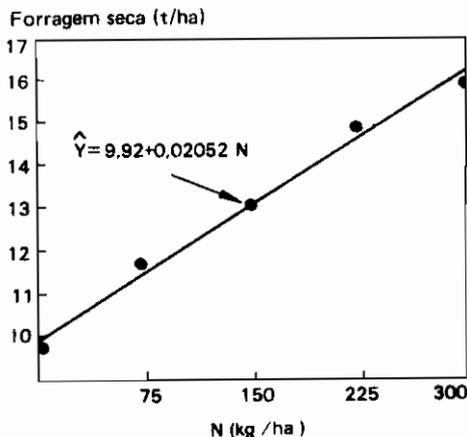


Figura 1. Relação funcional entre o rendimento e níveis de N.

consequente, obtém-se mais kg de carne/ha. Este é o caso de *Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilger, *C. dactylon* var. Coastacross 1 e *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex. A. Rich) Stapf. (Tabela 1), que, em clima subtropical chuvoso do México, atingem uma produção de cerca de 650 kg de carne/ha (163 kg de carne/animal), e 450 g de ganho médio diário em peso (GPDM), com uma lotação de 4 animais/ha, durante um ano de pastejo, em que foram aplicados 150 kg/ha de N (15).

A pressão ótima de pastejo, em pastagens nativas, de acordo com Treviño *et al.* (16), é de um animal/ha, e sobe a dois, quando se aplicam 150 kg de N/ha ao pasto ou quando se suplementam 2 kg/dia/animal de uma mistura composta de 44% de melação, 50% de sabugo de milho, 3% de uréia e 3% de sal. Como se pode observar na Tabela 2, a produção de carne/ha teve um acréscimo de 82 e 97%, respectivamente, em comparação com a Testemunha que produziu 177 kg/ha, como um animal. Em geral, o índice de rendimento obtido em pastagens nativas sem nenhum insumo é muito baixo (1,21%), sendo mais produtivo um empreendimento pecuário que utilize as forrageiras introduzidas já mencionadas.

Esta região subtropical de Hueytamalco, Puebla, com 2.300 mm de precipitação, tem três estações bem definidas: a) oito meses de chuvas, b) dois meses de inverno com chuvas e temperaturas baixas, e c) dois meses secos. A produção de carne é usualmente maior durante a primeira estação, e baixa, progressivamente, nas outras duas. Por meio da adubação, tem-se procurado uniformizar a produção de carne durante todo o ano (9). Desta forma, a adubação com 75 kg de N/ha, antes das épocas críticas de inverno e das estações secas, melhorou sensivelmente a produção durante estas últimas (60 kg de carne/ha/período de 28 dias de pastejo). Entretanto, não se conseguiu uniformizar a produção durante o inverno (35 kg de carne/ha/período de pastejo), fato que se atribui à baixa produção de forragem, decorrente das baixas temperaturas. A temperatura afeta também o gado, pois lhe impede realizar um pastejo normal, reduzindo, assim, o consumo de forragem e o ganho de peso por animal.

Manejo da pastagem

Um dos principais problemas das gramíneas tropicais é seu manejo, pois no início e durante a época das chuvas, seu crescimento é muito rápido, lançam espigas em profusão

TABELA 1. Pastejo rotacionado em três gramíneas tropicais, durante 364 dias. Comparação de médias dos tratamentos. Centro Experimental Pecuário de Hueytamalco, 1974 (CEPH).

Gramíneas	Com adubação *		Sem adubação **	
	kg/ha	GPDM	kg/ha	GPDM
<i>B. brizantha</i>	637	0,438	345	0,474
<i>C. dactylon</i>	636	0,437	343	0,461
<i>C. plectostachyus</i>	583	0,400	287	0,394
Médias ***	618 ^a ***	0,425	325 ^b	0,443

* Lotação = 4 animais/ha.

** Lotação = 2 animais/ha.

*** As médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes (P < 0,05) entre si, de acordo com o teste de Duncan.

TABELA 2. Produção de carne em 364 dias de pastejo, com suplementação, de novilhos e adubação de pastos nativos submetidos à rotação. Centro Experimental Pecuário de Huaytamaico, 1974 (ICEPH).

Tratamento	Lotação animal/ha	Ganho de peso vivo/animal		Produção de carne
		Total	Diário	
Testemunha	1	177 ^a *	0,486 ^a	177 ^a
Com adubação	2	161 ^{ab}	0,422 ^{ab}	322 ^b
Com suplementação	2	174 ^a	0,478 ^a	349 ^b
Adubação-suplementação	3	137 ^b	0,376 ^b	410 ^c
Médias *		162	0,446	314

* As médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes ($P < 0,05$) entre si, de acordo com o teste de Duncan.

e seu valor nutritivo decresce expressivamente. O GPDM (Fig. 2) durante os três primeiros períodos de pastejo (agosto, setembro e outubro), tanto no *P. maximum* fertilizado como no não fertilizado, foi bastante baixo, em comparação com os nove períodos restantes de 28 dias cada. Tal diferença foi consequência, principalmente, do estado de maturação da gramínea. Nos primeiros períodos de pastejo, as gramíneas apresentavam grande percentagem de caule, e nos últimos meses, foram manejadas a uma altura não superior a 1 m.

Desta forma, obteve-se um aumento de 475 g no *P. maximum* excessivamente maduro (220 vs 695), ou 13 kg de carne/animal, em cada período de pastejo. A principal fonte de variação foi o valor nutritivo da pastagem, podendo-se mencionar, entre outros fatores, os teores de proteína e fibra bruta de 3 e 45% para *P. maximum* florado, e 9 e 35%, para *P. maximum* mais tenro, respectivamente.

Com a aplicação fracionada de 150 kg de N/ha e pastejo rotacional, *P. maximum* suportou, durante um ano de pastejo, uma lotação fixa de quatro animais/ha (Tabela 3),

que apresentaram um GPDM de 573 g e um ganho total de 209 kg/animal, resultados que não foram, estatisticamente, significativos para *P. maximum* sem fertilização, com incrementos respectivos de 584 e 213 kg. No entanto, a produção de carne/ha em *P. maximum* adubado foi de 834 kg com um incremento de 96,3%, altamente significativo ($P < 0,05$) em comparação com *P. maximum* sem fertilização.

No trópico úmido Am do México, com nove meses de chuvas e três meses secos, as melhores produções de carne (Fig. 2) se obtêm nos meses de janeiro, fevereiro e mar-

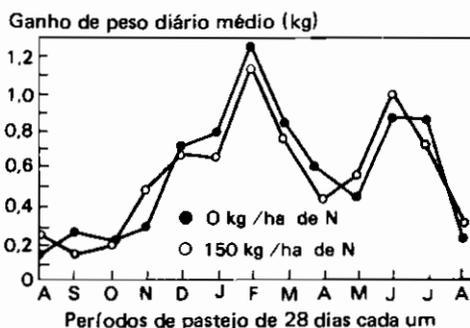


Figura 2. Ganho de peso diário médio durante 13 períodos de pastejo em *P. maximum* com e sem adubação. Centro Experimental Pecuário Playa Vicente, Veracruz, 1972 (CEPPV).

ço, época em que a precipitação não é excessiva (em torno de 5% do total de 2.300 mm) e as temperaturas já não são baixas (uma média de 23° C), e no início da estação das chuvas, quando a mudança de clima seco para chuvoso possibilita maior disponibilidade de forragem com boa aceitabilidade e digestibilidade.

Com este regime de precipitação, as épocas críticas para a produção de carne bovina sob pastejo são, naturalmente, os três meses secos, além de (Fig. 3) um mês com excesso de precipitação durante a estação chuvosa que, de modo geral, ocorre em setembro, ocasião em que chove cerca de 16% dos 2.300 mm anuais (358 mm). Além disso, com as chuvas dos meses anteriores, neste mês, os solos já se encontram totalmente saturados. Nesta ocasião, por falta de capacidade do rúmen, excesso de água na forragem ingerida e "stress" dos animais ou uma interação dos três fatores, o GPDM decresce expressivamente.

Produção pecuária extensiva e efeitos das estações secas

A zona tropical do México abrange so-

mente 13,1% (11 milhões de ha aproximadamente), mas seu potencial é muito grande e alimenta 25% do total do gado bovino existente no país (27 milhões, 1974). Esta região, com clima dominante classificado como Aw, apresenta-se com seis a sete meses de seca que dificultam a engorda do gado, em virtude da escassez de forragem, pois as pastagens, quando existem, permanecem secas e fibrosas, por falta de umidade. Segundo vários pesquisadores (3,14), nesta época, necessitam-se forrageiras que conservem sua qualidade e, além disso (17), os melhores ganhos de peso são obtidos com pastejo contínuo, de vez que no pastejo rotacionado não há recuperação da pastagem.

Para conseguir tornar mais produtivo o uso da terra é preciso mudar o sistema de pecuária extensiva que está sendo praticado atualmente, para uma pecuária intensiva, tecnificando os sistemas de engorda de gado em pastejo. O pastejo durante a estação seca pode ser praticado eficientemente por meio do pastejo diferido de pastos de boa qualidade, do fornecimento de forrageiras de corte e de pisoteio armazenados ou convertidos em feno, adubando a pastagem ou suplementando o gado, e empregando sistemas de

TABELA 3. Produção de carne/ha, ganho de peso diário e capacidade de suporte de *P. maximum*, em pastejo rotacional, durante 364 dias, com e sem adubação. Centro Experimental Pecuário Playa Vicente, Vera Cruz, 1972 (CEPPV).

Tratamento	Lotação	Ganho de peso vivo/animal		Produção de carne
		Total	Diário	
	animal/ha	kg/ha		
0 kg/ha de N	2	212,56	0,584	425,00 ^b
150 kg/ha de N	4	208,65	0,573	834,15 ^a
Médias*		210,60	0,579	629,58

* As médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes ($P < 0,05$) entre si, de acordo com o teste de Duncan.

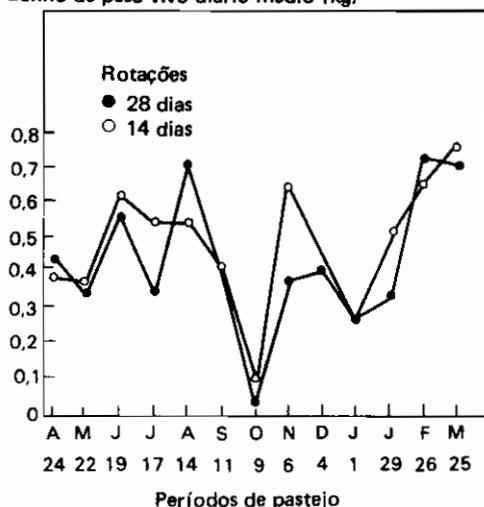


Figura 3. Média de ganhos diários de peso em pastejo rotacionado de 14 e 28 dias em *P. maximum* adubado, durante 13 períodos. Playa Vicente, Veracruz, 1975.

irrigação. Desta maneira, podem-se obter produções de carne semelhantes, tanto na época de chuvas como na seca. Considerando estes fatores, obtêm-se maiores benefícios/ha além de os animais chegarem ao mercado mais jovens e com maior peso.

O sistema de pastejo diferido foi estudado nas gramíneas *Digitaria decumbens* Stent., *C. dactylon* var. *Coastacross* 1 e *C. plectostachyus* (Tabela 4). *D. decumbens* mostrou-se superior aos dois outros capins, pois conservou melhor sua qualidade, no que diz respeito à percentagem de proteína bruta. Ao serem comparados dois grupos de animais criados com e sem suplementação antes da desmama (Tabela 5), obteve-se uma produção de 79 kg de carne/ha para o grupo suplementado e 111 kg/ha para o grupo sem suplementação, resultados médios das três gramíneas estudadas. A produção de carne/ha para o grupo com suplementação anterior à desmama foi superior em *D. decumbens*, com 107 kg/ha. No grupo de animais que não recebeu suplementação antes da desmama, foram obtidos resultados melhores e mais uniformes. Estes resultados concordam com os de Stuedemann *et al.* (13) que, trabalhando

com bezerros Holstein alimentados em curral desde o nascimento até os oito meses de idade, com cinco níveis de alimentação, verificaram que os animais nos níveis de alimentação normal e baixa, aproveitaram o alimento de maneira mais eficiente desde os oito meses até os 430 kg, que os alimentados com os níveis altos ou muito altos, apesar de os primeiros demorarem mais dias para atingir o peso de abate. Newman e Snapp (11) também mencionam que um grupo de pesquisadores californianos encontraram que, efetivamente, o crescimento compensatório ocorria mesmo depois de corrigir para as diferenças em enchimento e composição corporal dos animais. Concluíram que isto pode ser explicado por uma melhor utilização do alimento e por um aumento no consumo pelos animais alimentados previamente com a ração baixa em energia.

Utilizando as práticas mencionadas de adubação da pastagem, suplementação do gado, rotação de pastagens e utilização de irrigação durante a estação seca, é possível passar de pecuária extensiva à intensiva e assim conseguir uma continuidade nas fases de crescimento, engordando o gado em pastejo, aprontando-os para o mercado aos 24-30 meses de idade com um peso de 450 kg. Para tal, na Tabela 6, comparam-se cinco períodos de chuva e cinco períodos secos de 28 dias cada. Observa-se que os tratamentos Testemunha e com suplementação foram inferiores nos períodos secos, o que indica um declínio na produção de forragem por falta de umidade suficiente durante a estação. Ao contrário, com a adubação e com o tratamento combinado adubação-suplementação, obteve-se uma produção de carne muito semelhante. Nos dez períodos de pastejo, obteve-se um total de 353 kg de carne/ha para o tratamento Testemunha, cifra que aumentou para 570 kg, ao se adubar a *D. decumbens* e, para 531 kg, quando se suplementou as novilhas. A produção de 875 kg de carne/ha, no tratamento de adubação (100 kg de N/ha) e suplementação, foi estatisticamente superior em comparação com os demais tratamentos. Num ano de pastejo com esse tratamento é possível se

QUADRO 4. Ganho de peso de bovinos, com e sem suplementação, antes da desmama durante a estação seca, em *D. decumbens*, *C. dactylon*, var. Coastacross 1 e *C. Plectostachys*. O pastejo durou 140 dias e a lotação utilizada foi de dois animais/ha. Centro Experimental Pecuário de Aldama, Tamaulipas. 1974 (CEPAL).

Gramíneas	Ganho de peso vivo/animal		Produção de carne
	Total	Diário	
		kg/ha	
<i>D. decumbens</i>	59,2 ^{a*}	0,423	118 ^a
<i>C. dactylon</i>	42,6 ^b	0,305	85 ^b
<i>C. plectostachyus</i>	40,6 ^b	0,290	83 ^b
Médias	47,5	0,342	95

* As médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes ($P < 0,05$) entre si, de acordo com o teste de Duncan.

TABELA 5. Ganhos de peso de bovinos, com e sem suplementação, durante a estação seca, em três gramíneas tropicais. O pastejo teve uma duração de 140 dias e a lotação utilizada foi de dois animais/ha. Centro Experimental Pecuário de Aldama, Tamaulipas, 1974 (CEPAL).

Gramíneas	Suplementação antes da desmama		Sem suplementação antes da desmama	
	kg/ha	GPDM (Kg)	kg/ha	GPDM (Kg)
<i>D. decumbens</i>	107 ^a	0,380	131 ^a	0,466
<i>C. dactylon</i>	67 ^b	0,239	104 ^a	0,369
<i>C. plectostachyus</i>	63 ^b	0,223	100 ^a	0,357
Médias*	79 ^b	0,280	111 ^a	0,397

* As médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes ($P < 0,05$) entre si, de acordo com o teste de Duncan.

obter 1.200 kg de carne/ha no trópico Aw de México.

Consociações de gramíneas e leguminosas

O futuro dos países dedicados às explorações pecuárias de carne e leite está na uti-

lização de leguminosas tropicais, em consorciação com gramíneas, por constituir a maneira mais econômica de se obter forragem de boa qualidade. A escassez de adubos no mundo e a necessidade de sua utilização para produção de cereais, além de seu alto custo, farão com que a prática de adubação de pastagens, tão rentável no momento, ten-

TABELA 6. Ganho de peso (kg/ha) estacional e total de novilhas pastejando *D. decumbens*, na presença e ausência de adubação e suplementação. Centro Experimental Pecuário Paso del Toro, Vera Cruz, 1974 (CEPPT).

	Testemunha	Adubação *	Suplementação **	Adubação e suplementação
	kg/ha			
Estação chuvosa	223	286	315	419
Estação seca	130	284	216	456
Total de 10 estações	353 ^{c***}	570 ^b	531 ^b	875a
Médias	176,5	285	265,5	437,5

* 100 kg/ha de N.

** 2 kg/dia/animal de melação-uréia (97% - 3%)

*** As médias seguidas por uma mesma letra não são significativamente diferentes ($P < 0,05$) entre si, de acordo com o teste de Duncan.

da a diminuir.

De modo geral, um dos problemas mais relevantes no trópico é a falta de elementos maiores, principalmente N, pois grandes quantidades desse elemento se perdem por lixiviação excessiva, erosão e evaporação (8). Os requerimentos de N podem ser supridos não só com a aplicação de adubos químicos, como com o estabelecimento de leguminosas tropicais em consorciação com gramíneas. Hudgens *et al.* (6) relatam que a consorciação de gramíneas e leguminosas influíu expressivamente nos rendimentos de proteína bruta da forragem no trópico equatorial, sobretudo no caso de *Centrosema pubescens* Benth., cuja contribuição foi semelhante, e em alguns casos superior, ao efeito da adubação nitrogenada. Os mesmos autores, assim como Febles (2), mostram que o teor de proteína na dieta do gado pode ser aumentado com a adição de leguminosas de qualidade superior, como as pertencentes aos gêneros *Leucaena*, *Stylosanthes* ou *Glycine*, principalmente durante as épocas críticas, já que se combinam os atributos de melhor produtividade, elevada aceitabilidade e bom teor de proteína bruta.

De acordo com alguns pesquisadores (1, 7, 10, 12), as principais vantagens obtidas com o uso de uma consorciação de gramíneas e leguminosas, em comparação com a gramínea pura, são: a) aproveita-se o N fixado pela leguminosa; b) melhora-se a dieta do animal com o aumento da porcentagem de proteína; c) aumenta-se a produção de forragem por unidade de área.

No México, no Centro Experimental Pecuário de Playa Vicente, Veracruz (Tabela 7), estudou-se o *P. maximum* solteiro e consorciado com *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth. var. *javanica* (Benth) Bak., sob pastejo, durante 364 dias, com uma lotação de três cabeças/ha. A pastagem consorciada produziu 542 kg de carne/ha e *P. maximum* solteiro, 416 kg. Pode-se apreciar que o GPDM por animal foi superior na consorciação, o que indica uma maior qualidade nutritiva na ração ingerida.

Obtiveram-se resultados similares (Tabela 8) em Matias Romero, Oaxaca, onde foram comparadas as gramíneas *P. maximum* e *Pennisetum purpureum* Schumach. consorciadas com *P. phaseoloides*. Durante 280

TABELA 7. Produção de carne em *P. maximum* consorciado ou não com leguminosas. O pastejo teve uma duração de 364 dias e a lotação utilizada foi de três animais/ha. Centro Experimental Pecuário Playa Vicente, Vera Cruz, 1976-77 (CEPPV).

Tratamentos	GPDM		Produção de carne	
	kg	kg/animal	kg/ha	
<i>P. maximum</i> - <i>P. phaseoloides</i>	0,496	181	542	
<i>P. maximum</i> (testemunha)	0,422	154	461	

dias de pastejo, as pastagens suportaram diferentes lotações, aparecendo como melhor, neste aspecto, a consorciação de *P. purpureum* - *P. phaseoloides*, com quatro animais/ha. Foi melhor que o *P. purpureum* empregado como Testemunha, que suportou 3,7 animais/ha. As consorciações *P. maximum* - *P. phaseoloides* e *P. maximum* como Testemunha, suportaram a mesma lotação (três animais/ha). Em relação à produção, *P. purpureum* rendeu 556 kg de carne/ha. De modo geral, *P. maximum* não deu tão bons rendimentos como *P. purpureum*. Entretanto, quando foi semeado em consorciação, produziu 50 kg mais de carne/ha que quando foi utilizado solteiro (420 e 372 kg de carne/ha, respectivamente). Em ambos os casos, o GPDM foi maior para a consorciação que para a gramínea solteira. Não foi levado em consideração, no estudo, o tratamento *P. phaseoloides* - *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf., pois *P. phaseoloides* invadiu e fez desaparecer a gramínea da consorciação.

A influência das leguminosas na produção animal é muito notória, conforme pode ser observado no seguinte estudo no qual se consideraram dias de descanso e uma lotação de 3,3 animais/ha com a intenção de conservar a leguminosa na consorciação. Em Paso del Toro, Veracruz, avaliou-se *D. decumbens*, só e consorciado com três leguminosas diferentes. A consorciação foi pastejada durante quatorze dias, com descanso de 28 dias. Na Figura 4, observa-se que o GPDM foi, em geral, mais estável durante a estação seca com o uso de irrigação, do que na estação das chuvas. Além disso, registrou-se um de-

clínio bem notável nos meses de dezembro e janeiro, sendo menor nas consorciações que em *D. debumbens* solteiro. Isto concorda com o manifestado por Hudgens *et al.* (6) ao observarem que, com a incorporação de leguminosa na pastagem, estabiliza-se o teor de proteína bruta durante a estação seca. A redução do GPDM deve-se às baixas temperaturas registradas nesta estação do ano, as quais têm um efeito decisivo sobre o hábito do pastejo do gado, que se mantém num estado de estresse, diminuindo o consumo de forragem.

Apesar da capacidade de suporte ter sido a mesma em cada pasto (3,3 animais/ha), a produção de carne/ha (Tabela 9) durante um

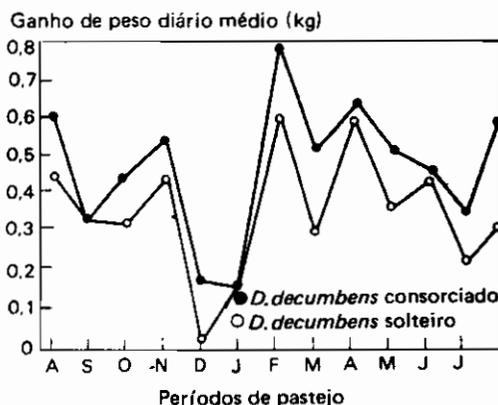


Figura 4. Média de ganho de peso diário durante um ano de pastejo em *D. decumbens* solteiro e consorciado com leguminosas tropicais.

TABELA 8. Produção de carne em consorciação de gramíneas e leguminosas durante 280 dias de pastejo em Matías Romero, Oaxaca, 1976-77.

Tratamentos	Lotação	GPDM	Produção de carne	
			animal/ha	kg/ha
<i>P. purpureum</i> - <i>P. phaseoloides</i>	4,0	0,496	139	556
<i>P. purpureum</i>	3,7	0,442	124	459
<i>P. maximum</i> - <i>P. phaseoloides</i>	3,0	0,500	140	420
<i>P. maximum</i>	3,0	0,442	124	372

TABELA 9. Produção de carne em *D. decumbens* solteiro e consorciado com três leguminosas tropicais. O pastejo teve uma duração de 364 dias e a lotação foi de 3,3 animais/ha. Centro Experimental Pecuário, Passo del Toro, Veracruz, 1976 (CEPPT).

Tratamentos	Ganho de peso vivo/animal		Produção de carne
	Total	Diário	
	kg/ha		
<i>D. decumbens</i>	142	0,390	468
<i>D. decumbens</i> - <i>L. leucocephala</i>	177*	0,488*	588*
<i>D. decumbens</i> - <i>C. pubescens</i>	193*	0,529*	636*
<i>D. decumbens</i> - <i>G. javanica</i>	196*	0,538*	647*

*Estatisticamente significativo ($P < 0,05$).

ano, foi maior nas consorciações. O rendimento médio foi de 629 kg de carne/ha, porém, *D. decumbens*, empregado como Testemunha, produziu somente 468 kg. O GPDM também foi superior na pastagem consorciada em aproximadamente 150 g), o que indica claramente, uma dieta animal de melhor qualidade.

Entre as leguminosas em estudo, *Glycine wightii* (R. Grah. ex Wight & Arn.) Verdc. var. Clarence consorciou-se melhor que *C. pubescens*, que praticamente desapareceu da consorciação mas, possivelmente, possa perdurar mais em um trópico mais úmido. *Leu-*

caena leucocephala (Lam.) de Wit, a terceira leguminosa pesquisada, por ser arbustiva, consorcia-se perfeitamente com todas as gramíneas rasteiras ou de pequeno porte, sendo excelente para o trópico seco ou Aw. A inclusão de *G. wightii* numa pastagem estabelecida de *D. decumbens* permitiu obter um aumento de carne de 38,2% (647 vs 468 kg) em comparação com *D. decumbens* solteiro. É possível que a consorciação aumente a produção animal ao conseguir satisfazer os requerimentos protéicos e energéticos dos animais, proporcionando uma dieta mais bem balanceada.

LITERATURA CITADA

1. Bryan, W. W. y T. R. Evans. 1971. A comparison of beef production from nitrogen fertilized pangola grass and from a pangola grass-legume pasture. *Tropical Grasslands* 5(2):89-88.
2. Febles, G. 1973. Efecto del pastoreo y el corte en la composición botánica y los rendimientos de asociaciones de gramíneas y leguminosas tropicales. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 7:125-143.
3. Fernandez, G., C. Albertazzi y R. Bressani. 1971. Crecimiento de ganado bajo condiciones de pastoreo libre y composición química de los pastos consumidos. *Revista Interamericana de Ciencias Agrícolas (Turrialba, Costa Rica)* 21(2):157-164.
4. Garza, T. W., V. Pérez, O. Chapa y J. Monroy. 1971. Respuesta de gramas nativas a la fertilización de nitrógeno, fósforo y potasio en el trópico húmedo. *Técnica Pecuaria en México* 18:54-61.
5. _____, M. Treviño y O. Chapa. 1973. Producción de carne en ganado bovino bajo pastoreo rotacional en 6 zacates tropicales con y sin la adición de nitrógeno en el trópico húmedo Af (c). I. Época de lluvias. *Técnica Pecuaria México* 25:40-49.
6. Hudgens, R., L. Tergas y G. O. Mott. 1974. La compatibilidad, persistencia y valor nutritivo de asociaciones de gramíneas y leguminosas en el trópico ecuatoriano. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Quito, Ecuador, No SPI-010.
7. Kreeschmer, A. E., Jr. 1974. Legumes vs fertilizer nitrogen in tropical pastures. University of Florida, IFAS, Agricultural Research Center, Fort Pierce, Florida, U. S. A. Research Report RL-1974-1.
8. Martin, A. E. and G. W. Skyring. 1962. Losses of nitrogen from the soil plant system. Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, England. A Symposium Bulletin 46:19-34.
9. Martinez, G., R. Garza y J. Monroy. 1976. Ganancias de peso durante la temporada de secas en Ferrer, Estrella y Pangola, utilizando bovinos destetados con y sin suplementación previa en Aldama, Tamps. *Técnica Pecuaria en México* 30:18-22.
10. Mott, G. O. 1977. Manejo de pastoreo de una asociación de leguminosas-gramíneas tropical. XI Conferencia Anual Sobre Ganadería y Avicultura en América Latina. IFAS, University of Florida, Gainesville, Florida. p. 39-43.
11. Neumann, L. A. and R. Snapp. 1969. *Beef Cattle* 6th. Ed. Wiley, New York 272 p.
12. Singh, R. D. and B. N. Chatlerjee. 1968. Growth analysis of perennial grasses in tropical India. II. Herbage growth in mixed grass legume swards. *Experimental Agriculture* 4:127-134.
13. Stuedemann, J. A. J. J. Guenther, S. A. Ewing, R. D. Morrison and G. V. Odell. 1978. Effect of nutritional level imposed from birth to eight months of age on subsequent growth and development patterns of full fed bull calves. *Journal of Animal Science* 27(1):234-241.
14. Tergas, L. E., W. C. Blue and J. E. Moore. 1971. Nutritive value of fertilized jaragua grass (*Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf.) in the wet-dry pacific region of Costa Rica. *Tropical Agriculture* 48:1-8.
15. Treviño, M., R. Garza, M. Torres y C. Robles. 1975. Producción anual de carne/ha en pastoreo rotacional en los zacates Ferrer, Estrella de Africa y Señal con y sin fertilizantes, en Hueytamalco, Puebla. *Técnica Pecuaria en México* 29:7-11.
16. _____, R. Garza y C. Robles. 1976. Producción anual de carne/ha en gramas nativas (*Axonopus* y *Paspalum*) en pastoreo rotacional con fertilización al pastizal y suplementación al ganado. *Técnica Pecuaria en México*. 30:7-11.
17. Walker, B. 1968. Comparisons of rotational and continuous grazing systems on natural pastures of hard soils using an "extra-period latin-square change-over design". *East African Agriculture and Forestry Journal* 34(2):235-244.

PRODUÇÃO DE CARNE BOVINA EM SOLOS DE BAIXA FERTILIDADE DO BRASIL: ESTUDO DE DOIS SISTEMAS DE PRODUÇÃO SIMULADOS NO MATO GROSSO DO SUL

José Mendes Barcelos
Luis Carlos R. Echeverria
Dorival Monteiro Pimental
Wilson Vieira Soares
Leonidas S. Valle*

RESUMO

Dentro da bovinocultura de corte, a fase de cria é importante por se constituir a base de todo o sistema produtivo. O objetivo desta pesquisa é aumentar a produtividade do rebanho de cria e tem como estratégia o baixo uso de insumos, o que tornaria mais atrativa a ocupação de novas áreas. No presente trabalho, faz-se uma descrição sucinta da área de estudo, abordando o sistema de produção típico de carne bovina e, especificamente, avalia-se a economicidade da adoção de um sistema de cria melhorado a nível de fazenda, em Cerrados de Mato Grosso do Sul. Usou-se o critério de investimento da taxa interna de retorno, considerando-se custos e benefícios de investimento adicional, em relação a um sistema definido como tradicional. A diferença entre o sistema melhorado e o tradicional está nos índices zootécnicos, na área de pastagem cultivada e no uso de crédito rural. No sistema melhorado, antes do plantio do pasto, é cultivado o arroz durante três anos. O rebanho foi evoluído de modo a ajustar-se à capacidade de suporte das pastagens, e o período de dez anos foi o tempo necessário para que se efetivasse sua completa estabilização. A pastagem formada no sistema melhorado foi de *Brachiaria decumbens*. O sistema melhorado mostrou ser rentável, em termos reais, e essa rentabilidade estaria em função da resposta dos animais à pastagem cultivada. A manutenção da política creditícia governamental, que concede recursos à bovinocultura de corte com taxas subsidiadas de juros, é importante, por tornar atrativa esta atividade aos produtores e por levá-los a investir em um sistema melhorado de cria, aumentando a sua produtividade e rentabilidade. Conseqüentemente, deve ser intensificado o esforço da pesquisa no sentido de encontrar métodos de formação de pastagens a custos mais baixos, visando a diminuir o volume de recursos necessários à implantação de pastagens cultivadas.

Em face do longo tempo requerido para que se obtenham resultados de pesquisa em bovinos de corte, e do alto custo da implantação de experimentos de sistemas físicos de produção, tem sido crescente o uso de modelos de simulação, que procuram retratar a realidade do modo mais fiel possível.

Dentro dessa perspectiva, a identificação e a elaboração de sistemas físicos de produção para bovinocultura de corte não se têm constituído em tarefa fácil para os pesquisadores, uma vez que o grau de complexidade aumenta à medida em que os resultados de suas pesquisas passam a integrar o elenco de variáveis físico-biológicas e sócio-econômicas, que compõem e definem o meio em que se desenvolve o processo produtivo.

* Pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte/EMBRAPA Campo Grande - Mato Grosso do Sul, Brasil.

A fase de cria foi escolhida no presente trabalho por se constituir a base de todo sistema produtivo. O objetivo desta pesquisa é aumentar a produtividade da fase de cria do rebanho bovino e tem como estratégia o baixo uso de insumos, o que tornaria mais atrativa economicamente a ocupação de novas áreas, principalmente se forem áreas de expansão de fronteira agrícola.

Apesar de ser reconhecido que a insuficiência alimentar condiciona a eficiência reprodutiva do rebanho, praticamente não existem trabalhos publicados sobre o assunto para as áreas de Cerrados. O Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte e outras instituições de pesquisa do Sistema EMBRAPA, considerando essa restrição alimentar como um dos pontos de estrangulamento do processo produtivo de gado de corte em Cerrados, conduzem alguns trabalhos que visam solucionar o problema. Resultados preliminares indicam vantagem do uso estratégico de pastagens cultivadas nas fases de cria e recria de fêmeas. Dados obtidos na primeira estação seca demonstram ganhos de peso superiores a 0,390 kg/animal/dia, em novilhas aneladas mantidas em pastagem cultivada de *Brachiaria decumbens* Stapf. e ganhos diários de 0,150 – 0,200 kg, em bezerras desmamadas mantidas em pastagem de capim-Jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Nees). Stapf.) consorciada com leguminosas. Entretanto, quanto aos efeitos sobre a eficiência reprodutiva, há necessidade de mais tempo para obtenção de resultados.

Neste trabalho, além da abordagem sucinta dos sistemas de produção em uso nos Cerrados brasileiros, é feita uma tentativa no sentido de se avaliar a economicidade de dois sistemas de cria, com recria de novilhas para reposição.

ÁREA DE ESTUDO

Dos 8,5 milhões de Km² de superfície total do Brasil, cerca de 21%, ou aproximadamente 1,8 milhões de km², são ocupados por Cerrados. Essas áreas de Cerrados, que reúnem a maior porção dos solos de baixa

fertilidade do território nacional, são caracterizadas por um complexo vegetal e condições edafo-climáticas peculiares. Ocorrem em diversos pontos do país. Entretanto, a maior concentração se verifica no planalto central brasileiro, caracterizando uma região conhecida por Brasil Central Pecuário. Nesta ampla e importante região, situada entre os paralelos de 10^o e 24^o de latitude sul e os meridianos de 38^o e 58^o de longitude oeste (5) estão os Estados de Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso onde se concentram mais de 70% dos Cerrados e cerca de 42% do rebanho bovino brasileiro (Tabela 1 e Fig. 1). As características detalhadas do clima, solo e vegetação do Cerrado são descritas no trabalho de Kornelius *et al.*, neste livro.

A bovinocultura de corte nos Cerrados do Brasil Central, como nas demais regiões do País, se apoia, basicamente, no uso de pastagens naturais e naturalizadas. Essas pastagens, que cobrem cerca de 70% dos 84 milhões de ha de pastagens existentes na região, são de produção estacional e, em geral, de baixa produtividade, tendo capacidade de suporte estimada em 0,4 e 0,7 cabeças por ha, respectivamente para as épocas de seca e de chuva (1). Geralmente, os animais atravessam três estações secas e três chuvosas, desde a desmama, até atingirem peso de abate ou idade de primeira cria. Na estação seca, quando as pastagens se tornam bastante deficientes, é comum os animais perderem grande parte do peso ganho durante a estação chuvosa. Assim, o crescimento dos animais não é constante mas segue uma curva com ganhos e perdas de acordo com as flutuações da produção de forragem dessas pastagens. Como conseqüência, tanto o desenvolvimento ponderal quanto o reprodutivo dos animais é bastante lento, refletindo-se sobre as elevadas idades de abate e de primeira cria, e, em especial, sobre os baixos índices de natalidade e desfrute do rebanho (Tabela 2). Dentre os fatores ligados à reprodução, a idade da primeira parição e o intervalo entre partos destacam-se como os mais limitantes.

TABELA 1. Efetivo bovino (1970) e área de cerrados no Planalto Central Brasileiro.

	Bovinos *		Cerrados **	
	Milhões de cabeças	%	Milhões de ha	%
Brasil	78,452	—	182,9	—
Minas Gerais	15,109	19,2	30,8	17,0
Mato Grosso	9,420	12,0	47,9	26,0
Goiás	7,781	9,9	55,5	30,0
Total	—	41,1	—	73,0

* Fonte: Anuário Estatístico do Brasil – FIBGE

** Ferri (4)

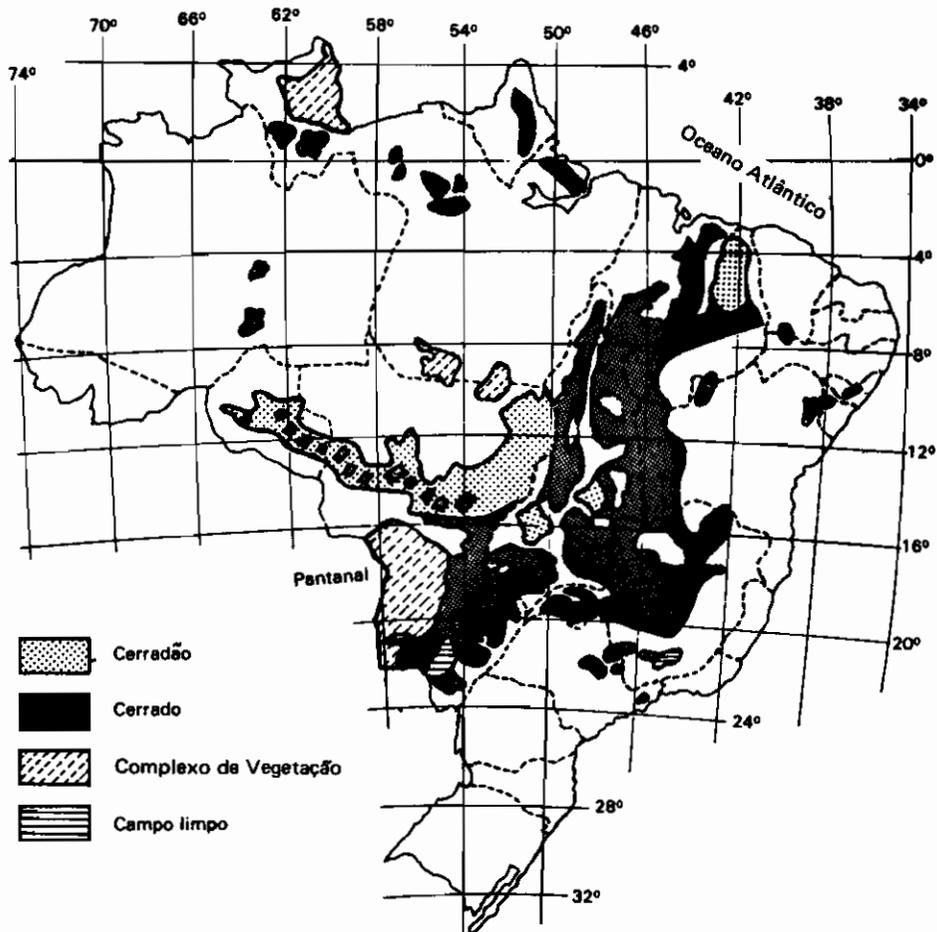


Figura 1. Distribuição das áreas de cerrado no Brasil (2).

No Mato Grosso do Sul, o sistema extensivo de criação é o predominante, sendo as fases de cria e recria, integradas ou isoladas, as mais representativas. A fase de engorda é inexpressiva e se processa nas pastagens formadas em áreas de mata ou cerradão, onde os solos têm um melhor potencial de fertilidade natural. Abaixo do paralelo 16, cerca de 65% dos produtores se dedicam à cria, enquanto 30% fazem a cria e recria e apenas 5% recriam e engordam (3).

Praticamente, não há qualquer plano sobre época de monta, sendo que os touros são mantidos com as fêmeas durante todo o ano. Apenas umas poucas fazendas adotam divisões internas nas pastagens. Assim, tanto o manejo animal quanto o de pastagens resumem-se em simples mudanças ocasionais de pasto para solucionar problemas de água. As práticas sanitárias são deficientes, sendo mais comuns as vacinas contra a febre aftosa e carbúnculo sintomático. Outras medidas de defesa sanitária limitam-se a casos extremos. Quase não existe suplementação alimentar durante o período crítico de produção forrageira (época seca), e, quanto à mineralização, apenas o sal comum é de uso mais ou menos corrente, apesar de ser reconhecida a deficiência de P e de alguns micronutrientes.

As instalações se constituem em cercas divisórias de propriedades, currais rústicos, troncos e cochos para sal. A administração e tomada de decisões na fazenda são feitas pelo proprietário que, geralmente, reside na

cidade, sendo suas ordens executadas por um capataz residente na fazenda. O serviço de campo é executado por um número mínimo de peões e a grande maioria das fazendas não possui contabilização de custos e registros de controle do rebanho.

Observa-se que os pontos de estrangulamento do processo produtivo da pecuária de corte nos cerrados são numerosos e bastante complexos, envolvendo o manejo do rebanho, a capacidade empresarial do produtor e, principalmente, a alimentação insuficiente nos períodos críticos de produção forrageira.

MATERIAIS E MÉTODOS

Desenvolveu-se uma análise de investimento com base na evolução do rebanho, para dois sistemas de produção em região de Cerrado de Mato Grosso do Sul. O rebanho foi evoluído de modo a ajustar-se à capacidade de suporte das pastagens, e o período de dez anos foi o tempo necessário para que se efetivasse sua completa estabilização. Os dois sistemas de produção são o sistema em uso (tradicional) e um sistema melhorado. A diferença entre eles está nos índices zootécnicos, na área de pastagem cultivada e no uso de recursos externos à propriedade, ou seja, o crédito rural. O sistema em uso é basicamente de cria, enquanto que no sistema melhorado, o fazendeiro recria e vende as novilhas excedentes.

Foi considerada uma fazenda hipotética de 6.589 ha. Desse total, 300 ha são de pastagem formada de capim Jaraguá, 4.971 ha são pastagens nativas e 1.318 ha se constituem em áreas de reserva. No sistema melhorado esta área de pastagem cultivada aumenta para 1.038 ha (19% da área de pastagem). Nesse caso, o fazendeiro forma mais 738 ha de *Brachiaria decumbens*.

O sistema tradicional permite um máximo de 1.731 unidades animais (UA) e o sistema melhorado 2.469 UA. Tomou-se 0,3 UA/ha como a capacidade de suporte da pastagem nativa, 0,8 UA/ha de pasta-

TABELA 2. Índices de produtividade nas áreas de cerrado.

Taxa de Natalidade (%)	40-45
Mortalidade de bezerras (%)	7-8
Idade de desmame (meses)	8-10
Idade da primeira cria (anos)	3,5-4,5
Intervalo entre partos (meses)	25-30
Idade de abate (anos)	4,5-5,5
Taxa de abate (%)	12
Peso da carcaça (kg)	192
Rendimento da carcaça (%)	43-52

gem de Jaraguá e 1,3 UA/ha da pastagem de *Brachiaria decumbens*. As unidades animais foram calculadas atribuindo-se os seguintes valores para as categorias: vacas de cria e novilhas de três anos, 1 UA; novilhas de dois anos, 0,8 UA; novilhas de um ano, 0,6 UA; bezerros/as, 0,2 UA; e touros, 1,5 UA.

A Tabela 3 mostra os índices de produtividade utilizados.

O sistema melhorado não atinge esses índices instantaneamente, mas o faz de modo gradual até o quarto ano, sendo que, no décimo ano, o rebanho está estabilizado. O investimento adicional foi dobrado em dois tipos: investimento em pastagem e investimento em maquinaria e construções. O investimento em pastagem compreende o custo de formação, enquanto que os componentes do investimento em maquinaria e construções são cercas, cochos cobertos, trator CBT 1105, arados, grades, roçadeiras, plantadeiras, carreta, galpão para máquinas, casas para empregados e plantadeira de arroz.

O processo de formação de pastagem preconizado foi o convencional (desmatamento, enleiramento, aração, gradagem e plantio), tendo o fazendeiro do sistema melhorado cultivado arroz antes do plantio de pastos. Esta lavoura, que é feita durante três anos, é basicamente para amortizar os custos de formação das pastagens, além de suprir nutrientes residuais para o pasto durante os primeiros anos. Para manter a produção da pastagem implantada foram feitas três adubações (nos sétimo, décimo e décimo segundo anos) à base de 40 kg/ha de P_2O_5 .

A receita obtida pelo fazendeiro do sistema tradicional é derivada da venda de bezerros, de vacas descartadas e de touros velhos. Para o fazendeiro do sistema melhorado, esta receita é acrescida da venda de novilhas excedentes, quando o rebanho está estabilizado, além da receita proveniente da lavoura de arroz, nos três primeiros anos.

TABELA 3. Índices de produtividade para os sistemas analisados.

Índices	Sistemas	
	Tradicional	Melhorado
Taxa de mortalidade		
bezerros (%)	8	5
Novilhos/as de		
1 a 2 anos (%)	6	4
Adultos (%)	5	2
Natalidade (%)	45	70
Relação touro/vaca	1: 15	1: 25
Descarte de vacas (%)	12	12
Descarte de touros (%)	20	20

Procedeu-se a determinação de custos e receitas adicionais e, posteriormente, o cálculo da taxa interna de retorno, a fim de se verificar a vantagem econômica do sistema melhorado. Em se tratando de um projeto de investimento multi-periódico, o que se objetiva é comparar a taxa interna de retorno com a taxa de desconto, tendo em vista que esta representa o custo do investimento. A duração total do projeto foi de 16 anos, sendo, portanto, o período de desenvolvimento do fluxo de caixa. No 16º ano é incluído no fluxo de caixa líquido, o valor incremental do rebanho (por categoria animal). Não se consideraram, nessa análise, valores residuais de equipamentos e construções. Todos os valores foram calculados em cruzeiros de agosto de 1977.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de vacas no final do primeiro ano, quando o rebanho mudou de classe, foi de 1.147 para ambos os sistemas. O sistema tradicional possuía 1.526 UA (1.778 cabeças) no primeiro ano e atingiu a 1.624 UA (1.909 cabeças) no décimo ano. O sistema melhorado, que teve os mesmos valores iniciais, atingiu, no décimo ano, a 2.239 UA (2.599 cabeças). Isto equivale a um aumento de 47% sobre o número inicial de UA e de 48% sobre o número de vacas do primeiro ano, o que representa 552 vacas

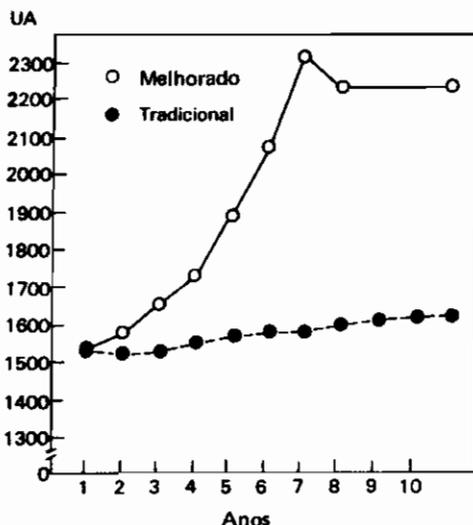


Figura 2. Evolução do rebanho em unidades animais.

incorporadas ao rebanho. Na Figura 2 e na Tabela 4, são mostradas a evolução e composição do rebanho, respectivamente. Na Fig. 2, é importante observar o hiato entre as duas curvas de evolução do quarto até o sétimo ano. Isso equivale à plena utilização da pastagem, a partir do quarto ano. A partir do sétimo ano, ocorre a venda de novilhas excedentes em virtude da pastagem ter atingido a plenitude de sua capacidade de suporte.

A produção de peso vivo por ha foi a variável mais significativa, em termos de dife-

renças entre os dois sistemas estudados. O sistema tradicional chegou ao décimo ano (período em que o rebanho é estabilizado) praticamente com o mesmo valor inicial de peso vivo por ha, enquanto que o sistema melhorado obteve um acréscimo de 122% sobre o valor inicial. Isso se refletiu, conseqüentemente, nas receitas adicionais deste sistema de produção. Essa evolução da produção física está representada na Figura 3. Pode-se verificar um aumento não muito acentuado em produção de carne, até o sétimo ano, do sistema melhorado em relação ao tradicional. Isso se explica pelo fato do sistema melhorado reter fêmeas até esse período. Entre o sétimo e o oitavo ano, quando as vendas atingem seu maior volume, as novilhas excedentes são descartadas e o rebanho se estabiliza a partir do nono ano.

A Tabela 5 mostra custos e receitas adicionais do sistema melhorado. O custo variável é o que tem maior peso, além do custo do investimento nos quatro primeiros anos. Desse custo do investimento, 54% no primeiro ano (Cr\$ 604.160,00), 86% no segundo ano (Cr\$ 671.430,00), 79% no terceiro ano (Cr\$ 229.500,00) e 100% no quarto ano (Cr\$ 133.500,00), representam gastos em formação de pastagens (desmatamento, enleiramento, aração, gradagem e plantio) e construções de cercas e cochos para sal. O restante é gasto em maquinaria e outras construções. O investimento realizado a partir do quarto ano se refere à aquisição de

TABELA 4. Composição do rebanho

Categorias	Nº inicial	Nº final	
		Sistema Tradicional	Sistema Melhorado
Vacas de cria	1.147	1.161	1.699
Novilhas de 3 anos	151	210	269
Novilhas de 2 anos	157	222	277
Novilhas de 1 ano	248	239	286
Bezerros/as	-	-	-
Touros	76	77	68
Total de cabeças	1.778	1.909	2.599
Total de UA	1.526	1.624	2.239

TABELA 5. Custos e receitas adicionais (Cr\$ 1,00) do sistema melhorado; região de cerrados de Mato Grosso do Sul, 1977.

	Anos											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	16	
1. Custo variável	417.318	874.240	881.100	56.361	65.767	93.392	101.149	122.109	111.670	111.432	...	111.433
Sal comum, sal mineral vacinas e medicamentos diversos	29.775	35.317	41.352	47.511	57.024	62.967	69.320	67.296	67.468	67.231	...	67.231
Mão-de-obra	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	24.828	24.828	24.828	24.828	...	24.828
Funrural (2,5% s/receita).	13.455	30.351	31.176	4.878	4.711	5.597	7.001	29.985	19.374	19.374	...	19.374
Custo da lavoura de arroz	370.116	804.600	804.600	-	-	-	-	-	-	-	...	-
Adubação de manutenção	-	-	-	-	-	-	91.660	91.660	91.660	91.660	...	91.660
2. Custos fixos												
Salário do administrador	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	...	18.000
3. Custo do investimento	1.112.960	774.330	289.500	133.500	48.000	92.000	56.000	60.000	60.000	60.000	...	60.000
4. Custo total (1+2+3):	1.548.278	1.666.570	1.188.600	207.861	131.767	203.392	266.809	291.769	281.330	281.093	...	281.093
5. Receita da pecuária	-	44.030	77.030	195.120	190.840	223.870	280.060	1.199.400	774.980	774.980	...	1.973.197
6. Receita do arroz	538.200	1.170.000	1.170.000	-	-	-	-	-	-	-	...	-
7. Receita total (5+6):	538.200	1.214.030	1.247.030	195.120	190.840	223.870	280.060	1.199.400	774.980	774.980	...	1.973.197
8. Receita líquida adicional	1.010.078	- 462.540	58.430	- 12.741	59.073	20.478	13.251	907.631	493.650	493.887	...	1.692.104

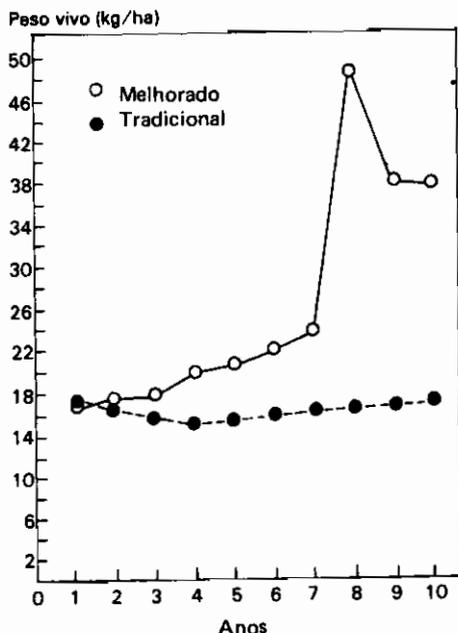


Figura 3. Produção física em kg/ha de peso vivo.

touros. Quanto aos custos adicionais, há uma dominância sobre as receitas até o quarto ano, consequência do investimento inicial. A partir do quarto ano, os custos adicionais se estabilizam.

A taxa interna de retorno do investimento no sistema melhorado foi de 15%. Considerando-se uma taxa real de desconto da economia, variando entre 7 e 10% a.a., verifica-se, pelo critério de análise de investimento, que o retorno dos investimentos adicionais é suficiente para cobrir os custos adicionais incorridos, ao se adotar a tecnologia proposta. Em outras palavras, os fazendeiros obteriam ganhos de rentabilidade em seu negócio pecuário ao adotar a tecnologia preconizada (no caso, utilização de pasta-

gem cultivada) dentro do período e limites estudados. Quando se compara a taxa interna de retorno com o crédito subsidiado a juros de 15% a.a., que faz parte do programa governamental de apoio à pecuária de corte, torna-se evidente que aqueles que têm acesso a este tipo de empréstimo teriam vantagens em alocar recursos para melhorar seu processo de produção. Isto se deve ao fato de os juros subsidiados serem valores nominais e, numa economia com níveis de inflação atuais como a brasileira, pode significar, pelo menos, garantia contra riscos da adoção da tecnologia proposta.

CONCLUSÕES

A opção que se oferece para o aumento do rebanho bovino brasileiro é ocupar áreas do centro do País, que são constituídas, em grande parte, por solos de baixa fertilidade.

De acordo com os resultados deste trabalho, os fazendeiros poderiam adotar com sucesso a tecnologia recomendada, no caso pastagem cultivada, para melhorar o desempenho do rebanho de cria. Ao fazerem isso, eles teriam assegurada a rentabilidade necessária para cobrir custos adicionais incorridos, principalmente aqueles associados à formação de pastagem cultivada.

A implicação imediata para pesquisa é de que deve ser intensificado seu esforço no sentido de se encontrarem métodos de formação de pastagem a custos mais baixos, visando diminuir o volume de investimento exigido para sua implantação. Por outro lado, especial atenção deve ser dada às pesquisas de manejo de campo nativo, porque estes constituem a maioria das pastagens utilizadas na fase de cria.

LITERATURA CITADA

1. Brasil. Ministério da Agricultura. Subsídios e diretrizes para a estruturação de um programa nacional de pesquisa com bovinos e forrageiras. Brasília, s.d.
2. Camargo, P.N. 1969. Falta incentivo ao cerrado. Coopercotia (São Paulo) 26 (232): 14-20.
3. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Mato Grosso, EMATER/MT. 1977. Subsídios para elaboração de sistemas de produção para pecuária de corte; região de Campo Grande. (Mimeog.).
4. Ferri, Mário Guimarães. 1977. Ecologia dos cerrados. In. Simpósio sobre Cerrado. 4, Brasília, 1976. Belo Horizonte, Ed. Itatiaia; São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo. p. 15-36.
5. Santiago, Alberto Alves. 1970. Pecuária de corte no Brasil Central. São Paulo, Instituto Zootecnia. 635p.

MANEJO E PRODUTIVIDADE DAS PASTAGENS NAS PLANÍCIES ORIENTAIS DA COLOMBIA*

Oswaldo Paladines ^{M.}
Jorge A. Leal**

RESUMO

A revisão da informação em Carimágua, Colômbia, indica que o potencial para a produção animal, baseado exclusivamente na savana do planalto das Planícies Orientais da Colômbia, está limitado pelo baixo valor nutritivo das espécies predominantes, principalmente na estação seca. Com a introdução de gramíneas adaptadas ao meio ambiente, pode-se incrementar a produtividade por unidade de área, porém, pouco se consegue na produção por animal. Nesse caso, também, o valor nutritivo das espécies introduzidas adaptadas parece limitar a produtividade por animal. Um ensaio de pastejo de curta duração, com misturas de uma leguminosa e gramíneas, indicou o potencial muito maior, por animal e por unidade de área, desse tipo de pastagem. Os seguintes valores de produção animal caracterizam as pastagens estudadas: savana sem queimar, 28 kg de ganho de peso/animal/ano; savana queimada em toda a área, no fim da estação seca, 75 kg; savana queimada em seqüência durante todo o ano, 95 kg. A produtividade por hectare varia, desde 6 kg/ha/ano, na savana não queimada, até 19 kg, na savana queimada em seqüência. O ganho de peso por hectare/ano chega a 58 kg em pastagens de *Melinis minutiflora* e a 147 kg, em pastagens de *Brachiaria decumbens*. Usando-se cargas animais elevadas na estação das chuvas, e cargas leves, na estação seca (3,06 e 0,7 animais/ha, respectivamente), *B. decumbens* pode produzir até 200 kg/ha/ano. As gramíneas *Hyparrhenia rufa* e *Paspalum plicatulum* apresentaram menor produtividade que *M. minutiflora*. A consorciação de *Stylosanthes guianensis* e gramíneas produziu aumentos de peso até 500 g/animal/dia na estação seca, enquanto que a totalidade das gramíneas puras produziu perdas de peso entre 150 e 350 g/animal/dia. Durante a estação chuvosa, e enquanto a leguminosa sobreviveu ao ataque de fungos e insetos, os ganhos de peso flutuaram entre 850 e 950 g/animal/dia. A suplementação com uréia e farinha de mandioca ou melado, durante a estação seca na savana ou em *M. minutiflora*, teve um efeito positivo, porém, devido ao elevado ganho compensatório da estação chuvosa seguinte, o ganho de peso adicional foi insuficiente para cobrir os custos da suplementação. Portanto, para se obter avanços verdadeiramente relevantes na produtividade do rebanho nas Planícies Orientais, é preciso encontrar uma leguminosa que se adapte ao meio ambiente e que seja produtiva e persistente na consorciação com gramíneas.

* A informação revista neste trabalho provém, principalmente, das pesquisas em desenvolvimento no Centro Nacional de Investigaciones Agropecuárias (CNIA), Carimágua, Meta, Colômbia, em um programa cooperativo entre o Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) e o Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

** Zootecnista e Assistente de Pesquisa, respectivamente, Programa de Produção de Gado de Corte, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colômbia.

As savanas tropicais das Planícies Orientais da Colômbia são pouco conhecidas, com um valor potencial de produção pecuária que se pode prever, intuitivamente, como enorme. Na revisão da literatura apresentada (12) em um seminário anterior, do Programa de Gado de Corte do CIAT, ficou estabelecido, com clareza, a falta quase total de informação sobre o uso e a produtividade das savanas sugerindo-se que, por sua baixa capacidade de produção, para conseguir progressos verdadeiramente significativos na produção, é necessário mudar a cobertura da savana, de suas espécies nativas por outras de maior produção e valor alimentício, que sejam, no entanto, capazes de subsistir nas condições ecológicas prevalentes. Para o caso dos Latossolos do trópico americano, isso significa que é necessário, primeiro, encontrar e utilizar espécies que tolerem a acidez e o baixo teor de fósforo do solo e, segundo, encontrar e utilizar espécies que mantenham sua capacidade alimentícia durante a época da seca. Estabeleceu-se, outrossim, que dificilmente se poderia extrapolar resultados obtidos nas pastagens nativas do trópico ou subtropicais africanos ou australianos, porque as condições de solo, clima e métodos de produção são muito diferentes. Entre as diferenças, destacam-se, principalmente, as espécies nativas que vegetam nessas áreas e as grandes variações no consumo por parte dos bovinos. Em muitas regiões da África, predominam espécies dos gêneros *Heteropogon*, *Hyparrhenia*, *Cynodon*, e na Austrália, os gêneros *Heteropogon*, *Themeda*, *Bothriochloa* que são, geralmente, bem consumidos pelos bovinos, ao passo que, na maior parte das savanas da América tropical, os gêneros predominantes *Trachypogon*, *Andropogon*, *Leptochoryphium*, *Axonopus* e *Paspalum* são consumidos de preferência em estádios de crescimento vegetativo tenro, com exceção, talvez, de espécies deste último gênero. A predominância de *Paspalum*, principalmente *Paspalum plicatulum* Michx., torna mais produtivas e melhor aceitas pelo gado certas savanas de fertilidade e humidade médias na Venezuela (7, 8, 9).

Spain (13) apresentou uma descrição

completa do clima e dos solos dos planaltos das Planícies Colombianas. De acordo com o diagnóstico realizado nessa oportunidade, o Programa de Pesquisas de Utilização e Manejo de Pastagens do CIAT dirigiu sua atenção para: a) caracterizar e quantificar a capacidade produtiva das savanas das Planícies Orientais da Colômbia; b) Medir o efeito das práticas tradicionais, como a queima, e das não tradicionais, como a suplementação nitrogenada na época seca, sobre a produção animal; c) determinar o aumento na produção animal com a introdução de espécies forrageiras de adaptação fácil e baixa produção como *Melinis minutiflora* Beauv. e de maior produtividade como *Brachiaria decumbens* Stapf.; d) determinar o manejo mais eficiente que possa aumentar, simultaneamente, a produtividade das pastagens destas espécies; e e) avaliar os efeitos da introdução de leguminosas tropicais na produção animal.

PRODUTIVIDADE DA SAVANA

Efeito da queima e dos sistemas empregados

Como resultado do rápido declínio que sofrem as espécies nativas em seu valor nutritivo com a idade (Tabela 1), determinou-se que, quando as espécies chegavam a 35 cm de altura ou mais, o crescimento de novilhos era muito baixo e obteve-se um acréscimo de aproximadamente 350% com a queima no início da estação seca (Tabela 2). A produção animal que se obtém sem queimar a savana é tão baixa que seria impossível desenvolver uma indústria pecuária. Este fato é, indubitavelmente, bem conhecido pelos produtores que queimam regularmente suas pastagens no início da estação seca.

Nas pastagens queimadas, observa-se que o gado entra nas áreas queimadas imediatamente após a queima e consome avidamente as cinzas resultantes antes que venha o rebrote. Por essa razão, freqüentemente encontram-se fezes totalmente constituídas de cinzas como consequência da alimentação dos primeiros dias. As fezes perdem rapidamente o excesso de cinzas por volta de dez a quinze

TABELA 1. Teor de proteínas da savana de Carimágua, Colômbia (Adaptado de 12).

Dias de crescimento	Altura de corte	<i>Trachypogon vestitus</i>	
		cm	%
28	10	10,5	10,0
49	20	8,0	7,5
79	35	6,4	5,8
Estação seca	50-80	-	2,7

dias após a queima, quando voltam, então a ter um teor normal de aproximadamente 15%.

Em condições de pastejo contínuo e com ampla disponibilidade de área de pastagem queimada, com um nível de 10% de proteína, como se observa na Tabela 1, que deveria ser suficiente para um máximo consumo pelos animais (11), se poderia pensar que estes deveriam alcançar um aumento de peso muito superior ao que realmente obtêm, ou que, pelo menos, deveriam manter a pastagem constantemente utilizada à pequena altura e com valor nutritivo alto. No entanto, não ocorre nenhuma dessas duas situações e observa-se que a pastagem cresce a um nível excessivo, decrescendo o aumento de peso, sendo necessário queimar no ano seguinte para se conseguir um rebrote novo e tenro. Possivelmente, isso se deva à baixa densidade de plantas da savana que, mesmo parecendo abundante e de porte alto na estação chuvosa,

após a queima, apresenta uma população de plantas muito pobre (Tabela 6).

Observou-se que os animais, ao pastejarem em savana recentemente queimada, em vez de tocarem os rebrotes verdes, arrancavam-nos de sua base formada de tecido meristemático. Uma amostragem manual, simulando o pastejo de uma savana com 20 dias de queimada, demonstrou que esta continha 10,9% de proteína, com 51% de digestibilidade *in vitro* da MS e 0,18% de P, além de uma disponibilidade de 126 kg/ha de MS. O consumo total da área teria permitido um incremento de 250 g de peso vivo/dia, com uma área disponível de 5 ha; mesmo assim, apesar de dispor da área, o aumento de peso foi inferior. Chegou-se à conclusão de que o animal, para conseguir a energia e a proteína necessárias, deveria ingerir 62.000 bocadas de capim, as quais superam o ponto de fadiga do animal (14), o que permite o desenvolvimento excessivo do capim e o conseqüente

TABELA 2. Ganho de peso de novilhos na savana de Carimágua, Colômbia. (Adaptado de 1 e 2)

Taxa de lotação	Ganho anual de peso			
	Sem queima (1971-72)		Com queima (1972-73)	
UA/ha	kg/animal	kg/ha	kg/animal	kg/ha
0,20	28	6	92	18
0,35	38	13	94	33
0,55	2	1	74	37

TABELA 3. Composição química das fezes de novilhos após a queima em Carimágua, Colômbia.

Dias após a queima	Proteína	Fósforo	Cinza
	%		
3-4	0,3	1,8	95,5
10-15	7,0	0,25	13,3
20-30	7,2	0,26	15,5

declínio do valor nutritivo. Poder-se-ia pensar que manejando a queima de modo a estabelecer uma espécie de rotação de áreas queimadas durante todo o ano, seria possível obter um melhor aproveitamento da forragem e evitar o crescimento excessivo prejudicial. Comparou-se um sistema de queima em seqüência que dividia a área total em oito partes, uma das quais era queimada cada mês, durante a estação seca, e de dois em dois meses na estação chuvosa, com a queima total da área no fim da estação chuvosa.

A Tabela 4 apresenta a média de cinco

anos nas mudanças de peso nos dois sistemas de queima e a vantagem conseguida com a queima em seqüência. O efeito da queima em seqüência foi afetado pela lotação animal empregada, que foi diferente nas estações seca e de chuvas. Como era de se esperar, o acréscimo de peso foi superior durante a estação seca ou as perdas foram menores no caso da queima total, porque a área de rebrote tenro correspondente à queima em seqüência era 50% menor. Outra mudança relevante é o efeito positivo da queima em seqüência na estação chuvosa. O efeito diminuiu para 52%, com a lotação mais baixa, e para 16%, com a lotação mais alta. Resumindo, a queima em seqüência tem um efeito benéfico sobre a produção, efeito este que se mediu em 27%, ou seja, 20 kg adicionais de peso por animal, quando a lotação foi de 0,20 animal/ha (5 ha/animal).

O acréscimo de peso/ha/ano é de 15, 23 e 15 kg com as lotações de 0,30, 0,35 e 0,50, respectivamente, da queima total, e 19, 22 e 18kg para as mesmas lotações, com a queima em seqüência.

TABELA 4. Ganhos de peso de novilhos em pastejo na savana de Carimágua, em dois sistemas de queima. Média de cinco anos. (Adaptado de 2-6).

Taxa de lotação	Ganhos de peso			Vantagem do sistema em seqüência		
	Estação seca	Estação chuvosa	Ano	Estação seca	Estação chuvosa	Ano
	kg/animal			%		
UA/ha	kg/animal			%		
Queima total						
0,20	.15	60	75	—	—	—
0,35	- 7	73	67	—	—	—
0,50	- 24	55	31	—	—	—
Queima em seqüência						
0,20	4	91	95	- 275	52	27
0,35	- 25	87	62	- 257	19	- 7
0,50	- 29	64	35	- 21	16	13

Manejo do pastejo

Um sistema de rotação de pastagens poderia permitir o estabelecimento de um equilíbrio entre o crescimento do capim e a remoção da MS pelos animais, de tal maneira que se possa manter um nível de incremento de peso constante, e até mesmo superior, ao impedir o crescimento excessivo e o conseqüente amadurecimento da pastagem. Num ensaio de curta duração (um ano), comparou-se o pastejo contínuo com o pastejo rotativo de quatro parcelas, pastejadas cada uma durante 28 dias consecutivos. A savana foi queimada quatro meses antes do início do pastejo. Os resultados estão resumidos na Tabela 5. A informação indica que não houve efeito positivo da rotação em nenhuma das três lotações empregadas. O resultado não deve causar surpresa, pois confirma a incapacidade dos animais em manter um controle do crescimento de espécies pouco palatáveis.

Disponibilidade de forragem e composição botânica

É importante destacar a baixa densidade de plantas que se observa na savana. Como se verifica na Tabela 6, a população decresceu nos gêneros mais conhecidos e nos que se supõe tenham sido consumidos pelo gado, mesmo que não haja prova decisiva desse fato. Na categoria de "outras espécies" incluíram-se representantes dos gêneros *Cyperus*,

Rhynchospora, *Aristida*, *Eragrostis*, *Digitaria*, *Desmodium*, *Phaseolus* e algumas ervas não identificadas. A população de *Aristida* e de ervas aumentou notoriamente, causando os incrementos registrados na referida coluna. O declínio no número de plantas está associado com a redução em MS presente por ha, a qual diminuiu nas parcelas de queima total, na estação das chuvas, em 39, 47 e 39% entre os anos de 1971 e 1976. Esse decréscimo está associado, possivelmente, com a freqüente queima da savana. Na situação prática de produção, as pastagens não são queimadas anualmente, e sim, de dois em dois ou de três em três anos. A lotação animal também é menor na área, calculando-se que, em 20 milhões de ha de savana, há uma quantidade total de 2 milhões de cabeças, isto é, uma disponibilidade de mais de 10 ha por animal adulto. Na Tabela 7, observa-se que a disponibilidade de MS na savana não variou de acordo com a lotação animal, mesmo quando a lotação teve um efeito muito acentuado no aumento de peso dos animais (Tabela 4). Esta falta de relação entre a disponibilidade da forragem e o aumento de peso é o resultado da grande seleção praticada pelos animais sobre uma forragem de muito baixo valor nutritivo.

Suplementação nitrogenada

Na estação seca, o teor de proteína da pastagem não queimada é inferior a 3% e é

TABELA 5. Ganhos de peso de novilhos em pastejo em savana tropical em forma rotativa e contínuo, durante 131 dias na estação seca e 234 na estação chuvosa, em Carimágua, Colômbia (Adaptado de 1).

Taxa de lotação	Ganho de peso/estação					
	Pastejo contínuo			Pastejo rotativo		
	Estação Seca	Estação Chuvosa	Ano	Estação Seca	Estação Chuvosa	Ano
Animais/ha	kg/animal					
0,20	- 21	49	28	- 22	33	11
0,35	- 25	63	38	- 35	34	- 1
0,50	- 33	35	2	- 32	16	- 16

TABELA 6. Número de plantas por metro de transecto linear na savana de Carimágua, Colômbia.

Taxa de lotação	Diferença	<i>T. vestitus</i>	<i>L. lanatus</i>	<i>Paspalum</i> <i>Andropogon</i> <i>Axonopus</i> <i>Panicum</i>	Outras	Total
UA/ha						
0,20	1971	3,25	1,85	1,86	0,91	7,87
	1976	1,60	0,40	0,90	0,95	3,90
	Diferença	- 51%	- 78%	- 52%	4%	- 50%
0,35	1971	3,45	1,45	2,40	1,06	7,36
	1976	1,10	0,35	0,73	1,83	4,01
	Diferença	- 55%	- 76%	- 70%	73%	- 46%
0,50	1971	2,90	1,75	1,81	0,81	7,27
	1976	0,90	0,35	1,07	2,02	4,34
	Diferença	- 69%	- 80%	- 41%	149%	- 40%

impossível para o animal selecionar uma dieta de valor nutritivo suficiente para manter o peso. No entanto, a quantidade de MS e de energia disponíveis nessa forragem seca e tósca é relevante, podendo-se até pensar em utilizá-la, se se proporciona ao animal uma pequena quantidade de N que estimule a ação bacteriana no rúmen. Esta prática se emprega extensivamente em países de savanas subtropicais.

Os resultados obtidos por Zemmeling (3) mostram a situação nutricional da savana na estação seca. A digestibilidade da MS da forragem sem suplemento foi de 32,2%, aumentando para 39,7%, quando suplementada com uréia + melão. Um incremento no consumo de MS equivalente a 34% auxiliou este aumento na digestibilidade e deu, como re-

TABELA 7. Forragem disponível na estação chuvosa na savana de Carimágua, Colômbia. Média de 5 anos.

Taxa de lotação	Sistema de queima	
	Total	Em sequência
UA/ha	t/ha de MS	
0,20	2,70±0,65	2,54±0,85
0,35	3,15±0,59	2,34±1,03
0,50	2,58±0,53	2,13±0,88

sultado, um incremento no consumo de MS digestível de 15g/p^{0,75}, no caso do capim sem suplemento, para 27,4 g, quando se ministrou suplemento. O consumo de 15 g de MS digestível é apenas suficiente para cobrir 60% da exigência de manutenção diária do animal, razão pela qual é óbvio que os animais percam peso.

Foi determinado o efeito da suplementação de animais de 150–250 kg de peso, empregando-se uma ração diária composta de 80 g de uréia e 400 g de farinha de mandioca, como fonte de carboidratos, durante 118 dias da estação seca. A Tabela 8 indica que, mesmo quando a suplementação com uréia + mandioca evita a perda de peso na referida estação, o ganho compensatório na estação chuvosa elimina a maior parte da diferença, de modo que, ao finalizar o ano, a vantagem da suplementação é apenas de 14%. Nessas condições, o benefício econômico da suplementação é insuficiente para pagar o custo do suplemento. Na savana de Carimágua, seriam necessários 10 kg de diferença em favor da suplementação com uréia + mandioca para pagar o custo do suplemento, e 20 kg, se o suplemento empregado fosse de uréia + melão. O melão se produz em áreas muito distantes, ao passo que a mandioca é de produção local.

TABELA 8. Ganhos de peso de novilhos suplementados e não suplementados com uréia + mandioca seca, em pastejo, na savana de Carimágua, Colômbia. Média de 2 anos.

	Tratamento		Vantagem da Suplementação
	Sem uréia + mandioca	Com uréia + mandioca*	
	kg/animal		
Seca	- 11	4	136
Chuvosa	48	38	- 21
Ano	37	42	14

* Foram fornecidas 80 g de uréia + 400 g de mandioca seca moída/animal/dia, durante 121 dias em média, na estação seca.

Em termos de emprego prático da suplementação, é necessário lembrar que os animais, que tenham sofrido uma restrição da alimentação na estação seca, recuperam um boa parte do peso perdido na estação chuvosa seguinte. Na savana de Carimágua, o ganho compensatório é de 75% (6), de tal forma que o custo da suplementação deve compensar-se com somente os 25% do efeito do suplemento na estação seca.

Suplementação mineral

Os níveis de P nas pastagens nativas são tão baixos que levam a pensar em evidentes deficiências e efeitos de carência. A sintomatologia torna-se incontestável nos rebanhos comerciais, nos quais se evita o manejo dos animais por temor a possíveis fraturas. No entanto, é pouco freqüente a "pica" e não se conhecem informações de botulismo no rebanho da área, que possam ser associadas com o consumo de ossos.

Na Figura 1, foram adaptados os resultados de teores de P e Ca encontrados, estudando-se o estado mineral das pastagens nativas de Carimágua durante todo o ano, simulando o consumo dos animais em pastejo ao se coletarem amostras para análise química (10).

O teor de P permaneceu durante todo o

tempo em redor de 0,10%, com incrementos associados com o rebrote do capim tenro após as queimadas alcançando, no melhor dos casos, a 0,17%. O Ca se manteve bastante constante no decorrer do ano e não foi afetado pela queima da savana, mas decresceu ligeiramente durante a estação seca. É necessário destacar que esses níveis de ambos os minerais são insuficientes para o crescimento apropriado dos animais. Os níveis de outros elementos estudados (10) — Mg, K, Na, Fe, Mn, Cu, Mo, Co — não aparecem como deficientes na análise dos capins, e em alguns casos, do fígado e do sangue dos animais.

Através de um estudo que comparou a produtividade dos rebanhos que recebiam ou não suplemento mineral completo, comprovaram-se as deficiências de P e Ca (Tabela 9). Determinou-se que todas as medidas de peso e de fertilidade foram superiores nos animais que receberam estes e outros elementos, além do sal. Os resultados se aplicam, tanto aos animais lactantes jovens (três meses), lactantes mais velhos (nove meses) e terneiros de recria (18 meses), como ao peso das vacas e às medidas de concepção. Também é marcante o declínio percentual tão elevado dos abortos (6).

Toda a informação revisada indica, com clareza, a necessidade de proporcionar ao ga-

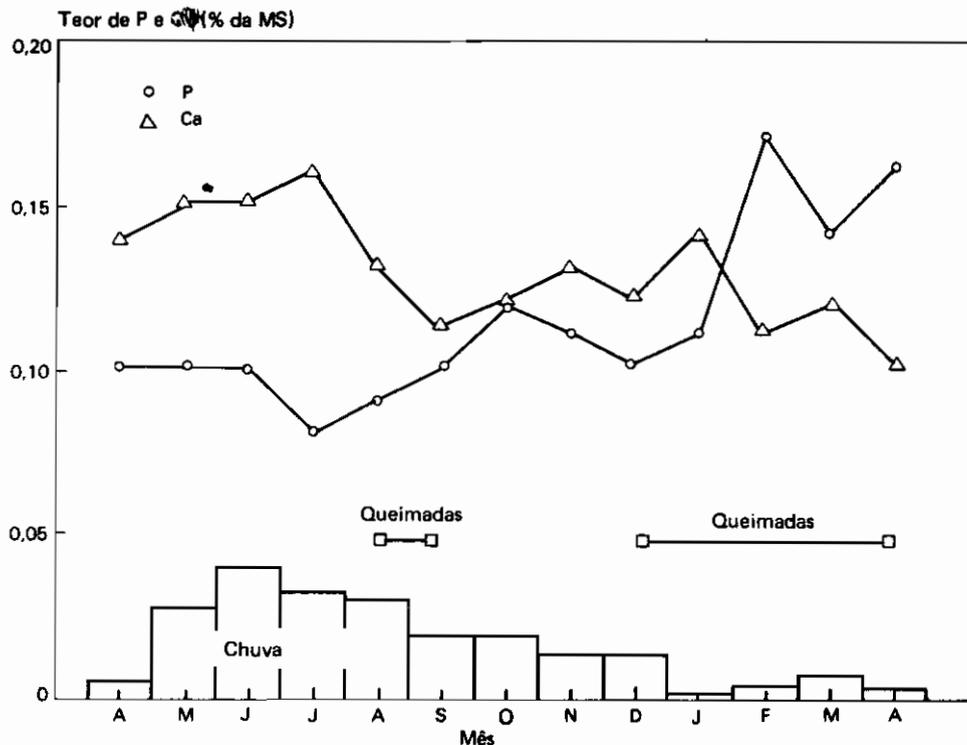


Figura 1. Teor de P e Ca na MS da savana de Carimáguia, Colômbia. (Adaptado de 10).

TABELA 9. Comparação de parâmetros de produtividade entre grupos de animais que recebiam somente sal e sal + minerais em Carimáguia, Colômbia. (Adaptado de 6).

Parâmetros	Sal	Sal + minerais	Vantagem dos minerais
			%
	————— kg —————		
Peso vivo de vitelas			
3 meses de idade	67	78	16
9 meses de idade	117	147	26
18 meses de idade	150	175	17
Peso vivo das vacas			
No acasalamento	292	316	8
No parto	335	369	10
Na desmama	272	305	12
Fertilidade das vacas	————— % —————		
Concepções (por palpação)	69,5	76,8	11
Abôrtos	9,3	0,4	96
Partos	59,4	76,4	29

do, pelo menos, um suplemento com P e Ca. A análise econômica da informação anteriormente mencionada indica que a prática de suplementar os animais com uma mistura mineral completa é altamente rentável (6).

INTRODUÇÃO DE NOVAS ESPÉCIES FORRAGEIRAS

A baixa produtividade da savana e a impossibilidade de melhorá-la significativamente com o manejo do pastejo ou com a suplementação, tem dirigido toda a atenção à introdução de espécies. A seqüência lógica é estudá-las de acordo com sua adaptação às condições edáficas e climáticas, e com a disponibilidade de semente. Nas páginas seguintes serão repassados os trabalhos realizados com as espécies *M. minutiflora*, *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf., *P. plicatulum*, *B. decumbens* e, de maneira limitada, com *Indigofera hirsuta* L. e *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw.

Melinis minutiflora

Esta gramínea era uma das poucas conhecidas nessa região, porém as áreas comerciais semeadas eram pequenas e pouco difundidas; no entanto, os pecuaristas que a possuíam preferiam utilizá-la em pastos de engordar, desde que não é possível somente à base de savana engordar gado, pois o ganho de peso é insuficiente.

Inicialmente, foi plantada uma área de 178 ha com *M. minutiflora* para comparar o efeito da fertilização com P e K no ganho de peso e, após dois anos, a mesma área foi utilizada para estudar o manejo de pastejo e a suplementação

Efeito da fertilização sobre a produtividade de *Melinis minutiflora*

A gramínea *M. minutiflora*, em extensas áreas de campo cerrado do Brasil, é considerada como parte integrante das espécies da savana, já que, apesar de originária da África, seu elevado grau de adaptação e sua facilidade de estabelecimento permitiram sua disse-

minação natural. Este não é o caso na savana das Planícies Orientais da Colômbia, mas o fato de a espécie não responder à adubação com P ou K indica seu alto grau de adaptação a solos de baixa fertilidade (Tabela 10). Sua falta de difusão se deve ao fato de que a espécie não foi verdadeiramente introduzida, senão há relativamente pouco tempo, e a que não foi plantada em extensões suficientemente grandes para que pudessem espalhar-se naturalmente.

Uma observação freqüente na região dos "Llanos" é a de que esta gramínea não produz sementes no primeiro ano, após a semeadura, e, também, que, na primeira estação seca, os animais aumentam de peso. Do segundo ano em diante, invariavelmente, os animais perdem peso na estação seca. Este comportamento está relacionado com a floração do início da estação seca, que causa um declínio muito acentuado na digestibilidade e no consumo do capim. Zimmelink (2) determinou que a digestibilidade dessa espécie na estação seca era de 40,7% e registrou um aumento de 8%, quando substituiu 20% da gramínea pela leguminosa *S. guianensis*. O incremento no consumo de MS digestível de 15,6 a 25,6 g de MS digestível/p^{0,75} foi mais importante ainda. O consumo necessário para manter o peso do animal é de 25 g, aproximadamente. O aumento no consumo, quando se substituiu uma parte da gramínea pela leguminosa, foi devido à ingestão desta última e ao aumento no consumo relativo da gramínea. Isto, possivelmente, por ter sido aumentado o teor de proteína da dieta. As perdas de peso da estação seca que, no caso dessa espécie em Carimáguá, oscilaram entre 300 e 550 g/dia/animal encontraram explicação na baixa ingestão de forragem digestível.

Efeito de descanso e da suplementação com uréia + melão, na época seca

A elevada perda de peso na estação seca com *M. minutiflora* constitui um problema para o manejo dos animais que chegam a perder até 70 kg de peso neste período. Duas alternativas possíveis na utilização desta espécie para evitar tais perdas seriam: a) deixar

TABELA 10. Ganhos de peso de novilhos em pastagens de *M. minutiflora* adubadas e sem adubação no momento da semeadura em Carimágua, Colômbia. Média de 2 anos (Adaptado de 1 e 2).

Taxa de lotação	Sem adubo	P	P + K
UA/ha	kg/ha/ano		
0,44	49	51	42
0,88*	83	103	89
Média	66	77	66

* Na estação seca, a carga animal foi de 0,44 novilhos/ha

descansar as pastagens na época seca e empregá-las somente na estação chuvosa e, b) suplementar os animais na época crítica com uma fonte de N.

Numa média de quatro anos de pastejo, em Carimágua, determinou-se que o incremento de peso anual não foi diferente entre as pastagens utilizadas e não utilizadas na estação seca (Tabela 11). Nesse período, os animais perderam 18 kg de peso, mas a perda foi totalmente recuperada na estação chuvosa seguinte. A única diferença foi que as pastagens que descansaram na estação seca foram capazes de suportar a carga de 1,30 animais na estação chuvosa, o que não aconteceu com as pastagens utilizadas durante o ano inteiro. Os incrementos anuais de peso por animal oscilaram entre 78 e 98 kg com cargas de 0,88 e 0,44 animais/ha, respectivamente, quando o pastejo se realizou durante todo o ano. Estes acréscimos de peso são iguais aos obtidos na melhor savana de Carimágua com as cargas animais empregadas (Tabela 4).

A suplementação na estação seca com uréia + melão teve um efeito favorável que evitou as perdas de peso. No entanto, o efeito favorável, neste caso, também parcialmente compensado na estação de chuvas, resultando numa diferença por hectare de 15 kg com a carga baixa e 12 kg com a carga alta. A Figura 2 (16) mostra essas cargas animais.

No que diz respeito ao aspecto econômico, o incremento adicional de peso não é suficiente para compensar o custo da suplementação na área de Carimágua.

Hyparrhenia rufa e *Paspalum plicatum*

Estes dois capins serão discutidos juntos porque, no processo da pesquisa, foram estudados simultaneamente. *H. rufa* é, possivelmente, o mais difundido no país, apesar de ser muito pouco utilizado nas Planícies Orientais. *P. plicatum* é uma gramínea nativa das savanas tropicais americanas, muito conhecida na Venezuela, mas bem menos na Colômbia, por ser um componente pouco freqüente das savanas de planalto.

Na Tabela 12, observa-se que os animais diminuíram de peso na estação seca com as espécies *H. rufa* e *P. plicatum*. As perdas foram elevadas, atingindo um total de 43 a 56 kg/animal, respectivamente. Na estação das chuvas, todos os grupos ganharam peso, porém, os aumentos em *H. rufa* e *P. plicatum* foram menores que em *M. minutiflora*. No primeiro ano, o saldo para as duas espécies é negativo. Nos anos seguintes, a produção aumentou sem chegar, em nenhum caso, a igualar à de *M. minutiflora*. O pastejo em *H. rufa*, no terceiro ano foi interrompido dois meses após seu início, porque os animais diminuíram de peso e era evidente a

falta de persistência da espécie. Spain (6) verificou que a espécie *H. rufa* é muito sensível à presença de Al na solução do solo; suas raízes não se desenvolvem e seu crescimento é muito inferior ao de outras espécies tropicais. Isto pode explicar a rápida deterioração dessas pastagens.

P. plicatum apesar de ser, entre as espécies estudadas, a única nativa da área, é também a que tem sofrido mais problemas de pragas e doenças. No período de três anos de pastejo, sofreu infestações de *Helminthosporium* sp., de um inseto brocador do talo (Lepidoptera, Coleophoridae) e de uma larva (Lepidoptera, Noctuidae *Mocis* spp), o que determinou a necessidade de retirar os animais das pastagens durante períodos variáveis de tempo, porque a disponibilidade de forragem era insuficiente.

Em algumas áreas da Venezuela, a leguminosa nativa *I. hirsuta* tem prosperado e contribuído expressivamente para a produção pecuária, quando as pastagens nativas degradadas de *P. plicatum* recebem uma aplicação de P (7,8). Em Carimáguá, esta espécie desenvolveu-se rapidamente, conseguindo-se um bom estabelecimento com a aplicação de 75 kg/ha de P₂O₅ no momento da semeadura; no entanto, os animais se negaram a co-

mer a leguminosa e pastaram a gramínea completamente. O teste feito com essa consorciação foi suspenso, finalmente, durante a segunda estação chuvosa, quando os animais tinham perdido peso e três morreram, aparentemente, por inanição. Esses resultados em Carimáguá são decisivos e concordam com algumas informações pessoais da Venezuela. O comportamento superior da carga média obedece, provavelmente, à presença de uma população mais elevada de *P. plicatum*.

Brachiaria decumbens

Esta espécie de gramínea tropical merece menção, principalmente pela boa adaptação que tem demonstrado às condições de solos ácidos com alta concentração de Al. Esta é a primeira espécie de gramínea melhorada que está sendo semeada, em larga escala, nas Planícies Orientais da Colômbia, tal como aconteceu em muitas áreas similares, no Brasil.

As Tabelas 13 e 14 mostram a produtividade desta espécie em Carimáguá. O ganho de peso por animal não é superior ao que se obtém com *M. minutiflora*, porém sua maior capacidade de lotação permite uma produtividade por ha mais de duas vezes maior. Parece que, no experimento de cargas animais

TABELA 11. Ganhos de peso de novilhos em pastagens de *M. minutiflora* durante todo o ano ou somente durante a estação chuvosa em Carimáguá, Colômbia. Média de 4 anos.

Sistema de pastejo	Taxa de lotação	Mudança de peso/estação		
		Seca	Chuvosa	Total
	UA/ha	kg		
Todo o ano	0,44	- 18	61	43
	0,88*	- 18	87	69
Somente na estação chuvosa	0,44	—	50	50
	0,88	—	67	67
	1,30	—	69	69

* A lotação durante a estação seca foi de 0,44 novilhos/ha.

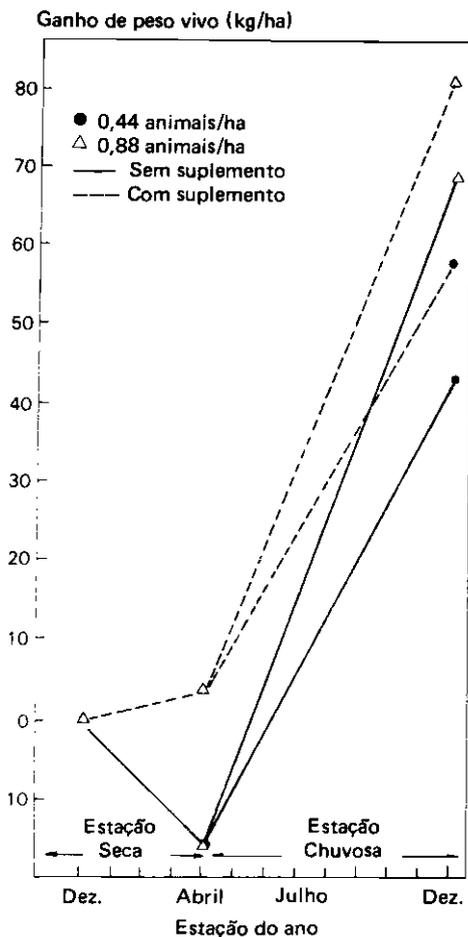


Figura 2. Ganhos de peso por ha em pastagens de *M. minutiflora* com novilhos suplementados com melação e sem suplemento na estação seca em Carimágua, Colômbia. Média de 4 anos (6).

constantes durante todo o ano, a carga de 1,7 animais/ha não é suficiente para se obter uma produtividade máxima por hectare. No entanto, verifica-se que, com essa carga animal, o ganho por animal é de 86 kg/ano, o que é muito baixo para uma engorda eficiente, e chegando os novilhos a pesarem 450 kg entre os 4 e 5 anos de idade, peso muito semelhante ao que se pode obter na savana devidamente queimada. Como se pode apreciar na Tabela 14, empregando-se cargas mais altas, ainda na estação das chuvas, é possível se obter até 200 kg/ha de ganho de peso, porém com o sacrifício da produtividade por animal.

Com respeito à engorda, nenhuma das espécies de gramíneas até hoje estudadas, e que se adaptam sem necessidade de quantidades elevadas de adubos, produz ganhos de peso diários por animal suficientemente altos. Para uma engorda eficiente em pastagens, é necessário se pensar em um nível de ganho anual superior a 150 kg, que permitiria mandar ao mercado novilhos de três anos de idade, com peso de 450 kg.

Freqüentemente, tem-se conhecimento de informações de problemas de toxidez de animais pastejando *B. decumbens*. A toxidez parece ocorrer principalmente em animais jovens e, aparentemente, está associada com o consumo de forragem tenra, em estágio ativo de crescimento. Em Carimágua foi registrado um só caso em um grupo de novilhos entre 150 e 250 kg de peso, colocado no início da estação chuvosa, numa pastagem de *B. decumbens*, em seu primeiro ano de pastejo, alguns dos animais mais novos morreram, apesar de retirados da pastagem assim que foram observados os primeiros sintomas que se apresentaram como inchaço das orelhas, na base dos chifres e na papada, seguidos de efeitos na pele, semelhantes a sintomas de fotossensibilização. Apesar de não terem sido tomadas precauções especiais, esses sintomas não se repetiram em anos posteriores. Nessa região, o problema já é conhecido e precauções são tomadas, colocando-se uma lotação animal elevada no início da época de crescimento, para controlar o desenvolvimento excessivo da gramínea.

Consortiações de leguminosas e gramíneas

Com o valor nutritivo de todas as gramíneas estudadas até hoje não permite, sobretudo durante a estação seca, que os animais tenham um crescimento suficiente para a engorda durante um período de tempo apropriado, parece ser necessário encontrar uma leguminosa que ofereça os elementos nutritivos deficientes, particularmente a proteína, durante a mencionada estação. É preciso recordar que, em todas as gramíneas enumeradas, está incluído no incremento de peso na

TABELA 12. Produtividade de várias espécies forrageiras em Carimágua, Colômbia.

	Taxa de lotação	1974 - 1975			1976	1977
		Estação seca	Estação chuvosa	Ano	Estação chuvosa	Estação chuvosa
	UA/ha	kg/ha				
<i>M. minutiflora</i>	0,7		50	50	40	66
	1,0		51	51	47	74
	1,4		56	56	36	52
<i>H. rufa</i>	0,5	- 22				
	0,7		30	8	24	
	1,0		37	15	29	
	1,4		27	5	34	
<i>P. plicatulum</i>	0,5	- 28				
	0,7		46	18	46	34
	1,0		34	6	35	19
	1,4		55	27	73	17
<i>P. plicatulum</i>	0,9		- 37	- 37		
<i>+ I. hirsuta</i>	1,3		22	22		
	1,7		- 60	- 60		

TABELA 13. Ganhos de peso de animais em pastagens de *B. decumbens* em Carimágua, Colômbia, com lotação fixa durante o terceiro ano de pastejo (6).

Taxa de lotação	Mudança de peso/estação					
	Seca	Chuvosa	Anual	Seca	Chuvosa	Anual
UA/ha	kg/animal			kg/ha		
0,9	- 6	124	118	- 5	111	106
1,3	- 21	118	97	- 27	153	126
1,7	- 9	105	86	- 32	179	147

TABELA 14. Ganhos de peso de animais em pastagens de *B. decumbens* em Carimãgua, Colômbia, com uma lotação baixa na estação seca e uma variável na estação chuvosa durante o segundo ano de pastejo (6).

Taxa de lotação		Ganho de peso/estação				
Estação seca	Estação Chuvosa	Seca	Chuvosa	Seca	Chuvosa	Anual
UA/ha		kg/animal		kg/ha		
0,7	1,63	- 11	81	- 8	132	124
0,7	2,34	- 16	77	- 12	180	168
0,7	3,06	16	63	12	193	205

estação de chuvas, o efeito do ganho compensatório pelas perdas sofridas durante a estação seca precedente; de tal maneira que, quando os novilhos ganham 118 kg na estação chuvosa (Tabela 13), nesses 118 kg estão incluídos, pelo menos, 10 kg de ganho compensatório (50% da perda anterior), isto é, o incremento real atribuído ao valor nutritivo da espécie é inferior a 500 g/dia.

A Tabela 15 mostra a capacidade de produção com leguminosas tropicais. Pode-se

observar como os animais apresentaram um ganho de 400 a 500 g/dia, durante a estação seca, e mantiveram ganhos de peso altíssimos durante os meses em que durou a leguminosa. Quando a leguminosa decresceu apreciavelmente, devido a ataques de doenças e insetos, o ganho de peso caiu ao nível de gramínea não consorciada. É oportuno mencionar que, nesse caso, a leguminosa se estabeleceu com 75 kg/ha de P_2O_5 e não recebeu adubação adicional.

TABELA 15. Ganhos de peso de novilhos em pastagens de gramíneas e *S. guianensis* em Carimãgua, de 1973-74 (3).

Taxa de lotação	Ganho de peso			
	XII/73-IV/74	IV-VI/74	VI-VIII/74	VIII-X/74
UA/ha	g/animal/dia			
<i>S. guianensis</i> + <i>M. minutiflora</i>				
0,50	532	—	—	—
0,90	—	864	976	345
1,30	—	886	885	397
1,70	—	681	940	310
<i>S. guianensis</i> + gramíneas espontâneas				
0,50	446	—	—	—
0,90	—	1140	976	397
1,30	—	1182	952	379
1,70	—	1209	885	310

TABELA 16. Ganho de peso de novilhos em condições crescentes de tecnologia nas Planícies Orientais da Colômbia.

	Ganho máximo/ animal*		Ganho máximo/ ha**	
	Por animal	Por ha	Por animal	Por ha
Savana sem queimar, 0,35 animais/ha	38	13	38	13
Savana queimada na estação seca, 0,20 animais/ha	75	15	—	—
0,35 animais/ha	—	—	67	23
Savana queimada em seqüência durante todo o ano				
0,20 animais/ha	95	19	—	—
0,35 animais/ha	—	—	62	22
<i>M. minutiflora</i> , pastejo todo o ano				
0,44 animais/ha	98	43	—	—
0,44/0,88 animais/ha	—	—	58	69
<i>M. minutiflora</i> com uréia + melado na estação seca				
0,44 animais/ha	130	58	—	—
0,44 /0,88 animais/ha	—	—	102	81
<i>H. rufa</i> , pastejo na estação de chuvas				
0,70 animais/ha	34	24	—	—
1,40 animais/ha	—	—	24	34
<i>P. plicatum</i> pastejo na estação chuvosa				
0,70 animais/ha	66	40	—	—
1,40 animais/ha	—	—	32	45
<i>B. de decumbens</i> , pastejo todo o ano				
0,90 animais/ha	118	106	—	—
1,70 animais/ha	—	—	86	147

* Ganho de peso correspondente à lotação animal na qual o ganho por animal foi máximo.

** Ganho de peso correspondente à lotação animal na qual o ganho por hectare foi o máximo.

Apesar de as leguminosas tropicais possuírem maior dificuldade de estabelecimento na área e sofrerem, muitas vezes, os ataques das doenças e dos insetos que não lhes permitem

prosperar, parecem, contudo, ser a única solução viável para se obter um incremento da produção, necessário em forma prática e econômica.

CONCLUSÃO

A savana nativa é um recurso natural das Planícies Orientais da Colômbia que, só agora, começa a ser conhecida. Seu conhecimento permite compreender porque a pecuária dessa grande área não se tem desenvolvido na medida de sua extensão e de sua disponibilidade de forragem. Mesmo empregando uma baixa lotação animal, seu baixo valor nutritivo limita a produção animal. A seqüência de mudança nas técnicas de manejo da savana e de introdução de outras espécies (Tabela 16) indica que, mesmo incluindo o manejo mais técnico da queima, o ganho de peso não excede 100 kg/animal/ano e que, no melhor dos casos, somente se pode alcançar ganhos em peso de 130 kg/animal/ano em *M. minutiflora* pastejado com lotações baixíssimas e com suplementação nitrogenada na estação seca. Além disso, a produção por hectare é muito pequena para justificar o investimento

na sementeira da pastagem. Por outro lado, a vantagem adicional da suplementação não cobre o custo do suplemento. No que diz respeito ao ganho de peso por hectare, este aumenta significativamente com *B. decumbens*, até dez vezes, em relação à savana, e três vezes, em relação à *M. minutiflora*, mas não se alcança um acréscimo correspondente ao incremento do peso animal.

Parece pouco provável que se possa encontrar uma gramínea adaptada às condições ecológicas da região, principalmente à baixa fertilidade do solo, que, ao mesmo tempo, permita um ganho suficiente por animal, e seja capaz de sustentar cargas animais necessárias para uma boa produção por hectare.

Continua sendo, como visto anteriormente (12), um desafio encontrar a leguminosa capaz de produzir nesse meio e persistir em consorciação com uma gramínea com a qual se complemente.

LITERATURA CITADA

1. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1973. Informe Anual 1972. CIAT, Cali, Colombia.
2. ———. 1974. Informe Anual 1973. CIAT, Cali, Colombia.
3. ———. 1975. Informe Anual 1974. CIAT, Cali, Colombia.
4. ———. 1976. Informe Anual 1975. CIAT, Cali, Colombia.
5. ———. 1977. Informe Anual 1976. CIAT, Cali, Colombia.
6. ———. 1978. Informe Anual 1977. CIAT, Cali, Colombia.
7. Corrales, F. y H. González. 1973. Introducción al estudio del ecosistema de sabana y su manejo en suelos pesados de Apure y Barinas 1: 451 — 492. In R. Sosa, H. Welcker y R. Salom (ed.) Ganadería en los trópicos. Asociación Venezolana de Criadores de Ganado Cebú. Caracas, Venezuela.
8. ———. y H. González. 1973. Situación actual del recurso pastizal en el Estado Barinas 1: 493 — 534. In. R. Sosa, H. Welcker y R. Salom (ed.) Ganadería en los trópicos. Asociación Venezolana de Criadores de Ganado Cebú, Caracas, Venezuela.
9. ———. Chicco, C.F. et al. 1972. Frecuencia de suplementación con concentrado de bovinos en sabanas tropicales. II Congreso Mundial de Alimentación Animal 5: 247 — 252.
10. Lebdoesoekojo, S. 1977. Mineral supplementation of grazing beef cattle in Eastern Plains of Colombia. Ph.D Thesis, University of Florida, Gainesville, Florida.
11. Milford, R. 1960. Criteria for expressing nutritional values of subtropical grasses. Australian Journal of Agricultural Research 11: 121 — 137.

12. Paladines, O. 1975. El Manejo y la Utilización de las Praderas Naturales en el Trópico Americano. p. 23—44. In *El Potencial para la producción de ganado de carne en America tropical*. CIAT, Cali, Colombia. Serie CS—10.
13. Spain, J.H. 1978. Establecimiento y mantenimiento de pastos en suelos de sabana en los Llanos Orientales de Colombia. Seminario sobre Producción de Pastos en Suelos Acidos de los Trópicos. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Palmira, Colombia. Serie 03SG—5.
14. Stobbs, T.H. 1974. Rate of biting by Jersey cows as influenced by the yield and maturity of pasture swards. *Tropical Grasslands* 8 (2): 81—86.

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CARNE NAS PLANÍCIES ORIENTAIS DA COLÔMBIA

Gustavo A. Nores
Rubén D. Estrada*

RESUMO

Utilizando os resultados preliminares obtidos em um ensaio de sistemas de produção do rebanho, avaliou-se a adoção, a nível de fazenda, de sistemas alternativos de cria através de simulação, com o emprego de um modelo computarizado para análise orçamentária. O mesmo rebanho inicial foi desenvolvido durante um período de 25 anos, e as receitas líquidas da fazenda foram utilizadas para calcular a taxa interna de retorno de cada sistema, usado-se método de fluxo de caixa (cash-flow) descontado. Foram os seguintes os tratamentos experimentais, considerados como sistemas alternativos: a) sistema tradicional de utilização da pastagem nativa da savana, com suplementação de sal; b) suplementação mineral *ad libitum*; c) como o anterior, mas com desmama precoce de todos os bezerros aos três meses de idade; d) rebanho de cria em pastos de *M. minutiflora*, durante a estação chuvosa, e em pastagem nativa, durante a estação seca e e) como o anterior, mas com uma desmama precoce. Dois sistemas adicionais foram simulados com um conjunto de suposições: f) o rebanho de cria em pastos de *B. decumbens*, e g) o rebanho de cria em pastagens consorciadas de leguminosas e gramíneas. De todas as alternativas empíricas consideradas, o pastejo em savana com suplementação mineral, é o sistema mais lucrativo. A desmama precoce não é lucrativa com os custos e manejo atuais, podendo converter-se numa alternativa econômica, no caso de adoção generalizada de pastagens melhoradas. Pastejar todo o rebanho de cria em *M. minutiflora* é muito menos lucrativo que o sistema tradicional. Na ausência de um crédito subvencionado, os resultados de simulação indicam que o *B. decumbens* seria tão lucrativo como o sistema tradicional; porém, as pastagens com leguminosas poderiam ser consideravelmente mais lucrativas. Com base em resultados experimentais obtidos durante quatro anos, sistemas de engorda com *M. minutiflora* e *B. decumbens* foram avaliados a nível de fazenda. Outrossim, a engorda feita em pastagens baseadas em leguminosas foi simulada com suposições conservadoras. Novamente o *B. decumbens* mostrou-se mais lucrativo que o *M. minutiflora*, e as pastagens baseadas em leguminosas, com insumos mínimos, parecem ser, do ponto de vista econômico, alternativas muito mais atrativas. Os resultados da análise de sensibilidade indicam que o valor dos insumos aplicados à pastagem, assim como a frequência da aplicação, afetam significativamente os níveis de rentabilidade. A resposta animal à adubação de pastagens deve ser relativamente elevada, para que seja lucrativa. Concluiu-se, pois, que o emprego de insumos mínimos (com baixos custos de estabelecimento e manutenção) parece ser a estratégia indicada de pesquisa para sistemas na maior parte do rebanho utiliza pastagens melhoradas. Somente poderão ser utilizados níveis mais altos de insumos em sistemas que usem pequenas pastagens, de maneira estratégica (com alta resposta animal) ou sob condições altamente subvencionadas.

* Economistas, Programa de Gado de Corte, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colômbia.

** Para uma descrição pormenorizada das condições ambientais, assim como do sistema de produção predominante, ver 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12.

Nos "Llanos Orientales" da Colômbia predomina o sistema extensivo de cria**. As práticas mais comuns incluem o pastejo em pastagens nativas com uma taxa de lotação que varia entre 0,1 a 0,25 UA/ha, e simples suplementação de sal (não necessariamente *ad libitum*). Algumas fazendas possuem áreas

pequenas de pastagens melhoradas, em geral, menos de 3% da área total. As espécies mais comuns usadas são o *Melinis minutiflora* Beauv. e o *Brachiaria decumbens* Stapf. De modo geral, a produtividade do rebanho é bastante baixa. A percentagem média de partos é de 45-55%, a de abortos é elevada, e a de reconcepção nas vacas em lactação é baixíssima (8, 11, 12). A grande mortalidade de bezerros é outra razão para o baixo desfrute na região (1,7).

Neste estudo, avaliou-se a adoção, a nível de fazenda, de sistemas alternativos de cria, usando-se resultados preliminares de um ensaio de ciclo parcial de vida do rebanho, levado a efeito em Carimagua. O ensaio se realizou no "Centro Nacional de Investigaciones Agropecuárias - Carimagua", do "Instituto Colombiano Agropecuario" (ICA), como um projeto cooperativo entre o ICA e o CIAT. O ensaio teve como objetivo estudar os efeitos de diferentes técnicas de manejo na reprodução e no crescimento do gado de cria. O ensaio incluiu: suplementação mineral, utilização da savana nativa e/ou do *M. minutiflora*, suplementação de uréia-melaço, desmama precoce, e duas raças de reprodutores. No estudo, foram utilizados resultados médios de quatro anos de reprodução (reportados em 1), para se avaliar a rentabilidade dos sistemas selecionados, a nível de fazenda. A suplementação de uréia-melaço não foi incluída como um sistema alternativo, pois não se encontrou nenhum efeito nos parâmetros reprodutivos no experimento (1).

SISTEMAS E SUPOSIÇÕES

Os tratamentos experimentais considerados como sistemas alternativos para serem avaliados a nível de fazenda foram:

Sistemas 1 e 2: Sistemas tradicionais com todos os animais pastejando em savana nativa, com suplementação de sal *ad libitum*, com um consumo médio de 12 kg/ano/UA de sal (como nos rebanhos 2 e 3 do experimento). No Sistema 1, presumiu-se que a mortalidade de bezerros foi de 15% em vez

de 26%, como no resultado do ensaio, pois esse último valor parece superestimar as perdas reais da fazenda. Realmente, mesmo os 15% de mortalidade de bezerros indica um rebanho decrescente. Dessa maneira, incluiu-se o Sistema 2 como um caso mais representativo do sistema mais comum prevalecente na área.

Sistemas 3 e 4: Todos os animais em pastagens nativas e recebendo suplementação de uma mistura de minerais completa *ad libitum*, com uma média de consumo de 16 kg/ano/UA (como nos rebanhos 4 e 5).

Sistemas 5 e 6: Como o anterior, mas fazendo a desmama de todos os bezerros aos 86 dias de nascidos. Durante o ensaio, os bezerros desmamados prematuramente se alimentavam com 0,75 kg/dia de um suplemento energético-protéico (20% proteína) e com *Axonopus scoparius* (Flügge) Hitchc. recém triturado, durante um mês, *ad libitum*. Esses animais se alimentavam, durante um período adicional de dois meses, com 0,5 kg/dia do mesmo suplemento, enquanto pastejavam, em rotação, em pastos de *Paspalum plicatulum*, Michx. e *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. (quando disponível), e ingerindo uma mistura de *M. minutiflora* e *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf. Após seis meses de idade, os bezerros pastejavam em savana nativa e recebiam unicamente suplementação mineral. Devido à localização e às condições das pastagens usadas nos tratamentos de desmama precoce do ensaio, e visando a extrapolar os resultados do tratamento a nível de fazenda, considerou-se que essas pastagens necessitavam de irrigação durante a estação seca. Em consequência, acrescentou-se a esse tratamento o custo de equipamentos pequenos de irrigação e as despesas de operação correspondentes.

Sistemas 7 e 8: Vacas, touros e bezerros não desmamados, pastejando em pastos de *M. minutiflora* durante a estação chuvosa, e em savana nativa, durante a estação seca; todos os animais receberam suplementação

TABELA 1. Parâmetros utilizados no desenvolvimento do rebanho, nos sistemas alternativos de produção.

1 ^c	2 ^d	3 ^c	4 ^e	5 ^c	6 ^e	7 ^c	8 ^e	9 ^d	10 ^e	11 ^f	12 ^f	Parâmetros								
												Taxa de	Taxa de mortalidade		Taxa de acasalamento		Taxa de	Taxa de mortalidade	Taxa de acasalamento	
													parição	Desmama	Bezerros ^a	Adultos			2-3	3-4
Pastagem	Suplementação	Desmama	parição	Bezerros ^a	Adultos	2-3	3-4	4-5	anos	anos	anos	anos	anos	anos	anos					
Nativa	Sal	Normal	46	15	5	0	60	100												
Nativa	Sal	Normal	50	8	5	0	60	100												
Nativa	Mistura completa	Normal	65	12	5	0	90	100												
Nativa	Mistura completa	Normal	61	8	5	0	90	100												
Nativa	Mistura completa	Precoce	87	13	4	0	80	100												
Nativa	Mistura completa	Precoce	77	8	4	0	80	100												
<i>M. minutiflora</i>																				
+ nativa	Mistura completa	Normal	64	10	5	10	90	100												
<i>M. minutiflora</i>																				
+ nativa	Mistura completa	Normal	60	7	5	10	90	100												
<i>M. minutiflora</i>																				
+ nativa	Mistura completa	Precoce	85	8	4	0	90	100												
<i>M. minutiflora</i>																				
+ nativa	Mistura completa	Precoce	77	7	4	0	90	100												
<i>B. decumbens</i>																				
+ nativa	Mistura completa	Normal	64	10	5	10	90	100												
Baseada em legu-																				
minosa + nativa	Mistura completa	Normal	77	7	3	20	100	100												

^a Até 1 ano de idade.

^b peso > 270 Kg.

^c Baseado em resultados experimentais de quatro anos

^d Baseado nos dados do estudo.

^e A natalidade e a mortalidade de bezerros são reduzidas de um desvio-padrão, de acordo com a estimativa obtida no experimento.

^f Assumem-se os valores dos parâmetros.

com uma mistura mineral *ad libitum*, com uma média de ingestão de 22 kg/ano/UA (como nos rebanhos 6 e 7).

Sistemas 9 e 10: Semelhantes aos anteriores, mas efetuando-se a desmama precoce aos 86 dias, com tratamento dos animais desmamados semelhante ao dos Sistemas 5 e 6.

Sistema 11: Igual ao Sistema 7, mas pastejando em pastos de *B. decumbens*, durante a estação chuvosa, com uma taxa de lotação de 1,7 UA/ha, e savana durante a estação seca. Foi assumido que tanto o desenvolvimento reprodutivo como o produtivo eram iguais aos do Sistema 7. O único tratamento adicional considerado para essas espécies em relação ao *M. minutiflora* foi o de 200 kg/ha de escória, de dois em dois anos.

Sistema 12: Vacas, touros e bezerros não desmamados pastejando em pastagem hipotética, baseada em leguminosas, com uma taxa de lotação de 2,0/1,0 UA/ha, durante as estações chuvosa e seca, respectivamente. Neste sistema, são atribuídos valores arbitrários tanto aos parâmetros reprodutivos como aos produtivos considerados como metas desejáveis.

Foram considerados dois casos para cada sistema, com base em resultados experimentais (sistemas 3 a 10) em termos de taxas de natalidade e mortalidade. Nos sistemas de números ímpares, os valores experimentais desses parâmetros foram extrapolados diretamente a nível da fazenda. Nos sistemas de números pares, foram atribuídos aos parâmetros valores arbitrários a nível de fazenda, inferiores aos obtidos no experimento. Os níveis mais baixos de taxa de natalidade, em cada caso, foram obtidos subtraindo-se um desvio-padrão do correspondente valor experimental médio. As percentagens de mortalidade nos bezerros foram também fixadas arbitrariamente em níveis mais baixos, supondo-se um bom manejo dos animais próximo à parição.

Na Tabela 1, são apresentados os principais parâmetros biológicos utilizados para si-

mular o desenvolvimento do rebanho em cada sistema. Dado que a distribuição da frequência de peso de concepção das novilhas no início do ensaio teve um máximo de 270 kg, esse peso foi adotado como critério para peso de acasalamento em todos os sistemas. A idade de acasalamento, para cada sistema, foi estimada simulando-se o crescimento da novilha, começando com média de peso de 18 meses, de acordo com o obtido no ensaio para o tratamento correspondente e, a partir daí — de acordo com a média anual de ganho de peso, segundo o alcançado nos ensaios dos novilhos em tratamentos similares (6) — ajustado em 10% a menos, para levar em consideração as diferenças de peso entre machos e fêmeas. Nos sistemas de desmama precoce *versus* desmama normal, a suposição foi a de que as diferenças relativas de peso aos 18 meses se manteriam através do tempo.

Outros parâmetros usados no desenvolvimento do rebanho em todos os sistemas foram os seguintes: relação touro/vaca de 1: 20, taxa de descarte de vacas 15%, taxa de descarte de touros 20%, e uma igual proporção de machos e fêmeas nos nascimentos.

METODOLOGIA

Com base nesses parâmetros e suposições, desenvolveu-se o mesmo rebanho inicial de 190 vacas, em todos os sistemas, num período de 25 anos, numa fazenda comercial de 2.500 — 3.000 ha. O fluxo de entrada líquida da fazenda foi utilizado para se calcular a taxa interna de retorno de cada sistema com o método de fluxo de caixa descontado. Todos os preços usados correspondem aos preços médios nas fazendas em 1976, que foram considerados como constantes no correr do tempo. Usou-se o modelo de atividade orçamentária computarizado (HATSIM), desenvolvido no CIAT (2).

Os custos do estabelecimento de pastagens usados na avaliação foram os de plantio convencional em 1976, isto é, US\$ 120, 133 e 155 por ha para *M. minutiflora*, *B. decum-*

bens e para a pastagem consorciada com leguminosas, respectivamente. Considerou-se que o *M. minutiflora* persiste durante 25 anos e requer somente 30 kg/ha de P_2O_5 durante o estabelecimento, e de dois em dois anos. A pastagem baseada em leguminosas persiste durante doze anos, e requer 50 kg/ha de P_2O_5 , 25 de K_2O , 20 de S, e 20 kg/ha de Mg para o estabelecimento. Estimou-se que o preço anual de manutenção desta pastagem é de US\$ 22 ha/ano, equivalente à aplicação de 30 kg/ha de P_2O_5 , 10 kg de K_2O , 5 kg de S e 5 kg/ha de Mg.

Em vista de os preços, tanto dos corretivos como do gado, variarem de acordo com a distância do mercado, a avaliação econômica foi feita para duas regiões: Região A, entre Puerto López e Puerto Gaitán, e Região B, nos arredores de Carimagua, que é ainda mais distante do mercado (Bogotá). A Região A está situada a mais ou menos 280 km de Bogotá, enquanto que a Região B se acha a 460 km da referida cidade. Os preços do mercado, tanto para os insumos como para o gado foram corrigidos para os custos de transporte, a fim de se obterem preços a nível de fazenda, para cada região.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 resume o desempenho de todos os sistemas para fazendas comerciais de 2.500 – 3.000 ha. As análises dos resultados que se seguem usam como critério a taxa de retorno do capital e do manejo como medida de rentabilidade.

Minerais

Os Sistemas 3 e 4 – utilização das savanas nativas com suplementação mineral – constituem as mais rentáveis de todas as alternativas consideradas, com exceção do Sistema 12, que simula o uso de pastagens baseadas em leguminosas. Vêm, em seguida, os Sistemas 5 e 6 (que incluem desmama precoce), e o Sistema 2 (savana nativa suplementada somente com sal).

Ao se analisar a viabilidade de uso de uma nova tecnologia, é necessário considerarem-se os lucros que ela pode trazer em comparação aos sistemas tradicionais. A taxa de retorno incremental pode ser usada como uma estimativa desses benefícios, isto é, o retorno sobre o capital adicional, incluindo o capital de operação necessário para o novo sistema. Essa taxa de retorno incremental é definida como a taxa que iguala o valor descontado dos incrementos da renda bruta com o valor descontado dos incrementos em custos. Ao mudar do Sistema 2 para o 3, a taxa de retorno incremental foi de 25% (Tabela 3). Portanto, a suplementação mineral pode ser considerada como altamente lucrativa para os "llanos" colombianos. Uma das razões dessa prática tão lucrativa não estar amplamente difundida nessa região pode ser a redução na renda líquida durante os primeiros anos após a implementação, até a venda da produção adicional de bezerros produzidos (Tabela 2). Tendo-se em vista que a maioria das fazendas da região possuem áreas relativamente grandes, as distâncias entre fazendas também são grandes. A falta de transporte acarreta dificuldades no abastecimento regular de minerais para os animais. Provavelmente, a suplementação irregular de minerais reduz o impacto deste tratamento. Além da demora de pagamentos e da falta de transporte na fazenda, existem outras razões, como: a ausência do proprietário, o acesso difícil à fazenda durante a estação chuvosa, e o abastecimento irregular do mercado de misturas de alta qualidade, que podem explicar porque a suplementação regular de mineral ainda não é uma prática comum na região.

Desmama precoce

Apesar de proporcionar um alto acréscimo na taxa de parição, essa prática não foi considerada lucrativa com os atuais preços e o manejo disponível na região. Como mostra a Tabela 2, no Sistema 5 a taxa de retorno foi inferior à do Sistema 3. Verificou-se uma redução considerável na renda líquida, durante os primeiros anos após a implementação dessa prática.

TABELA 2. Resumo do desempenho simulado dos sistemas alternativos de produção, nos "llanos" colombianos.

Sistema	Área de pastagens melhoradas		Tamanho do rebanho de cria		Investimento*		Receita líquida anual		Taxa de retorno**	
	Inicial	Total	Inicial	Total	Pastagem	Total**	Ano 4	Ano 13	Região A	Região B
	ha		vacas		'000US\$				%	
1	—	—	190	127	—	90	6,4	5,2	5,5	3,6
2	—	—	190	182	—	90	7,5	7,3	8,1	6,3
3	—	—	190	230	—	91	6,3	10,7	10,0	9,0
4	—	—	190	230	—	91	5,9	10,2	9,8	8,9
5	12	12	190	190	4	97	5,0	10,8	9,1	7,5
6	12	12	190	190	4	97	5,6	7,6	8,4	7,4
7	450	650	190	325	78	172	6,7	9,6	5,0	3,7
8	450	650	190	325	78	172	6,7	9,0	4,6	3,3
9	450	516	190	250	67	160	4,2	18,2	6,3	4,8
10	450	516	190	250	67	160	4,7	16,0	5,2	4,6
11***	100	190	190	325	25	118	6,7	9,6	8,5	n.d.
12***	95	162	190	325	25	121	7,5	27,9	14,0	n.d.

* Os valores correspondem ao 8º ano e à Região A

** Inclui o valor do gado e dos melhoramentos; exclui o valor da terra; a Região A está entre Puerto López e Puerto Gaitán; a Região B, perto de Carimagua

*** Baseado em valores assumidos para o desempenho animal.

TABELA 3. Retornos incrementais sobre capital e manejo, ao mudar do sistema tradicional (2) para os sistemas alternativos.

Sistema	Tratamento		Investimento	Taxa de	Taxa incre-
	Pastagem	Suplementação mineral		retorno	mental de retorno (4)
			'000US\$	%	
2	Nativa	Sal	90	8,1	—
3	Nativa	Minerais	91	10,0	—
2 a 3			1	—	25,0
11	<i>B. decumbens</i> + nativa	Minerais	118	8,5	—
2 a 12			28	—	9,4
12	Baseada em leguminosa + nativa	Minerais	121	14,0	—
2 a 12			31	—	22,0

O desenvolvimento, relativamente reduzido, dos bezerros desmamados precocemente — principalmente os desmamados durante a estação seca (1) —, o elevado custo do suplemento energético-protéico, e o preço do estabelecimento e da manutenção das pastagens melhoradas, contribuem para tais resultados, neutralizando os benefícios econômicos de maiores produções de bezerros. Como assinala o Relatório Anual do CIAT (1), "devido à baixa fertilidade do solo e à distribuição das chuvas, não existe, atualmente, uma tecnologia disponível (para a região) para produzir, nas fazendas, com baixos níveis de insumos: 1) os componentes para um concentrado apropriado; 2) elevada produção de espécies forrageiras durante todo o ano; 3) espécies forrageiras com um valor nutritivo adequado. Portanto, a desmama precoce não é lucrativa, no presente, em sistemas de acasalamento contínuo, na região, já que a prática requer a disponibilidade de forragem de alta qualidade durante o ano todo.

Apesar da demora de retorno do capital investido, essa prática foi um pouco mais lucrativa que a desmama normal nos sistemas com pastagens melhoradas (9 e 10 versus 7 e 8), aumentando o desempenho reprodutivo e reduzindo, dessa maneira, os

investimentos nas pastagens por unidade de produto do sistema (venda de novilhos). Assim sendo, em vez de proporcionar uma indicação da rentabilidade da desmama precoce, este resultado mostra a necessidade de se reduzir o custo das pastagens, se o grosso do rebanho tiver que utilizar pastagens melhoradas.

Como ficou demonstrado que a desmama precoce aumenta substancialmente a taxa de parição, reduzindo o estresse da lactação, essa prática merece uma pesquisa mais profunda, não somente em termos de um período de lactação mais longo (mais de 84 dias), para evitar a necessidade de uma suplementação de concentrados, mas também visando a melhorar o desempenho produtivo dos bezerros após a desmama, através do uso de forragem melhorada durante todo o ano. Isto realça, novamente, a necessidade de mais pesquisas sobre pastagens.

Pastagens melhoradas

Verificou-se que os sistemas baseados na utilização de *M. minutiflora* durante a estação chuvosa (Sistema 7 e 8) produzem somente a metade dos benefícios econômicos que os sistemas baseados em savana nativa

(Sistemas 3 — 4, Tabela 2). Os investimentos totais foram quase o dobro nos primeiros sistemas, devido à baixa taxa de lotação da pastagem (0,5 UA/ha).

Com uma taxa de lotação mais alta (1,7 UA/ha), como no Sistema 11 (um caso simulado com *B. decumbens*, supondo-se o mesmo desempenho reprodutivo e produtivo que em *M. minutiflora*), o retorno sobre o capital aumenta consideravelmente. No entanto, a estimativa obtida para a taxa de retorno incremental (9,4%) da mudança do sistema tradicional ao novo sistema sugere que, para operações de cria, deixar todo o rebanho de cria em *B. decumbens* não é rentável. Como será visto mais adiante, o crédito subvencionado aumentaria sua lucratividade.

Do ponto de vista econômico, o Sistema 12 — a simulação de um rebanho em pastagem consorciada com leguminosas — parece ser uma alternativa promissora. Tanto a taxa de retorno total como a incremental são atraentes (Tabelas 2 e 3). Ademais, se fosse obtido um desempenho reprodutivo semelhante, utilizando-se uma área menor de pastagem melhorada para uso estratégico, o retorno ao investimento, que seria menor, aumentaria substancialmente. Nesse caso, a probabilidade de adoção da prática por um maior número de produtores também aumentaria. O uso estratégico se refere à utilização, pelos animais, das pastagens consorciadas com leguminosa, com uma alta capacidade de resposta. Seria o caso do pastejo, durante a estação seca, com vacas que estejam sob o estresse da lactação, ou para recuperar animais enfermos ou fracos visando a evitar perdas de capital devido à mortalidade.

As pastagens nativas possuem uma estacionalidade marcante, tanto de volume de produção de MS como de qualidade (digestibilidade, teor de proteínas, etc.). Já que, de modo geral, em termos de volume, esse também é o caso das pastagens melhoradas (que utilizam o capital, ou um recurso escasso), não é questão de substituir uma pela outra, e sim suplementar a pastagem nativa com a

melhorada, capitalizando, dessa maneira, em sua mais alta qualidade durante a estação seca.

Essas pastagens melhoradas, que são grandes produtoras estacionais tanto em volume como em qualidade, mas cuja digestibilidade à baixa durante a estação seca, podem, no entanto, ser atrativas para engorda na estação das chuvas, em áreas onde os preços da terra são mais altos. Nesse caso, pode-se garantir a substituição do capital pela terra, devido ao seu elevado valor. Também a possibilidade de se obterem altos ganhos compensatórios pode permitir uma rápida rotação do capital investido nos animais.

Entretanto, em áreas de terras de baixo custo, como os "llanos", é pouco vantajoso substituir a savana nativa por pastagens melhoradas, como, por exemplo, com *M. minutiflora*, que também são pobres em qualidade durante a estação seca. No sentido reprodutivo, não há ganhos compensatórios nas operações de cria. A falta de concepções, assim como os abortos e a elevada mortalidade durante a estação seca, não podem ser "compensados" durante a estação chuvosa, quando a pastagem está produtiva. Destarte, a ênfase da pesquisa sobre pastagens deveria ser no sentido de se encontrarem meios de *suplementar* a pastagem nativa com pastagens melhoradas de alto valor nutritivo durante a estação seca, em vez de substituir uma pela outra. Como cita Jarvis (3), "quanto maior é a parcela de pastagem melhorada numa fazenda, maior é a dedicação e a sofisticação requerida no manejo".

Parece lógico concluir que a pesquisa sobre pastagens deve enfatizar a boa qualidade da forragem na estação seca, e a pesquisa em manejo animal deve dar ênfase especial ao uso estratégico das pastagens melhoradas, em vez de usá-las para todo o rebanho de cria.

Longevidade das pastagens e falhas no estabelecimento

A Tabela 4 ilustra os efeitos da longevi-

TABELA 4. Taxas de retorno: análise da sensibilidade com relação à longevidade da pastagem.

Sistema	Longevidade da pastagem (anos)			
	24	12	9	6
	% retorno			
5	9,1	9,0	8,9	8,8
7	5,0	2,8	1,3	-*
7' **	7,1	5,9	5,0	3,7
9	6,3	4,2	2,7	0,9

* Valor negativo

**Assumindo 50% de redução nos custos de estabelecimento.

dade da pastagem no retorno de capital. Nos sistemas que fazem uso de áreas limitadas de pastagem melhorada para a desmama precoce (como o Sistema 5), a baixa longevidade tem um efeito insignificante. No entanto, quando a área melhorada é relativamente grande e a taxa de lotação é baixa (0,44 UA/ha), os retornos de capital são bastante sensíveis à duração da pastagem (Sistemas 7 e 9).

A Tabela 5 mostra os resultados de uma análise de sensibilidade sobre a persistência

da pastagem e perdas no estabelecimento. Foram considerados dois casos, a saber: o Sistema 7 e o Sistema 7', este último supondo uma redução de 50% nos custos de estabelecimento da pastagem (*M. minutiflora*). Pode-se observar que, reduzindo-se os custos de estabelecimento sem afetar a capacidade de suporte, não somente aumentam os lucros do investimento, como também esses lucros são menos sensíveis a fracassos no estabelecimento e a riscos de persistência. Esta é uma das razões pelas quais a filosofia de se utilizarem o mínimo de insumos e outras prá-

TABELA 5. Taxas de retorno do Sistema 7: análise de sensibilidade com relação à longevidade da pastagem e falhas no estabelecimento.

Falhas no estabelecimento da pastagem	Longevidade da pastagem (anos)					
	24		12		9	
	7*	7' **	7	7'	7	7'
% área	% retorno			% retorno		
0	5,0	7,1	2,8	5,9	1,3	5,0
20	4,4	6,7	2,4	5,5	0,9	4,6
40	4,0	6,3	2,0	5,2	0,6	4,3
60	3,5	6,0	1,7	4,9	0,3	4,0
80	3,2	5,7	1,3	4,6	0,0	3,8

* Custo atual. **Assumindo 50% de redução nos custos de estabelecimento.

ticas, tais como o cultivo mínimo, representam alternativas promissoras quando todo o rebanho utiliza a pastagem melhorada (10). Essas práticas podem não dar resultados tão relevantes quando se trata de áreas muito pequenas somente para uso estratégico.

Financiamento

Na Colômbia, como em outros países da América Latina, a taxa de juro nominal nos empréstimos é inferior à taxa de inflação. Isso implica em financiamento sob condições subsidiadas. A Tabela 6 ilustra o efeito desse tipo de incentivo no retorno do capital do pecuarista. Supõem-se as seguintes condições: uma taxa de inflação anual de 30%, 18% de juro nominal, e um período de carência de quatro anos em um empréstimo de 12 anos. Hoje, essas condições são as que prevalecem nos "llanos", apesar de que, a longo prazo, talvez não venham a prevalecer. À medida em que a proporção dos investimentos iniciais, financiados sob essas condições, aumenta, também aumentam os lucros de todos os sistemas. No entanto, o Sistema 7 (pastejo em *M. minutiflora*), mesmo sob um financiamento de 60%, não é tão rentável como os Sistemas 2 e 3 (savana nativa mais sal e minerais, respectivamente) sem financiamento. Contudo, esse não é o caso do Sistema 11, que simula um pastejo em *B. decumbens*. Um finan-

ciamento superior a 30 – 40%, sob condições subsidiadas, faz este sistema mais lucrativo que os Sistemas 2 e 3. Isso explica o fato de que, nos "llanos", muitos produtores estão adotando essa gramínea melhorada.

Valores da terra

Ao se analisar a rentabilidade dos sistemas alternativos de produção, que são relativamente semelhantes em intensidade de uso da terra, o valor desta não está incluído no investimento inicial. A pergunta importante é: tendo em vista que o produtor já investiu na terra, qual de todos os sistemas de produção é o mais lucrativo?

No entanto, ao se compararem os retornos sobre o capital de uma determinada tecnologia em duas regiões ecologicamente semelhantes, que se defrontam com diferentes preços de insumos e produtos em virtude das distâncias aos mercados, deve-se incorporar o valor da terra à análise, para se explicar as diferenças de lucros entre as duas regiões. Se a mesma tecnologia é adaptada em ambas as áreas, espera-se que os preços da terra compensem a diferença nos lucros, causada pela diferença nos preços de insumos e produtos. As regiões mais afastadas dos mercados, e portanto com preços menos favoráveis, terão um retorno menor sobre o capital quando o valor da terra não estiver incluído

TABELA 6. Taxas de retorno do capital e manejo próprios do produtor de sistemas alternativos que recebem crédito subvencionado.

Sistema	Percentagem de financiamento do investimento inicial				
	0	20	40	60	80
	% retorno				
2	8,1	(n.d.)*	(n.d.)	(n.d.)	(n.d.)
3	10,0	10,8	(12,8)	(15,1)	(18,8)
7	5,0	5,6	6,3	7,2	(8,8)
7**	7,1	7,9	8,9	10,2	(12,0)
11	8,5	9,6	11,0	13,1	(16,8)

* As figuras entre parênteses são casos improváveis, incluídos somente para ilustração.

**Assumindo 50% de redução nos custos de estabelecimento.

no investimento inicial. Isso explica a diferença nos lucros entre a Região A e a Região B, como se pode ver na Tabela 2. Por exemplo, pode-se observar que, ao se compararem os sistemas normais de desmama (3 e 7) com os sistemas de desmama precoce (5 e 9, respectivamente), as diferenças regionais no lucro são maiores nos casos dos sistemas que incluem a desmama precoce. Isso indica que a tecnologia que adota um volume maior de insumos tem menor probabilidade de ser adotada nas regiões distantes dos mercados, face aos custos do transporte.

A Tabela 8 ilustra o efeito de uma tecnologia de economia de terra (pastagens melhoradas) sobre o retorno total do capital próprio do proprietário (incluindo o valor da terra). Supõe-se que o preço real da terra aumenta em 2% anualmente. A área abaixo da linha representa situações nas quais o Sistema 11 (*B. decumbens* mais minerais) é melhor que o Sistema 3 (pastagem nativa mais minerais, Tabela 7), utilizando-se como critério as taxas de retorno total, sobre o capital. Isso explica, em parte, por que essa tecnologia (pastagem melhorada, com uma elevada capacidade de suporte) mesmo sob condições ecológicas semelhantes, é adotada primeiramente em áreas próximas aos merca-

dos com alto valor da terra, como se observa nos "Llanos Orientales".

Resumindo, poder-se-ia explicar o fato de que nos "llanos", um grande número de produtores estão plantando *B. decumbens* — apesar de não ser esse um sistema mais lucrativo que o sistema tradicional —, pelas seguintes razões: a) financiamento subsidiado, b) terra mais cara em regiões próximas ao mercado, c) preços de estabelecimento inferiores aos assumidos neste estudo, e d) utilização das pastagens melhoradas para engorda, como discutiremos a seguir.

Sistema de engorda

Simulou-se uma fazenda de engorda de 1.000 hectares na Região A, com base nos resultados de experimentos realizados na Estação Experimental do ICA em Carimagua (1, 6). Como nos casos anteriores, as análises econômicas se realizaram durante um período de 25 anos. Foram usados os preços de 1976 e esses preços foram considerados como constantes através do tempo e foram expressos em termos reais. Usou-se o fluxo de renda líquida para calcular a taxa interna de retorno, utilizando-se o método de fluxo de caixa descontado.

TABELA 7. Taxas de retorno* do Sistema 3 (pastagem nativa e suplementação mineral): análise de sensibilidade com relação aos valores da terra e do percentual de financiamento do investimento inicial sob condições subvencionadas.

Valor da terra	Porcentagem de financiamento do investimento inicial **					
	0	20	40	60	80	
Col\$/ha	US\$/ha	% retorno				
0	0	10,0	10,8	12,8	15,1	18,8
500	14	6,9	7,2	7,9	8,6	9,4
1000	28	5,5	5,7	6,1	6,4	6,8
1500	42	4,7	4,8	5,1	5,3	5,6
2000	56	4,2	4,3	4,5	4,7	4,9

* Taxa de retorno do capital e do manejo próprio do proprietário e do investimento total, incluindo o valor da terra.

** Excluindo o valor da terra.

TABELA 8. Taxas de retorno* do Sistema 11 (*B. decumbens* mais pastagem nativa e suplementação mineral): análise de sensibilidade com relação ao valor da terra e ao percentual de financiamento do investimento inicial sob condições subvencionadas.

Valor da terra		Percentagem de financiamento do investimento inicial **				
		0	20	40	60	80
Col\$/ha	US\$/ha	% retorno				
0	0	8,5	9,6	11,0	13,1	16,8
500	14	6,5	7,0	7,0	8,5	9,5
1000	28	5,4	5,8	6,2	6,7	7,2
1500	42	4,8	5,1	5,3	5,7	6,0
2000	56	4,3	4,6	4,8	5,0	5,2

* Taxas de retorno do capital e manejo próprio do produtor e do investimento total, incluindo o valor da terra.

** Financiamento do investimento inicial excluindo a terra.

Avaliaram-se quatro sistemas de engorda, a saber: A) pastejo em *M. minutiflora* durante 274 dias, com uma taxa de lotação de 0,44 UA/ha; B) igual ao anterior, mas com uma taxa de lotação de 0,88 UA/ha; C) pastejo em *B. decumbens*, durante um período semelhante, com uma taxa de lotação de 1,3 UA/ha; D) igual a C, mas com uma taxa de lotação de 1,7 UA/ha. Na Tabela 9 são representados os resultados dos quatro sistemas. Utilizando-se o retorno do capital (excluindo o valor da terra) como critério, pode-se verificar que, apesar de o Sistema B produzir mais por ha, é menos rentável que o Sistema A, que tem uma taxa de lotação inferior. O Sistema B poderia ser mais lucrativo que o Sistema A somente em áreas onde o valor da terra é mais elevado.

Poder-se-ia chegar a uma conclusão semelhante, comparando-se os Sistemas C e D; isto é, mesmo que o capital investido na pastagem esteja produzindo mais nos sistemas com uma taxa de lotação superior, o capital empregado nos animais produz substancialmente menos, neutralizando esses benefícios e produzindo uma taxa total de retorno inferior. Assim sendo, nestas condições, a taxa ótima de lotação parece estar mais

próxima à produção máxima por cabeça que à produção máxima por hectare.

O Sistema C é sensivelmente mais rentável que os demais. Esse resultado tende a confirmar os resultados obtidos na simulação do Sistema 11, com o gado de cria em pastagens de *B. decumbens*. Como já foi visto, assumiu-se que essa espécie podia persistir durante doze anos, sem que ocorresse uma perda na produtividade e também que ela não precisa de uma readubação, a não ser de 30 kg de P_2O_5 , de dois em dois anos. No entanto, deve-se assinalar que não existe evidência conclusiva sobre a manutenção da produtividade dessa espécie, sem aplicações periódicas de N, após o quarto ano.

Também foram simulados, para a mesma região, dois sistemas de engorda (E e F) numa pastagem hipotética baseada em gramíneas e leguminosas. Os ganhos de peso esperados e os retornos do capital e do manejo estão representados na Tabela 9. Os resultados preliminares da pesquisa, por causa da falta de persistência da leguminosa *S. guianensis* nesse caso, leva a crer que os ganhos de peso vivo assumidos, por cabeça e por hectare, são viáveis, senão conservadores (1, 6). Ao se compararem os retornos do

investimento do sistema, utilizando-se gramíneas (A, B, C e D), com os dos sistemas que utilizam pastagens baseadas em leguminosas (E e F), confirma-se a esperada superioridade dos dois últimos, reforçando-se, dessa maneira, a necessidade de continuar pesquisando pastagens persistentes baseadas em leguminosas para essas savanas.

A Tabela 10 ilustra o tipo de resultado econômico que se pode esperar das diferentes pastagens, que precisam de diferentes níveis e freqüências de insumos, com o fim de atingir produção animal semelhante. Cada célula na Tabela representa uma pastagem diferente, que requer uma quantidade determinada de insumos, com uma determinada freqüência, visando a produzir a mesma utilidade por hectare, com a mesma taxa de lotação que no Sistema C (Tabela 9). Em Carimagua (Região B) e com os preços do ano 1976, as cifras indicadas na Tabela 10 poderiam adquirir as seguintes quantidades de N ou P₂O₅.

Nutriente	Fonte	US\$28	US\$42	US\$56
		kg		
N	Uréia	50	75	100
P ₂ O ₅	Escória de Thomas	67	101	135
P ₂ O ₅	SFT	39	58	78

Como se pode ver na Tabela 10, com os outros fatores constantes, as pastagens que necessitam de adubação freqüente (mesmo em níveis baixos) são notavelmente menos lucrativas que as que somente precisam de baixas quantidades de insumos para o estabelecimento. As pastagens que precisam da mesma adubação, porém com maior freqüência, são também substancialmente menos lucrativas. Visando a compensar tais diferenças no retorno, a resposta animal à adubação da pastagem precisa ser bastante elevada. Por exemplo, se uma pastagem requer uma taxa de manutenção de 75 kg/ha de N anualmente (custo de US\$42), a produção animal

TABELA 9. Desempenho animal e taxas de retorno do capital¹ da engorda do gado em pastagens melhoradas, nos "llanos" colombianos.

Sistema	Pastagem	Taxa de lotação	Produção		Taxa de retorno	
			Por cabeça	Por ha		
		UA/ha	g/dia	kg/ano	kg/ano	%
A ²	<i>M. minutiflora</i>	0,44	416	114	50	7,2
B ²	<i>M. minutiflora</i>	0,88	277	76	67	4,8
C ³	<i>B. decumbens</i>	1,3	376	103	134	12,1
D ³	<i>B. decumbens</i>	1,7	292	80	136	8,0
E ⁴	Baseada em leguminosa	2,1/0,9	411	150	270	19,3
F ⁴	Baseada em leguminosa	2,1/0,9	500	182	328	25,2

¹ Excluindo o valor da terra.

² Baseado em resultados experimentais de quatro anos.

³ Baseado em resultados experimentais de três anos.

⁴ Os parâmetros da performance animal são valores assumidos.

TABELA 10. Retornos* do investimento* para os sistemas de engorda simulada, com desempenho animal idêntico, com a mesma taxa de lotação, mas necessitando de aplicação de insumos com diferentes freqüências.

Freqüência	Valor dos insumos (US\$/ha)			
	0	28	42	56
	% retorno			
Todos os anos	12,1	4,6	1,0	**
De 2 em 2 anos	12,1	8,5	6,7	5,0
De 3 em 3 anos	12,1	10,2	8,7	7,6
De 4 em 4 anos	12,1	10,4	9,7	8,9

* Excluindo o valor da terra

**Retorno negativo

deve ser, pelo menos, 50% superior para que seja tão lucrativa como no Sistema C (*B. decumbens*).

Por tudo isso, parece lógico concluir que, no caso da região de Carimagua, as pastagens que precisam de uma adubação pesada e freqüente somente chegariam a ser alternativas econômicas com um pastejo estratégico com animais que tenham grande capacidade de resposta.

Alternativamente, para os sistemas onde a maior parte do rebanho permanece em pastagens melhoradas (fazendas de engorda, ou pastejo com todo o rebanho de cria), os resultados relatados acima indicam, com clareza, a necessidade de se escolherem espécies e variedades com base em um critério de utilização mínima de insumos, o que, por conseguinte, reforça novamente a necessidade de se desenvolverem pastagens baseadas em leguminosas.

CONCLUSÕES

No caso dos "Lanos Orientales" da Colômbia, é altamente vantajosa uma suplementação mineral completa. Fatores tais co-

mo a demora na recuperação do invertido, a falta de transporte dentro da fazenda, a ausência do proprietário, a dificuldade de acesso à fazenda durante a estação chuvosa e um fornecimento irregular do mercado de misturas minerais de qualidade superior, podem restringir a adoção dessa prática na região.

Apesar do aumento surpreendente na taxa de natalidade, a desmama precoce não foi lucrativa com os custos atuais e as necessidades de manejo da região. No entanto, essa prática merece mais pesquisa em termos de um período de lactação mais longo (mais de 84 dias), para evitar a necessidade de uma suplementação concentrada e, em termos de desempenho produtivo dos bezerros pós-desmama, através de um forrageamento melhorado durante todo o ano.

As pesquisas de campo têm demonstrado claramente que a baixa qualidade da forragem nativa, principalmente durante a estação seca, é o segundo maior problema para aumentar a produção de carne na região. Os sistemas baseados no pastejo de todo o rebanho de cria em *M. minutiflora* durante a estação chuvosa, e na savana nativa durante a estação seca, são quase tão rentáveis como os que utilizam a savana nativa durante todo o ano, e isto, em função da baixa qualidade dessa espécie, principalmente durante a estação seca. Assim pois, confirma-se aqui a importância de se produzir forragem de boa qualidade para a estação seca. Isso não significa substituir a pastagem nativa pela melhorada, e sim, suplementar a primeira com a segunda, capitalizando, desse modo, a de melhor qualidade durante a estação crítica. Também, devido à ausência de ganhos compensatórios na reprodução, ênfase maior precisa ser dada ao uso estratégico das pastagens melhoradas na pesquisa de manejo animal, em vez de nelas pastejar todo o rebanho de cria, independentemente do estado fisiológico e/ou da condição de cada animal.

Comparações dos resultados econômicos obtidos simulando-se pastagens baseadas em leguminosas com duas gramíneas (*M. minu-*

tiflora e *B. decumbens*) reforçam a necessidade de se continuar pesquisando pastagens baseadas em leguminosas. Finalmente, os resultados de uma análise de sensibilidade indicam claramente a necessidade de se selecionarem espécies e variedades baseadas numa estratégia de utilização mínima de insu-

mos. O fato de se reduzirem os custos de estabelecimento e manutenção sem prejudicar a capacidade de suporte, não somente aumenta os retornos do investimento, mas também indica que esses retornos são menos sensíveis aos fracassos no estabelecimento e aos riscos de persistência.

LITERATURA CITADA

1. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1978. Annual Report 1977. CIAT, Cali, Colombia.
2. Juri, P., N.F. Gutiérrez y A. Valdés. 1977. Modelo de simulación por computador para fincas ganaderas. CIAT, Cali, Colombia. (Mimeografado).
3. Jarvis, L. 1977. Predicting the ultimate diffusion of new technologies under varying profitability: Artificial pastures in the Uruguayan livestock sector. University of California, Berkeley. (Mimeografado).
4. Mullenax, C.H., J.S. Plaxico and J.M. Spain. 1969. Alternative beef production systems for the Eastern Plains of Colombia. Special Report N° 1, CIAT, Cali, Colombia.
5. Paladines, O. 1975. Management and utilization of native tropical pastures in America. p. 25-47. In: Proceedings of the Seminar on Potential to Increase Beef Production in Tropical America. Series CE-n° 10, CIAT, Cali, Colombia.
6. _____ y J. Leal. 1978. Manejo y productividad de las praderas en los Llanos Orientales de Colombia. In: Seminario sobre Producción de Pastos en Suelos Ácidos de los Trópicos. CIAT, Cali, Colombia. Serie 03SG-5.
7. Raun, N.S. 1968. Producción de ganado de carne en los Llanos Orientales. Agricultura Tropical 24: 643-650.
8. _____, 1976. Beef cattle production in the lowland American tropics. World Animal Review 19: 18-23.
9. Rubio, E y A. López. 1968. La explotación ganadera en los Llanos Orientales. Agricultura Tropical 24: 616-641.
10. Spain, J.M. 1978. Establecimiento y manejo de pastos en los Llanos Orientales de Colombia. In: Seminario sobre Producción de Pastos en Suelos Ácidos de los Trópicos. CIAT, Cali, Colombia. Serie 03SG-5.
11. Stonaker, H.H., J. Salazar, D.H. Bushman, J. Gómez, J. Villar and G. Osorio. 1975. Influence of management practices on productivity. pp. 63-81. In: Proceedings of the Seminar on Potencial to Increase Beef Production in Tropical America. Series CE-n° 10, CIAT, Cali, Colombia.
12. _____, J. Villar, G. Osorio and J. Salazar. 1976. Differences among cattle and farms as related to beef cow reproduction in the Eastern Plains of Colombia. Tropical Animal Health and Production 8: 147-154.

CAPÍTULO V

PRODUÇÃO DE SEMENTES DE FORRAGEIRAS

IMPORTÂNCIA DO CLIMA NA PRODUÇÃO DE SEMENTE DE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS TROPICAIS

John M. Hopkinson
Robert Reid*

RESUMO

Este trabalho esboça uma tentativa para identificar os fatores climáticos importantes na produção de semente de leguminosas de pastagens tropicais com base em experiências de campo e resultados experimentais na Austrália. As propriedades mais relevantes dos cultivos (principalmente *Stylosanthes* spp., *M. atropurpureum*, *Desmodium* spp. e *Glycine wightii*) levados em consideração são: sua habitual adaptação e um ciclo de desenvolvimento vegetativo de verão e reprodutivo de inverno; sua resposta comum à floração com dias curtos; sua necessidade de uma estação seca para estimular uma reprodução vigorosa, reduzir os riscos de doenças e facilitar a colheita; e sua susceptibilidade às geadas. Os requisitos gerais mais importantes de uma região para a produção de semente são: sua média anual de precipitação pluviométrica deve ser de 800 mm a 2.000 mm, com uma estação úmida de verão predominante e não mais de 400 mm de chuvas fora dos quatro meses mais úmidos; a temperatura média diária do mês mais frio não deveria ser inferior a 17°C; o risco de geadas de superfície deve ser o mínimo; a latitude deveria ser maior que 10°. Estes valores servem para mapear a Austrália, Índia, América do Sul, América Central e México, em termos de seu potencial para a produção de semente.

A Austrália tem, aproximadamente, quinze anos de experiência na produção de semente comercial de leguminosas forrageiras tropicais. Uma das lições aprendidas, durante todo esse tempo, é que a bem sucedida produção de semente, obtida durante esse longo período, somente é possível dentro de uma faixa bem estreita de condições climáticas. Muitas decisões influem no sucesso de uma empresa produtora de sementes; no entanto, nenhuma é mais crítica que a seleção inicial do clima, no qual deverá ser instalado o cultivo.

À medida em que o cultivo das pastagens tropicais se expande, temos sido consultados sobre a adaptabilidade de certas regiões ainda virgens para a produção de semente. Tam-

bém, quando novas leguminosas são liberadas na Austrália, os usuários esperam uma previsão de quais seriam as melhores áreas para produção de sementes. A base para essa expectativa é a seguinte: Existe na Austrália uma grande variedade de cultivares de leguminosas forrageiras tropicais (Tabela 1). Através de tentativas e erros de inúmeros fazendeiros, tem sido possível se saber onde uma variedade pode ser cultivada com êxito. Existem suficientes dados climatológicos que permitem caracterizar regiões como adaptáveis ou não, e, até certo ponto, é possível explicar a relação entre o clima e o sucesso, tanto em termos práticos, como fisiológicos. Conhecidos os dados climáticos, é possível cartografar, em termos globais, os continentes quanto ao seu potencial climático para a produção de semente; e, em função do conhecimento do comportamento de floração de uma cultivar nova, é possível emitir opiniões sobre as áreas que têm possibilidades de produzir sementes satis-

* Department of Primary Industries, Walkamin, Queensland, Austrália, e CSIRO Davies Laboratory, Townsville, Queensland, Austrália, respectivamente.

fatoriamente.

Tais exercícios estão longe de serem infalíveis. As cultivares novas e as novas regiões podem introduzir uma gama imprevisível de invasoras, pragas e doenças que afetam a relação entre o clima e o desempenho do cultivo de forma também imprevisível. Aparecem também combinações de fatores climáticos, sobre os quais não existe experiência na Austrália e cujas conseqüências somente podem ser especuladas. Começam a aparecer grupos de leguminosas, como arbustos forrageiros sobre os quais pouco se conhece. Mesmo assim, existem muitas coisas que podem ser previstas e, talvez, se as predi-

ções estão bem documentadas, é possível reduzir a freqüência de insucesso, o que tem sido muito comum no desenvolvimento de novas empresas produtoras de sementes nos trópicos.

SELEÇÃO DE ÍNDICES PARA DEFINIR CLIMAS ADEQUADOS PARA PRODUÇÃO DE SEMENTES

Generalidades

As leguminosas podem ser consideradas independentes ou coletivamente, porém, ambos os enfoques são desejáveis. Cada cultivar encontra seu próprio nicho e nenhum local

TABELA 1. Principais cultivares australianos de leguminosas forrageiras.

Espécie	Cultivar e (nome comum)	Resposta fotoperiódica *	Sensibilidade à temperatura **
<i>Centrosema pubescens</i>	(centro comum)	FDC	B
	Belaito (centro)	FDC	B
<i>Puerária phaseoloides</i>	(puero)	DC	B
<i>Calopogonium mucunoides</i>	(calopo)	DC	B
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Siratro	FDC	
<i>Macrotyloma axillare</i>	Archer (axillare)	FDC	
<i>Stylosanthes guianensis</i> var. <i>guianensis</i>	Cook (stylo)	DC	
	Endeavour (stylo)	DC	
	Schofield (stylo)	DC	
	Oxley (stylo)	DL	
<i>Stylosanthes humilis</i>	(Townsville stylo)	DC	
<i>Stylosanthes hemata</i>	Verano (stylo)	ND	
<i>Stylosanthes scabra</i>	Seca (stylo)	ND?	
<i>Desmodium intortum</i>	Greenleaf (desmodium)	DC	A
<i>Desmodium uncinatum</i>	Silverleaf (desmodium)	DC	A
<i>Glycine wightii</i>	Clarence (glycine)	DC	A
	Cooper (glycine)	DC	A
	Tinaroo (glycine)	DC	A
	Malawi (glycine)	DC	A
	Miles (lotononis)	ND?	
<i>Lotononis bainesii</i>			

* FDC = de dias ligeiramente curtos; DC = de dias curtos; DL = de dias longos; ND = neutra ao comprimento do dia.

** B = aparentemente sensível a baixas temperaturas; A = sensível a altas temperaturas e possivelmente tolerante a baixas temperaturas.

específico é ideal para todas. Por outro lado, por razões econômicas, uma indústria de sementes não pode dispersar seu capital nem depender de poucas espécies; a demanda flutua e as idéias mudam muito rapidamente. Por essas razões, uma região que possui uma grande variedade de climas, num perímetro não muito grande, possui muitas vantagens; e para local tal região, é preciso muita atenção tanto quanto às necessidades individuais, quanto às coletivas das culturas.

A maioria das nossas atuais cultivares de leguminosas forrageiras foi selecionada para utilização nas regiões de verão chuvoso dos trópicos e subtropicais úmidos. Em geral, quando cultivadas para sementes, explora-se a estação chuvosa para produzir seu sistema vegetativo. De um modo geral, o crescimento vegetativo cessa e a floração começa durante o período de transição, ocorrendo a maturação da semente, na estação seca. Os caracteres morfológicos e os processos fisiológicos que ditam seu desenvolvimento foram desenvolvidos para manter esse ritmo anual geral e, geralmente, são esses climas que permitem esses requerimentos, que têm sido bastante satisfatórios para a produção de semente.

Duração do dia

Como é de se esperar, muitas espécies de leguminosa tropical são plantas de dias curtos (7). Em algumas, a resposta é pequena e, portanto, pouco relevante em condições de campo, ou, às vezes, é mascarada por outras influências. Em outras, a floração apresenta uma resposta dominante aos dias curtos e, nas latitudes tropicais mais elevadas, a floração é mais ou menos previsível cada ano. Um poucas espécies são aparentemente neutras à duração do dia. A Tabela 1 mostra os tipos de respostas das cultivares australianas mais comuns.

Na Austrália, aos 12°S ou acima, as cultivares de dias curtos possuem fases bem definidas de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo e a transição ocorre em épocas previsíveis para cada um. Na Malásia e na Nova Guiné, nas latitudes inferiores a 6°,

os informes sobre o comportamento de *Stylosanthes* spp. de dias curtos não indicam, entretanto, uma distinção clara entre as duas fases. Em tais circunstâncias, provavelmente, é impossível obter grandes produções de sementes.

Não é possível especificar uma latitude crítica abaixo da qual a produção de semente de qualquer cultivar seja impraticável, como tão pouco é razoável esperar que uma só latitude seja crítica para todas as cultivares de dias curtos. Entretanto, em termos gerais, não seria recomendável, para a produção de sementes, o estabelecimento de uma empresa a aproximadamente 10° do Equador, a não ser que existam provas em contrário.

"Stress"

Freqüentemente, é necessário um elemento de "stress" para promover uma atividade reprodutiva vigorosa. Apesar de outros agentes que retardam o crescimento poderem produzir o mesmo efeito, o "stress", por falta de água, é o mais comum e o único relevante aqui. O estímulo do processo reprodutivo com o advento da seca é um fenômeno amplamente observado, porém pouco compreendido (9). Nas leguminosas forrageiras tropicais, seus efeitos são mais aparentes nas plantas neutras ao dia ou de dias ligeiramente curtos (Tabela 1). Mesmo considerando culturas completamente diferentes, Salter e Goode (9) sugeriram que o "stress" de seca só é necessário, quando outros processos de indução de floração forem deficientes. Essa observação concorda perfeitamente com nossas experiências.

Por exemplo, *Macroptilium atropurpureum* (D.C.) Urb. depende totalmente do "stress" para produzir uma floração abundante, e a exploração dessa resposta é vital para o manejo do *M. atropurpureum* com irrigação (6). Tem sido observado que *Centrosema pubescens* Benth. se comporta da mesma maneira, apesar de nunca ser manejado com os cuidados dedicados ao *M. atropurpureum*. Floresce à medida que o solo

seca, após a estação chuvosa, porém, rapidamente reverte ao crescimento vegetativo às expensas da produção de semente, se receber chuva ou irrigação durante a floração.

Mesmo as plantas fortemente fotoperiódicas não estão totalmente isentas desse risco. Por exemplo, *Glycine wightii* (R. Grah. ex Wight e Arn.) Verdc. cv. Malawi flora vigorosamente no momento oportuno independentemente da umidade do solo, porém não forma semente, a não ser que seu crescimento vegetativo seja reduzido pela seca. *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. var. *guianensis* cv. Cook reverte temporariamente ao crescimento vegetativo se for submetido a muita umidade durante a floração.

Provavelmente, pela mesma razão, a sincronização da floração de algumas culturas é influenciada pela época na qual termina a estação chuvosa. Com *Stylosanthes hamata* (L.) Urb. cv. Verano, neutro ao comprimento dos dias, a floração é determinada por esse fator. O término precoce da estação chuvosa pode conduzir à floração prematura de uma cultura ainda não desenvolvida adequadamente. Um término indefinido pode produzir uma floração dessincronizada.

Por essas razões, todos os cultivos de semente se comportam melhor em um clima onde tanto a estação seca como a chuvosa se registram em épocas exatas e bem distintas.

Duração do crescimento vegetativo

Mesmo as culturas que se desenvolvem com mais rapidez necessitam de uma estação chuvosa de aproximadamente quatro meses para uma ótima produção de semente. O *Stylosanthes humilis* H.B.K. anual apresenta uma formação de sementes deficiente, quando a estação chuvosa é mais curta; porém, com os perenes, uma estação chuvosa curta reduz o crescimento e estimula a floração antes que se complete o sistema vegetativo da cultura. Por razões óbvias, o perigo, durante o período de estabelecimento, é

maior que posteriormente.

Para a maioria dos cultivos, não existem vantagens em se ter uma estação chuvosa mais longa que o necessário para a produção de uma folhagem densa, apesar de algumas espécies menos tolerantes à seca (por exemplo, as cultivares de *G. wightii* e *Desmodium intortum* (Mill.) Urb. cv. Greenleaf) se beneficiarem do vigor, devido a uma estação chuvosa mais longa. A forte resposta fotoperiódica destas duas espécies diminui a necessidade de estímulo do "stress" sem serem afetadas pelas doenças que atacam, por exemplo, *M. atropurpureum* e *Stylosanthes* spp.

Doenças

Uma estação chuvosa prolongada, ou a ocorrência de chuvas durante a estação seca, ocasionam problemas com vários fungos patogênicos. Na Austrália, *Rhizoctonia* em *M. atropurpureum* e a antracnose (*Colletotrichum gloeosporoides*) em tempo nublado durante a floração, estimulam a ferrugem da espiga, causada por *Botrytis* em *Stylosanthes* spp. que pode causar um fracasso total na produção da semente. Por essas razões, qualquer quantidade de chuva superior à necessária para o crescimento da cultura, geralmente é uma desvantagem para o produtor da semente.

Condições de colheita

A colheita de sementes não pode ser efetuada com condições úmidas, e chuvas durante a colheita causam delongas que podem conduzir a perdas. A chuva durante ou um pouco antes da maturação requerida para a colheita é catastrófica no caso de *S. guianensis*, pois derruba as sementes maduras ao chão.

Uma alta umidade também é prejudicial na época da colheita, sobretudo em plantas pegajosas que necessitam de muita trilhagem, como no caso de *D. intortum* cv. Greenleaf e *S. guianensis* cv. Cook. Com os sistemas antigos de manejo, uma umidade alta constitui uma vantagem no caso do *M. atro-*

purpureum em maturação, pois retarda a abertura da fava, mas representa uma desvantagem nos sistemas modernos de manejo, pois a abertura da fava não tem maiores conseqüências.

tação total anual e da estação seca. Isso só pode ser feito com base nas considerações climáticas dos diferentes distritos regionais de potencial de produção conhecido (Tabela 2).

Pluviosidade

As quatro sessões anteriores dão ênfase às vantagens de se ter as chuvas concentradas em uma estação chuvosa de aproximadamente quatro meses, que coincide com a época de verão. É necessário quantificar as necessidades pluviométricas, em termos da precipi-

O limite inferior de precipitação pluviométrica anual, para a produção de semente nos trópicos australianos, é de cerca de 800 mm. Esse limite não é estabelecido pela quantidade de chuva, e sim, mais pela confiabilidade que reflete. Se a distribuição é satisfatória, os 800 mm representam uma quantidade apropriada; entretanto, as re-

TABELA 2. Registros climáticos de estações selecionadas como representativas das regiões com potencial reconhecido para a produção de semente de leguminosas de pastagem tropical na Austrália.

Estação Nº	Nome	Lat ^a	Long ^a	Alt ^a	T ₁ ^b	T ₂ ^b	Risco de geada	PAM ^d	CES ^e
		°S	°E	m	°C				
1	Katherine	14	132	100	31,0	21,3	B	900	140
2	Cooktown ^f	15	145	<10	27,7	22,3	O	1700	430
3	Georgetown	18	144	300	29,0	19,6	B	800	130
4	Mareeba	17	145	400	25,7	18,1	B	900	160
5	Walkamin	17	145	600	25,0	17,8	B	1100	200
6	Kairi	17	146	700	23,4	15,8	M	1300	350
7	Herberton	17	145	900	23,0	15,2	A	1100	310
8	S. Johnstone	18	146	10	26,3	19,1	O	3200	1020
9	Cardwell	18	146	<10	26,7	18,4	O	2100	590
10	Ayr	20	147	<10	27,3	18,3	A	1000	250
11	Mackay	21	149	10	26,2	16,7	A	1600	490
12	Bundaberg	25	152	10	25,4	15,7	M	1200	440
13	Gympie	26	153	100	25,3	13,9	A	1100	500
14	Biloela	24	150	200	26,6	12,8	A	700	320

^a Latitude e longitude aproximadas ao grau mais próximo; altitude aproximada aos dez ou cem metros mais próximos.

^b T₁ e T₂ são as temperaturas médias diárias do mês mais quente (janeiro) e do mais frio (julho), respectivamente. Os dados de temperatura e chuvas foram tirados de 2, 3 e dos registros da estação experimental de Queensland Department of Primary Industries.

^c O risco de geada foi calculado com base na experiência local em estragos nos cultivos. O = insignificante; B = baixo (1 ano em cada 5); M = médio (1 ano em cada 3); A = alto (1 ano em cada 2).

^d PAM = a precipitação anual média se aproximou da centena de mm mais próxima.

^e CES = componente de estação seca (quantidade de chuvas fora dos quatro meses mais chuvosos).

^f Os distritos de cultivo de semente próximos a esta estação recebem um PAM substancialmente inferior ao que recebe a própria estação, incluindo um CES inferior.

giões que recebem uma precipitação média inferior, não têm estações úmidas confiáveis para proporcionar uma receita sólida da produção de semente. Portanto, um limite de 800 mm não é necessariamente apropriado para outros continentes, nos quais o risco da falta de estação chuvosa, a aceitação desse risco, e o custo da irrigação suplementar podem diferir das condições da Austrália.

Qualquer limite superior, que se escolha para a pluviosidade, também é arbitrário. São precisamente os problemas de efetuar as operações necessárias de manejo durante o período de chuvas fortes e os estragos causados por doenças nessas condições que levam a fixá-los. O limite realista em Queensland é de cerca de 2.000 mm anual. Com conhecimento, é possível cultivar *S. guianensis* em regiões, cuja precipitação excede a 4.000 mm, mas não sem muitas dificuldades.

Se uma estação chuvosa de quatro meses é aceita como adequada para um desenvolvimento vegetativo satisfatório, e qualquer quantidade de chuva superior como indesejável, então, um simples registro de quantidade de precipitação, que caia fora desses quatro meses mais chuvosos de dias longos, servirá como um índice útil de distribuição. Não se pode obter uma alta produção de semente na Austrália, nas regiões onde o componente da estação seca exceda 400 mm. Para as culturas neutras quanto à duração do dia e para as de dias ligeiramente curtos, necessita-se de um componente da estação inferior, sendo 300 mm uma quantidade conveniente.

Temperatura

As taxas de crescimento vegetativo das leguminosas forrageiras tropicais parecem ser mais altas nas temperaturas médias diá-

TABELA 3. Adequação de estações selecionadas para a produção de semente de leguminosas representativas.

Estação Nº	<i>C.</i> <i>pubescens</i>	<i>S.</i> <i>guianensis</i> cv. Cook	<i>M.</i> <i>atropurpureum</i> *	<i>S. hamata</i> cv. Verano	<i>D. intortum</i> cv. Greenleaf	<i>G. wightii</i> cv. Cooper
1	X	X	A	A	X	X
2	A	A	A	B	X	X
3	—	—	—	A	—	—
4	B	A	A	A	A	B
5	B	A	A	B	A	A
6	X	X	X	X	A	A
7	X	X	X	X	B	B
8	X	X	X	X	X	X
9	X	B	X	X	X	X
10	A	A	—	A	—	—
11	—	X	B	—	—	—
12	X	X	B	—	B	—
13	X	X	B	—	B	—
14	X	X	X	X	X	X

* Presume-se a disponibilidade de irrigação

A = adequada; B = marginalmente adequada; X = inadequada. As combinações inadequadamente conhecidas são deixadas sem letra.

rias de 25°C ou superiores (4, 11). As limitações do crescimento vegetativo, devido às baixas temperaturas, raramente representam uma séria restrição durante a estação chuvosa do verão tropical. Existem evidências de que as cultivares de *D. intortum* cv. Greenleaf e *Desmodium uncitatum* (Jacq.) D.C. cv. Silverleaf, e as cultivares australianas de *G. wightii* não são tolerantes às temperaturas muito elevadas e seu pobre desempenho em baixas altitudes nos trópicos pode ser uma conseqüência disto. Não obstante, não há razão para se buscar um limite de altas temperaturas para índice climático para a produção de semente.

Por outro lado, baixas temperaturas durante o período reprodutivo, geralmente, constituem restrições na produção de semente. Existem vários exemplos bem documentados de fracassos, devido a baixas temperaturas no início e desenvolvimento da floração (7). As espécies variam sua tolerância quanto às baixas temperaturas. Um grupo, representado por *C. pubescens*, parece ser particularmente sensível (1). Outro grupo (*Desmodium* spp e cultivares de *Glycine*, mencionados acima) parece ter tolerância relativa. A Tabela 1 inclui uma separação arbitrária de espécies nestas bases.

O problema está no estabelecimento das temperaturas baixas críticas. Infelizmente, fora dos limites mais amplos, os registros experimentais são uma ajuda pequena e devemos novamente recorrer à interrelação entre o comportamento no campo e o clima. O registro de temperatura mais útil para se conseguir este objetivo é a média diária da temperatura do mês mais frio. Logicamente, esse registro é também uma indicação indireta do risco da geada e, em alguns casos, seu uso é supérfluo se existem registros disponíveis de geadas. Entretanto, as médias diárias de temperatura podem ser registradas de um modo muito mais realista, que os registros das geadas, pois possuem seu valor próprio independente das relações com as geadas. O sucesso da floração de *M. atropurpureum* no campo, por exemplo, depende muito do grau de emergência de gemas flo-

rais dos brotos terminais e está intimamente relacionado com a temperatura média diária (muito mais intimamente que com a máxima e a mínima) da temperatura de geada até, pelo menos, 23°C (Hopkinson, dados não publicados).

No norte da Austrália, o limite absoluto para a produção de sementes de leguminosas coincide com temperatura média diária para o mês de julho de aproximadamente 13°C (Tabelas 2 e 3). Para a maioria das culturas, 17°C servirá como mínima para uma operação confiável, e 18° e 15°C servirão para os grupos de resposta baixa (B) e alta (A), respectivamente (Tabela 1).

Geadas

Todas as leguminosas já consideradas são extremamente susceptíveis à geada. Uma simples geada é suficiente para destruir uma colheita de semente de qualquer delas. As leguminosas mais versáteis, como *M. atropurpureum*, podem recuperar-se um pouco com um manejo apropriado; entretanto, para a maioria, uma geada antes da maturação completa da semente ocasiona a perda total da produção do ano.

O grau de prejuízo causado pela geada varia com a rigidez e a duração da mesma e com a sua profundidade vertical. As piores geadas resultam na morte completa da folha e dos brotos; nas menos graves, a formação da semente é interrompida temporariamente, com necroses foliares de leves conseqüências. *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth, var. Javanica (Benth.) Bak, que talvez tenha a pior reputação por sua sensibilidade às baixas temperaturas, pode sofrer necroses das gemas florais e dos rebentos, mesmo quando as geadas não são fortes. Quando isto ocorre, não há possibilidade de recuperação na mesma estação. Os brotos florais podem se desenvolver somente nas axilas das folhas dos brotos vegetativos e o tempo necessário ao desenvolvimento de novos brotos vegetativos é bastante longo para permitir uma recuperação antes que cheguem os dias longos ou a estação chuvosa.

A principal dificuldade com as geadas reside, não no conhecimento de seus efeitos, mas na escolha das medidas que reflitam adequadamente sua ocorrência. Nas regiões marginais, os riscos das geadas variam tanto com a topografia que, para selecionar locais convenientes, deve-se confiar na experiência local. A nível de mapeamentos simples, o limite de ocorrência de geadas aéreas é um índice útil. No entanto, entre este e o limite de ocorrência de geadas terrestres, existe uma zona marginal na qual tanto os efeitos topográficos como o grau de risco aceito pelo produtor varia a tal ponto que qualquer seleção de índices seria arbitrária.

SELEÇÃO DE LOCAIS PARA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE NOVAS CULTIVARES

A Tabela 4 sugere indagações óbvias quando da seleção de áreas apropriadas para a produção de sementes de novas cultivares. Como o *Stylosanthes scabra* Vog. cv. Sw. se encontra nessa fase de desenvolvimento, será usado para ilustrar o procedimento. O cultivo atingiu o grau no qual a experiência da multiplicação de semente em pequena escala e da avaliação de campo permitiu algum conhecimento sobre seu comportamento, proporcionando respostas às indagações da Tabela 5. Com base em tais respostas, é possível decidir quais as combinações de condições que têm mais probabilidades de favorecer o cultivo de *S. scabra* cv. Seca e buscar nos registros climáticos os locais ou estações que tenham as condições mais favoráveis. Dos exemplos usados neste trabalho, as seguintes estações oferecem as melhores condições: a) na Austrália (Tabela 2), estações 1, 3, 4, 5 e 10; b) na Índia (Tabela 6), estações 6 e marginalmente, 4; c) na América do Sul (Tabela 7), estações 3, 9 e 13; d) no México e América Central (Tabela 8), estações 1, 2, 3, 5 e 7.

Uso de índices climáticos para localizar e avaliar regiões com potencial para produção de semente

Com base nas considerações anteriores, pode-se deduzir que as regiões para a

produção de semente, em geral, estão confinadas nas zonas compreendidas entre a latitude 10° e o trópico (23°), em qualquer hemisfério. Raramente, a distribuição de chuvas é satisfatória em mais baixas latitudes, independente das necessidades de mudanças na duração do dia; e mesmo em locais, onde uma deflexão extrema do seno equatorial cria, fora dos trópicos, condições de chuvas e temperaturas favoráveis, é de se suspeitar que as deficiências na radiação solar no inverno restringem a atividade reprodutiva vigorosa. Assim, a maior atenção deve ser dedicada principalmente às latitudes tropicais superiores a 10° e aplicar os índices climáticos da Tabela 4 a vários exemplos.

Austrália

O primeiro teste de validação de índices para localizar possíveis regiões para produção de semente é sua aplicação para a Austrália. Logicamente, esses índices devem adaptar-se ao continente do qual surgiram para ter credibilidade em outros locais. Ao mesmo tempo que as evidências a respeito são apresentadas, deverão ser assinaladas as regiões aptas para produção de semente na Austrália.

Quase todo o continente australiano está dominado pelas influências das zonas de alta pressão nas latitudes médias e na frente polar astral. Somente o extremo norte fica anualmente sob a influência do seno equatorial e experimenta uma única estação chuvosa confiável. A costa oriental, entre o oceano e as cadeias montanhosas, recebe chuvas de outras fontes e seu componente de inverno (estação seca) aumenta com a latitude.

Estes fatores se refletem na aplicação dos índices da Tabela 4. Não existe uma latitude baixa limite pois todo o continente está situado ao sul de 10°. A linha das geadas das áreas e a isoeta de precipitação anual média de 800 mm excluem todo o interior; a porção sul da costa é cortada porque seu componente da estação seca excede os 400 mm (Fig. 1). A linha isotérmica de 17°C (tem-

peratura diária média de julho) é omitida, pois diverge pouco da linha de geadas num mapa com essa escala. Finalmente, as isoetas de 2.000 mm e 400 mm (precipitação anual média e componente da estação seca, respectivamente) excluem uma faixa da costa nordeste. A área restante sombreada no mapa, é considerada, climaticamente, apropriada para a produção de semente.

Consideremos, agora, os locais onde existem produções comerciais de semente (Fig. 2, Tabelas 2 e 3). As linhas pontilhadas circundam as principais áreas de produção, antigas e atuais.

A Estação 1 representa um grupo de regiões que produzia, principalmente, sementes de *S. humilis* até o colapso do mercado local, em 1974. Desde então, sua indústria de sementes tem permanecido em estado precário, o que ilustra a vulnerabilidade de depender de muito poucas cultivares, uma condição causada mais pelo isolamento e a falta de mercado, que por erros climáticos.

A região das estações 2 a 9 (incluindo regiões climáticas semelhantes à estação 3) tem produzido e continua produzindo mais de 90% das sementes de leguminosas forrageiras tropicais da Austrália. A diversidade de climas tem permitido produzir sementes de todos as cultivares de *S. guianensis* da Tabela 1, com exceção do Oxley. Um exame das Tabelas 2 e 3 mostra como cada leguminosa ocupa um nicho climático diferente, nessa região. A gama de climas dessa região vai além daquela considerada adequada para a produção de semente. Por exemplo, devido à sua altura, a estação 7 corre riscos bastante grandes de geada, ao passo que as estações 8 e 9 excedem as precipitações anuais médias e os componentes da estação seca aceitáveis. As regiões que elas representam produzem semente com dificuldades e perdas frequentes.

A região que inclui as estações 10 e 11 também possui um clima variável. Suas áreas mais secas antigamente eram ótimas para *S. humilis*. Agora, produzem *Stylosanthes ha-*

mata (L.) Taub. cv. Verano e forragem ou sementes de culturas para adubo verde. Suas áreas mais úmidas (por exemplo, estação 11) são apenas marginalmente úteis.

As estações 12 e 13 representam uma região que cultiva *Lotonis bainesii* Baker cv. Miles e já cultivou *Desmodium* spp. e *M. atropurpureum*, em grandes quantidades. No entanto, a distribuição da precipitação e as temperaturas de inverno estão longe de ser as ideais. Esta região produzia semente somente em cultivos de oportunidade, quando as espécies eram cultivadas para pastagens e havia uma grande demanda de sementes; sua produção de semente diminuiu a níveis insignificantes depois da baixa de preços.

A região adjacente à estação 14 não produz sementes de forrageiras. Essa estação está incluída para ilustrar um clima que está justamente fora da amplitude adequada.

Pelo visto, todas as regiões apropriadas para produção de sementes estão dentro da área considerada adequada, segundo o critério da Tabela 4.

Índia

A confirmação da validade dos índices climáticos, quando aplicados na Austrália, induz a experimentá-los em outros lugares. A Índia proporciona um exemplo adequado pois, recentemente, um dos autores deste trabalho desenvolveu um estudo nesse país sobre as perspectivas para a produção de semente e pode confirmar, através de observações, algumas das previsões feitas a partir dos requisitos climáticos.

O subcontinente indiano apresenta um padrão de climas bem diferente da Austrália. Apesar de cobrir uma gama semelhante de latitudes, a migração anual do seno equatorial, para cima e para baixo, em toda sua extensão, produz uma distribuição da precipitação pluviométrica muito mais ampla e generosa (Fig. 3). Por outro lado, é muito mais quente que a Austrália, na maioria das latitudes comparáveis (Tabelas 2 e 6)

TABELA 4. Índices usados para identificar as regiões climaticamente inadequadas para a produção de semente de leguminosas forrageiras tropicais.

Parâmetros climáticos	Bases para excluir a produção geral de semente* Excluir se:	Qualificação**
Latitude	Menos de 10°N ou S	Com exceção das plantas FDC e das ND.
Geadas	Se registra vento gelado (mais frequente que 1 ano em 10) Se observa geada de superfície (mais frequente que 1 ano em 2)	A frequência aceitável depende do fator de risco aceitável. As plantas do grupo B só devem ser cultivadas em regiões sem risco.
Temperatura média diária		
Mês mais frio Menos de 17° C		15°C é aplicável ao grupo A e 18°C ao grupo B
Mês mais quente Sem limite		Pode-se excluir o grupo B no caso de exceder 26°C
Chuvas	PAM inferior a 800 mm PAM excede 2000 mm CES excede 400 mm	Uma PAM inferior pode ser tolerável quando a irrigação é viável. 300 mm é mais apropriado para as plantas FDC e DN.

* Consultar a Tabela 1 para a explicação de FDC, DN e grupos A e B.

** Consultar a Tabela 2 para a explicação de PAM e CES.

e a linha isotérmica crítica (Fig. 4) se encontra numa latitude superior.

A linha de geada de superfície se desvia em direção ao sul da linha isotérmica de 17° de janeiro (Fig. 4), refletindo numa maior flutuação da temperatura diurna de inverno e reduzindo as perspectivas de produção de sementes em uma grande parte do centro da Índia que, do contrário, seria bastante adequada. O padrão bimodal de distribuição de chuvas da península do sul e da do leste da península exclui uma área ainda maior. Produz um componente de estação seca alto demais, principalmente ao longo da linha costeira oriental, que recebe a maior quantidade de chuvas no início do inverno (Fig. 5, Tabela 6, estação 8).

A área restante forma uma faixa extensa, em forma de V, através da península, com seu ápice em Karnataka e seus braços estendidos em direção a Maharashtra e Bengala Ocidental. A maior parte do braço leste experimenta um componente da estação seca alto demais para ser ideal para a produção de semente, podendo, até, ser apropriado para algumas espécies de dias curtos. Por exemplo, os cultivares de *S. guianensis* se adaptam relativamente bem às terras baixas de Bengala Ocidental (estação 3), enquanto que os nichos para as espécies de *Desmodium* e para as cultivares de *G. wightii* se encontram em locais elevados (por exemplo, estação 7). O extremo norte do braço leste é relativamente livre das chuvas de inverno e parece adequado à produção de

TABELA 5. Uso do conhecimento do comportamento de um cultivar novo para prever os requisitos climáticos para a produção de semente. Exemplo: *Stylosanthes scabra* cv. Seca.

Pergunta	Resposta	Dedução
Como se controla a floração?	Parece ser neutra ao dia; desenvolve abundante floração como resposta ao secamento do solo.	Provavelmente a latitude não é importante, necessário um CES baixo.
À qual categoria de tolerância de temperatura pertence?	Sem dúvida, tolerante à temperatura alta do verão; não há indicação de intolerância a baixas temperaturas (isto é, não se deve consorciar com os grupos A ou B, Quadro 1).	Não há necessidade de buscar especificamente áreas tropicais com baixas altitudes.
Em qual época do ano floresce e madura a semente?	Variável, dependendo da estação, mas com tendências tardias (isto é, colheita de agosto a outubro na lat. 17° S).	Improvável impedir o dano da geada nas áreas susceptíveis; deve-se evitar todas as áreas com risco de temperaturas abaixo de zero.
À qual enfermidade é susceptível?	Até hoje, só <i>Botrytis</i>	Evitar regiões com um CES alto.
É resistente à seca?	Sim, extremamente.	Seria conveniente o limite inferior do PAM aceitável.
É viável obter múltiplos cultivos por estação?	Não, o desenvolvimento é bastante lento.	A irrigação terá pouco valor.

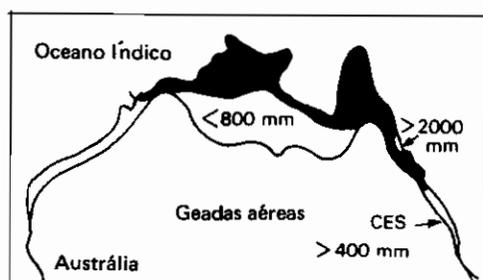


Figura 1. Eliminação de regiões da Austrália com climas impróprios para a produção de semente de forrageiras tropicais. A eliminação é baseada primeiro na ocorrência de geadas aéreas; depois no PAM (menos de 800 mm e mais de 2000 mm); depois no CES (superior a 400 mm). As regiões não excluídas estão sombreadas. (Mapa baseado em 4).

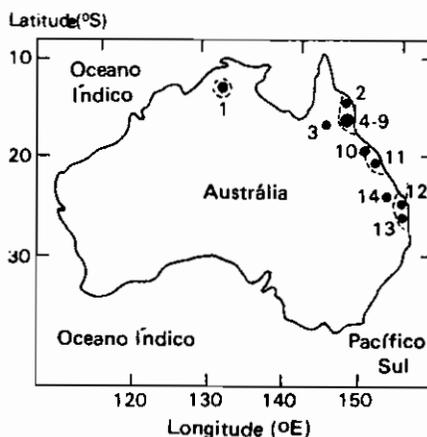


Figura 2. Mapa da Austrália mostrando as posições das estações relacionadas no Quadro 2.

sementes, em geral, principalmente nos locais onde a irrigação suplementar é viável. Nessas condições (por exemplo, estação 6), muitas leguminosas, incluindo *M. atropurpureum* e *S. hamata* cv. Verano, se mostram bastante promissoras.

O braço oeste é muito mais difícil de ser julgado. Nessa parte da Índia, ocorrem bruscas mudanças climáticas e topográficas que requerem um número maior de registros do que o disponível. A situação é muito mais complexa do que sugere a Figura 6 (que, inclusive, pode não ser precisa). É impossível se dizer algo, a não ser que a faixa, provavelmente, contenha nichos para a produção de sementes de todas as leguminosas incluindo regiões com bastante diversidade para sustentar indústria compacta e versátil de sementes. Entretanto, sem um levantamento detalhado da área, acompanhado de registros climáticos locais, não será possível localizar essas tais áreas.

Uma ampla zona ao norte da península, excluída por riscos de geadas, deve ser considerada como marginal. A estação 4 é um

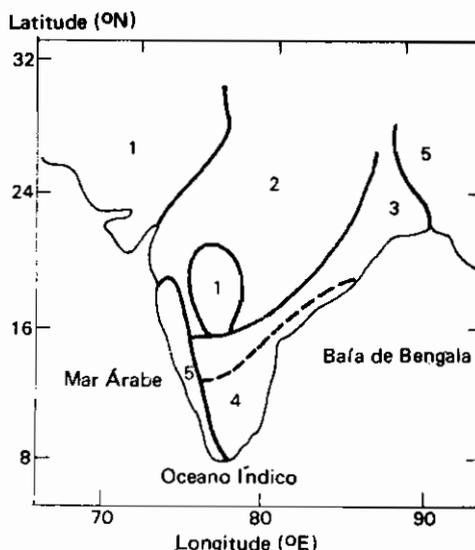


Figura 3. Eliminação das regiões com características inadequadas de precipitação pluviométrica 1 = recebe menos de 800 mm PAM; 2 = recebe entre 800 e 2000 mm PAM com um CES inferior a 300 mm; 3 = igual a 2 mas com um CES entre 300 e 400 mm; 4 = igual a 2 mas com um CES superior a 400 mm; 5 = recebe mais de 2000 mm PAM. (Baseado nas informações de 5).

TABELA 6. Registros climáticos das estações selecionadas na Índia (obtido de 5) *

Estação								
Nº	Nome	Lat.	Long.	Alt.	T ₁ **	T ₂ **	PAM	CES
		°N	°E	m	°C		mm	
1	Jodhpur	26	73	200	33,8	16,6	400	40
2	Patna	26	85	50	32,1	16,6	1200	160
3	Calcutta	23	88	10	30,2	19,3	1600	400
4	Nagpur	21	79	300	35,2	19,6	1200	170
5	Bombay	19	73	10	29,6	23,8	1800	110
6	Hyderabad	17	78	500	33,2	21,6	800	190
7	Bangalore	13	78	900	26,9	20,5	900	400
8	Madras	13	80	20	33,0	24,4	1300	900
9	Cochin	10	76	10	28,8	26,9	2900	970

* Consultar Tabela 1 para a explicação dos termos.

** T₁ se refere ao mês de maio ou junho; T₂ a janeiro.

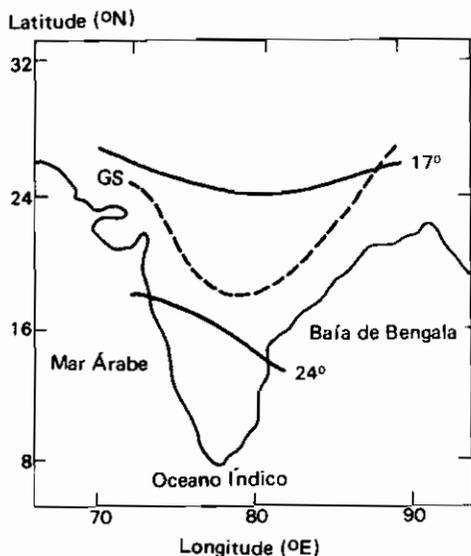


Figura 4. Linhas isotérmicas da temperatura média diária (°C) do mês mais frio. O limite aproximado da ocorrência de geada de superfície (GS) é representado pela linha pontilhada. (Baseado em 12 e 8).

exemplo. Devem existir locais onde o risco de geada é bastante pequeno para ser ignorado, e onde sementes de várias espécies poderiam ser produzidas com sucesso, na maioria das estações do ano.

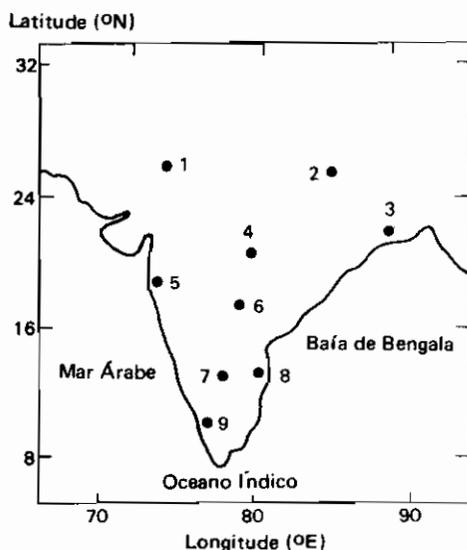


Figura 5. Mapa do subcontinente indú, mostrando as posições das estações da Tabela 6.

América do Sul

A América do Sul inter-tropical, devido às elevações, é muito mais fria e úmida, que as áreas correspondentes da Índia e da Austrália. O seno equatorial passa pelo sul, num grande arco desde 1°N na costa oeste da Colômbia, até o trópico paraguaio, indo em direção ao nordeste do Equador, perto da foz do Amazonas. A região este do Brasil está, portanto, sempre voltada para o polo do seno e sob a influência dos ventos alísios do sudeste. A costa oeste do continente está dominada pelos ventos alísios desviados do sudeste do Pacífico e, por essa razão, prevalecem as condições desérticas.

As terras orientais dos Andes, entre 10°S e o trópico estão ocupadas pelo Brasil, Bolívia e Paraguai (e as terras baixas orientais do Peru, que são omitidas neste estudo). A linha isotérmica de 17° de julho elimina a parte sul dessa região, das presentes considerações, assim como também as elevações do oeste dos Andes (Fig. 7, região 3). A linha de geadas terrestres desvia-se um pouco da linha isotérmica, apesar de movimentos massivos ocasionais de ar polar, em direção ao norte, entre os Andes e as serras do Brasil, através do Paraguai e oeste do Brasil, poderem causar geadas em todo o sul de Mato Grosso.

A parte restante recebe entre 800 e 2.000 mm de precipitação anual média, com duas exceções: a) duas regiões mais úmidas, sendo uma extensão do sistema amazônico que penetra em Mato Grosso e a outra, uma zona pequena e isolada no Brasil central (Fig. 7, regiões marcadas com 1); e b) uma extensão da zona seca do nordeste do Brasil, em direção ao sul até alcançar a parte média do Vale do São Francisco (Fig. 7, região 2).

Isso ainda deixa uma área bastante extensa, porém, a sua maior parte recebe um componente da estação seca, bastante elevado para ser considerada satisfatória para a produção de semente (Fig. 7, região 4) e, nessa área, somente duas regiões bem pequenas (5) podem satisfazer este requisito.

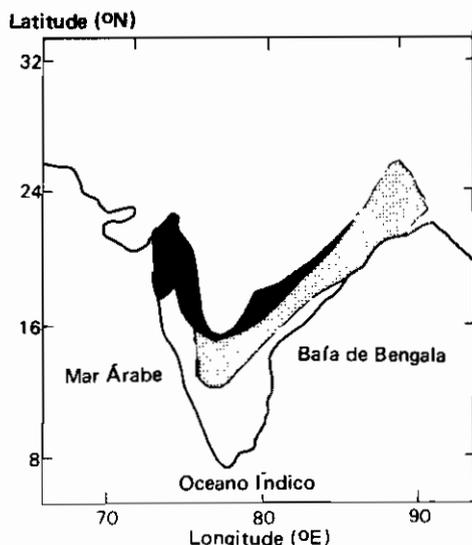


Figura 6. Regiões consideradas como possuidoras de clima apropriado para a produção de semente de leguminosas forrageiras tropicais: geral (área sombreada) e restrita a plantas de dias curtos (área pontilhada). (Tirada das Figs. 4 e 5).

Uma delas está situada no canto sudeste da Bolívia, que, provavelmente, se estende ao noroeste adjacente do Paraguai. Aqui há uma faixa de terra entre Vila Montes, no sul, e Concepción, no norte, circundada pelo sopé dos Andes, em direção ao oeste, e estreitando-se em direção à fronteira com o Brasil, que satisfaz os requisitos necessários (Tabela 7, Fig. 8, estações 12 e 13).

A outra zona de interesse está situada no leste do Brasil, entre as latitudes 14 e 20°S e as longitudes 42 e 45°O. Inclui uma grande parte da região central do norte de Minas Gerais e se estende em direção à fronteira com o Estado da Bahia. O baixo componente da estação seca dessa região se explica, em parte, pelo efeito da sombra das chuvas da Serra do Espinhaço, durante os meses de inverno, e o único movimento fraco das massas de ar tropicais em direção ao sul.

A variada topografia dessa região sugere

TABELA 7. Registros climáticos de estações selecionadas na América do Sul (Obtido de 10)*.

Estação**		Lat.	Long.	Alt.	T ₁ ***	T ₂ ***	PAM	CES
Nº	Nome							
		°S	°W	m	°C		mm	
1	Belo Horizonte	20	44	900	22,5	17,2	1600	470
2	Três Lagoas	20	51	300	25,4	19,2	1300	570
3	Montes Claros	16	43	600	23,8	19,0	1000	270
4	Grão Mogol	16	42	900	23,4	18,3	1200	370
5	Teófilo Otoni	17	41	300	24,7	18,5	1200	470
6	Pirapora	17	44	500	24,7	19,5	1100	330
7	Curvelo	18	44	600	24,0	17,8	1400	420
8	Sete Lagoas	19	44	700	22,9	16,8	1200	360
9	Caçité	14	42	900	22,6	18,9	800	270
10	Caratinga	19	42	600	22,8	16,3	1200	410
11	Corumbá	19	57	100	26,7	21,0	1100	510
12	Villa Montes	21	63	400	29,1	17,1	800	250
13	Concepción	16	62	500	26,2	20,9	1000	280
14	Santa Cruz	17	63	400	31,0	15,0	1000	490

* Consultar a Tabela 2 para a explicação dos termos.

** As estações 1 até 11 estão no Brasil; as estações 12 a 14 estão na Bolívia.

*** T₁ se refere a dezembro ou janeiro; T₂ a julho.

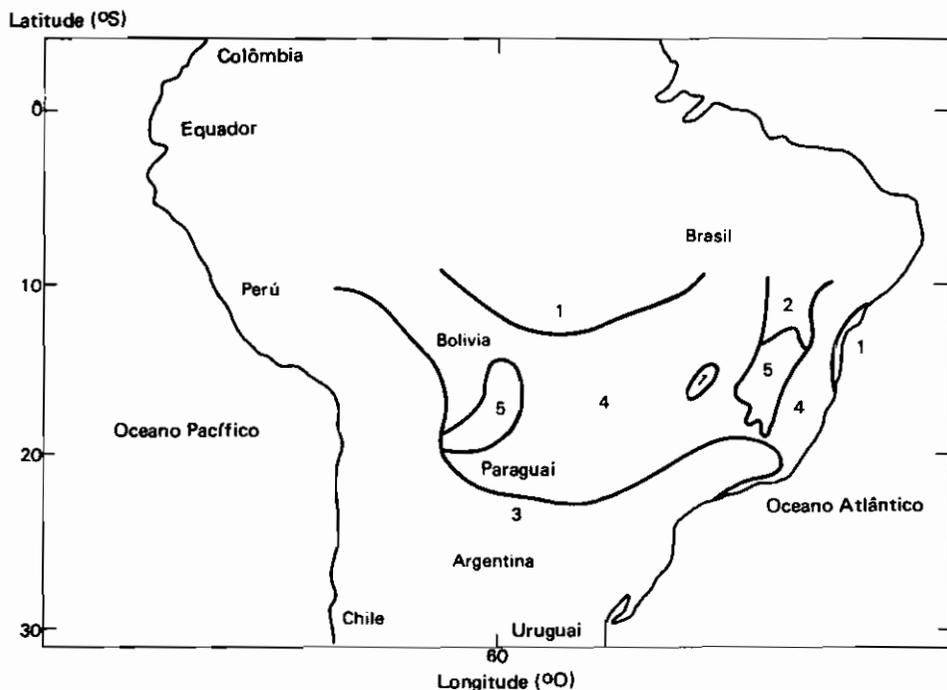


Figura 7. Eliminação das regiões com características inadequadas de precipitação pluviométrica e temperatura. 1 = recebe mais de 2000 mm PAM; 2 = recebe menos de 800 mm PAM; 3 = isoterma diária média de julho inferior a 17°C; 4 = recebe entre 800 e 2000 mm PAM, porém com um CES superior a 400 mm; 5 = igual a 4 mas com um CES inferior a 400 mm.

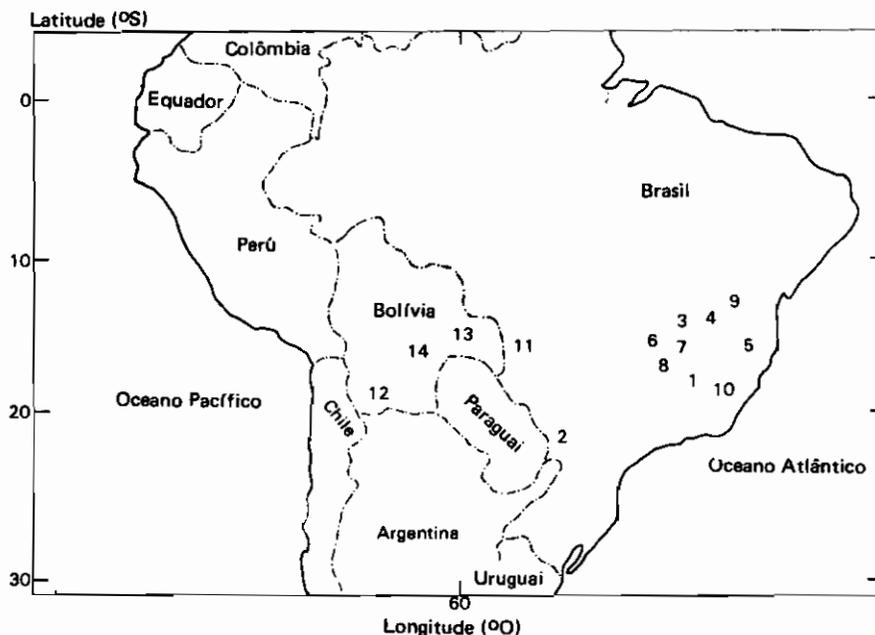


Figura 8. Mapa da América do Sul mostrando as posições das estações relacionadas na Tabela 7.

TABELA 8. Registro climático de estações selecionadas no México e na América Central (Obtido de 10) *

N.º	Estação Nome	Lat.	Long.	Alt.	T ₁ **	T ₂ **	PAM	CES
		° N	° W	m	°C			
1	Tuxtla Gutierrez	16	93	500	27,2	20,7	900	170
2	Cintalapa	19	93	600	24,9	19,9	800	180
3	Colima	19	103	500	26,4	22,4	900	160
4	Ameca	20	104	1200	24,1	16,9	900	180
5	Ahuacatlan	21	104	1000	25,5	17,8	800	130
6	Acapulco	16	96	10	28,8	26,7	1400	240
7	Salina Cruz	16	95	60	29,5	25,6	1000	160
8	Merica	20	89	20	27,8	23,0	900	330
9	Tampico	22	97	70	28,2	19,2	1000	330
10	Tegucigalpa	14	87	1000	23,1	19,3	800	360

* Consultar a Tabela 2 para a explicação dos termos

** T₁ se refere a maio ou junho; T₂ a janeiro.

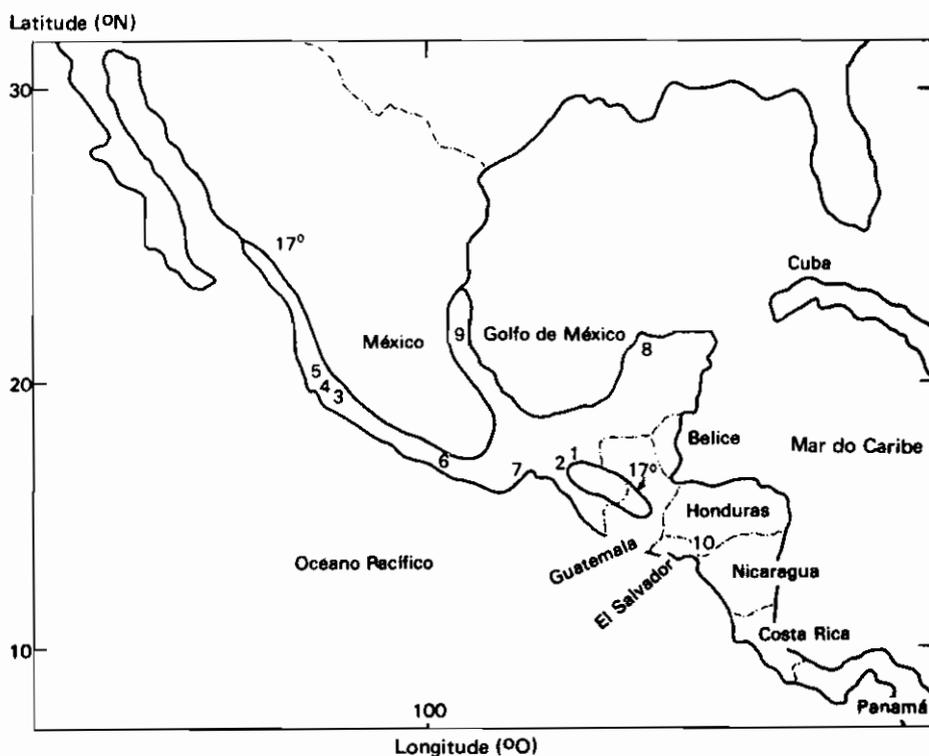


Figura 9. Mapa do México e América Central mostrando as posições relacionadas na Tabela 8 e a linha isotérmica de 17°C de julho.

que, além de sua adequação geral para a produção de semente, existem também nichos climáticos para cada leguminosa requerida. Por exemplo, a parte norte parece ser adequada para a produção de semente de *M. atropurpureum* e para a maioria das espécies do gênero *Stylosanthes* (Tabela 7, estações 3 e 9), e a parte sul, para as espécies de *Desmodium* e as cultivares de *G. wightii* (estação 8).

México e América Central

A região está situada durante todo o ano entre o seno equatorial e os sistemas subtropicais de alta pressão do Atlântico e do Pacífico. Apesar de se encontrar quase sempre sob a influência das massas de ar marítimas, a variação local, tanto da precipitação anual como da sazonal, é bastante acentuada. Os padrões de chuvas e de temperaturas estão regidos pela topografia e são bastante complexos. Assim, é difícil, com o presente nível de conhecimento, cartografar a região com precisão. No padrão geral, encontrar-se-ão, por conseguinte, muitas anomalias locais.

Entretanto, certas partes da região podem ser eliminadas com confiança. Todo o interior do norte do México, por exemplo, é muito frio (Fig. 9) e muito seco (Fig. 10, região 1). As regiões altas da Guatemala e o estado mexicano de Chiapas são muito frios, e uma larga faixa, desde o Istmo do Panamá até o Golfo do México, é bastante úmida (Fig. 10, região 2).

Da parte restante, a maioria tem um componente de estação seca muito alto (Fig. 10, região 3), mas é nesse ponto que a variação local engana o cartógrafo. Várias estações representativas de áreas pequenas isoladas possuem todos os requisitos para a produção de semente, apesar de estarem situadas em regiões consideradas satisfatórias (Tabela 8, Fig. 9, estações 7, 8, 9 e 10). Também poder-se-á encontrar algumas regiões apropriadas, ao longo das encostas meridionais da Sierra Madre del Sur, principalmente, quando há irrigação.

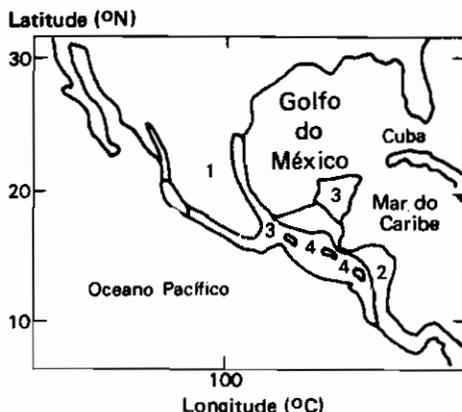


Figura 10. Eliminação de regiões possuidoras de características de precipitação pluviométrica inadequada. 1 = recebe menos de 800 mm PAM. 2 = recebe mais de 2000 mm PAM. 3 = recebe entre 800 e 2000 mm PAM mas com um CES superior a 400 mm. 4 = igual a 3 mas com um CES inferior a 400 mm.

Duas regiões do México se mostram mais promissoras. Uma é o vale central de Chiapas (estações 1 e 2); a outra está nos estados de Colima e Jalisco, na costa oeste (estações 3, 4, 5). A América Central, apesar de ser geralmente úmida, também possui duas áreas limitadas de interesse; uma, no planalto de Honduras (estação 10) e a outra, nas colinas mais baixas do vale do Motagua, no centro da Guatemala. Apesar da falta de informação e de dados sobre a temperatura desta última região, parece ser a que reúne os requisitos.

AVALIAÇÃO DO VALOR DOS ÍNDICES CLIMATOLÓGICOS

A insegurança de um "approach" que se baseia no uso de índices demasiadamente amplos, está no fato de que, quem o usa, tende a julgar os resultados de modo categórico. Raramente existe uma delimitação marcante entre as regiões com climas apropriados e regiões com climas impróprios; e o quadro se mostra mais confuso, quando tanto a insuficiência dos dados climáticos, como a impressão na definição de um índice específico introduzem dúvidas sobre as condições prevalentes e seus efeitos.

Por exemplo, não se pode predizer até que ponto o perigo da geada pode prejudicar a produção da semente sobre uma extensa área da península norte da Índia, pois não sabemos quão grande é o risco nem que quantidade de risco pode tolerar uma indústria, ainda que hipotética, de semente. Do mesmo modo, não se pode julgar com que gravidade a distribuição da precipitação pluviométrica marginal e insatisfatória interferirá em extensas áreas do Brasil Central, na produção e na estabilidade, a longo prazo, de uma indústria de semente que ali já exista. Tudo o que podemos dizer é que, climaticamente, em qualquer dos dois casos, as perspectivas são melhores em outras partes.

Também, a avaliação na escala atual é bastante grosseira para se levar em conta os padrões climáticos locais, pois tais padrões variam muito em curtas distâncias. Assim sendo, a situação sobre as perspectivas, por exemplo, do oeste da península da Índia e de algumas seções ao sul do México é bastante vaga.

Dessa forma, o leitor terá que tomar cuidado e não interpretar conclusões aqui apresentadas com demasiada rigidez. Deverá usá-las unicamente como um ponto de partida e fazer seus próprios juízos sobre quão apropriadas são essas conclusões para suas necessidades particulares.

Em outras palavras, a aproximação é unicamente um exercício preliminar que identifica amplas regiões de elevado e baixo potencial e permite ao projetista concentrar sua atenção (sem descuidar completamente das terras marginais) nas áreas limitadas mais promissoras. Aí, ele poderá verificar que, além dos pormenores climáticos que não estão publicados neste trabalho, devem ser também levados em consideração os fatores topográficos, pedológicos, biológicos, sociais e econômicos. Deve também considerar individualmente cada cultivar que julgue importante. Porém, pelo menos, poderá fazê-lo com o mínimo de recursos e com o máximo de perspectivas de êxito sempre que tenha feito uma seleção inicial dos limites climáticos dentro dos quais devesse operar

LITERATURA CITADA

1. BOWEN, G.D. 1959. Field studies of nodulation and growth of *Centrosema pubescens* Benth. Queensland Journal of Agricultural Science 16: 253 - 265.
2. Commonwealth of Australia Bureau of Meteorology. 1956. Climatic averages Australia. Melbourne.
3. 1971. Climatic survey Northern Region 16 - Queensland. Melbourne.
4. Fitzpatrick, E.A. and H.A. Nix. 1970. The climatic factor in Australian Grassland ecology. p. 3 - 26. In: R.M. More (ed.) Australian Grasslands. Australian National University Press, Canberra.
5. Her Majesty's Stationery Office. 1966. Tables of temperature, relative humidity and precipitation for the World. Part V. Asia. London.
6. Hopkinson, J.M. 1977. Siratro seed production. Tropical Grasslands 11 (1): 33 - 39.
7. Humphreys, L.R. 1974. Tropical pasture seed production. FAO. Rome.
8. Mani, M.S. (ed.) 1974. Ecology and Biogeography in India. The Hague, Junk.
9. Salter, P.J. and J.E. Goode. 1967. Crop responses to water at different stages of growth. U.K. Farnham Royal, Commonwealth Agricultural Bureaux. Research Review nº 2.
10. Schwerdtfeger, W. (ed.) 1976. World survey of climatology. Climate of Central and South America. Elsevier, Amsterdam. v. 12.

11. Sweeney, F.C. and J.M. Hopkinson. 1975. Vegetative growth of nineteen tropical and subtropical pasture grasses and legumes in relation to temperature. *Tropical Grasslands* 9 (3): 209-217.
12. Whyte, R.O. 1964. The Grassland and fodder resources of India. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi.

PRODUÇÃO DE SEMENTE DE FORRAGEIRAS TROPICAIS NA ÁFRICA, COM REFERÊNCIA ESPECIAL AO KÊNIA

Jes G. Boonman*

RESUMO

Descreve-se o papel das pastagens cultivadas e da produção de sementes. Os conceitos tradicionais com relação aos problemas de produção de sementes de gramíneas são discutidos à luz de resultados experimentais. As gramíneas apresentam uma amplitude de muitas semanas em: a) data de floração entre plantas na mesma variedade; b) data de floração entre brotos na mesma planta; e c) floração entre espigas. Esta falta de sincronização é a principal causa da baixa produção de sementes. A produção de semente expressa em termos de sementes vivas puras (SVP) pode ser aumentada mediante a aplicação oportuna de fertilizantes nitrogenados que, com um espaçamento apropriado entre sulcos, conduz a uma maturação de maior quantidade de semente em menos tempo. As datas de colheita devem procurar recuperar o máximo de SVP que se consegue em data posterior à da produção máxima de espículas. As condições climáticas são, em grande parte, responsáveis pela grande flutuação de produção de SVP. O fitomelhoramento baseado na variação intravarietal tem proporcionado grandes aumentos em produção de sementes e forragem. Relata-se o impacto de novas recomendações e novas seleções na disponibilidade e nos preços da semente.

O PAPEL DAS PASTAGENS CULTIVADAS

A importância da produção de semente depende da extensão de sua utilização na formação de pastagens cultivadas. Apesar da simplicidade desta observação, ela explica porque se tem feito tão pouco com referência à produção de semente na maioria dos países em vias de desenvolvimento. Da mesma forma como é importante ter um maquinário comercial viável para que a semente chegue às mãos dos produtores, também é de capital importância o aspecto econômico das pastagens cultivadas. Quando chega o desenvolvimento e em áreas onde as alternativas são a utilização dos recursos exis-

tentes para pastejo ou a substituição completa ou parcial da vegetação existente, a extensão da prática da substituição depende, em grande parte, do valor atribuído ao enfoque ecológico em relação ao manejo das pastagens. Neste aspecto, podemos apreciar opiniões contrárias aplicadas em diferentes países, com climas e indústrias pecuárias semelhantes. Na África do Sul é dada maior ênfase ao manejo das pastagens nativas, ao passo que na Austrália, a política tem sido a de substituir a vegetação nativa por pastagens cultivadas de gramíneas e leguminosas adubadas, o que acarreta aumentos imediatos na produção animal. Obviamente, a segunda política é mais dispendiosa e mais arriscada, sendo propensa, em algumas épocas e locais, a baixos lucros com a produção animal, principalmente quando a indústria depende dos mercados externos.

* National Agricultural Research Station, Kitale, Kênia.

No leste da África, a produção de semente de forrageiras tem servido principalmente os sistemas de fazendas mixtas. Na Rodésia, como também nos países vizinhos, usa-se em larga escala o *Chloris gayana* Kunth. cv. Katambora, alternando-o com tabaco para controlar os nematódeos da raiz. Em Kênia e nas áreas ao sopé do Monte Kilimanjaro, a *C. hayana* cv. Tanzania e a *Setaria anceps* cv. Nandi são usadas, em geral, para fazer a rotação com o milho e o trigo. A Serere Agricultural Research Station, em Uganda, comprovou que a *C. gayana* e outras gramíneas são eficazes nas rotações com algodão. Estas pastagens dependem menos da produção animal ou rentabilidade da pecuária, já que são consideradas essenciais para manter a capacidade produtiva do solo nas áreas de terras cultiváveis das fazendas onde existe um número geralmente constante de gado.

Apesar do aumento do uso de adubos nos cultivos, ainda se necessitam pastagens temporárias para conservar a estrutura do solo e para controlar as invasoras nocivas nas áreas cultiváveis, aptas para a rotação. Existem trabalhos que demonstram o que se pode obter com a inclusão de pastagens temporárias, na conservação da estrutura do solo, na infiltração das águas de chuvas, na redução do efeito da enxurrada e no controle de ervas invasoras (J.G. Boonman & P.M. Ahn, University of Nairobi Bulletin, no prelo). É sugerido que estas pastagens contribuem à economia da nação "muito mais através do melhoramento do solo que através do rúmen". Esta reflexão se apoia no fato de que a produção-padrão da agricultura, geralmente, é melhor que a da pecuária.

CONCEITOS TRADICIONAIS SOBRE A PRODUÇÃO DE SEMENTE DE GRAMÍNEAS TROPICAIS

A história da produção de semente de gramíneas tropicais é bem recente. Começou mais ou menos no início do século, no sul da África e no leste da Austrália, e os pioneiros foram os fazendeiros, e as variedades que conseguiram cultivar foram prove-

nientes da flora local ou de introduções acidentais ou intencionais, muitas das quais continuam figurando, hoje, como as mais populares nesses países. A pesquisa sobre produção de sementes é, ainda, de origem mais recente. Os pesquisadores mostraram-se relutantes para entrar neste enigmático e obscuro campo, que não é uma ciência nem de gramíneas nem de cereais. Os trabalhos de pesquisa têm sido poucos e dispersos e, muitas vezes, fruto do primeiro e único esforço de jovens recém-formados. Para que a pesquisa sobre produção de semente seja relevante, necessita-se um longo contato com os acontecimentos diários, no campo. Não é um assunto para casas de vegetação pois a floração se deteriora facilmente. No entanto, é aconselhável ter simpatia e benevolência com os fazendeiros dedicados às pastagens, que se sentem obrigados a dedicar grande parte de seu tempo a resolver os problemas das sementes para apoiar seus programas de melhoramento de pastagens, mas que ficam frustrados pela inconsistência dos resultados. As produções de sementes são mais sensíveis que as produções de forragem a qualquer coisa que alguém faça e, em particular, aquelas erroneamente feitas.

Como conseqüência lógica da pouca pesquisa, ainda existem alguns conceitos e práticas que têm impedido o desenvolvimento da produção de semente e de pastagens cultivadas.

Acredita-se que as gramíneas tropicais são selvagens e não domesticáveis. Mesmo sendo isto verdadeiro, no sentido de que não se pode estabelecer claramente uma diferenciação entre as gramíneas cultivadas e selvagens, a mesma falta de domesticação se aplica às gramíneas temperadas, que apresentam muito menos problemas na produção de sementes.

As irregularidades meióticas e, particularmente, a apomixia, que estão amplamente difundidas nas gramíneas tropicais, são impedimentos nas boas produções de semente.

Esta opinião teve origem nos anos 50, na Índia e nas Américas, em alguns informes citológicos. Em geral, indica-se o *Digitaria decumbens* Stent. como exemplo de um híbrido interespecífico estéril. No entanto, seria falso afirmar que uma forma de reprodução apomítica leva, obrigatoriamente a uma produção baixa. O *Poa pratensis* L., gramínea apomítica obrigatória, alcança produções satisfatórias de sementes em zonas de climas temperados. As espécies *Melinis minutiflora* Beauv. e *Brachiaria ruziziensis* Germain & Evrard., que Bogdan (2) qualificou, tentativamente, de apomíticas em Kitale, não são piores que as espécies de fertilização cruzada na produção de semente.

Os desenvolvimentos vegetativo e generativo completos têm sido considerados como mutuamente exclusivos. Uma vez que as gramíneas eram escolhidas em razão de seu valor forrageiro, não se levava em consideração a baixa produção de semente. No entanto, existem evidências de que tal generalização não é correta. Dentro das espécies, as variedades que melhor produzem sementes são também as melhores forrageiras, e ao serem comparadas em estados fisiológicos similares, geralmente também são as que possuem o melhor valor nutritivo (21). No entanto, a nível de gênero e espécie, gramíneas forrageiras como o *Pennisetum purpureum* Schumacher e outras com grande capacidade de estabelecimento (por exemplo espécies cespitosas de *Cynodon* e *Digitaria*) raramente produzem inflorescência e muito menos sementes.

A produção de semente tem sido considerada erroneamente, ao se considerar apenas a produção de espiguetas, sem se levar em conta a viabilidade da semente. A viabilidade da semente, expressa em % de semente viva pura (SVP), é uma característica muito variável. A percentagem de SVP pode variar de 0% a mais de 80% em gramíneas boas produtoras de sementes, e o que parece ser uma boa produção pode ser inútil por falta de viabilidade. Ao ser semeada, a semente, proporcionará logicamente uma decepção. Geralmente existe ausência de correlação posi-

tiva entre a produção e a percentagem de SVP. Por exemplo, níveis altos de adubação nitrogenada aumentam a produção, mas diminuem a percentagem de SVP, ao passo que um aumento na largura das fileiras diminui a % de SVP tanto em *S. anceps* como em *C. gayana* (5, 6). As máximas "produções de espiguetas" são obtidas uma semana antes da produção máxima de SVP e duas semanas antes de alcançar a máxima % de SVP (8). Também foi verificada uma ausência de correlação ($r = 0,09$) em um trabalho de melhoramento entre a produção e a % de SVP numa população de *C. gayana* (10).

Os testes de pureza constituem um passo na direção correta, porém as sementes puras de gramíneas em Kitale podem variar, em % de germinação, entre menos de 20 a mais de 80, nas melhores gramíneas produtoras de sementes. Os problemas de dormência não constituem razão suficiente para abandonar os testes de germinação, já que seria bastante fácil determinar o momento em que a dormência está em seu ponto mínimo.

Em trabalhos de agronomia e fitomelhoramento, o interesse principal são as diferenças relativas para que possamos empregar procedimentos mais simples e rápidos que os testes-padrões oficiais de sementes. Em Kitale, todas as amostras de sementes para cultivo e melhoramento passam por testes de germinação, para que seja determinada a produção real de SVP, ou seja, o valor real da semente.

Os problemas com a produção de sementes levaram ao uso da alternativa da propagação vegetativa. Em muitos países se utilizam as espécies *Pennisetum*, *Cynodon* e *Digitaria* estabelecidas vegetativamente, pois não há sementes disponíveis dessas espécies. Isto se justifica se estas são realmente as melhores espécies disponíveis. Mecanizada ou não, a propagação vegetativa é mais custosa e problemática. A experiência de Kênia é que a propagação vegetativa traz ao pequeno produtor um pesado ônus de mão-de-obra, que poderia ser empregado com melhores resulta-

dos em outros cultivos que só requerem muita mão-de-obra em certas épocas. O trabalho de abrir covas, transportar e plantar necessita de 25 homens-dia por hectare. Espaçamentos maiores são mais convenientes, porém permitem uma maior concentração de invasoras, principalmente quando se transplantam inadvertidamente sementes de invasoras junto com as mudas da gramínea principal. A mortalidade das mudas pode ser elevada, a não ser que chova diariamente no período do estabelecimento. Talvez gramíneas boas produtoras de sementes, como, por exemplo, o *C. gayana*, proporcionem cobertura mais rápida do que as gramíneas estabelecidas vegetativamente. As gramíneas que são de fácil estabelecimento vegetativo são também as mais difíceis de eliminar nas pastagens temporárias para rotação de culturas. Contudo o risco de enfermidades é o principal ponto que requer cuidado, de acordo com a experiência com *B. decumbens* na região do Caribe. As gramíneas de propagação vegetativa, em geral, têm uma faixa genotípica muito estreita, geralmente um só clone. Em Kênia, tanto o *P. purpureum* como o *Cynodon* spp. vêm sofrendo fortes ataques de pragas e doenças. O *P. purpureum* é uma forrageira valiosíssima para a estação seca e atualmente um programa de seleção está sendo realizado para encontrar resistência contra a *Beniowskia sphaeroidea*, a *Khuskia oryzae* e outras doenças que ainda não foram identificadas (van Gastel, não publicado).

O argumento sempre ouvido é aquele segundo o qual o pequeno produtor não dispõe nem de numerário nem de mobilidade para adquirir a semente quando esta está disponível. No entanto, quando o agricultor colher a semente correta, pode perfeitamente utilizar uma parte dela para produzir semente. Nos projetos de estabelecimento de pequenas fazendas, perto das Montanhas de Cheragani, em Kênia, esta prática está se tornando cada dia mais popular e começou a surgir um modesto intercâmbio entre as fazendas da região. A semente produzida na própria fazenda poderá ser a solução também para os climas quentes e úmidos onde o período de vida da semente armazenada é

muito reduzido.

Na atividade de produção de semente existem as dificuldades em se fazer face ao crescente número de espécies e variedades que os especialistas em introdução de plantas e os melhoristas consideram promissoras. No entanto, somente as cifras não compensam a falta de conhecimento apropriado sobre as exigências para o crescimento e a faixa de adaptação, sendo necessárias estas informações antes que os especialistas de produção de sementes comecem a trabalhá-las. Apesar de que nos trópicos existem muitas espécies disponíveis, não existem espécies equivalentes ao *Lolium perenne* L. ou ao *Trifolium repens* L. dos climas temperados. Muitos especialistas em introdução estão se dedicando à busca de novos materiais diferentes dos hoje disponíveis. O "conceito de espécie" tem dominado as pesquisas de pastagens em muitos países, em detrimento de alternativas agrônômicas. Frequentemente, buscam-se espécies resistentes à seca, quando a alternativa lógica seria produzir feno dos excessos da produção. O preparo de feno é uma prática comum em Kênia.

Também é necessária a colaboração dos fisiologistas para responderem a pergunta básica de até que ponto, nossas gramíneas respondem à duração do dia. Os fatores incidentes são a duração do dia, ou uma combinação de duração do dia, temperatura e umidade. Também necessitamos mais informações sobre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, para uma melhor compreensão do processo de formação da semente.

ESTADO ATUAL DA PRODUÇÃO DE SEMENTES

Os esforços para produção de semente têm sido limitado aos países onde existem programas viáveis de melhoramento de pastagens. Até agora, África do Sul, Rodésia e Kênia são os únicos países da África que possuem uma indústria de semente de gramíneas suficientemente viável para permitir exportações de semente comercial. A presença de um excedente para a exporta-

ção, pode ser utilizada como critério para calcular a viabilidade das atividades em vários países. Zaire (1), Tanzânia (12), Nigéria (15), Uganda (Newhouse e Waterhouse, não publicado) e Etiópia (13, 14) têm tido altas e baixas nas atividades de produção de semente, de modo que raramente conseguem um resultado bastante eficiente para produzir efeito duradouro na comunidade agrícola. Os programas assistenciais elaborados para impor uma indústria de sementes a nível governamental são, também, precários. Vários exemplos têm demonstrado, no continente africano, que é mais fácil construir uma fábrica de sementes que aumentar a área cultivada destinada à produção de sementes.

A experiência em Kênia

Depois de uma série de esforços preliminares feitos pelas estações do governo, tudo começou a funcionar rapidamente quando os produtores de semente de gramíneas aliaram seus esforços e fundaram a "Kenya Seed Company" da Kênia, em Kitale, em 1956. Com um início modesto, em seguida, se converteu em um foco de atividades de pesquisa, extensão e comércio. As primeiras operações se fizeram com semente de gramíneas e trevo branco, mas, com o passar do tempo, continuaram com girassol, milho híbrido (hoje, o principal artigo), trigo e cevada. Todos estes cultivos tiveram um rápido desenvolvimento. Os fitomelhoristas do governo, os produtores de sementes e os comerciantes tinham já uma base comum. Esse trio de cooperação mútua forma a base de uma sólida indústria de sementes, que se propõe a chegar a sua meta fundamental: fornecer sementes de qualidade e das melhores variedades ao produtor. No início da década de 70, as autoridades competentes criaram uma lei sobre sementes, e começaram a regulamentar a transferência das variedades dos melhoristas oficiais aos produtores.

A Kenya Seed Company, na qual o governo do Kênia tem atualmente a maior participação, recebe a semente básica da National

Agricultural Research Station, a multiplica em sua própria fazenda e depois realiza convênios com uma dúzia de produtores de sementes para sua multiplicação seguinte até chegar ao nível de semente certificada. Presta-se uma rigorosa assistência ao agricultor. Este, por sua vez, deve assumir as responsabilidades de todos os custos de semente, dos trabalhos de campo, do transporte, da limpeza e empacotamento da semente, porém um preço previamente combinado e baseado no valor real e total da semente, isto é, baseado no % de SVP, determinado pela Official Seed Testing, de Nairobi, lhe é garantido. Processada a semente, esta é distribuída através da Kenya Seed Company, por meio dos canais comerciais normais que lidam com insumos agrícolas. Organizou-se um sistema para enviar a semente em pacotes pequenos, até as mais afastadas povoações. As sementes de gramínea são vendidas por cerca de US\$ 15 por kg de SVP. Para semear um hectare são necessários de 1 a 1,5 kg de SVP.

Variedades

As principais gramíneas cultivadas para semente são: *S. anceps* cv. Nandi e variedades de *C. gayana*, (Tabela 1). Não são mais produzidas sementes das leguminosas *T. repens* cv. Louisiana e *Trifolium semipilosum* Fresen. Graças ao interesse despertado novamente pelas leguminosas, na década de 1960, produziu-se, a nível comercial, a variedade *Desmodium uncinatum* (Jacq.) D.C., porém a procura da semente teve curta duração. Os únicos campos que ainda a estão produzindo são os por mim controlados na estação de Kitale. *D. uncinatum* dá resultados satisfatórios quando é semeado com gramíneas de corte pouco freqüente (19) ou com *P. purpureum* cortado ou pastejado e quando é sobressemeado nas pastagens nativas (18). Porém, *D. uncinatum* consorciado com *S. anceps* ou com *C. gayana* não resiste à pressão de pastejo que os produtores conseguem com a pastagem consorciada sob pastejo contínuo ou rotacionado. A procura de outras leguminosas continua mas teme-se que seja difícil conseguir uma leguminosa

que resista à pressão de pastejo a que são submetidas as pastagens temporárias nas fazendas mistas. Infelizmente, temos muito poucas leguminosas exóticas, aptas para uma naturalização em extensão apreciável.

O *C. gayana* é adaptado à áreas situadas desde o nível do mar até 2.500 m de altitude, e é também adaptado às áreas de precipitações mais baixas (750 mm). O *S. anceps* cv. Nandi cresce satisfatoriamente nas áreas bem drenadas, com uma altitude aproximada de 1.000 – 2.750 m. No Kênia, as melhores áreas com fazendas mistas estão entre 1.500 – 2.750 m de altitude, com uma precipitação acima de 1.000 mm e uma temperatura média anual de 22 a 15°C, respectivamente e com pequenas variações mensais. Acima de 2.500 m, as gramíneas de clima temperado como o *L. perene*, *Festuca arundinacea* Scheeb. e *Dactylis glomerata* L. substituem *C. gayana* e *S. anceps*. Aproximadamente 75% do Kênia está abaixo de 1.500 m e com exceção de uma faixa estreita na costa, recebe uma quantidade de chuvas insuficiente para manter a produção dos cultivos. Nestas áreas existem poucas pastagens cultivadas.

A pesquisa sobre pastagens foi iniciada em 1953, em Kitale, pois esta era considerada a mais representativa das áreas de alto potencial do país. Seguindo-se um trabalho anterior realizado por D.C. Edwards em Kabete, perto de Nairobi, R. Strange e A.V. Bogdan iniciaram em Kitale um programa de introdução de gramíneas e leguminosas, que excederia 4.000 introduções em 1965, ano em que Bogdan deixou Kitale. Foram introduzidos mais de 130 ecótipos de *C. gayana* e mais de 100 de *S. anceps* (2). A mesma quantidade de entradas foi realizada com o *Cynodon* e o *Cenchrus ciliaris* L., que foram menos eficientes. Este trabalho de introdução não foi uma completa inovação, apesar de ter produzido variedades muito valiosas (Tabela 1). Os produtores que exploraram esse terreno muitos anos antes, introduziram material da África do Sul ou coletaram sementes de pastagens naturais de *C. gayana* e as levaram para suas fazendas, onde foram multiplicadas. Provavelmente o *C. gayana* cv. "Nzoia" e *M. minutiflora* cv. Kitale foram introduzidas da África do Sul (Bogdan, comunicado pessoal). Com o correr

TABELA 1. Características das principais variedades de Kitale

	Seqüência de emergência da espiga *	Produção de SVP por safra	Produção de semente certificada **						
			1965	1967	1969	1971	1973	1975	1977
	semanas	kg/ha	ha						
<i>S. sphacelata</i> cv. Nandi	3	30	180	260	240	310	40	260	90
<i>C. gayana</i> cv. Mbarara	2	44	190	220	170	490	230	180	460
<i>C. gayana</i> cv. Elmba		90						10	40
<i>C. gayana</i> cv. Masaba	4–5	40	50	50	110	160	30	310	520
<i>C. gayana</i> cv Boma	3–4	50						20	190
<i>C. gayana</i> cv. Pokot	6	24	5	50	470	530	50	160	0
<i>P. coloratum</i> cv. Solai	1	52	40	40	90	140	20	0	5
<i>P. maximum</i> cv. Makueni	1	25	5	5	15	15	20	1	1
<i>B. ruziziensis</i>	9	23	5	5	5	5	20	40	20
Produção de semente de qualidade-padrão*** (kg/ha) **			75	64	77	91	102	95	101

* Segundo Boonman e van Wijk H, 1973.

** Dados fornecidos pela Kenia Seed Company e Kenia Inspection Service for Seeds

*** 25-30% de SVP.

dos anos, essas duas variedades desenvolvem sérias doenças nas folhas, talvez devido à origem estrangeira. Ao contrário da Austrália e da América do Sul, não temos informação de outras gramíneas que tenham sido introduzidas em outros países, ou que tenham sido naturalizadas antes de serem ativamente cultivadas. De qualquer forma, não se poderia antecipar que este é um centro de diversidade genética; porém, Kênia, também, possui exemplos de leguminosas exóticas naturalizadas em extensão apreciável.

A Tabela 1 mostra que as variedades de *C. gayana*, que formam espigas tardiamente, estão dando lugar às precoces. Se os demais fatores permanecem constantes, as variedades precoces tendem a ser mais populares, e, por sua maior capacidade de produzir sementes, são também mais econômicas. Hoje, pode-se dizer, também, que a antiga *C. gayana* cv. Pokot tem menos persistência e não possui a tolerância à seca como se acreditava.

Métodos de produção de sementes

Até 1975, toda a semente de gramíneas era produzida na área de Kitale, nas proximidades da "Kenya Seed Company". Muitos dos latifúndios em Kitale tem-se dividido em unidades menores, tornando-se mais difícil a produção de semente, e resultando na mudança de alguns campos de produção para a área de Nakura, situada a meio caminho entre Kitale e Nairobi. Tanto a área de Kitale com a de Nakura têm estações de cultivo prolongadas que vão de abril até novembro e recebem de 1.000 — 2.000 mm de precipitação bem distribuída. As temperaturas médias anuais são de 17,5 — 18,0°C.

A semeadura é feita em fileiras de 90 cm, que é a largura do sulco normal para os implementos usados no cultivo do milho, porém seria preferível em fileiras de 30 a 60 cm (Tabela 2). A taxa-padrão de semeio é de 1 kg de semente viva pura (SVP) por hectare. O fertilizante fosfatado é aplicado em

mistura com a semente, no momento da semeadura, a uma taxa de 50 kg de P_2O_5 por hectare.

A melhor época para o semeio é quando começam as chuvas, quando o solo está ainda quente e com boa estrutura; no entanto, a maioria dos produtores espera até depois da colheita do milho. O melhor terreno para receber a semente é aquele recentemente gradeado e nivelado.

Dependendo da espécie cultivada, as ervas invasoras dicotiledôneas são controladas com 2,4-D e MCPA, enquanto que as gramíneas anuais não deveriam apresentar maiores problemas em terreno submetido a rotação apropriada. Em geral, em áreas onde as gramíneas anuais são problema, não se consegue uma colheita de semente no ano do estabelecimento. Em circunstâncias normais, no entanto, a primeira colheita de semente é feita em setembro — outubro, cinco ou seis meses depois do plantio. Pode-se obter uma segunda e, em solos bons, uma terceira colheita, em dezembro e fevereiro, respectivamente.

A colheita é feita manualmente, com foices, o que independe de bom tempo. Para as operações de corte, enfardamento e amontoamento no campo, são necessários, com trabalhadores experientes, de 15 a 20 homens/dia por hectare. Trabalhadores experientes podem cortar e amontoar até 0,20 ha/dia/homem. Mesmo com uma capacidade menor de trabalho, a colheita manual custa menos da metade da colheita mecanizada feita com segadeira, quando fosse possível em boas condições do clima. Amontoar a semente é uma prática importante, pois permite o amadurecimento da semente verde. Até agora, as colheitas feitas com segadeira têm proporcionado sementes de qualidade inferior.

A primeira adubação nitrogenada, é feita em abril, após a estação seca (Tabela 2). A colheita é em junho — julho. Quando se faz um segundo corte da gramínea, faz-se uma segunda aplicação, proporcionando,

TABELA 2. Recomendações tradicionais vs. recomendações baseadas em pesquisas para produção de sementes de gramíneas

Prática	Tradicional	Baseada em pesquisas	Aumento de produção de SVP
Época de semeadura	Após semeadura e cultivo do milho	Início das chuvas	variável
Quantidade de semente	1-1,5 kg de SVP	Igual	—
Superfosfato	50 kg/ha de P ₂ O ₅ na fileira 50 kg/ha de P ₂ O ₅ em cobertura	Igual Nenhuma	— —
Cultivo entre fileiras/ subsolação	Sim	Não	—
Controle químico das invasoras	1 litro 2,4-D/1,5-2/ litros MCPA	Igual	—
Largura das fileiras	90 cm (espaçamento com imple- mento-padrão)	30-60 cm	30% (S. <i>anceps</i>)
Adubação nitrogenada	50-60 kg/ha de N	100 kg/ha de N	50-100%
Época de aplicação do N	Após semeadura e cultivo do milho	Início das chuvas	100%
Época de colheita da semente	Na primeira queda de sementes	Quando alcançar 30% de queda*	50%

* % relativa das espiguetas presentes na época da colheita.

assim, uma segunda colheita para o final do ano. Muitos produtores preferem eliminar a segunda colheita de semente e utilizar a forragem para feno. De todo modo, a maioria deles realiza muito tarde a primeira aplicação de fertilizante e, assim, não sobra tempo para uma segunda colheita.

Esta mesma seqüência pode ser repetida durante vários anos, sem que se verifique um decréscimo na produção ou uma necessidade crescente de fertilização. As pastagens de *C. gayana* tendem a perder seu vigor nos solos mais pobres, após quatro anos, e permitem o aparecimento de invasoras; no entanto, os campos de *S. anceps* podem se manter produtivos por um espaço de tempo muito mais longo. O feno é um subproduto considerado de altíssimo valor no sistema de produção de semente.

FATORES QUE AFETAM A PRODUÇÃO DE SEMENTE DE GRAMÍNEAS TROPICAIS

Baixas produções de semente

O conjunto de propriedades associadas a baixos rendimentos de semente em gramíneas tropicais, pode ser agrupado sob dois títulos principais: a) baixo número de inflorescências (espigas) e baixo peso das espiguetas por inflorescência (baixo índice de colheita); b) baixa eficiência da inflorescência e espiguetas disponíveis.

As gramíneas tropicais possuem um baixo índice de colheita (relação entre a produção de semente e a produção de MS da forragem na colheita). Os cultivos de semente de gramíneas de Kitalé raramente mostram mais de

350 espigas por m². As produções de espiguetas de *S. anceps* cv. Nandi e *C. gayana*, raramente excedem a 150 kg/ha, enquanto que as produções de MS de modo geral ultrapassam 7.500 kg/ha no momento da colheita, proporcionando, deste modo, um índice de colheita de menos de 2%. Quando se consideram somente as sementes viáveis, este índice se reduz a 0,5 – 1,0%. No entanto, em gramíneas de clima temperado, o índice geralmente sobe a mais de 20% e, nos cereais já bastante melhorados, acima de 50%.

Isto demonstra que o potencial produtivo de semente das variedades atuais de gramíneas tropicais, determinado pelo número de espigas e pelo peso das espiguetas é bastante baixo. Este reduzido número de espigas e o baixo peso das espiguetas estabelecer o limite superior do potencial produtivo e semente das variedades disponíveis.

A situação piora ainda com a baixa eficiência das espiguetas disponíveis. Essa baixa eficiência se deve, principalmente a: a) espigamento prolongado entre plantas dentro da mesma variedade (ver mais adiante, sob o título "fitomelhoramento"); b) emergência prolongada de espigas na mesma planta, que perdura por vários meses (Fig. 1); c) florescimento prolongado dentro de espigas, continuando por várias semanas (Fig. 1); d) redução no florescimento e na sementação em espigas de emergência tardia (Fig. 1).

Em gramíneas tropicais, não somente a emissão de brotações mas também o espigamento são processos lentos (Fig. 1). Os efeitos da duração do dia, que nas gramíneas temperadas faz com que os brotos de diferentes idades se alonguem e amadureçam em poucos dias, não estão presentes nas regiões equatoriais e, além das latitudes dos dois trópicos, os efeitos da duração do dia não estão bem determinados; exceto em umas poucas gramíneas (17), estes efeitos podem ser confundidos com os de temperatura e umidade.

Por conseguinte, a maturação da semente

não é sincronizada, e isso se agrava com a queda das sementes demasiadamente maduras. Em qualquer época da colheita, somente

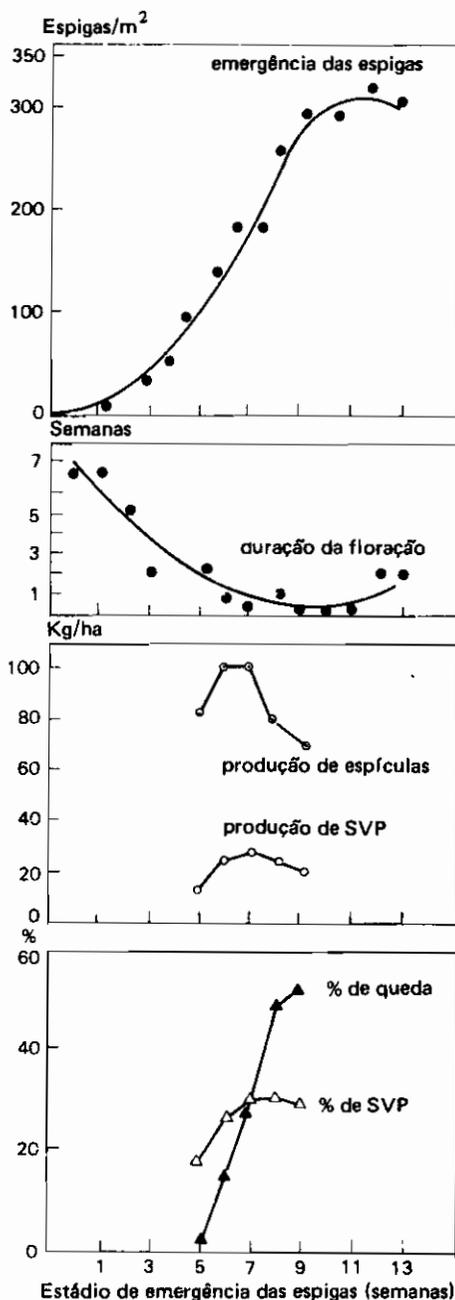


Figura 1. Características do cultivo de sementes (4, 8).

uma pequena fração das espigas estão potencialmente maduras, estando as restantes maduras demais ou ainda verdes, se é que todas emergiram. Isso causa os baixos rendimentos de sementes colhidas. Em segundo lugar, as sementes das espigas colhidas têm uma faixa de sub a supermaturação. E, em terceiro lugar, a floração e a sementação decrescem progressivamente nas espigas de emergência tardia, porém as espiguetas não fertilizadas amadurecem, murcham e caem, mesmo depois de uma semana ou mais do aparecimento da espiga. Esta mistura de espiguetas vazias e imaturas é responsável pela % de SVP nas já baixas produções obtidas.

Outros investigadores atribuíram à queda da semente ou à baixa recuperação das mesmas o baixo rendimento na produção de sementes. Tem sido sugerido que um trabalho de fitomelhoramento para maior retenção da semente solucionaria o problema de rendimento de sementes. Como chamamos a atenção anteriormente, a queda da semente é no entanto, um problema secundário que depende principalmente de uma má sincronização e da sementação. Além disso, um teste de pureza e germinação com semente colhida do chão mostraria que a maior parte desta semente é de baixo ou nenhum valor. O teste de germinação é a melhor maneira de se fazer uma avaliação do valor do que foi perdido e do que ficou retido. De maneira similar, uma contagem de espiguetas para avaliar a sementação em uma inflorescência não é completa sem esse teste.

Maneiras de aumentar a produção de semente

De acordo com o exposto anteriormente sobre a baixa produção de semente, concluímos que as produções de sementes podem ser aumentadas com uma das seguintes sugestões — ou com ambas —: a) aumentar o sistema reprodutivo, aumentando o número de espigas e sementação por espiga. Como a produção de semente é mais sensível às técnicas de cultivo que a produção de forragem, o índice de colheita também aumentará; b)

aumentar a eficiência de um cultivo de semente já existente.

Época da colheita

O rendimento de um cultivo de semente pode ser aumentado com a escolha acertada da data da colheita. Estudos realizados em Kitale em 1968—1971 demonstram que, em geral, as melhores produções de SVP se apresentam quando a queda das espiguetas é aproximadamente de 30%, ainda umas quatro semanas antes que se obtenha um número máximo de espigas (8). Ambos os limites parecem um pouco surpreendentes, pois a tendência natural seria colher ao primeiro sinal de queda da semente e, pelo menos teoricamente, seria apropriado esperar que todas as espigas amadurecessem. Logicamente, ao se atrasar a colheita, a queda de sementes aumenta substancialmente e as perdas podem ser compensadas pelo amadurecimento das sementes verdes. Esta complicação pode ser evitada determinando-se a percentagem de queda e colhendo-se espigas ao acaso, independentemente de seu estágio de amadurecimento. Desta forma, grande parte das sementes que caem constituem baixa % de SVP. A época ótima para a colheita é, normalmente de seis a sete semanas após a emergência das primeiras espigas (10 espigas completamente emersas por m²) e, geralmente, logo após a emergência máxima, ou seja, o momento em que emerge a maior quantidade de espigas por unidade de tempo. No entanto, pode ser que estas espigas sejam já muito tardias para sementação eficiente. As espigas precoces — talvez não as mais precoces, que, em geral, são relativamente curtas (5, 6) — são poucas, porém eficientes. Em seguida, o número de espigas cresce rapidamente, mas a sementação é reduzida progressivamente até o momento em que as espigas mais jovens não produzem mais semente.

Por tradição, os produtores costumam colher ao primeiro sinal de queda. Estima-se que esse proceder se traduz em perdas, que oscilam entre 20 a 50% na produção de SVP.

As técnicas de colheita podem ser melhoradas, por exemplo, por meio de tratamentos térmicos da semente trilhada (Hopkinson, comunicado pessoal).

Nitrogênio e densidade de população

Uma vez estabelecido como deve ser colhido o material disponível, tornou-se necessário encontrar meios de aumentar o sistema reprodutivo, ou seja, o número de espigas e o número de sementes por espiga, para aumentar assim a produção total. Atenção especial foi dada para verificar se seria possível fazer emergir um maior número de espigas em menor espaço de tempo, concentrando, por conseguinte, o processo de floração e maturação. Ao mesmo tempo, o número total de espigas seria aumentado.

Verificou-se que, com *S. anceps* (6) isso era possível, manipulando-se a densidade de brotações e a fertilização nitrogenada. A densidade de brotos deveria ser tal, que permitisse a emergência de um grande número de espigas em um curto espaço de tempo, suprimindo-se, assim, o desenvolvimento de brotos tardios. Para isso é necessário N adicional, pois muitos brotos se formam inicialmente, e uma grande proporção dos mesmos deverão formar espigas (Tabela 2). Por tradição, nas produções de sementes de Kênia, as fileiras tinham largura de 90 cm, um tanto excessiva para gramíneas cespitosas como *S. anceps*. A penetração de luz estimula brotos tardios, e os brotos tendem a se adensar dentro da fileira. As fileiras muito largas também apresentam problemas para o controle ecológico das invasoras e plântulas espontâneas, para o corte mecânico, para remoção de feno e para a recuperação depois da queima. Apesar de tudo, a presença de um clima favorável e a adubação nitrogenada foram as principais razões para se utilizarem fileiras mais estreitas.

A Figura 2 mostra a resposta do número de espigas ao N e aos diversos espaçamentos (L). No nível N_0 , a emergência de espigas (EE) é observada ao mesmo tempo que o ní-

vel mais elevado de N, mas não se observam aumentos no número, com o tempo. Com níveis mais altos de N, o número de espigas foi menor ao nível de $N_{130}L_{90}$. O N adicional não produziu efeito algum ao nível de L_{90} , mas foi observado um marcante efeito ao nível de L_{30} . No nível mais alto de N, a quantidade de espigas quase dobrou de L_{90} a L_{30} . Ademais, a EE foi um tanto retardada, devido à largura da fileira. Portanto, a emergência da espiga é um pouco tardia, porém aumenta mais rapidamente a um nível mais alto em fileiras mais estreitas. A concentração de espigas emergentes se refletiu também na produção de SVP, após sete colheitas consecutivas (Fig. 3).

Com baixos níveis de N, foram obtidas produções satisfatórias de SVP, com L_{90} . No entanto, as melhores produções de SVP foram em L_{30} , com altos níveis de N. Assim, com fileiras mais estreitas, é necessário mais N, enquanto que em fileiras mais largas é obtida pequena resposta ao N adicional. Essa interação é importante para se determinar uma combinação ótima entre a largura das fileiras e o nível de N à luz dos preços vigentes da semente e do adubo: aos preços atuais, 1 kg de SVP paga 10 kg de N.

De todas as variáveis que afetam a produção de semente, o N e as condições climáticas são as mais importantes. Sem o N, só se pode colher semente de forma econômica, se o solo possuir quantidades adequadas de N. Nos anos subsequentes, as produções de SVP diminuem rapidamente a 1 — 2 kg no caso de *S. anceps* cv. Nandi e a 5 — 6 kg com *C. gayana* (5, 6). Com a aplicação de 100 kg/ha de N pode-se aumentar em sete vezes esse rendimento.

Os níveis de N acima de 100 kg/ha tendem a reduzir a produção de SVP em quase todas as épocas; entretanto, podem ser eficientes nos anos em que as condições de crescimento são favoráveis. O efeito do nível elevado de N è, às vezes, de reduzir tanto a % de pureza como a % de germinação

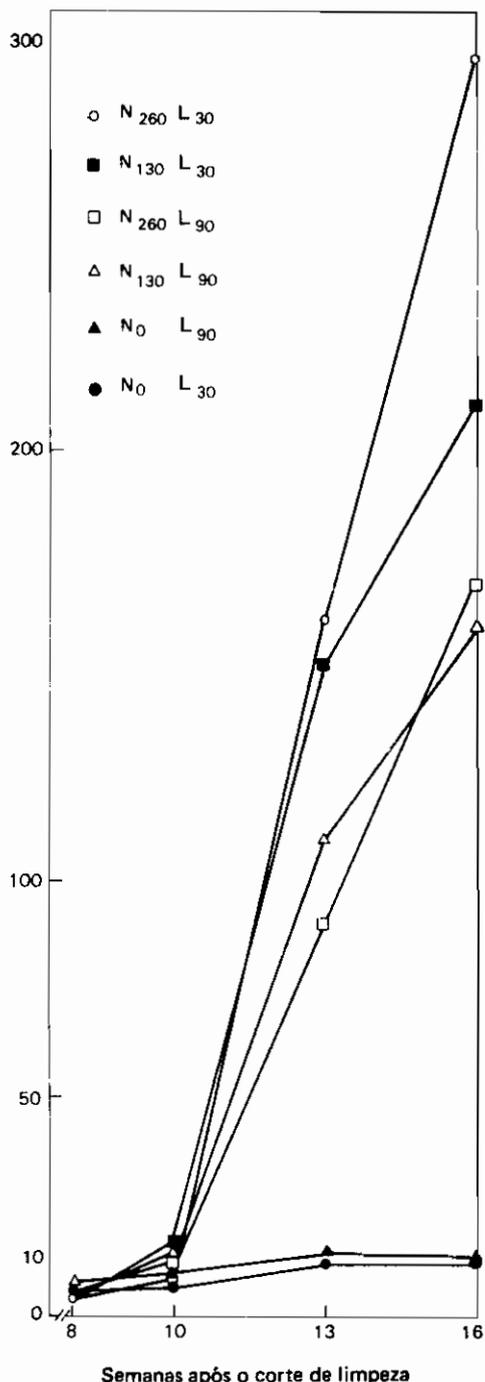
Espigas/m²

Figura 2. Números de espigas com diferentes níveis de N e larguras das fileiras (L).

Produção de SVP (kg/ha)

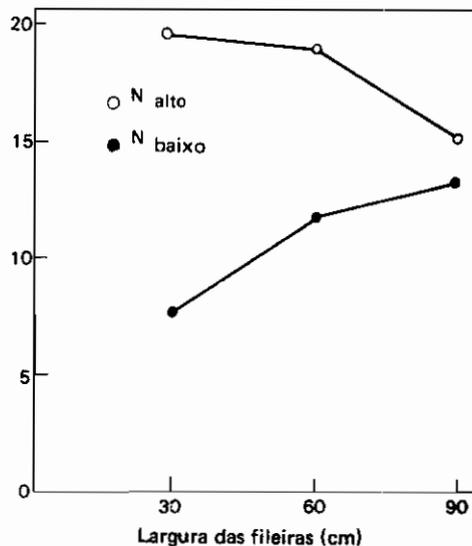


Figura 3. Influência do N na produção de SVP de *S. anceps* cv. Nandi em fileiras de diferentes larguras. Média de 7 colheitas (5).

que, surpreendentemente, são independentes do grau de acamamento. O N aumenta o comprimento da espiga (em até um terço) que, assim, parece ter uma floração mais prolongada. Para sustentar esta afirmação, devemos aceitar o fato de que, sob altas densidades de brotações, as espigas são menores, porém com uma produção de sementes com mais alta % de SVP (5).

Com exceção de um pouco de N aplicado no plantio misturado com a semente e com o adubo fosfatado, não são necessárias outras aplicações durante o cultivo. Os cultivos de primeiro ano se desenvolvem satisfatoriamente sem aplicações de N e, como regra geral, alcançam boas produções. Conseqüentemente, é muito importante conseguir um bom estabelecimento quando o terreno é cultivado pela primeira vez.

Nos anos seguintes, parece que todos os cultivos de semente de gramínea necessitam a aplicação de fertilizante nitrogenado de uma só vez. As aplicações posteriores somente servem para fazer emergir as espigas tardias e ineficientes, tornando-se aplicações

perdidas. Em um experimento sobre aplicação fracionada, $N_{68/0}$ rendeu mais que $N_{34/34}$ e que $N_{68/68}$ (7). É também essencial realizar um corte de limpeza e a aplicação de adubo no final da época seca, antes que cheguem as chuvas, quando o terreno está ainda quente e com boa estrutura. Tem-se repetido, constantemente, que um atraso de seis semanas na aplicação do N reduz a produção de SVP em mais de 60%, até níveis próximos de N_0 , mesmo que tal não se possa notar na aparência do cultivo. O crescimento do pasto e o número de espigas se reduz muito pouco, mas o componente principal da produção de semente que mais decresce com a aplicação tardia de N é a sementação por espiga.

Condições climáticas

A produção de semente e, em consequência, o rendimento de SVP, são afetados pelas condições climáticas, especialmente a precipitação pluviométrica. *C. gayana* cresce satisfatoriamente em climas secos e moderados e, se a formação e maturação de espigas ocorre nos meses particularmente úmidos, apresenta reduções na produção de SVP. Ao contrário, *S. anceps* necessita climas úmidos, com chuvas bem distribuídas. Nas épocas desfavoráveis, com períodos intermitentes de seca, as produções de SVP podem chegar a menos de 5 kg/ha, ao passo que nos climas favoráveis, as produções podem exceder a 70 kg/ha de SVP (8). Podemos ressaltar, novamente, que nada se pode prever, somente pelo aspecto da colheita, mesmo estando presentes todos os sinais normais de um bom crescimento — tanto para a quantidade de folhagem como para o número de espigas — quando, de fato, as produções de SVP vão ser muito baixas pela pequena produção de sementes. Aconselha-se aos produtores que inspecionem constantemente o cultivo de sementes, para observar presença de cariopses e também para dar outra orientação ao cultivo quando for observada uma baixa quantidade de sementes.

Outros fatores agronômicos

Têm sido estudados outros aspectos, como o da taxa de semeio, adubação fosfatada, cultivo entre fileiras, controle químico das invasoras, e queima; porém nenhum parece oferecer muito campo de ação para realizar melhoramentos radicais similares aos fatores citados anteriormente. A taxa de semeio e o fosfato produzem algum efeito unicamente no estabelecimento do cultivo (5, 6). Os cultivos entre as fileiras e o subsolamento, práticas que se realizavam no passado, são consideradas agora inúteis, e portanto, estão abandonadas, atualmente, porque são prejudiciais para a estrutura do solo e para o sistema radicular.

A constante pesquisa de herbicidas de amplo espectro e com melhor seletividade para as plântulas tem dado como resultado o descobrimento de vários produtos químicos, tais como o ioxinil/bromoxinil, bentazon e bromofenoxim, que são efetivos contra invasoras de folha larga. O bentazon também elimina o *Cyperus rigidifolius*. A terbutrina e o metabenzothiazuron deram bons resultados com as invasoras anuais *Digitaria velutina* e *Eleusine indica*. O Endothal e o Chlortoluron demonstraram certo controle sobre a variedade anual *S. anceps* (20). No entanto, os preços destes novos produtos químicos são muito elevados, em comparação com 2,4-D e MCPA.

Os ensaios de queima, têm geralmente mostrado resultados negativos. A queima propicia uma rápida invasão das gramíneas invasoras rizomatosas (*Digitaria scalarum*) e pode enfraquecer consideravelmente o rebrote do cultivo. A queima se pratica nas regiões temperadas, para reduzir o adensamento dos brotos. Nos cultivos em estudo, há pouco adensamento de brotos, já que, em sua maioria, se formam depois da estação seca.

Impacto das práticas recomendadas

A Tabela 2 apresenta um resumo das práticas culturais tradicionais e as baseadas em pesquisa junto com os aumentos da produ-

ção antecipada de SVP. A Kenya Seed Company e seus produtores puseram em prática, rapidamente, todas as novas recomendações. O limitado número de produtores de semente e a orientação dada aos mesmos impulsionaram as mudanças. O resultado imediato obtido foi que o déficit crônico de sementes dos anos 60 se transformou num superávit para exportação nos anos 70. Outro ponto importante a favor foi que os preços da semente não sofreram aumentos senão de 20% desde o ano 1965. O amplo fornecimento de semente também animou a Kenya Seed Company a introduzir pacotes de sementes de 1 kg para os pequenos fazendeiros. Um pacote destes é suficiente para semear 1/4 ha. Anteriormente, em fins dos anos 60, este mesmo sistema já tinha sido empregado com bastante êxito com sementes de milho híbrido, numa vasta e enérgica campanha com vistas a maximizar o rendimento através de práticas culturais adequadas. Assim sendo, rapidamente se revolucionou em pequena escala o cultivo do milho. Isto prova que o agricultor aceita as inovações, quando é possível demonstrar-lhe que elas lhe trazem vantagens. As sementes trazem mudanças.

FITOMELHORAMENTO

Como foi assinalado anteriormente, as variedades de gramíneas apresentam ampla faixa de maturação de espigas entre plantas. Isto tem sido observado nas variedades de *C. gayana*, *S. anceps*, *Panicum coloratum* L. e *B. ruziziensis*. Mesmo esta última, que se acredita ter uma reprodução apomítica, mostra uma marcante flutuação na época de maturação.

Nas variedades comerciais de *C. gayana* — Mbarara, Masaba e Pokot — foi observado um espaço de seis semanas entre os primeiros, 5% e os últimos 5% das plantas que espigaram dentro de cada variedade (9). Como resultado desta variação, era normal encontrar uma queda quase completa de sementes nas plantas de espigamento precoce, enquanto outras estavam apenas começando a espigar. Não é necessário explicar aqui que esta falta de sincronização na época de matura-

ção é uma das razões principais da baixa produção de semente e também conduz à instabilidade da variedade e a mudanças entre as gerações de multiplicação de sementes. A variação é de distribuição normal e não o resultado de uma mistura mas sim das próprias forças da evolução.

Posteriormente, foi observado que as mesmas plantas também apresentavam uma ampla faixa de vigor. O interessante é que o vigor e a época de amadurecimento eram estreitamente correlacionados. As plantas vigorosas eram principalmente aquelas que apresentavam um espigamento precoce, e vice-versa. Uma bem limitada quantidade de plantas com espigamento tardio eram vigorosas (Fig. 4). O mesmo já tinha sido observado em *S. anceps* (11).

Outro ponto interessante é que as plantas individuais variavam expressivamente em produção de SVP e de forragem, em digestibilidade "in vitro", em tolerância à seca e em persistência da pastagem (9). Isto pareceu oferecer um campo para fitomelhoramento; entretanto, surgiu uma particularida-

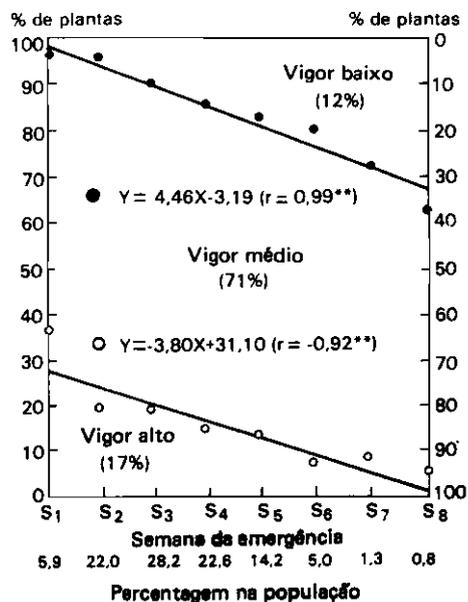


Figura 4. Relação entre a data de emergência das espigas e o vigor em plantas de *C. gayana*.

de quando se descobriu que esta variação era secundária, pois ela dependia, em grande parte, da variação primária da data de lançamento da espiga. As plantas que lançaram as espigas primeiro foram as que obtiveram altas produções de semente, alta digestibilidade, maior tolerância à seca, e persistência. As plantas que espigaram tardiamente mostravam diminuição progressiva destas características.

O procedimento seguinte foi o de classificar as plantas promissoras de acordo com sua classe de maturação e depois submetê-las a outra seleção. A finalidade principal era selecionar, para produção de SVP. A seleção para características forrageiras ocupava um segundo plano, pois considerava-se que a gramínea já se tinha beneficiado extensivamente, durante milhares de anos, através da seleção natural produzida pela forte pressão do pastejo nas zonas de savanas da África Meridional. No entanto, grandes esforços têm sido desenvolvidos para melhorar estas características junto com a produção de semente. Contrariando as crenças tradicionais de que os melhoramentos vegetativos e generativos são mutuamente exclusivos, verificouse que, sempre que se tomem as precauções apropriadas, os melhoramentos podem ser realizados simultaneamente.

Não importa quão promissora pareça a variabilidade; somente os ensaios de variedades podem provar as virtudes das plantas matrizes nos procedimentos de seleção. A Tabela 3 mostra um resumo das experiências realizadas em Kitale, de 1974 a 1976.

"Mbarara-Early", a primeira seleção desenvolvida de Mbarara, foi a melhor e com a qual se obtiveram as melhores e mais elevadas respostas. Posteriormente, essa seleção foi posta em circulação com o nome de "Elmba": 127% de aumento na produção de SVP; 75% de aumento na produção de MS, três meses após a semeadura (vigor da plântula); 11% de aumento na produção total de MS; 17% de aumento na produção de MS em sistema de corte (persistência da pastagem).

As seleções desenvolvem entre si uma faixa muito mais ampla, na data de espigamento (de 6,5 semanas) do que se nota, nas variedades comuns, que é de 3,1 semanas (Tabela 3). As seleções de espigamento tardio excedem as plantas-padrões na produção de MS; porém, suas produções de SVP são menores.

O trabalho de melhoramento se concentra, atualmente, no espigamento precoce, tanto nas espécies-padrão de espigamento precoce, como nas de espigamento tardio. As variedades de espigamento tardio geralmente são inferiores, exceto em sistemas de pastejo onde se requer muita flexibilidade no manejo do pastejo. Entretanto, na maioria das fazendas mistas onde se realizam rotações de cultivos, o pastejo excessivo é sério e somente as seleções de espigamento precoce conseguem suportá-lo.

Como as variedades originais já eram populares, os agricultores estão se acostumando facilmente às seleções novas. As disponíveis, hoje, em quantidades comerciais, são:

Seleção	Variedade original
Elmba	<i>C. gayana</i> var. Mbarara
Boma	<i>C. gayana</i> var. Masaba
Nasiwa	<i>S. anceps</i> var. Nandi

PRODUÇÃO DE SEMENTE DE *DESMODIUM*

Quando aspectos como a produção de semente são discutidos, é melhor tratar as leguminosas separadamente.

Na NARS, em Kitale, a única leguminosa que tem um modesto número de hectares para produção de sementes é *D. uncinatum*, o que reflete a pouca demanda de semente de leguminosas. A semente é vendida a US\$8 por kg, aproximadamente.

Seu estabelecimento é mais lento que o das gramíneas e os problemas de controle de invasoras são mais graves. Os resultados com os herbicidas de pré-emergência, foram decepcionantes. As aplicações de 2,4-D, MCPA,

TABELA 3. Comparação de seleções e variedades-padrão de *C. geyana*.

Variedade original	Seleção/ variedade padrão	Seqüência de emergência da espiga *	Produção	Produção	Produção de MS,
			de SVP 1974-1976*	de MS 1974-1976**	três meses após a semeadura
		semanas	kg/ha		
Mbara	Precoce	1,9	67	2.900	2.500
	Média	2,9	48	3.000	2.200
	Tardia	4,2	36	2.800	2.000
	Muito tardia	5,5	28	2.800	1.700
	Padrão	4,1	29	2.600	1.400
Masaba	Precoce	4,0	37	2.700	2.100
	Média	4,4	35	2.900	2.800
	Tardia	5,7	27	2.600	1.600
	Muito tardia	6,2	17	2.800	3.000
	Padrão	4,9	29	2.600	1.900
Pokot	Precoce	6,8	13	2.900	1.700
	Média	6,9	9	2.700	1.700
	Tardia	8,1	7	2.800	2.300
	Muito tardia	8,4	5	2.600	1.500
	Padrão	7,2	8	2.400	1.400
Fonte de variação					
Variedades		xx	xx	xx	x
Colheitas		xx	xx	xx	—
Variedades X colheitas		xx	xx	NS	—
DMS _{0,05}		0,5	7	200	900

* Média de três colheitas

** Média de nove colheitas

x,xx Significante nos níveis de 0,05 e 0,01, respectivamente.

NS não significante

DMS diferença mínima significativa.

bentazon e nitrofen após a germinação tiveram um efeito seletivo, porém, o melhor controle foi obtido com bentazon e 2,4-D. Se aplicado quando o *D. uncinatum* está ainda pequeno, o 2,4-D é tanto seletivo como efetivo (20). Também têm sido obtidos resultados satisfatórios juntando-se 1,6 kg de simazina a 0,7 litros de 2,4-D amina por hectare.

Diferentemente das gramíneas, os problemas de controle de ervas invasoras con-

tinuam graves nos anos subseqüentes. Tanto as invasoras de folha larga como as perenes (*D. scalarum*) invadem e se espalham rapidamente nos campos semeados. Em Kitale, utilizam-se misturas de dalapon (5 kg/ha), simazina e 2,4-D (1,6 kg e 0,7 litros, respectivamente) durante o mês de abril, quando o *D. uncinatum* está apenas começando a rebrotar, após a chegada das chuvas. Isto produz um controle completo; mas, se a aplicação foi tardia, causa danos em *D. uncinatum*.

A floração começa em agosto e se prolonga até o início da estação seca. As lagartas atacam fortemente as vagens, de modo que é necessária a fumigação, a partir de princípios de setembro.

A colheita, em geral, se realiza em dezembro e janeiro. A colheita manual é a mais barata, mas sua prática é pouco popular, pelas dificuldades que representa o fato de se ter que caminhar entre as trepadeiras com suas

vagens que se agarram facilmente na roupa. A colheita com uma potente máquina combinada em campos parcialmente secos dá melhor rendimento. O corte e a formação de fileiras antes de passar a trilhadeira adiantam bem pouco o trabalho e, concretamente, verificou-se que retarda o movimento da máquina. Tampouco deu resultado vantajoso o secamento da plantaçao com "diquat", e pensou-se que, talvez, as vagens embaraçadas entre as folhas poderiam cair ao chão.

LITERATURA CITADA

1. Behaeghe, T. et R. Blouard. Amélioration des semences et sélection des plantes prairiales au Congo, au Rwanda et au Burundi. Kinshasa, Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo. Bulletin Informatif 6: 307-338.
2. Bogdan, A.V. 1959. The selection of tropical ley grasses in Kenya: general considerations and methods. East African Agricultural Journal 28: 206-217.
3. _____. 1960. Climate and grass breeding in Kenya. p. 340-342. In Proceedings VIII International Grasslands Congress.
4. Boonman, J.G. 1971a. Experimental studies on seed production of tropical grasses in Kenya. I. General introduction and analysis of problems. Netherlands Journal of Agricultural Science 19: 23-36.
5. _____. 1972a. Experimental studies on seed production of tropical grasses in Kenya. III. The effect of nitrogen and row width on seed crops of *Setaria sphacelata* cv. Nandi. Netherlands Journal of Agricultural Science 20: 22-34.
6. _____. 1972b. Experimental studies on seed production of tropical grasses in Kenya. IV. The effect of fertilizer and planting density of *Chloris gayana* cv. Mbarara. Netherland Journal of Agricultural Science 20: 218-224.
7. _____. 1972c. Experimental studies on seed production of tropical grasses in Kenya. V. The effect of time of nitrogen top-dressing on seed crops of *Setaria sphacelata* cv. Nandi. Netherlands Journal of Agricultural Science 20: 225-231.
8. _____. 1973. Experimental studies on seed production of tropical grasses in Kenya. VI. The effect of harvest date on seed yield in varieties of *Setaria sphacelata*, *Chloris gayana* and *Panicum coloratum*. Netherlands Journal of Agricultural Science 21: 3-11.
9. _____. 1978a. Rhodes grass breeding in Kenya. I. Intra-variety variation and character relationships. Euphytica 27: 127-136.
10. _____. 1978b. Herbage quality in rhodes grass (*Chloris gayana* Kunth.). I. The effect of heading date on intra-variety variation in yield and in vitro digestibility. Netherlands Journal of Agricultural Science 26. (In press).
11. _____ and A.J.P. van Wijk. 1973. Experimental studies on seed production of tropical grasses in Kenya. VII. The breeding for improved seed and herbage productivity. Netherlands Journal of Agricultural Science 21 (1973): 12-23.

12. Brzostowski H.W. and M.A. Owen. 1966. Production and germination capacity of Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) seeds. *Tropical Agriculture* 43: 1-10.
13. CADU. 1973. Annual Report. Arusi, Ethiopia.
14. CADU. 1974. Annual Report. Arusi, Ethiopia.
15. Haggart, R.J. 1966. The production of seed from *Andropogon gayanus*. *Proceedings International Seed Testing Association* 31: 251-259.
16. Hanssen, K.B. 1975. Timing seed harvest of certain grass cultivars in Rhodesia. *Rhodesian Agricultural Journal* 72: 33-37.
17. Humphreys, L.R. 1974. Tropical pasture seed production. FAO, Rome.
18. Keya, N.C.O., F.J. Olsen and R. Holliday. 1971. Oversowing improved pasture legumes in natural grasslands of medium altitude in western Kenya. *Tropical Grasslands* 5: 109-116.
19. Thairu, D.M. 1972. The contribution of *Desmodium incinatum* to the yield of *Setaria sphacelata*. *East African Agricultural and Forage Journal* 37: 215-219.
20. Veenstra, T. and J.G. Boonman. 1974. Chemical weed control in tropical grasses and legumes. *Proceedings V East African Weeds Control Conference*. Nairobi, Kenya.
21. Wijk, A.J.P. van. 1976. Herbage yield and quality relationships of three varieties of *Setaria sphacelata* (Schumacher) Stapf. and Hubbard. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 24: 147-154.

EXPERIÊNCIAS NA PRODUÇÃO DE SEMENTES COMERCIAIS DE FORRAGEIRAS TROPICAIS NO BRASIL

Paulo R. Rayman *

RESUMO

O autor relata suas experiências, como empresário, na produção de sementes de leguminosas e gramíneas forrageiras, em solos de cerrado de baixa fertilidade, no Estado de Mato Grosso, próximo ao Rio Paraná. A rentabilidade econômica e a facilidade de produção são os principais aspectos que se deve levar em consideração ao se iniciar este tipo de empreendimento. A produção de sementes de gramíneas tem poucos problemas e é muito mais rentável que a de leguminosas, quando a dificuldade se reduz à colheita e à secagem em períodos chuvosos. As leguminosas têm problemas de muitas invasoras e doenças, a colheita difícil e, principalmente, pouca demanda. Assim, 75% da área total (1.000 ha) é utilizada para produzir sementes de gramínea. Para ilustrar este tipo de exploração, o autor descreve um projeto de dois anos para produção de sementes de gramíneas e leguminosas, segundo o qual, as vendas do primeiro ano deveriam ser iguais aos custos, e as do segundo ano deveriam ser, pelo menos, tão boas quanto as do primeiro, reduzindo-se os custos em 60%. Em continuação, descreve em detalhe a seqüência de operações: a) limpeza e preparo da área; b) semeadura; c) colheita e secagem de semente (ao sol, em terreiro de concreto ou de chão); d) limpeza da semente (com peneiras vibradoras, ventiladores e mesas de gravidade); e e) venda. O autor se considera como uma espécie de vínculo entre o pesquisador e o usuário de sementes. Ele se encarrega, pessoalmente, da multiplicação de variedades promissoras, até alcançarem um nível comercial, trabalho que demanda de dois a três anos, e de vendê-las aos pecuaristas que o mantêm informado sobre o comportamento das variedades em suas fazendas. Até o presente, o autor tem trabalhado mais com o enfoque de um agricultor do que de um empresário, utilizando o mínimo de pessoal e de instalações. No futuro imediato, o objetivo é vender sementes de gramíneas previamente misturadas com sementes de leguminosas, a fim de fomentar seu uso, de tão pouca aceitação atualmente no Brasil, e com a esperança de que a pesquisa possa demonstrar irrefutavelmente, a curto prazo, sua utilidade e necessidade. Finalmente, o autor sugere que o Governo estabeleça, como requisito para os empréstimos oficiais, o plantio consorciado de gramíneas e leguminosas.

Meu interesse pelas forrageiras vem de muitos anos atrás. Começou com a fascinação pela beleza do que hoje se chama "a relação simbiótica entre leguminosas e gramíneas", adquirida através dos escritos e documentos de Louis Bromfield, de Ohio, nos Estados Unidos. Entretanto, eu não conhecia as atividades relacionadas com as pastagens tropicais, até que tomei conhecimento, em 1964, da "Revolução das Forrageiras Tropicais", fruto de pesquisas australianas. Imediatamente, comecei a trabalhar com todas as novas variedades de gramíneas e leguminosas que me foi possível obter e, desde essa época, meu interesse pelo assunto tem perdurado. A parte comercial se tornou, então, necessária para sustentar meu passatempo.

TIPO DE OPERAÇÃO

O trabalho que desenvolvo no Brasil tem sido qualificado como "singular" e, como tal, aqui o apresento. Em termos gerais, tenho um acordo com um proprietário de terra interessado no melhoramento de pastagem e

* Tropi-Pastos Seed Co., Presidente Prudente, São Paulo, Brasil.

no desenvolvimento de novas terras para pecuária. Formamos então um contrato de participação, tipo 50%/50%, para cultivar a fazenda ou parte dela, obter várias colheitas de sementes e entregar, ao proprietário, pastagens melhoradas e prontas para o pastejo.

A margem de lucro da produção de sementes pode ser alta. Isso permite realizar um melhor trabalho de estabelecimento e manejo da pastagem, do que o que seria possível se se contasse unicamente com o lucro proveniente do rebanho. Um melhor trabalho inclui uma limpeza total do terreno, essencial para a colheita mecânica, a calagem, a adubação, o semeio, o corte, etc. Considero adequado para a futura pastagem, permitir que, no início, as plantas tenham um ótimo estabelecimento. Em outras palavras, a atividade de produção de sementes é um veículo para estabelecer pastagens. As sementes produzem lucros mais rápidos que o gado e pagam os custos do estabelecimento, da pastagem de maneira bastante satisfatória.

Uma fonte segura de semente das melhores variedades pela metade do preço é, logicamente, um fator a mais que o dono da propriedade pode utilizar no desenvolvimento de outras áreas de sua propriedade.

A região, na qual me instalei, está situada no sudeste do Estado de Mato Grosso, perto do rio Paraná, que divide o Estado de São Paulo do Estado de Mato Grosso, aproximadamente 20° de latitude sul. A altitude é de aproximadamente 300 m e a precipitação anual está em torno de 1.300 mm. O solo é de textura arenosa, desde o vermelho argiloso-arenoso nas áreas onduladas, a solos vermelhos arenosos ou areias cinzentas de baixa fertilidade, nas partes mais baixas. As médias das análises dos solos são as seguintes: pH entre 4,5-5,0; P disponível, 1-2 ppm; K disponível, 14-25 ppm; Ca+Mg 0,4-0,8 meq/100g; e Al trocável, 0,5 meq/100g.

A vegetação natural consiste de floresta densa, com árvores de grande porte, considerada como terra boa, de vegetação menos densa, chamada "cerradão", de vegetação

aberta, chamada "cerrado", e de vegetação de "campo cerrado", pastagem natural com pouquíssimas árvores pouco desenvolvidas. Os dois últimos tipos têm vegetação mais ou menos herbácea, segundo a densidade da população das árvores. As árvores têm troncos enegrecidos, mostrando sinais de queima. A queima já fez uma seleção natural definida, que permite o desenvolvimento das espécies típicas de "cerrado", de córtex grosso, resistentes ao fogo e com uma grande habilidade de rebrota. De modo geral, as gramíneas são de folhas estreitas, duras, de maturação rápida e de pouca palatabilidade. O rápido amadurecimento é marcante. O procedimento usual é a queima da vegetação nativa durante a época seca de inverno, a fim de beneficiar o rebanho com rebrota mais suculenta, que já começa a florir antes do advento da estação chuvosa.

Na fazenda Hofig, em Mato Grosso, o trabalho foi realizado quase exclusivamente em solos pobres do "cerrado". Os esforços na produção de sementes foram concentrados nesses solos, por três razões. Primeiro, por ser essa a área que necessitava de maior esforço de melhoramento para aumentar sua produtividade. Segundo, porque existe o problema de infestação de *Panicum maximum*, Jacq. cv. Colômbio em áreas melhores, anteriormente semeadas por via aérea. *P. maximum*, cv. Colômbio poderia se tornar uma invasora nas áreas de outras variedades destinadas à produção de sementes. Terceiro, porque o preparo de áreas de floresta densa, para cultivos mecanizados, é muito mais dispendioso.

ESQUEMA DE UMA OPERAÇÃO TÍPICA

A Tabela 1 mostra as espécies e variedades que podem ser semeadas este ano. As gramíneas ocuparão cerca de 75% de uma área de 1.000 ha. As sementes de gramíneas são mais fáceis de produzir e oferecem uma margem de lucro mais elevada, se a prioridade é dada às gramíneas de cotação mais alta. Pelos preços, pode-se verificar que foi precisamente esse o enfoque dado este ano.

Nos últimos anos, no Brasil, a produção de sementes de *Brachiaria* aumentou a tal ponto que passou a ser uma gramínea comum, como o *P. maximum* cv. Colômbio. Conseqüentemente, o preço e a margem de lucro diminuíram.

Entretanto, o preço ou o lucro da semente não devem ser os únicos fatores a serem considerados. Devemos tratar, tanto quanto possível, de escalonar as necessidades do uso de maquinária de colheita. É muito difícil escalonar as épocas das colheitas com uma só espécie ou variedade, pois a semeadura é regida pelas horas de luz. É possível ganhar tempo deixando o gado pastar por um pouco mais de tempo, ou cortando no momento exato. Isso é bastante arriscado e, geralmente, não são ganhos mais que uns poucos dias. Melhor, pois, é confiar em diferentes variedades que tenham diferentes épocas de maturação.

Pode-se notar (Tabela 1) que cerca de 15% da área total é destinada ao cultivo de

"outras", que podem ser gramíneas ou leguminosas. Neste trabalho, estão incluídas duas atividades distintas, porém importantes: uma área de introdução e outra de multiplicação inicial de sementes de novas espécies e variedades. A área de introdução me proporciona estímulo, prazer e esperanças para melhores realizações futuras. Quando as principais variedades atuais passam à categoria de comuns e, conseqüentemente, tornam-se menos lucrativas, as novas variedades são as que me sustentam no negócio.

Como mostra a Tabela 2, as vendas calculadas para o primeiro ano devem ter o mesmo valor dos custos, as colheitas do segundo ano devem ser igualmente boas, e os custos do segundo ano devem ser cerca de 40% dos do primeiro ano. As despesas do primeiro ano incluem investimentos a longo prazo, tais como, desbravamento do terreno e calagem. O primeiro e maior benefício do proprietário das terras é a valorização do terreno, como conseqüência de seu desenvolvimento, podendo, talvez, se constituir no fa-

TABELA-1. Dados sobre algumas operações de produção de semente.

Espécies e variedades	Área	Produção de semente	Valor	Renda bruta
	ha	kg/ha	US\$/kg	US\$/ha
<i>B. Humidicola</i>	250	80	13,0	260.000
<i>S. anceps</i> cv. <i>Kazungula</i>	250	80	7,0	140.000
<i>B. decumbens</i>	125	120	3,0	45.000
Outras gramíneas	125	80	7,0	70.000
Total (gramíneas)	750			515.000
<i>M. atropurpureum</i>	125	40	7,0	35.000
<i>Stylosanthes</i> spp.	50	40	7,0	14.000
<i>Calopogonium mucunoides</i>	25	40	4,0	4.000
<i>Glycine wightii</i> cv. Tinaroo	25	40	4,6	4.660
Outras leguminosas	25	40	4,0	4.000
Total (leguminosas)	250			61.600
Total geral	1.000			576.600

tor mais importante que o anima a realizar um contrato dessa natureza. Portanto, a atividade sementeira é essencialmente um instrumento para o desenvolvimento da terra.

Os fertilizantes aplicados na semeadura podem ser: 400 kg/ha de superfosfato; 80 kg/ha de cloreto de potássio; 6,5 kg/ha de sulfato de cobre; 6,5 kg/ha de sulfato de zinco; 300 g/ha de molibdato de sódio. O calcário concentrado é considerado superior ao produto normal já que o valor do transporte é menor e pode ser aplicado com o equipamento comum de adubação. As fórmulas 0-16-10 ou 0-18-6, incluindo os elementos menores e granulados, podem ser utilizadas em vez dos componentes separados. Geralmente, é apropriado aplicar 400 kg/ha de sulfato de amônia nas gramíneas, em cobertura, 60 dias antes da colheita.

Tanto para as variedades de gramíneas, como para as de leguminosas, as taxas de semeadura são de aproximadamente, 4 kg/ha. Na operação, são introduzidas leguminosas nas áreas de produção de sementes de gramíneas, pois aquelas, geralmente, não interferem na colheita da semente da gramínea, e quando o gado utiliza a pastagem, esta já está consorciada. A propósito, foi verificado que a adubação nitrogenada em cobertura com 400 kg/ha de sulfato de amônia não tem efeitos negativos nas leguminosas. Ao

contrário, a adubação tem ajudado às leguminosas.

As gramíneas não podem ser incluídas nas áreas de produção de semente de leguminosas, pois isso tornaria impossível a colheita da leguminosa. Entretanto, as gramíneas podem ser semeadas nessas áreas, após a última colheita do contrato.

SEQUÊNCIA DAS OPERAÇÕES

A seqüência de operações consiste na derruba da vegetação com correntões, usando-se dois tratores de arraste, que se movem paralelamente, numa distância de 30-50 m um do outro, puxando uma pesada corrente fixada entre eles, que derruba todas as árvores e arbustos. Os tratores podem se desviar de algumas das árvores maiores. Em seguida, o material derrubado é amontado em leiras, com a ajuda de um buldozer. Essas práticas podem ser realizadas durante o ano inteiro. Quando o solo está úmido, melhores resultados são obtidos com o uso das correntes. Existem companhias que podem ser contratadas para realizar esses trabalhos. O terreno é então arado três vezes com arado pesado marca Rome, de discos tipo "offset".

A semente é espalhada em mistura com o adubo, usando-se equipamento especial, sendo a área, então, nivelada com um rolo. Para que o trabalho de semeadura esteja pronto em outubro, as operações devem ser iniciadas em julho. Não há necessidade de esperar as chuvas.

A madeira e os tocos da área devem ser retirados manualmente, pois podem se constituir em obstáculos à colheita mecânica. Entre novembro e janeiro, é realizada uma tosa com roçadeira rotativa para propiciar um bom estabelecimento e facilitar a colheita.

O passo seguinte é a operação de colheita: verão (estação chuvosa), para as gramíneas e inverno (estação seca), para as leguminosas. Mais especificamente, *P. maximum* cv. Green Panic, início em dezembro; *Brachiaria decumbens* Stapf., geralmente alguns dias antes

TABELA 2. Custos da operação.

Item	Primeiro	Segundo
	ano	ano
	— US\$/ha —	
Preparo do solo	160	13
Adubação + calagem	160	80
Semente	77	—
Colheita	72	72
Outros	114	48
Total	583	213

do Natal; *Brachiaria humidicola*, início de janeiro; *Setaria anceps* Stapf. ex Massey cv. Kazungula, meados de janeiro; *P. maximum*, em abril; e *P. maximum* cv. Colonião, em maio. Essas datas são para as áreas de gramíneas, no segundo ano de estabelecimento. Nas áreas onde se realiza a colheita no primeiro ano, esta pode ser dois meses depois, para as gramíneas mais precoces, mas, a mesma, para o *P. maximum* cv. Colonião. A época de colheita pode variar até 30 dias, de uma região para outra.

Normalmente, a colheita de gramíneas começa quando as sementes começam a cair. Com a maioria das gramíneas, existe um período de cerca de dez dias em que se pode obter uma boa produção. Apesar de as sementes já terem começado a cair, mais sementes verdes estão também amadurecendo nesse período. Após esse período de dez dias, a colheita, freqüentemente, segue por mais uns dias, mas a produção decresce rapidamente. Esse período de melhor produção é somente de cinco dias para *B. humidicola* e ocorre na época mais chuvosa do ano, o que complica mais ainda a situação. Com *B. humidicola* não existe uma segunda oportunidade. *P. maximum* cv. Green Panic pode ser colhida até cinco vezes durante a estação; *B. decumbens* três, e *S. anceps* cv. Kazungula, duas.

A experiência indica que as melhores produções de *P. maximum* cv. Green Panic são da primeira e da última colheitas da estação; a primeira é a melhor para *B. decumbens* e, indubitavelmente, a primeira para *S. anceps* cv. Kazungula, sendo que a segunda, às vezes, nem vale a pena. Isso varia de acordo com as condições ambientais.

Quanto aos ajustes da colhedeira, a ventilação é fechada, uma vez que o material mais seco que nela penetra são as sementes mais maduras. A debulha não precisa ser muito vigorosa, pois as sementes maduras se desprendem com muita facilidade e as imaturas somente produzem impurezas que serão eliminadas depois. As peneiras são ajustadas para eliminar a maior quantidade possível de

palha, sem que as sementes também sejam eliminadas. Apesar disso, o material que sai da colhedeira ainda é impuro.

Até o presente, a secagem artificial ainda não foi usada. A secagem tem sido feita ao sol, em áreas pavimentadas ou de terra (incluindo parte de uma pista de pouso), com resultados muito semelhantes. Isso não significa que não existam problemas. Anualmente, há ocasiões em que a semente necessita de dez a quinze dias para secar o suficiente e ser ensacada, devido a chuvas diárias ou a dias nublados, além de atrasar também o trabalho da colhedeira no campo. Até hoje, entretanto, nunca foi perdida uma quantidade apreciável de sementes.

De um modo geral, as sementes de gramíneas são mais resistentes do que o esperado. Quando a semente chega do campo a granel, em caminhões ou em vagões, é espalhada imediatamente sobre o solo, não importando a hora de chegada nem as condições de tempo (mesmo quando chovendo). Se esse material, essencialmente verde, é deixado amontado, esquenta e desprende oxigênio rapidamente. É preferível que a semente se molhe a deixá-la amontoada sob o cerrado. A umidade não prejudica a semente; o aquecimento ou a troca de gases é que é prejudicial. Todos os anos, várias remessas de sementes são submetidas a sucessivos secamentos e chuvas sem que se estraguem. A semente espalhada no solo seco é revolvida constantemente até ficar pronta para ser ensacada, o que pode ser feito em 24 horas, ou até em três ou quatro dias depois, dependendo, principalmente, das condições de tempo. Se a semente já está quase seca e ameaça chover, geralmente, é amontoada e coberta até o dia seguinte, quando novamente é espalhada para acabar de secar.

O passo seguinte é a limpeza da semente, realizada com crivos vibradores, ventiladores e mesas de gravidade. Em geral, este último procedimento não é necessário para se obter uma semente padrão pura e de boa qualidade. Como regra geral, são refugados de 30 a 70% do material colhido no campo. A pro-

porção de semente viva pura é de 20 a 40%, ou seja, a pureza multiplicada pela germinação dividida por 100. O fator econômico neste caso é importante, já que é possível retirar uma remessa de semente do mercado.

Em seguida vem a venda do produto que deu tanto trabalho e tantas despesas para ser adquirido. Felizmente, no Brasil, a demanda é grande, pois, constantemente, estão sendo abertas novas áreas para pecuária e as vendas estão dirigidas, principalmente, às áreas pioneiras. As áreas mais antigas de São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Rio Grande do Sul estão intensificando a agricultura. No entanto, não é aconselhável ficar esperando pelos compradores. Devem ser feitas promoções, propagandas e anúncios, contatos com os atacadistas, envio de vendedores a áreas de interesses, etc., procurando mantê-los, entretanto, a um mínimo. Através de anos, um sem-número de contatos pessoais têm sido feitos, e uma das razões pela qual homens importantes devem ser escolhidos como gerentes financeiros, é a surpreendente quantidade de sementes que é vendida através de contactos sociais e comerciais, pois, a maioria dessas pessoas também estão explorando terras pioneiras e precisam de sementes de firmas idôneas. Um artigo publicado em uma revista de pecuária, escrito pelo produtor, ou uma entrevista sobre seus trabalhos, traz mais benefícios que um anúncio direto.

Dias de campo e passeios proporcionados a visitantes são também bastante importantes. Na realidade, é uma campanha educativa mais que qualquer outra coisa. Quando meus trabalhos começaram na área, o *Macroptilium atropurpureum* (D.C.) Urb. não era conhecido ou, talvez, muito pouco. Tive que ensinar a todos o que era e como se devia usá-lo, para poder vendê-lo. O mesmo aconteceu com todas as outras espécies ou variedades novas. Considero-me como um traço de união entre a pesquisa e o usuário. Quando uma variedade se mostra promissora nas parcelas experimentais, deve ser multiplicada para ensaios posteriores, ensaios de pastejo, parcelas em outras regiões, etc. Considero,

também, que quanto mais rápido pudermos interessar o fazendeiro a usar a semente em diferentes formas e condições, mais rápido será o processo de obtenção de informações sobre o material.

Compreendo que tudo isso tem dois gumes. O produtor pode ser criticado por elogiar exageradamente certas variedades, e por qualificá-las como "forrageiras milagrosas" por razões puramente comerciais e, assim, tudo terminaria num enorme fracasso. De fato, sempre procuro prevenir os agricultores, alertando-os de que não devem esperar "milagres". Relato-lhes minha experiência, transmito-lhes qualquer outra informação sobre uma nova variedade e, com isso, espero poder ajudá-los e nada mais. Por outro lado, solicito ao comprador que me relate mais tarde os resultados em sua região, pois isso representa uma valiosa informação. Faço dele um colaborador. O comprador corre seu próprio risco.

Existem casos em que uma variedade difundida por um centro de pesquisa veio a se constituir em um fracasso. Não obstante, creio que, de um modo geral, os usuários podem ganhar mais do que perder com as liberações mais rápidas de novas cultivares e com a propagação e distribuição do novo material. Também conheço casos de espécies que permaneceram anos em parcelas experimentais sem que ninguém lhes dedicasse a devida atenção. Somente se tornaram conhecidas quando, finalmente, foram difundidas em algumas áreas.

Durante os dois ou três anos de que preciso para melhorar suficientemente uma espécie ou variedade promissora, para colocá-la em escala comercial, tenho oportunidade de aprender bastante, considerando, principalmente, a experiência que a atividade proporciona.

Não sou um comerciante de semente agressivo. Se o fosse, estaria muito melhor economicamente do que estou hoje. Procurando analisar esse ponto, creio que meu enfoque é mais de um agricultor fazendeiro

que de uma corporação, ou de um centro de pesquisa. Não temos pessoal numeroso, escritórios dispendiosos, etc. Em outras palavras, temos poucas despesas com inversões improdutivas. Procedemos da mesma maneira que faria qualquer agricultor de qualquer lugar do mundo. Pode ser que, algum dia, necessitemos de um escritório e de mais pessoal, mas isso dependerá da demanda da produção.

PROBLEMAS

Como visto anteriormente, a produção de gramíneas apresenta poucos problemas e produz bons lucros. Os problemas são a colheita e a secagem da semente nos períodos chuvosos do ano. Isso nos preocupa, porém, até agora, não temos tido problemas mais graves.

As leguminosas apresentam muitos problemas: invasoras, doenças, dificuldades de colheita e, o maior de todos, falta de uma grande demanda. Em terrenos virgens, o primeiro cultivo pode ser feito sem maiores problemas de doenças ou de invasoras. As leguminosas cultivadas para produção de sementes devem ser consideradas e manejadas, na maioria dos casos, como culturas anuais, tanto para quebrar o ciclo das doenças, como para incorporar herbicidas de pré-emergência para controlar as invasoras. Raramente, a área precisa de uma nova semeadura, pois as leguminosas se regeneram naturalmente, algumas de sementes e outras da planta mãe, sendo que, em ambos os casos, obtém-se um bom stand. Quando existe área suficientemente grande para cultivar, a área de leguminosas gradeada pode ser semeada novamente com uma boa gramínea, no segundo ano, para produção de sementes. Quando termina o contrato, representa outra área de pastagem consorciada para a propriedade. As leguminosas para sementes, sempre que possível, devem ser semeadas em áreas virgens.

As leguminosas apresentam mais problemas na colheita pois, normalmente, o corte é feito baixo e toda a massa vegetativa passa

através da máquina. Esse material pode se constituir em um volume e carga excessivos para a máquina. Às vezes, apenas algumas modificações feitas nas máquinas podem ajudar na colheita de plantas trepadeiras. O terreno também deve ser nivelado para as leguminosas, e todos os tocos, raízes, galhos, etc. devem ser recolhidos cuidadosamente para facilitar o corte baixo. Qualquer pedaço de madeira que entre na colhedeira poderá avirá-la.

Devido às doenças e outros problemas com quase todas as variedades comerciais de leguminosas, outras opções têm sido buscadas e algumas das mais promissoras têm advindo das coleções locais. Por exemplo, o *Stylosanthes capitata* Vog., que é a melhor produtora de sementes de todas as espécies e variedades comerciais de *Stylosanthes* que conheço, além de possuir outras boas qualidades como leguminosa forrageira, é resistente à antracnose, que é doença mais comum entre os *Stylosanthes*. A variedade *Macroptilium panduratum*, coletada na propriedade, é muito mais vigorosa que *M. atropurpureum* e possui boa resistência à *Rhizoctonia*, que é o principal problema com *M. atropurpureum*. Até hoje, uma espécie de *Periandra*, coletada nos arredores, não apresentou problemas e é mais vigorosa e melhor produtora de sementes que *Centrosema pubescens* Benth., que tem problemas de doenças. Até o presente, *Teramnus uncinatus* (L.) Sw. não tem tido problemas de doenças, e um tipo coletado na propriedade possui folhas mais largas que o tipo mais conhecido na área. Um tipo de porte alto de *Aeschynomene americana*, coletado por Al Kretschmer e eu, na região do Pantanal, é a que melhor nodula, e sua colheita é facilmente mecanizável.

Os problemas acima citados são agrônômicos, ou de engenharia, que geralmente têm solução, desde que valha a pena produzir a semente. Entretanto, se além de altos custos de produção, a demanda for pequena, é difícil justificar o esforço e as inversões de capital.

Como visto no início deste trabalho, meu principal interesse na agricultura vem, em parte, do importante papel que podem desempenhar as leguminosas. Por conseguinte, a falta de interesse pelas leguminosas, por parte da maioria dos fazendeiros e pecuaristas, no Brasil, me entristece. Qual o motivo para tal descaso? Simplesmente porque, até esta data, não lhes foi provado de maneira irrefutável que as leguminosas são necessárias, nem que é possível obter uma boa consorciação que se mantenha durante um período satisfatoriamente longo. Não conheço nenhum caso de sucesso em larga escala, apesar de existirem casos isolados de bons resultados em pequena escala, seja numa propriedade específica, ou num campo ou pastagem de uma propriedade, ou simplesmente numa parte de uma pastagem.

B. decumbens está atualmente sendo semeada em larga escala, em solos de segunda e terceira classe, em todo o Brasil. É uma gramínea notoriamente vigorosa para permitir consorciações com leguminosas. Quando falo das leguminosas aos clientes, uma das perguntas mais comuns é: "é possível obter uma boa consorciação de leguminosas com *Brachiaria*?" Simplesmente não conheço a resposta. Vejo-me obrigado a dizer que, em alguns casos, tem havido bons resultados.

Em minha opinião, a leguminosa tropical ideal não existe ainda. Não acho que se deva vender aos usuários uma gramínea menos vigorosa, simplesmente porque se associa melhor com leguminosas. Devemos encontrar uma leguminosa que possa sobreviver à competição e que não necessite de um manejo especial nem de uma quantidade antieconômica de adubos. Existe um número excessivo de pastagens puras (com poucas leguminosas nativas aqui e ali), que, após cinco a vinte anos, ainda são economicamente produtivas.

Isso deixa dúvidas se é realmente necessário semear leguminosas.

Continuo esperando que a pesquisa prove aos criadores o valor das leguminosas nas pastagens. Enquanto isso, pretendo vender sementes de gramíneas já misturadas com sementes de leguminosas, dependendo do local onde serão plantadas. Gostaria de sugerir que, para implementar o uso de leguminosas, a aprovação de empréstimos do governo envolva a obrigatoriedade de semear leguminosas com gramíneas, como exigência técnica adicional. Presentemente, o preço da semente de *B. humidicola* é maior que o preço médio das sementes de leguminosas, de tal maneira que, numa mistura, o preço médio seria menor que o da gramínea, dando a impressão de que o preço por quilo é mais baixo. Obviamente, o fazendeiro progressivo é suficientemente inteligente e compreenderia que, desse modo, estaria pagando o preço médio das leguminosas mais a semente da gramínea e que seria necessário mais semente por unidade de área. Mas, de qualquer modo, ele se consolaria, pelo menos, por estar procedendo de acordo com as recomendações técnicas e fazendo as coisas como devem ser. Por outro lado, recebendo as sementes já misturadas, evita os problemas de misturá-las.

As leguminosas não estariam inoculadas. Mas, quantos pecuaristas realizam essa operação? Não creio que seja necessário fazê-lo no Brasil, tendo em vista a grande quantidade de leguminosas nativas existentes com uma rizobactéria no solo. Assim fazendo, estaríamos abrindo o mercado para as leguminosas e tenho certeza que, com sua utilização mais difundida, muito mais informações seriam obtidas e talvez começaríamos a descobrir o porquê de tantos insucessos e a encontrar a chave do sucesso.

SISTEMA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE FORRAGEIRAS NA AMÉRICA LATINA

John E. Ferguson*

RESUMO

São apresentados e descritos cinco sistemas de produção, através dos quais as sementes das cultivares de gramíneas e leguminosas chegam ao mercado. Eles são: 1) tradicional para gramíneas; 2) leguminosas de plantações agrícolas; 3) leguminosas com suporte físico; 4) gramíneas e leguminosas como pastagens; 5) gramíneas e leguminosas como cultivos. São definidas as espécies em particular e os países onde existem esses sistemas. São discutidos os papéis relativos e futuros dos sistemas e as áreas mais pertinentes para a pesquisa, proporcionando guias para futuras estratégias de desenvolvimento da produção de sementes de forrageiras.

Em geral, a disponibilidade e o custo por Kg de semente viva pura para um produtor de carne determina se é possível aproveitar o potencial de uma variedade forrageira em termos de produção animal. Mesmo na América Latina, onde o método predominante de distribuição e estabelecimento de pastagem tem sido através da propagação vegetativa, o melhoramento de pastagens em grande escala, nos sistemas extensivos de produção de gado, somente é possível por meio de sementes. Isso é válido, particularmente, para as leguminosas e cultivares melhoradas de gramíneas.

Com a maioria das espécies de forrageiras tropicais, a produção de semente é um esforço recente, tanto do ponto de vista comercial, como da pesquisa científica. No entanto, na Austrália, Brasil, Colômbia e Kênia, a produção de semente tem se desenvolvido consideravelmente na última década. A lite-

ratura sobre a produção de semente de forrageiras está sendo ampliada atualmente. Os trabalhos de Humpreys (7), Jones e Roe (8) constituem as primeiras apresentações de grande alcance sobre os componentes clássicos da produção de semente, aplicadas às diferentes amplitudes atuais de espécies e cultivares. Muitas outras publicações tratam somente do comportamento e manejo de espécies particulares, práticas culturais específicas ou resumos de atividades de produção de sementes a nível nacional. No entanto, a discussão sobre a produção de sementes de forrageiras é complicada devido ao número e diversidade de espécies em produção comercial ou em experimentação para liberação futura, e à multiplicidade dos meios, através dos quais a semente chega ao mercado. Vizary (16) dispensou atenção à diversidade de empresas produtoras de semente no norte da Austrália, enquanto que Hopkinson (6) descreveu as fases progressivas para o fornecimento de sementes de um novo cultivo.

Este trabalho visa principalmente fornecer uma descrição geral sobre como as

* Pesquisador, Programa de Gado de Corte, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colômbia.

sementes de forrageiras são produzidas nas terras baixas da América Latina, do ponto de vista de sistemas de produção. É discutido também o papel da pesquisa em cada sistema, e como esses sistemas podem reagir às necessidades futuras.

SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE SEMENTE

Por um sistema de produção de semente de forrageiras, entendem-se todos os componentes biológicos, tecnológicos e de manejo, relacionados com uma espécie em particular e a forma como estes componentes interagem na produção da semente como um produto comercial.

Procurando definir esses sistemas, ênfase especial foi dada aos pontos seguintes: a) até que grau a produção da semente é compatível com o manejo da forragem para o gado de corte ou para outra qualquer empresa de produção; b) definir até que ponto os requerimentos biológicos das espécies destinadas à produção de semente são satisfeitos por localizar o cultivo em uma região geograficamente apropriada e/ou em local específico dentro dessa região e/ou aplicar práticas culturais em vários graus de intensidade e habilidade; c) o agrupamento de espécies ou cultivares que tenham componentes de produção similares, dentro do mesmo sistema, visando minimizar o número de sistemas, mas evitando a generalização.

São propostos cinco sistemas básicos de produção de semente, a saber:

- Sistema 1. O tradicional para gramíneas
- Sistema 2. Leguminosas de plantação agrícola
- Sistema 3. Leguminosas com suporte físico
- Sistema 4. Gramíneas e leguminosas como pastagens
- Sistema 5. Gramíneas e leguminosas como cultivos

Sistema 1. Tradicional para gramíneas

Este sistema se limita a certas gramíneas naturalizadas em algumas áreas de produção

pecuária, tanto nas pastagens, como ao longo das estradas de rodagem. Sua disseminação e seu estabelecimento inicial foram feitos em forma natural ou para pastagem, mas sem visar a produção de semente. Com exceção do acesso limitado do gado após determinada data, os pecuaristas não aplicam prática específica para manejo de semente. No entanto, a floração e a formação das sementes estão bem sincronizadas com o fim da estação chuvosa e, quase sempre, as sementes são abundantes, podendo ser colhidas para venda imediata.

A colheita é manual. Em geral, essa colheita inclui um contrato entre o pecuarista e um empreiteiro que, por sua vez, subcontrata trabalhadores locais para efetuar a colheita. Entretanto, alguns pecuaristas organizam e controlam suas colheitas. O método principal de colheita consiste em cortar os talos frutificados com uma segadeira ou facão e depois fazer montes ou pilhas com os talos colocados horizontalmente ou inclinados para cima. Os montões são então cobertos com material vegetativo. Esses montões são arrumados progressivamente no campo, à medida que avançam os cortadores e, somente às vezes, um esforço extra é feito para transportar esse material do campo para algum abrigo. Após cinco a sete dias, as pilhas são abertas e os talos são trilhados a mão, golpeando-as com um pau ou contra o chão. Em seguida, as sementes que se desprendem são ensacadas e transportadas aos abrigos. A limpeza posterior é mínima e limita-se, apenas, a remover o material vegetativo. Os procedimentos finais de secagem variam mas, normalmente, incluem a exposição ao sol. Um método alternativo para a colheita consiste em simplesmente deixar as sementes ficarem bem maduras e logo colher as sementes caídas ao solo, usando-se ancinhos ou vassouras.

Os lotes comerciais de sementes são extremamente variáveis em todos seus componentes de qualidade. A característica mais visível dessa semente é o teor elevado, mas variável, de areia, terra, partes de folhas, de hastes e sementes "vazias". Por seu turno,

o especialista em sementes descreveria o mesmo lote de sementes como tendo uma baixa pureza, porém variável (por definição internacional) e com alto teor de material inerte. Obviamente, a semente recolhida do chão terá frações mais elevadas de areia e terra. Por outro lado, alguns lotes de sementes podem estar quase livres de areia, terra e material vegetativo. A variável mais constante é a proporção de estruturas semelhantes a sementes que contém um cariótipo, isto é, o conteúdo de semente pura, de acordo com a definição internacional. A germinação também é bastante variável em relação ao teor das sementes puras, à proporção das sementes verdes e ao manejo pós-colheita, especialmente tempo e condições das pilhas, ao índice de secagem e às condições de estocagem.

As produções de sementes são bastante variáveis e as estimativas se complicam devido às dificuldades existentes para medirem-se a área de colheita, o peso e a pureza do produto final.

As vendas de sementes são essencialmente locais e não existem definições ou estimativas de qualidade padronizadas. Em algumas regiões, a semente é negociada comercialmente e pode ultrapassar os limites de fronteiras, por exemplo, da Colômbia para a Venezuela.

Esse sistema se desenvolve e funciona sem qualquer ajuda governamental ou contribuição da pesquisa. Mesmo não sendo o produto refinado e variável, esse sistema produz maior volume de semente de forrageiras e é o sistema mais difundido na América Latina. A Tabela 1 resume as espécies, os países e as produções. Até o presente, as maiores produções totais se registram no Brasil e na Colômbia.

Vários autores têm descrito os aspectos da produção e desenvolvimento desse sistema (1, 5, 9, 12, 15). Um exame da natureza básica desse sistema indicaria que, para melhorar primeiro a qualidade e depois a quantidade da produção, não seria necessá-

rio um esforço intensivo de pesquisa, mas sim, melhorar a aplicação e a difusão da tecnologia disponível. A pesquisa continuaria para compreender melhor os efeitos e o controle da fase de transpiração, isto é, enquanto o material recolhido é mantido úmido nos montões (14), e para desenvolver equipamentos mais apropriados de processamento de sementes (11).

O sistema poderia ser melhorado das seguintes maneiras:

1) Melhor manejo na fazenda após a colheita. Em primeiro lugar, maior conhecimento e controle da fase de transpiração. Segundo, o uso de cobertas plásticas e de telas (ou crivos) separadores inclinados durante a fase da debulha, a fim de reduzir a proporção do material inerte. Terceiro, dar mais ênfase à secagem lenta e natural, à sombra.

2) Processamento mecânico da semente fora da fazenda para melhorar a pureza da semente comercial. Esse serviço poderia ser fornecido pelo governo ou por empresas particulares, construindo facilidades de processamento numa área grande de produção. Os equipamentos exigidos podem incluir um pré-limpador, um moinho-martelo ajustável, um ventilador de sementes e uma mesa de gravidade.

3) Desenvolver maior compreensão da qualidade da semente. A primeira exigência seria uma definição e uma medida-padrão da pureza, para cada espécie, desenvolvendo, de imediato, um serviço para fazer testes de sementes. Este último poderia ficar a cargo de uma instituição nacional. Seria também necessário um programa educativo para dar ênfase ao papel da pureza, da germinação, do teor de sementes vivas puras e sua relação com as taxas de semeadura.

4) Estimular os proprietários de terras para que se ocupem mais seriamente da produção de semente. Isso envolveria um compromisso para selecionar áreas de produção de semente de forrageiras uniformes, livres

TABELA 1. Distribuição e produção de semente no sistema tradicional de gramíneas (Sistema 1).

Espécie	País	Produção de semente
		kg/ha
<i>Hyparrhenia rufa</i> (Nees) Stapf.	Brasil, Colômbia Costa Rica, El Salvador, Guatemala, México, Panamá, Peru, Venezuela	100-200 (1 colheita)
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Brasil, Bolívia, Costa Rica Colômbia, Equador, México, Venezuela.	50-100 (1-2 colheitas)
<i>Dichanthium aristatum</i> (Poir.) C.E. Hubbard	Colômbia, Venezuela	75-150 (1-2 colheitas com irrigação)
<i>Melinis minutiflora</i> Beauv.	Brasil, Colômbia Costa Rica, Venezuela	75-150 (1 colheita)
<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	Colômbia, México, Venezuela	50-100 (1 colheita, sem empilhar)

* Semente não refinada, de pureza variável, porém geralmente baixa.

de invasoras e com manejo mais intensivo. Em algumas regiões de produção agrícola e pecuária, deveria ser possível fazer as colheitas com colhedoras e combinadas, com ajustes e adaptações necessárias do equipamento utilizado para a produção de cultivos alimentares.

Várias firmas comerciais importantes de sementes estão realizando contratos com pecuaristas; assim, pois, esse sistema tem probabilidade de dar resultados mais produtivos no futuro. No entanto, deve ser levado em consideração que um alto grau de aperfeiçoamento deste sistema constituiria uma transição ao Sistema 4.

Sistema 2. Leguminosas de plantações agrícolas

Esse sistema está limitado às leguminosas utilizadas como cobertura estável de solo,

em culturas arbóreas perenes, nos trópicos úmidos. Obviamente, as plantações de seringueiras, de palma africana (dendezeiro e coqueiro) se desenvolvem em áreas onde as condições ecológicas favorecem tais cultivos. A leguminosa fornece uma cobertura protetora viva que evita a erosão, as invasoras, e que, progressivamente, cresce sob um sombreamento parcial. A produção de sementes da leguminosa não é o objetivo inicial, mas poderá, ocasionalmente, converter-se em um cultivo comercial secundário.

O pastejo não é parte do sistema de manejo das plantações de seringueiras e dendezeiros. A leguminosa é cortada, à mão, da base das árvores e, às vezes, pode ser desfolhada manual ou mecanicamente. Em geral, o manejo anterior à colheita da leguminosa é mínimo ou nulo.

Na minoria das plantações, e somente em alguns anos, a produção de sementes da le-

guminosa pode ser prolífica em algumas áreas da plantação. Alguns administradores já empregam mão-de-obra para a colheita manual de semente, em geral realizada pelas mulheres e filhos dos trabalhadores permanentes. As favas recolhidas são secas ao sol e debulhadas à mão.

O produto levado ao mercado é de pureza elevada, mas de uma germinação variável, que depende da idade da semente e das condições de armazenamento. Obviamente, com esse sistema, o abastecimento de semente é irregular.

A semente é negociada no mercado nacional, mas também internacionalmente, devido aos contatos de mercado da indústria agrícola. Atualmente, na América Latina, só se produz *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth. var. *Javanica* (Benth.) Bak. nas plantações de dendezeiros ou de borracha (Tabela 2). No entanto, é importante destacar que outras leguminosas, tais como a *Centrosema* spp. e *Desmodium ovalifolium* Vahl. também se propagaram nesse sistema.

Na América Latina, ainda não está bem definido o potencial de produção de semente de *P. phaseoloides*, sem apoio físico. Em Carimagua, no leste de Colômbia (4°N), Raul Perez (comunicação pessoal) registrou produções colhidas à mão, entre 5 e 80 Kg/ha. Nas instalações do CIAT (3°N) foram registradas produções de 500 a 340 Kg/ha, em colheitas manuais e mecânicas, respectivamente. Assim, estas espécies pos-

suem um potencial atrativo de produção de sementes, ainda inexplorado na América Latina.

Como existem atualmente grandes áreas de *P. phaseoloides* que continuarão sendo expandidas com o crescimento da indústria agrícola, é necessário estudar as formas de aumentar o volume de semente de *P. phaseoloides* e de outras espécies nesses sistemas incluindo as seguintes:

1) Melhorar a relação entre as plantações e as indústrias de semente, de acordo com a demanda, potencial da produção, da metodologia e acordos para a produção de semente.

2) Selecionar regiões geográficas específicas, onde a leguminosa produza consistentemente quantidades razoáveis de semente. Aqui estão incluídas: a latitude, pois *P. phaseoloides* floresce em resposta a dias curtos, e as áreas baixas de baixa latitude possuem um potencial inferior de produção. No entanto, a produção deveria ser atrativa em latitudes acima de 8°, mesmo em baixas altitudes; a distribuição de chuvas com relação à duração do dia, particularmente o requerido para uma mudança marcante a uma estação seca consistente, combinada com fotoperíodos mais curtos; níveis de radiação, evitando áreas com muitas nuvens permanentes durante todo o ano.

3) Seleção de áreas específicas dentro das

TABELA 2. Distribuição e produção de semente de *P. phaseoloides* no sistema de plantação agrícola (Sistema 2).

Espécie	País	Produção de semente
		kg/ha
<i>P. phaseoloides</i> em plantio de dendezeiro e seringueira	Brasil, Colômbia Equador, Guatemala	10-50 (1 colheita)

plantações localizadas em regiões geográficas ótimas. Essas áreas teriam: sombreamento mínimo, devido às árvores jovens, menor densidade de árvores ou populações de árvores velhas e doentes; tipos de solos leves que favoreçam estresse de umidade durante a estação mais seca; uma topografia plana, de preferência com desbravamento completo do terreno para facilitar o manejo mecanizado do cultivo.

4) Um manejo mais intensivo das áreas selecionadas para a produção de semente. Aqui podem ser incluídos: aplicação de adubos nas leguminosas, principalmente para satisfazer os requerimentos de P, S, K, Mg, Zn, ou Mo; controle de insetos, quando necessário; determinação do método de colheita em relação à disponibilidade de mão-de-obra ou do potencial para uma colheita mecânica direta, possivelmente sob a forma de contrato; o benefício de um sistema de suporte parcial barato para facilitar uma colheita manual.

Sistema 3. Leguminosas com suporte físico

Esse sistema se refere às leguminosas com hábito de crescimento volúvel. As áreas de leguminosas são estabelecidas e, em seguida, é instalado um sistema de suporte e os caules começam a trepar pelas estacas. De um modo geral, o sistema de suportes é uma combinação de bambu e arame ou pode ser mais simples e mais variável, utilizando-se hastes de plantas ou caules velhos sem interligação.

O objetivo principal é a produção de semente. Nenhuma consideração específica é feita para a seleção de uma área geográfica apropriada, pois a falta de adaptação climática, para a produção de semente em um determinado local, pode ser parcialmente compensada pelo sistema de suportes.

O sistema de suportes impede o uso alternativo do pastejo, facilita a colheita manual obrigatória, mas restringe o tamanho da área de produção. O manejo é semi-intensivo e pode incluir a fertilização, o controle de insetos e a irrigação, para obter altas produções, e assim, compensar o custo do sistema de suporte. As favas são colhidas à mão e numa seqüência programada. As favas são secas ao solo e debulhadas manualmente ou por meios mecânicos simples, isto é, uma debulhadeira fixa. As produções de sementes podem ser bastante elevadas. Em geral, a pureza e a germinação são altas. Frequentemente, a semente é usada na mesma propriedade ou é vendida localmente. As espécies mais frequentemente usadas estão relacionadas na Tabela 3.

Lotero (10) relata produções elevadas de *Calopogonium mucunoides* Desv. (800 Kg/ha), de *P. phaseoloides* (838 Kg/ha) e de *Glycine wightii* (R. Grah. ex Wight e Arn.) Verdcourt (622 Kg/ha) em Medellín, Colômbia. Farfán (4) obteve produções em Puerto Viejo, Equador, com *Centrosema pubescens* Benth de 950 Kg/ha, de *Macroptilium atropurpureum* (D.C.) Urb. de 267 Kg/ha e de *Macroptilium axillare* (E. Mey.) Verdc. de 280 Kg/ha. Em Santander de Quilichao, Cauca, Colômbia, *Centrosema*

TABELA 3. Distribuição e produção de semente de leguminosas cultivadas no sistema de suporte físico (Sistema 3).

Espécie	País	Produção de semente
		kg/ha
<i>C. pubescens</i>	Colômbia e Equador	mais de 100
<i>G. wightii</i>		mais de 100
<i>P. phaseoloides</i>		mais de 100
<i>C. mucunoides</i>		mais de 100

spp. produziu de 650 Kg/ha durante o primeiro ano.

Este sistema é eficiente e prático somente em escala limitada, com material de boa qualidade, onde a mão-de-obra é barata e fácil de conseguir. Estas limitações conferem um papel primário e transitório para esse sistema, pois se a demanda e os custos de uma determinada espécie se elevarem a uma expansão significativa da produção de semente só poderá ser levada a efeito por meio dos sistemas 4 ou 5.

A pesquisa nesse sistema deveria ser dirigida para apoiar-se na transição identificando práticas culturais e regiões geográficas apropriadas, onde a colheita mecânica seja econômica. Outra linha de pesquisa poderia se concentrar no uso de sistemas de suportes de baixo custo (incluindo combinações de cultivos múltiplos que poderiam ser colhidos mecanicamente) e reguladores químicos de crescimento.

No futuro, esse sistema será usado para aumentar inicialmente germoplasmas promissores, em instituições nacionais, que produzam semente para fins experimentais e para obter índices de multiplicação altos e rápidos, tanto para produtores de semente, como para pecuaristas que estejam iniciando a produção de uma nova variedade, onde a oferta inicial de semente é restrita ou dispendiosa.

Sistema 4. Gramíneas e leguminosas como pastagens

Este sistema envolve tanto gramíneas como leguminosas. As espécies ou cultivares envolvidos são relativamente novos. A região geográfica adequada é aquela em que as espécies estão bem adaptadas para a produção de forragem e, na maioria dos anos, também para produção de sementes. O estabelecimento inicial visa desenvolver pastagens melhoradas puras ou consorciadas. Enquanto o objetivo inicial do pecuarista é o de produzir forragem para a alimentação do rebanho, ele pode se tornar um produtor

de semente seja pelos altos preços da semente ou para produzir sua própria semente para usá-la na sua propriedade. A produção de semente é um cultivo de renda imediata.

Durante os anos em que o objetivo é a produção de semente, o pecuarista reduz o pastejo em determinadas áreas e, em geral, sem insumos adicionais, deixa que as áreas floresçam e produzam semente. Essas áreas podem ter sido fertilizadas para explorar o potencial de produção de forragem de cultivares novas ou melhoradas. A colheita é feita por contrato, manual ou mecanicamente. No entanto, a tendência é de fazê-la com uma combinada mecânica. A semente é seca ao sol, na propriedade mas, geralmente, é transportada para ser processada em outro local, onde é limpa e classificada. A qualidade final dos lotes de sementes pode variar mas, em geral, pode ser elevada. As produções de semente são variáveis e, geralmente, moderadas para a espécie. No entanto, o volume total de sementes é suficiente para afetar significativamente o abastecimento e os preços nacionais, à medida que crescem as áreas envolvidas.

Obviamente, este sistema é intermediário entre os Sistemas 1 e 5. Algumas pessoas podem, inclusive, argumentar que não é um sistema discreto. Atualmente não é comum na América Latina, principalmente com as leguminosas, e isso reflete o escasso número de cultivares novas disponíveis (Tabela 4.). Esse sistema não é promovido por meio de pesquisa nem do desenvolvimento, porém tende a evoluir naturalmente como uma resposta a uma forte demanda econômica de semente, reconhecida pelos pecuaristas progressistas da mesma região. É um método de produção de semente com relativo baixo custo e, caso se desenvolva em qualquer escala, descarta a necessidade de desenvolvimento do Sistema 5 para as cultivares envolvidas nesse país, em particular. Não obstante, o problema reside no fato de que é pouco provável que se desenvolva suficientemente rápido para algumas cultivares e nunca para outras, principalmente no caso das legumi-

TABELA 4. Distribuição e produção de semente de forrageiras com o sistema de pastagem (Sistema 4).

Espécie	País	Produção de semente
		kg/ha
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf.	Colômbia Venezuela e Brasil	5-50 (1-2 colheitas)
<i>P. maximum</i> (cv. Colônia, Green Panic, etc)	Brasil	50-100 (1-2 colheitas)
<i>M. atropurpureum</i>	Brasil	20-50 (1-2 colheitas)

nosas em regiões de baixas latitudes. Os produtores nesses sistemas são empresários inovadores que mudam de uma atividade para outra, dependendo da diferença entre os preços da semente e a necessidade da forragem. Alguns, no entanto, são atraídos pelo negócio e podem converter-se em produtores especializados*. Em consequência, esse sistema contribui tanto com a semente como com o produtor de semente e é um mecanismo de melhoramento da semente a nível nacional.

Sistema 5. Gramíneas e leguminosas como cultivos

Este sistema pode incluir tanto gramíneas como leguminosas, e as cultivares envolvidas podem ser tradicionais ou novas. O objetivo principal é a produção de sementes, com ênfase limitada na produção de forragem. As áreas são selecionadas e os cultivos de sementes são estabelecidos, enfocando-se esse objetivo principal. O cultivo da semente de uma espécie de forrageira pode fazer parte de uma rotação com uma cultura alimentar ou de fibra, e proporcionar renda secundária com feno (principalmente com as leguminosas) ou pastejo limitado (principalmente com as gramíneas).

* Ler o capítulo de Rayman neste livro (Nota do editor)

O sistema se desenvolve ou evolui com o tempo em regiões geográficas mais adequadas para produção de semente. Em alguns casos, são necessárias certas condições climáticas ou edáficas específicas para localizar cultivos de sementes. Essas regiões podem ser diferentes ou distantes das regiões onde se usa a semente para o estabelecimento da pastagem.

Outra dimensão é o grau de habilidade administrativa introduzido por produtores mais inclinados a aplicar práticas culturais específicas, meios mecânicos e concentração de esforços.

A maioria dos produtores faz investimentos em equipamentos especializados, tais como, combinadas, secadores artificiais, ceifadeiras, implementos para cultivo, semeadeiras e maquinaria de processamento. Às vezes, compram também a terra, equipamentos de irrigação terrestre e aspersores. A necessidade de grandes investimentos de capital pode levar à fundação de corporações independentes ou associadas com agências governamentais.

Todas as práticas culturais convencionais para o cultivo de semente são aplicadas aos cultivos de sementes de forrageiras, à medida que forem necessárias; particularmente, a preparação completa da terra, elevadas taxas de semeadura, adubos, desfolhamento, controle integrado de invasoras (incluindo

TABELA 5. Distribuição e produção de semente de forrageiras com o sistema de cultivo (Sistema 5).

Espécie	País	Produção de semente
		kg/ha
<i>B. decumbens</i>	Colômbia, Bolívia, Brasil	10-100
<i>Brachiaria humidicola</i> (Rendle) Schweick.	Brasil	10-50
<i>P. maximum</i>	Bolívia, Brasil	20-50
<i>Setaria anceps</i> Stapf. ex Massey	Brasil	20-50
<i>G. wightii</i>	Bolívia, Brasil	100-300
<i>Lablab purpureus</i> (L.) Sweet	Bolívia	500-1200
<i>M. atropurpureum</i>	Brasil	30-100
<i>Stylosanthes capitata</i> Vog.	Brasil	50
<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw	Brasil	30-75

práticas culturais e herbicidas), controle de insetos e esforços apropriados para manter a pureza genética. A irrigação pode ser usada em algumas espécies.

A maioria dos cultivos é colhida mecanicamente, geralmente usando-se combinações convencionais. O sistema, no entanto, pode incluir a colheita manual. O processamento da semente é completo na mesma propriedade ou em locais de processamento centralizados. A seguir, a semente é armazenada em locais apropriados.

As produções de semente reagem ao manejo mais intensivo e às condições ambientais ótimas dando, portanto, resultados mais elevados e mais consistentes. De um modo geral, a qualidade de semente é superior, refletindo o processo de melhoramento da semente como das condições de armazenamento, e com os padrões de controle de qualidade regulamentados por agências nacionais. A semente é enviada aos mercados em forma mais sistemática, tanto nacio-

nal como internacionalmente.

Este sistema é o mais intensivo e especializado. Porém, atualmente, na América Latina, ainda não está bem desenvolvido ou disseminado, como indicam as espécies, países e principalmente as produções (Tabela 5). Entretanto, o sistema oferece maiores oportunidades para uma produção comercialmente viável, maior potencial de produção e qualidade, disponibilidade de mercado mais consistente e mais baixos preços para muitas espécies. É um sistema particularmente apropriado para espécies e cultivares que possuam (a) requerimentos específicos quanto ao clima, solo, polinização e/ou isolamento para produções economicamente viáveis de sementes, (b) características de difícil maturação, colheita ou qualidade, e (c) constituam novas cultivares, desenvolvidas por meio de introduções ou em programas de melhoramento de plantas. Em última análise, somente este sistema poderá atender a demanda futura de muitas espécies de leguminosas ou reduzir os preços para o

consumidor, à medida que aumente o número de produtores independentes e de áreas para cultivos.

As pesquisas de vários autores (2, 3, 4, 13) do Instituto de Pesquisas IRI, no Brasil, e os esforços de coordenação e de publicação desenvolvidos pelo Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas (IICA) têm contribuído, de forma expressiva, para o início da produção comercial, em vários países.

São necessários programas de pesquisa por parte das instituições nacionais, para o desenvolvimento e eficiência desse sistema. Enquanto essas instituições tendem a se envolver naturalmente no processo de iniciar a produção, é necessário enfatizar que a produção é muito mais eficiente, em mão de organizações semi-autônomas ou proprietários independentes. Assim, a pesquisa deve ser progressivamente modificada para se adaptar às necessidades particulares e específicas. Inicialmente, a pesquisa deve dirigir sua atenção à definição das regiões geográficas apropriadas para cada espécie, regiões com suficiente diversidade local, para acomodar várias espécies, produção de sementes, os principais determinantes da produção e qualidade da semente, e provisão de estoques básicos de semente para produtores em potencial. Com o correr do tempo, a pesquisa deveria ser concentrada no refinamento progressivo de sistemas econômicos de produção para espécies, em particular, e/ou problemas dos produtores, numa região em particular.

Os recursos para produção de semente deveriam ser aplicados em cultivares adaptadas ou em germoplasma promissor. Tanto os produtores de semente comercial como os pesquisadores devem estar intimamente ligados com os programas de desenvolvimento e avaliação de germoplasma para garantir o cumprimento deste pré-requisito genético.

CONCLUSÕES

A disponibilidade e o custo da semente

de cada cultivar de forrageira é o resultado de um sistema de produção, do qual os principais componentes são: a) as espécies particulares e seu mecanismo reprodutivo; b) a região geográfica cultivada para a produção de semente; e c) as práticas de manejo aplicadas. Os cinco sistemas básicos descritos neste estudo não são absolutamente rígidos, mas se sobrepõem e se relacionam reciprocamente no desenvolvimento progressivo do fornecimento de semente de qualquer cultivar. As descrições são incompletas, principalmente no que se refere à localização exata das regiões de produção em cada país, e aos dados precisos, os quais simplesmente não existem na literatura.

A definição e a identificação das regiões geográficas apropriadas para a produção de semente é um ponto de vital relevância no desenvolvimento e na economia da produção comercial de semente, assim como, qualquer esforço para apoiar essa atividade. Tais regiões devem proporcionar combinações favoráveis de fatores climáticos, edáficos e de manejo para a obtenção de altas produções e uma elevada qualidade da semente de um bom número de espécies e permitir o desenvolvimento da indústria de sementes. Como as necessidades nacionais sempre englobarão espécies diversas que podem diferir nos requerimentos para produção de semente, um determinado país necessitará, pelo menos, de uma região produtora com diversas condições ecológicas ou várias regiões independentes. Estas regiões podem estar situadas distantes das áreas de pecuária, o que obriga desenvolver sistemas organizados de transporte de sementes.

O valor desses sistemas, parcialmente conceituais, de produção de semente, reside na análise de como poderão ser cumpridas as necessidades futuras de semente e do papel mais apropriado para os escassos recursos de pesquisa disponíveis. A definição da demanda potencial de cultivares adaptadas é o ponto de partida no processo de produção de semente. Obviamente, cada país pode

demandar cultivares e quantidades diferentes. O potencial de produção dos Sistemas 1 e 2 deveria ser examinado detalhadamente. Apesar de o Sistema 4 sugerir uma situação ideal, não se pode garantir um desenvolvimento suficientemente rápido para satisfazer a demanda, e não é provavelmente apropriado para muitas leguminosas, principalmente em regiões de baixas latitudes.

Por essa razão, será necessário o Sistema 5 para garantir uma disponibilidade de semente rápida e consistente, a preços razoáveis, de muitas cultivares, principalmente de novas cultivares de leguminosas. É necessário, tanto o esforço dos pesquisadores, como dos produtores especializados para desenvolver esse sistema, que somente será viável em determinadas regiões geográficas.

LITERATURA CITADA

1. Alarcón, E., J. Lotero y L. Escobar. 1969. Producción de semillas de los pastos angleton, puntero y guinea. *Agricultura Tropical* 25(4):207-215.
2. Bernal, J.E. 1975. Zonificación para la producción de semillas de forrajeras en Colombia. Seminario sobre Producción de Semillas. Series informes n.º 79. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Bogotá, Colombia. p. 3-14.
3. Delgadillo, G y J. Rossiter. 1971. Producción de semilla de leguminosas forrajeras en Santa Cruz, Bolivia. p. 30-33. In Banco de Germoplasma de Pastos y Leguminosas Tropicales. Informe Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Zona Andina, Quito, Ecuador.
4. Farfán, C. 1974. Efecto de prácticas culturales en la producción de semillas de plantas forrajeras tropicales. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.
5. Gallardo, A. y A. Leone. 1976. Producción de semilla de gramíneas forrajeras en Venezuela. Seminario sobre Producción de Semillas Forrajeras. Informe n.º 99. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Maracay, Venezuela. p. 122-153.
6. Hopkinson, J.M. 1977. Siratro seed production. *Tropical Grasslands* 11:33-39.
7. Humphreys, L. R. 1974. Tropical pasture seed production. FAO, Rome.
8. Jones, R. J. and R. Roe. 1976. Seed production, haying and storage. p. 375-392. In N. H. Shaw and W. W. Bryan (ed) *Tropical Pasture Research Principles and Methods*. Bulletin 51, Commonwealth Agricultural Bureaux, Hurley, United Kingdom.
9. Jollif, G. D. y G. Sánchez. 1971. Trabajos en semillas. Instituto Colombiano Agropecuario, Tibaitatá, Colombia. 72p. (mimeografiado).
10. Lotero, J. 1972. Producción de semilla de pastos. Seminar on Feeding and Nutrition of Ruminants, Turrialba, Costa Rica.
11. Moreno, F. y D. Larsen. 1972. Procesamiento de las semillas de pasto angleton (*Dichanthium aristatum*) para remover sus aristas. ICA Informa 7:233-250.
12. Pacheco, J. y G. B. Killinger. Producción de semilla de forrajes y pastos. *Suelo Tico* (Costa Rica) 9(37)227-228.
13. Ramos, N. 1975. Factores que influyen en la germinación del pasto brachiaria (*Brachiaria decumbens* Stapf.) Tesis Magister Scientiae. Universidad Nacional e Instituto Colombiano Agropecuario, Bogotá, Colombia.
14. ————. 1978. Germinación de semillas de pastos tropicales *Brachiaria ruziziensis*; *panicum maximum*; *Hyparrhenia rufa*. (En prensa).

15. Salazar, J. y R. Camacho. 1965. Necesidades y prioridades en la producción de semillas. Seminario sobre Producción de Semillas. Series Informes nº 79. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Bogotá, Colombia. p. 22-31.
16. Vicary, C.P. 1970. Costs and returns with tropical pasture plants. *Australian Seed Review* 1:27-30.

CAPÍTULO VI

TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

ALGUMAS CAUSAS COMUNS DOS FRACASSOS DAS PASTAGENS TROPICAIS DE LEGUMINOSAS E GRAMÍNEAS EM FAZENDAS COMERCIAIS E AS POSSÍVEIS SOLUÇÕES

Clarence R. Roberts*

RESUMO

Existe uma crença geral de que os animais em pastejo dependem de gramíneas, e somente a gramínea é responsável pela maioria dos fracassos das pastagens baseadas em leguminosas tropicais. Assim sendo, o corolário que diz que as leguminosas somente suprem N à gramínea conduz a práticas de manejo que favoreçam o crescimento da gramínea, causando prejuízos às leguminosas consorciadas e sua possível eliminação. Exemplos comuns de tais práticas são: a) misturar leguminosas e gramíneas que não sejam compatíveis entre si; b) usar misturas de sementes que contenham bastante semente de gramínea e pouca de leguminosa; c) queimar ou roçar para desfazer-se da gramínea que não tenha sido consumida e para promover um rebrote mais palatável; d) usar fertilização nitrogenada nas pastagens de leguminosas/gramíneas para aumentar as produções da gramínea; e) descuido no fornecimento de elementos, tais como, o Mo que é essencial para a simbiose da leguminosa/*Rhizobium*, porém que tem pouco ou nenhum efeito na produção de gramínea; f) super-lotação durante o período de crescimento para utilizar a maior quantidade de gramínea possível, antes que esta amadureça demais; g) sistemas de pastejo rotacional que são planejados para forçar o gado a comer toda a gramínea disponível. Tem sido demonstrado em vários ambientes tropicais que a produção animal aumenta à medida que aumenta a porcentagem de leguminosa na pastagem. No entanto, as pastagens de leguminosas puras não são estáveis e estão sujeitas à invasão por ervas daninhas. A gramínea impede a invasão destas ervas, utiliza o N do solo proveniente das leguminosas e fornece carboidratos e forragem volumosa ao gado. Propõem-se que o componente principal das pastagens consorciadas tropicais é a leguminosa pois é ela que fornece a proteína essencial para conservar um nível alto de crescimento e de reprodução. Discutem-se várias estratégias de manejo baseadas nesta proposta que têm sido utilizadas em fazendas comerciais com um êxito aparente.

A maioria das pastagens tropicais tem sido submetida a queimas, quer intencionais quer acidentais, durante milhares de anos. Isto tem permitido o domínio dos capins resistentes à queima e a eliminação da maior parte das leguminosas nativas, em parte porque estas são menos resistentes ao fogo ou se recuperam mais lentamente após a queima do que as gramíneas, ou pela pressão seletiva

do pastejo e, talvez, pela falta de S, essencial para a simbiose leguminosa/*Rhizobium*, que se perde durante a queima (22).

Aparentemente, este domínio das gramíneas levou à crença, em todos os trópicos, de que as gramíneas são o único alimento para o gado em pastejo, o que é absolutamente certo em muitos lugares, devido às práticas de manejo que favorecem o crescimento do capim, mas que eliminam rapidamente as leguminosas.

* Consultor Agrícola, J.H. Williams & Sons Pty, Ltd., Austrália.

Essa "mentalidade pro gramínea" é tão forte entre muitos pecuaristas ao ponto de não reconhecerem o valor das leguminosas presentes na pastagem. Alguns as consideram até ervas invasoras e as tratam como tais. Assim sendo, não é de surpreender que a adoção de pastagens consorciadas tenha sido lenta e os fracassos numerosos.

Os pecuaristas que assim pensam, quando decidem introduzir uma leguminosa em suas pastagens visam, principalmente, promover o crescimento da gramínea, através do N barato, fixado pela leguminosa. Relegar as leguminosas tropicais a um papel tão secundário, é subestimar seu valor como planta forrageira de alta qualidade capaz de produzir aumentos de peso vivo por cabeça mais rapidamente que as gramíneas tropicais.

No desenvolvimento deste trabalho, utiliza-se, de preferência, o termo "pastagem de leguminosa/gramínea" ao mais usado "pastagem de gramínea/leguminosa" para dar ênfase à relativa importância da leguminosa. Considera-se que enquanto as pessoas responsáveis pelo manejo de pastagens não aceitarem esta ordem de prioridade, continuarão a ser utilizadas as práticas de manejo que favorecem o crescimento da gramínea, em detrimento do da leguminosa.

Mais adiante, discutir-se-ão alguns exemplos comuns de tais práticas, simultaneamente com alternativas estratégicas de manejo, que têm sido testadas numa vasta variedade de climas, desde os úmidos sub-tropicais até os úmidos equatoriais e em solos que vão desde os Alfissolos relativamente férteis, formados em basalto, até os Ultissolos e Oxissolos de baixa fertilidade, derivados de xistos argilosos e arenitos.

ESTABELECIMENTO

Os erros mais comuns no estabelecimento de pastagens de leguminosa/gramínea são: a) utilizar espécies que não estão bem adaptadas na área; b) escolher espécies de leguminosas e gramíneas incompatíveis entre si; e c) abafar as leguminosas que se encontram

no estádio de plântulas, com a inclusão de excesso de sementes de gramíneas, na mistura.

Espécies bem adaptadas

Existe uma amplitude bastante vasta de adaptação aos vários níveis de acidez do solo, tanto nas leguminosas como nas gramíneas (26). É essencial que qualquer consorciação de pastagem em solos ácidos e de baixa fertilidade tenha, como base, espécies que apresentem maiores probabilidades de persistir sob tais condições. Espera-se que em uma pastagem consorciada bem manejada ocorra um aumento gradativo na fertilidade do solo, razão pela qual se pode incluir na mistura algumas espécies que se desenvolverão melhor, à medida que a fertilidade aumente. No entanto, é pouco provável que haja uma redução na acidez, conseqüentemente, não há razão para se incluir nenhuma das poucas espécies não tolerantes às condições de acidez, salvo se houver uma fonte barata de calcário, o que raramente ocorre nos trópicos.

Compatibilidade das leguminosas e gramíneas

Ao se planejar uma pastagem consorciada, pode parecer lógico combinar as gramíneas de maior produtividade com as espécies de leguminosas mais adaptadas disponíveis. Infelizmente, este método fracassa na maioria das vezes, devido ao fato de as leguminosas forrageiras tropicais disponíveis atualmente não serem capazes de competir com muitas das gramíneas, de produção mais elevada.

Freqüentemente, a avaliação das espécies se realiza cortando-se e pesando-se amostras provenientes de pequenas parcelas em monocultura. A produção de MS das melhores gramíneas pode ser de duas a quatro vezes maior que a das melhores leguminosas. Em geral, as gramíneas com produções mais elevadas têm um hábito de crescimento erecto ou denso, combinado com um rebrote

rápido após o pastejo. É quase impossível para as leguminosas, de crescimento mais lento, competir com as gramíneas, de crescimento rápido e altas como *Pennisetum purpureum* Schumach., ou bastante densas como *Digitaria decumbens* Stent. e *Bracharia decumbens* Stapf., tornando o manejo de tais misturas excessivamente difícil. No entanto, as gramíneas que combinem altas taxas de crescimento com altura média e um hábito de crescimento menos denso, tais como os cultivares de *Panicum maximum* Jacq., poderão associar-se apropriadamente com as leguminosas, desde que elas tenham maior aceitabilidade que as leguminosas durante o período de maior crescimento. O gado pasteará seletivamente as gramíneas, proporcionando às leguminosas uma vantagem competitiva.

Outras características alheias à palatabilidade relativa ajudam as leguminosas a manter uma consorciação estável com gramíneas de crescimento mais rápido, como por exemplo: a) tolerância à sombra (*Desmodium intortum* (Mill.) Urb.); b) habilidade para suportar o desfolhamento (*Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw.); c) resistência ao pisoteio (*Desmodium heterophyllum* D.C.); e d) habilidade para regenerar a partir de semente (*Macroptilium atropurpureum* (D.C. Urb. cv. Siratro), dos estolões (*Glycine wightii* R. Grah. ex Wight & Arn.) Verdcourt, ou das corôas (*S. guianensis* cv. Oxley). Estas características só podem ser avaliadas em parcelas que contenham uma mistura de leguminosas e gramíneas sob pastejo.

As avaliações em que o material é cortado e pesado podem dar resultados errôneos. As pastagens de gramíneas puras sem fertilização nitrogenada podem produzir consideravelmente mais matéria seca que a maioria das consorciações de leguminosas/gramíneas em níveis semelhantes de fertilidade do solo. No entanto, quando se têm realizado comparações em ensaios de pastejo, invariavelmente a produção animal tem sido mais elevada na pastagem leguminosa/gramínea (28). As relações que têm sido estabelecidas entre

MS e produção animal nas pastagens de clima temperado não têm validade para as pastagens tropicais, e as tentativas realizadas até hoje, para prever o desempenho animal, baseadas na produção de MS das pastagens tropicais, têm conduzido a alguns grandes fracassos.

De modo geral, utilizando-se várias espécies de leguminosas nas combinações, aumentam-se suas probabilidades de sobrevivência. No entanto, usando-se duas ou mais espécies de gramíneas, reduzem-se as possibilidades de sobrevivência da leguminosa. Seria uma exceção o uso de uma gramínea não agressiva como *Melinis minutiflora* Beauv. combinada com outra mais produtiva, em situações onde a fertilidade do solo é demasiadamente baixa inicialmente, para se obter uma produção máxima da melhor gramínea. À medida em que a fertilidade aumenta, a gramínea mais produtiva substituirá o *M. minutiflora*.

Taxas de semeio

Praticamente, não é necessário especificar a quantidade de semente, a menos que seja conhecido o valor cultural (VC) de cada espécie da mistura. Por exemplo, na Austrália, taxas de semeio de 2 – 6 kg/ha são usualmente recomendadas para *P. maximum*, o que concorda com os mínimos recomendados de 25% de germinação e 40% de pureza (= 10% VC). Em vários países onde não existem critérios preestabelecidos, normalmente as taxas de semeio para o *P. maximum* são de 20 kg/ha ou mais. Na maioria dos casos, a germinação deficiente da semente da gramínea normalmente disponível em muitos países tropicais úmidos é atribuída à dormência ou às condições deficientes de armazenamento. É essencial a realização de testes de germinação antes do plantio, com a finalidade de determinar as taxas corretas de semeio.

Via de regra, a tendência é usar um excesso de sementes de gramíneas, o que dá como resultado um abafamento das leguminosas de crescimento mais lento por parte

da gramínea, logo na formação da pastagem. É preferível aumentar as sementes de leguminosas em detrimento das de gramíneas. As gramíneas se multiplicarão rapidamente a partir de suas próprias sementes, porém, na maioria dos casos, é extremamente difícil aumentar a proporção da leguminosa na pastagem, se não houver no início uma quantidade suficiente de plantas de leguminosas. Como uma regra preliminar, o objetivo deveria ser estabelecer pelo menos, a mesma quantidade de plântulas de leguminosas e de gramíneas por unidade de área, porém preferivelmente maior quantidade de leguminosas.

A inoculação feita com uma cepa eficiente de *Rhizobium*, para garantir uma nodulação precoce das leguminosas, aumentará expressivamente sua habilidade para competir com as gramíneas nos primeiros estádios. Isto é principalmente importante para as espécies que são lentas no estabelecimento, como: *Centrosema pubescens* Benth, *G. wightii* ou *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit.

Pastejo precoce para controlar a altura da gramínea

Em geral, as plântulas de leguminosa germinam primeiro que as das gramíneas, porém crescem muito lentamente durante as semanas seguintes, até que comecem a nodular. Durante este período, as plântulas das gramíneas alcançam-nas e, se não forem controladas, abafarão ou eliminarão as leguminosas, competindo fortemente por luz, umidade e nutrientes. Felizmente, neste estágio, as gramíneas são usualmente mais aceitas pelo gado do que as leguminosas e, assim sendo, pode-se manter um equilíbrio competitivo através da introdução de gado, logo que a gramínea comece a suplantar a leguminosa. Conservando-se um número reduzido de cabeças no pasto seria mínimo o dano causado à leguminosa, pois é possível regular a quantidade necessária de gado para manter a gramínea em um nível desejado, com pequeno consumo de leguminosa. A

miúdo, recomenda-se que se utilize um rebanho numeroso para completar este pastejo precoce, em curto tempo. No entanto, isto pode ser perigoso. Pode-se causar grande prejuízo à leguminosa se o gado é deixado no pasto durante um período mais prolongado, como freqüentemente acontece quando se entrega o controle do manejo da pastagem a pessoas que não têm experiência no manejo de leguminosas.

O objetivo deveria ser o de conseguir o domínio da leguminosa o mais rápido possível na vida da pastagem e, então, conservá-la nesta forma. O domínio da leguminosa é considerado aqui como o estágio no qual a leguminosa sobressai e domina a gramínea até o ponto em que existam mais folhas visíveis de leguminosas do que de gramíneas.

Efeito da roçagem, queima e herbicidas

Ao contrário do gado, as ceifadeiras não são seletivas e a maioria dos tipos só trabalha próximo ao solo. Em consequência, o corte de um pasto dará à gramínea uma vantagem competitiva sobre as leguminosas tropicais trepadeiras e erectas e pode ocasionar-lhes mais danos que as ervas invasoras de crescimento rápido.

As pastagens que contêm leguminosas tropicais devem ser ceifadas para remover as invasoras e a gramínea que não foi consumida, unicamente no final da estação seca e antes que as leguminosas recomecem um novo crescimento. Naturalmente, neste procedimento não deve ser utilizada a queima.

A maioria das invasoras que aparecem nas pastagens recém-estabelecidas são anuais e uma pastagem vigorosa as abafaria rapidamente se não houver superpastejo. Deveria arrancar-se com a mão, enxada ou pulverizar com herbicidas as invasoras perenes de crescimento erecto. As perenes lenhosas, devem ser cortadas próximo ao nível do solo e as cabeças de tocos pinceladas com uma mistura de 2, 4, 5-T e óleo diesel.

Todas as leguminosas forrageiras são mais ou menos susceptíveis a danos causados por herbicidas, de tal maneira que não se deveria pulverizar totalmente a pastagem, principalmente misturas de 2, 4, 5-T e Picloram.

ADUBAÇÃO

Efeito da fertilização nitrogenada

Apesar do N ser obviamente deficiente nos solos tropicais ácidos, não se deveria aplicá-lo nas pastagens de leguminosa/gramínea. Henzell (8) estima que as leguminosas com boa nodulação forneceriam, anualmente, 62 – 180 kg/ha de N à gramínea consorciada; Whitney e Green (30) registraram produções de MS em uma pastagem de *D. intortum*/*D. decumbens*, equivalentes às produções de uma pastagem de *D. decumbens* pura, que recebeu uma adubação de N de aproximadamente 250 kg/ha, e produções de proteína bruta equivalentes às de uma pastagem de *D. decumbens* pura, com aproximadamente 450 kg/ha de N; Chadhokar (3) obteve, em Papua, Nova Guiné, incrementos nas produções de MS, semeando *S. guianensis* em *Imperata cylindrica*. Tais produções foram equivalente às de *I. cylindrica* pura, com 240 kg/ha de N. Qualquer tentativa de se obter uma produção adicional de gramínea por meio da aplicação do adubo nitrogenado colocará a leguminosa numa desvantagem competitiva e, persistindo-se, sua eliminação será inevitável (Fig. 1).

Em geral, o cultivo mineralizará suficiente N e K para o estabelecimento das gramíneas. A deficiência do fosfato solúvel poderá constituir uma limitação mais grave para as melhores gramíneas (*P. maximum*) do que para as leguminosas.

O papel do fósforo, enxôfre e molibdênio

Indubitavelmente, grande parte do êxito das pastagens de leguminosas tropicais, na Austrália, é atribuída à disponibilidade de

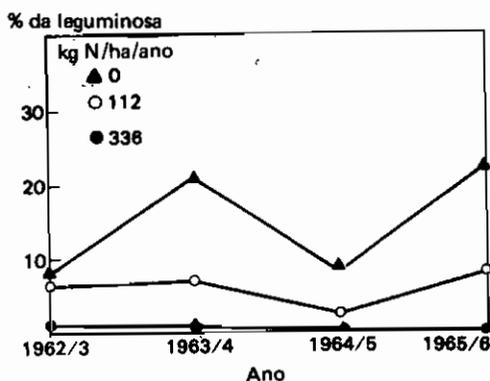


Figura 1. Efeito da fertilização anual com N sobre a porcentagem da leguminosa (*M. atropurpureum*) em uma pastagem consorciada de *M. atropurpureum*/*S. anceps* durante quatro anos (11).

SFS molibdenizado. Ao contrário, muitos fracassos, tanto na Austrália como em outros lugares, sem dúvida alguma, são causados pela falta de P, S e/ou Mo. Está comprovado que estes elementos afetam profundamente a sobrevivência e a produtividade da leguminosa; no entanto, é difícil seu fornecimento em vários países tropicais.

Podem-se obter alguns incrementos na produção animal, a curto prazo, usando-se leguminosas, tais como alguns dos *Stylosanthes* spp., que são capazes de utilizar as pequenas quantidades de P disponível no solo. No entanto, cedo ou tarde, ter-se-ão que fazer aplicações de P ao solo ou, do contrário, a produção animal decrescerá. Ozame *et al.* (24) obtiveram respostas quase lineares no ganho de peso em ovelhas, com taxas de fertilização fosfatada aproximadamente três vezes maiores que as necessárias para produções máximas da pastagem. Estes incrementos foram atribuídos ao maior consumo voluntário e à maior digestibilidade do alimento oriundo das pastagens adubadas. Não seria possível obter os mesmos ganhos, através de substituição por uma suplementação inorgânica para dar a mesma ingestão de P. Eles concluíram que "as respostas obtidas não foram obrigatoriamente causadas pelo fósforo *por si*, mas, possivelmente, por algum outro componente não detec-

tado do alimento, que variou com o nível de fósforo". Existe certa evidência de que estas descobertas também são aplicáveis ao gado alimentado em pastagens tropicais (D.J. Minson, comunicação pessoal).

Jones e Andrew (15) e Mears (19) verificaram que o P aumentou a produção da gramínea mais que a da leguminosa, durante o ano de estabelecimento. Na Malásia, Kerridge (17) verificou que se podia estabelecer o *S. guianensis* num solo com deficiência de P, aplicando-se 500 kg/ha de fosfato de rocha; no entanto, o *P. maximum* requeria uma forma mais solúvel de fosfato (200 kg/ha de SFT). Ambas as espécies poderiam ser mantidas com aplicações anuais de fosfato de rocha. Isso sugere que, em algumas misturas de leguminosa/gramíneas, pode existir a possibilidade de manipular a relação leguminosa/gramínea, nos casos em que existam disponíveis fontes diferentes de fertilizantes fosfatados.

O S e o Mo são essenciais para boa fixação de N pela leguminosa (1). Além de incorporar o Mo no fertilizante, este também pode ser aplicado como um revestimento ou cobertura da semente no momento da semeadura, ou aspergindo-o numa pastagem estabelecida. Pode-se mineralizar suficiente S através do cultivo para o estabelecimento de leguminosas e o SFS contém quantidades suficientes para suprir as exigências na maioria dos solos. Infelizmente, o SFS não se encontra disponível na maioria dos países tropicais. Como, provavelmente, a tendência de fabricação de SFT continuará, pode-se esperar uma deficiente atuação das leguminosas, pois a deficiência do S aumentará no futuro, a não ser que se descubra uma alternativa satisfatória para a fertilização com S (9).

EFEITO DAS ALTAS TAXAS DE LOTAÇÃO SOBRE AS LEGUMINOSAS

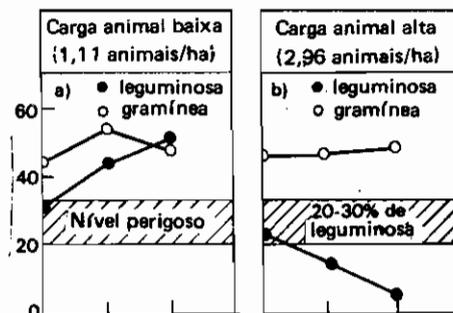
A carga animal é o fator mais relevante que afeta a estabilidade e a produtividade, a longo prazo, de uma pastagem de leguminosa/gramínea. O superpastejo levará

a uma redução na proporção da leguminosa na pastagem e isto será seguido de uma pronunciada queda na produção animal.

Esse fato está ilustrado na Figura 2, que está baseada num experimento de pastejo realizado por Jones (11, 13). Com uma carga animal de 1,11 animais/ha, em três anos, apresentava-se uma consorciação estável de, aproximadamente, 50% de leguminosa e 50% de capim e quase nenhuma invasora (Fig. 2a). Com uma taxa elevada de lotação de 2,96 animais/ha, a leguminosa se reduziu de 23% a 6%, após três anos, com 46% de invasoras (Fig. 2b).

Os efeitos destas mudanças botânicas na produção animal, estão representados na parte inferior da Figura 2. Na carga animal mais baixa, os ganhos de peso vivo por cabeça e por hectare permaneceram quase constantes durante os quatro anos do ensaio,

Composição botânica (% MS)



Ganho de peso vivo (kg/ha)

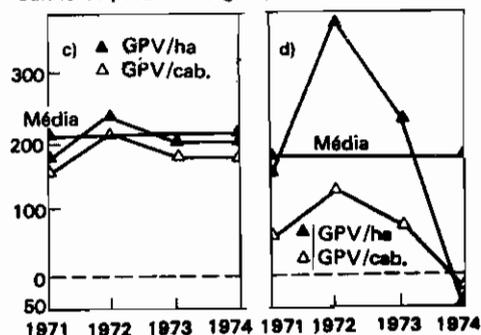


Figura 2. Performance de uma pastagem de *D. intortum/S. anceps* durante quatro anos com duas taxas de lotação (11, 13).

com ganhos de peso vivo anuais de 200 kg/ha e 180 kg/cabeça.

Com uma carga animal mais elevada, foi observado um forte aumento no ganho de peso vivo durante o segundo ano; no entanto, este aumento foi acompanhado por uma redução na porcentagem de leguminosas, o que, por seu turno, proporcionou as dramáticas quedas nos ganhos de peso vivo nos anos seguintes. No quarto ano, já não havia praticamente leguminosas na pastagem e os animais perderam peso (Fig. 2d). Durante os quatro anos, o ganho médio de peso vivo anual com tal taxa de lotação foi somente de 178 kg/ha e 59 kg/cabeça.

Com a taxa de lotação mais alta, a produção durante o período de quatro anos, foi de 88 kg/ha, inferior à obtida com a taxa de lotação baixa, e a produção por cabeça não foi satisfatória em nenhum dos estádios. Além de ter ocorrido menor produção, foi também eliminada a leguminosa da pastagem na taxa mais alta de lotação, causando quedas inevitáveis na produção.

Tal situação é muito comum na prática e ocorre porque a maioria dos pecuaristas, no momento de determinar as taxas de lotação, baseia suas decisões numa avaliação da condição do gado e da quantidade de capim na pastagem. Segundo este critério, a taxa de lotação alta de 2,96 animais/ha, em 1972, não parecia excessiva, já que havia grande quantidade de capim na pastagem e o gado se comportava satisfatoriamente. Sem dúvida, isto não representa uma orientação satisfatória, como indicado pela desastrosa queda da produção nos dois anos seguintes.

O parâmetro mais apropriado para determinar a taxa de lotação é a quantidade de leguminosa na pastagem*. Logo que se observe uma redução na proporção de leguminosa, deve-se diminuir a pressão do pastejo. A recuperação será mais rápida na última metade da estação de crescimento, quando as gramíneas já amadureceram, porém as leguminosas ainda estão crescendo ativa-

mente. Neste momento, deveriam ser realizados todos os esforços possíveis para manter baixas as taxas de lotação.

Nos exemplos mencionados anteriormente, a percentagem de leguminosa baixou para 16%, em 1972 (Fig. 2b), bastante abaixo do nível crítico, que é de 20 a 30%, dependendo das espécies e da época do ano. Se a taxa de lotação tivesse sido reduzida, neste momento, a leguminosa poderia ter-se recuperado e formado novamente uma pastagem estável e produtiva. Pelo ano de 1973, quando a redução apresentada no ganho animal foi notória, o mal já estava feito e era tarde demais para salvar a leguminosa que, nesta época, havia sido reduzida a somente 6%.

Também deveria mencionar-se aqui que o superpastejo do componente da leguminosa de uma pastagem pode ocorrer em certas circunstâncias, apesar de a taxa de lotação total não ser excessivamente alta. Exemplos deste fato são: a) sistemas de pastejo rotacionados com longos descansos entre os pastejos, o que permite que a gramínea amadureça demais e se torne relativamente menos palatável que a leguminosa; b) programas intensivos de pastejo, que são planejados para obrigar o gado a utilizar a maior quantidade possível do alimento oferecido, roubando-lhe, dessa maneira, a proteção conferida à leguminosa, em virtude de sua baixa palatabilidade relativa durante o início do período de crescimento.

* Existem poucas exceções a esta regra geral. Por exemplo, na Malásia, descobriu-se que, se as pastagens de *S. guianensis* e *P. maximum* são pastejadas muito baixas, o *P. maximum* diminui mais rapidamente que o *S. guianensis*, conduzindo a um aumento temporário na proporção da leguminosa mesmo quando a taxa de lotação for bem alta. Stobbs (27) refere-se a um caso semelhante em pastagem de *M. atropurpureum*/*P. maximum* em Uganda. Isto pode ser evitado se a pastagem não é pastejada muito baixa, durante a fase de crescimento, como se descreverá posteriormente em "Manejo do Pastejo".

Causa surpresa o fato de o manejo do pastejo das pastagens baseadas em leguminosas tropicais não ser bem entendido, pois somente há pouco tempo a maioria das leguminosas é utilizada como plantas forrageiras. Existe pouquíssima informação publicada sobre manejo, e algumas dessas informações são errôneas, pois estão baseadas na suposição de que as práticas de manejo que são proveitosas para as pastagens baseadas em leguminosas de climas temperados (principalmente os trevos) também serão benéficas para as pastagens formadas com leguminosas tropicais.

Na prática, isto nem sempre conduziu a bons resultados, devido às diferenças fundamentais que existem entre as características de crescimento das gramíneas e leguminosas temperadas e tropicais. Estas são, principalmente, as altas taxas de crescimento, as grandes produções de MS e os baixos valores nutricionais das gramíneas C₄ de amadurecimento rápido e o hábito de crescimento das leguminosas tropicais, mais comumente utilizadas.

Várias técnicas de manejo que têm sido desenvolvidas para superar as deficiências nutricionais das gramíneas tropicais (por exemplo queima, roçagem, pastejo intensivo, fertilização com N) são prejudiciais às leguminosas forrageiras presentemente disponíveis. Sem dúvida alguma, isto é o que tem causado a escassez de leguminosas nativas nas pastagens submetidas a algumas destas práticas durante um longo período de tempo.

Da mesma forma, as técnicas que melhoraram a utilização de gramíneas temperadas e estimulam a difusão de plantas de trevo de crescimento baixo, tais como o pastejo rotacional e as altas pressões, conduzem, rapidamente, à eliminação das leguminosas trepadeiras tropicais, devido ao superpastejo e, em menor escala, ao pisoteio.

Classificação das leguminosas

Para o manejo de pastagem, é mais prá-

tico classificar as leguminosas de acordo com seu comportamento sob pastejo, do que como espécies temperadas ou tropicais, o que não é, de maneira alguma, uma divisão bastante clara.

Sugere-se que a maioria das leguminosas possa ser colocada sob dois grandes grupos, citados a seguir:

- 1) Leguminosas prostradas, que se desenvolvem melhor sob altas pressões de pastejo, tais como, a *Trifolium* spp., *Lotus pedunculatus*, *Lotononis bainesii* Baker, *Desmodium canum* (J.F. Gmel.) Schinz. & Tell. e *D. heterophyllum*.
- 2) Leguminosas trepadeiras, tais como, *D. intortum*, *Desmodium uncinatum* (L.) Sw., *G. wightii*, *M. atropurpureum* cv. Siratro, *C. pubescens* e tipos erectos como *S. guianensis* e *Stylosanthes hamata* (L.) Taub., que em sua totalidade, se desenvolvem melhor sob baixas pressões de pastejo.

Também existe um terceiro grupo, menor, que consiste de:

- 3) Leguminosas muito palatáveis, que toleram bastante bem o desfolhamento. São, no entanto, tão palatáveis que, se os animais tiverem fácil e livre acesso a elas, serão pastejadas rapidamente. A leguminosa mais amplamente usada e da qual se tem maior conhecimento deste grupo é a *Medicago sativa* L.; no entanto, introduções mais recentes incluem a *Vigna luteola* (Jacq.) Benth. e *L. leucocephala*.

O primeiro e o terceiro grupos incluem espécies temperadas, subtropicais e tropicais. Têm-se desenvolvido técnicas eficientes de manejo para as espécies temperadas e parece que não existem razões para duvidar de que estes métodos também seriam apropriados para as espécies tropicais, nestes grupos.

Por outro lado, o segundo grupo de tipos trepadeiras e mais eretas não inclui

nenhuma das espécies temperadas, amplamente usadas, mas inclui todas as espécies tropicais usadas mais largamente no presente. O manejo do pastejo deste grupo de leguminosas é o que apresenta maiores problemas, que serão discutidos a seguir.

Altura da pastagem e pressão do pastejo

O grupo das leguminosas é composto de trepadeiras e arbustos que não devem ser pastejados muito baixo. Se após o corte ou pastejo, ficam poucas folhas, a recuperação será bastante lenta e a produção se reduzirá (Fig. 3). Um desfolhamento severo e freqüente reduzirá acentuadamente o vigor e a habilidade da leguminosa para competir com outras espécies (14) e, eventualmente, levará à sua eliminação. Isto se aplica, também, a alguns tipos de gramíneas tropicais, principalmente ao *P. maximum* (27).

Na prática, tem sido observado que a regra mais prática para manter o número necessário de folhas e pontos de crescimento, para garantir uma boa produção e persistência destas leguminosas, é a altura da pastagem. Isto pode variar um pouco, de acordo com as espécies. Entretanto, para uma mistura típica de *S. guianensis*/*C. pubescens*/*P. maximum*, deveria ser conservada uma altura aproximadamente de 30 a 60 cm durante o período de crescimento. Esta é suficientemente baixa para manter a gramínea crescendo ativamente, mas suficientemente alta, também, para evitar um desfolhamento completo da leguminosa.

Acima desta altura, o gado teria dificuldades para consumir com eficiência a forragem (29), mas pode ser necessário ultrapassar esta altura, no fim do período de crescimento, para garantir uma disponibilidade suficiente de forragem, para manter o gado em boas condições, durante a estação seca. Certamente, nesta época a gramínea terá uma altura inferior a 30 cm, e, não obstante, a leguminosa se recuperará rapidamente, desde que exista uma camada de talos lenhosos satisfatória sobre o terreno, capaz de

fornecer bastante pontos de crescimento.

Como regra empírica, sugere-se para a maioria das leguminosas deste grupo que, durante o período de crescimento, se deveria conservar a pastagem entre um quarto e a metade da altura de amadurecimento das gramíneas consorciadas. Sob estas condições, uma capa de matéria orgânica (MO) fresca se acumula sobre a superfície do solo e fabrica o horizonte O que, freqüentemente, não é encontrado nos solos de pastagens tropicais. Esta camada exerce um papel relevante na renovação dos nutrientes no solo, modera as flutuações de umidade e de temperatura no solo, protege-o contra a erosão e, ao atuar como um anteparo, reduz os danos produzidos aos caules da leguminosa pelo pisoteio.

Mantendo a pastagem nestes limites de altura não é difícil conseguir e conservar a dominância da leguminosa. O termo um pouco vago de "dominância da leguminosa" é usado intencionalmente, pois, para os pecuaristas práticos que devem tomar decisões sobre a taxa de lotação, não os ajuda muito saber que é recomendável manter uma proposição média anual de leguminosa de, aproximadamente, 30%, pois eles não têm meios de medi-la, senão visualmente, e as avaliações visuais de proporções de leguminosa/gramínea podem ser falsas. Num pasto

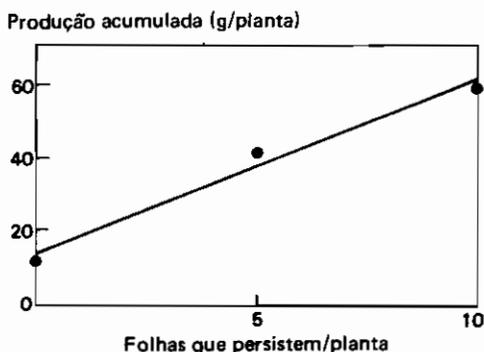


Figura 3. Relação entre a produção acumulada total da planta e o número de folhas que persistem na mesma após o corte de *M. atropurpureum* a cada 4 semanas (12).

alto, a porcentagem de leguminosa pode ser tão baixa quanto 10% e, no entanto, dá a impressão de ser mais elevada, porque as folhas da leguminosa, em sua maioria, estão por cima e podem ser vistas mais facilmente que as folhas da gramínea (19). Também existem grandes variações estacionais na porcentagem da leguminosa em base de MS, mesmo em pastagens que contêm uma alta proporção de plantas de leguminosas (5). Em pastagens onde existe um número apropriado de leguminosas, estas possuem folhas grandes e saudáveis, de boa cor e textura satisfatória, provavelmente porque as reservas da planta nunca se esgotam seriamente. Isto sugere que uma redução no tamanho das folhas da leguminosa poderia indicar que a pressão do pastejo deveria ser reduzida.

O aparecimento de invasoras anuais ou de espécies forrageiras de crescimento lento é uma advertência de que a pastagem baseada em leguminosa está superpastejada. É necessário ter uma espécie de sinal de alarme que seja facilmente reconhecível, pois é excessivamente difícil convencer a maioria dos pecuaristas de que se deveria reduzir a taxa de lotação, enquanto existir, ainda 30 cm de pastagem no piquete.

PASTEJO CONTÍNUO VARIÁVEL

Para conservar as pastagens baseadas em leguminosas tropicais, nos limites de altura favoráveis para a leguminosa, não somente é necessário escolher as taxas apropriadas de lotação, como também, projetar um sistema de pastejo que permita manipular a pressão do pastejo e preservar, desta maneira, o equilíbrio entre a leguminosa e a gramínea.

Em todos os sistemas de pastejo rotacional, cada piquete tem a tendência de alternar entre bem baixo e bem alto, exceto quando as rotações se efetuam rapidamente. Mesmo num sistema simples de rotação de dois piquetes, a densidade de lotação se duplica no piquete que está sendo pastejado, com um conseqüente aumento dos danos causados às leguminosas pelo pisoteio e pela compactação do solo, durante a estação úmida.

Existe sempre o perigo de o gado permanecer tempo demais numa pastagem e consumir toda a leguminosa.

O pastejo contínuo parece ser o sistema mais apropriado para as leguminosas tropicais trepadeiras ou erectas (18, 27), desde que se selecione a taxa de lotação adequada. No entanto, na prática, isto é difícil de alcançar, devido às flutuações estacionais e anuais na produção da pastagem. Como conseqüência, os padrões rígidos de pastejo contínuo conduzem, em geral, cedo ou tarde, ao superpastejo e à deterioração do componente leguminoso, dificilmente reparada.

Uma variação do sistema "put-and-take", conhecido como o Pastejo Contínuo Variável, conseguiu manter com êxito as leguminosas trepadeiras durante nove anos, perto de Murwillumbah, em New South Wales, lat. 27° 30'S, na fazenda comercial "Lochburn", com uma média nas taxas de lotação de 1,5 animais/ha (25). Neste sistema, normalmente existe um certo número de cabeças em todos os piquetes, mas o número em cada um varia de tempo em tempo, de acordo com a disponibilidade de forragem. O gado nunca é retirado em sua totalidade especificamente visando promover o rápido rebrote da pastagem, salvo quando, em algumas ocasiões, este gado é retirado por outras razões, tais como, permitir que um ou mais componentes da pastagem produzam semente, ou para fins agrícolas. A taxa de lotação varia constantemente, de acordo com as necessidades, para manter um equilíbrio estável entre a leguminosa e a gramínea (aumentando a pressão do pastejo beneficia-se a gramínea, e reduzindo-a favorecem-se as leguminosas trepadeiras) desde que se escolham, primeiro, espécies bem adaptadas e compatíveis.

Devido às leguminosas trepadeiras e erectas serem tão sensíveis ao superpastejo e ao fato de não ser fácil variar as taxas de lotação comprando ou vendendo gado,

há necessidade de outras áreas de pastagem que não sejam prejudicadas por uma superlotação temporária. Esta "válvula de escape" pode consistir de pastagens de gramíneas não melhoradas ou de áreas especiais de pastagens estoloníferas que podem resistir a altas taxas de lotação. Estes dois tipos de pastagem possuem características de produção animal completamente diferentes, que se completam entre si, num sistema integrado de pastagem desta natureza.

Pastagens baseadas em leguminosas de porte alto

Conforme foi relatado anteriormente, estas pastagens possuem leguminosas trepadeiras ou arbustivas. A produção animal estará em proporção direta com a quantidade de leguminosa presente (6, 23), mas as pastagens de leguminosa pura não são estáveis e estão sujeitas à invasão de ervas daninhas. Também pode ser difícil para o gado pastar eficientemente (29). Desta maneira, pois, um papel relevante da gramínea é o de controlar as invasoras e proporcionar alimento durante a primavera, quando o rebrote da leguminosa é lento. Considera-se a leguminosa como a fonte mais importante de alimento, com alto valor protéico, ajustando-se, freqüentemente, as taxas de lotação, para manter as proporções de leguminosa/gramínea, as mais altas possíveis. Apesar de existir sempre o componente gramínea, por conveniência, quando se faz referência a este ponto, fala-se de pastagens baseadas em leguminosas.

Estas pastagens caracterizam-se pela alta produção por cabeça. Em compensação, possuem uma baixa capacidade de suporte (Fig. 4). Usam-se para engorda rápida do gado. Nos lugares livres de geadas, pode-se terminar o gado durante a estação seca, quando os preços do gado gordo são mais altos.

Pastagens de gramíneas de porte baixo

Estas pastagens podem ser de duas classes: podem incluir uma leguminosa rasteira, e

neste caso, são do tipo reilvado ou podem ser adubadas com N, de acordo com as necessidades, para prover um alimento adicional nas emergências. As gramíneas devem ser das espécies estoloníferas que toleram altas pressões de pastejo, como *Axonopus affinis* Chase, *Pennisetum clandestinum* Hochst ex Chiov. ou *B. decumbens*. Estas gramíneas não serão prejudicadas pelas altas taxas de lotação, mas a produção por cabeça será baixa, a não ser que os insumos de N sejam altos, quer de uma leguminosa consorciada, quer de um fertilizante (Fig. 5). No entanto, isto não é importante, pois sua função é atuar como piquetes de reserva, de onde se pode dirigir um fluxo constante de gado para os piquetes de engorda, podendo também atuar como parques de "sacrifício" durante o período de escassez de alimentos. Seu atributo mais relevante é permitir variar as taxas de lotação dentro de limites amplos sem causar prejuízos permanentes à pastagem. Este ponto é discutido mais profundamente a seguir, sob o título "Integração de pastagens baseadas em leguminosa de porte alto e capins de porte baixo". Por conveniência, fazem-se referências a eles como piquetes de gramíneas, mesmo quando neles se podem incluir leguminosas prostradas que são tolerantes às elevadas pressões de pastejo.

Ganho de peso vivo médio (kg/an/ano)

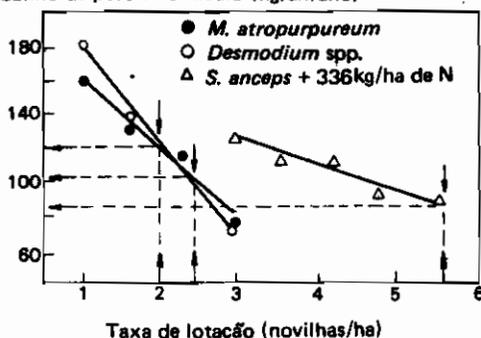


Figura 4. Relação entre o ganho de peso vivo e a taxa de lotação de três pastagens tropicais durante um período de três anos, 1960/70-1971-72. As setas indicam a taxa de lotação para o ganho/ha máximo e o ganho/animal com essa taxa de lotação (13).

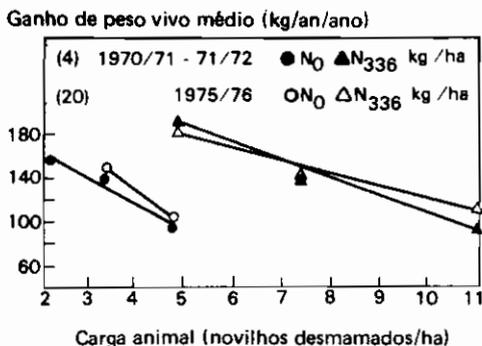


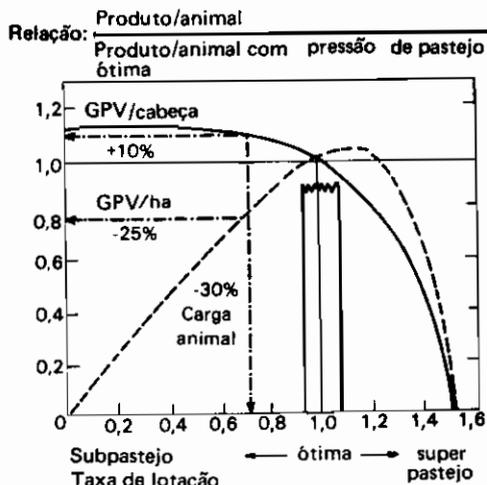
Figura 5. Relação entre o ganho de peso vivo e a taxa de lotação em pastagens naturalizadas com e sem fertilização nitrogenada (4, 20).

QUAL É A TAXA ÓTIMA DE LOTAÇÃO?

O conhecimento da baixa capacidade de suporte que possuem as pastagens baseadas em leguminosas, tem feito com que muitos pecuaristas não as aceitem, aparentemente devido à crença de que a capacidade de suporte está intimamente correlacionada com o lucro. Provavelmente, isto é reforçado por uma certa confusão sobre qual é a taxa "ótima" de lotação.

O modelo de Mott da relação entre a taxa de lotação (T/L) e a produção animal por cabeça e por hectare (Fig. 6a) tem sido amplamente utilizado. Este modelo indica uma T/L ótima bastante aproximada da produção máxima por hectare. Isto implica que taxas inferiores de lotação são menos rentáveis porque a produção por hectare cai rapidamente, à medida que a T/L se reduz e a compensação pelo aumento na produção por cabeça é bem pequena. Por exemplo, uma redução de 30% na T/L reduzirá, aproximadamente, 25% na produção por hectare e aumentará somente em 10% a produção por cabeça.

Recentemente, Jones e Sandland (16) propuseram um modelo (Fig. 6b) que indica a T/L "ótima" no ponto de mais elevado



Relação: Taxa de lotação com uma pressão de pastejo ótima

Figura 6a. O efeito da redução da taxa de lotação em 30% no GPV/cabeça e por ha, baseado no modelo de Mott (21).

ganho de peso vivo por hectare (GPV/ha). Este ponto, no entanto, não é tão crítico como no modelo de Mott. No modelo de Jones e Sandland, uma redução de 30% na taxa de lotação diminuiria o GPV/ha em 10% e aumentaria o GPV/cab em, aproximadamente, 30%. Não obstante, isto não leva em conta as diferenças no valor monetário do GPV com várias T/L ou com os custos elevados que estão associados com as taxas mais altas de lotação.

A figura 7 ilustra os resultados de um ensaio de pastejo realizado por Jones (13), em Samford, no sudeste de Queensland, numa pastagem de *S. anceps/M. atropurpureum*, com quatro taxas de lotação. A percentagem de leguminosa na pastagem (13) foi superposta na Figura, ilustrando a relação entre o ganho por animal e o ganho por ha, de acordo com o que foi publicado por Jones e Sandland (16). Note-se como estão estreitamente relacionados o ganho por animal e a percentagem média de leguminosa durante os três primeiros anos, e também, como, no terceiro ano, a percentagem de leguminosas decresceu com as taxas de lotação mais altas. Na Figura 7b, o valor bruto da carne produzida por ha (a)

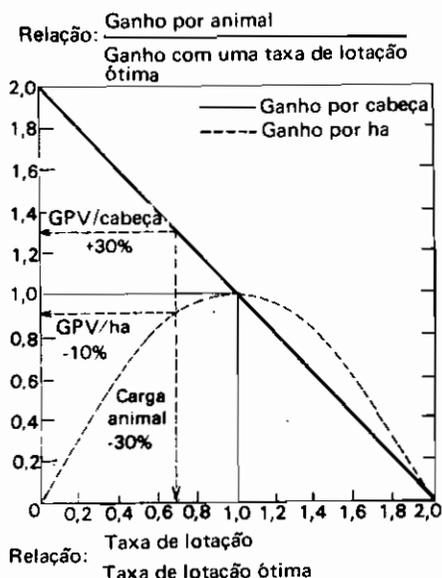


Figura 6b. O efeito da redução da taxa de lotação em 30% no GPV/cabeça e por ha, baseado no modelo de Jones e Sandland (16).

foi calculado, supondo-se que os animais mais pesados (com a T/L mais baixa) valeriam 10% mais por kg que os mais leves (com a T/L mais alta). Reforça-se aqui que este aumento do valor não tem relação alguma com os chamados melhoramentos na qualidade da carne, tais como, o "marbling" que não representa nenhum atrativo nos preços, na maioria dos países tropicais. Sabe-se que isso é devido inteiramente ao fato de que, para os animais da mesma idade, alimentados em pastagens, os animais maiores lançarão uma maior produção de carne magra que os mais leves; isto é, a proporção de músculos, ossos, couro e outras perdas séria maior. Também se deveria notar que este aumento no valor se aplica ao ganho de peso vivo total dos animais e não somente ao peso obtido durante o período de ensaio.

Das cifras obtidas para o valor bruto da carne produzida por hectare, (a) foram deduzidos os custos que estão relacionados diretamente com a T/L, isto é, juros sobre o capital investido no rebanho, custos por

cabeça, associados com a saúde animal, transporte, perdas por morte, etc. Considera-se que estes custos se elevam a 10% do valor dos animais e esta porcentagem não é muito sensível a mudanças nos valores do mercado, pois seu principal componente é o juro no capital investido no rebanho. Quando representados os números obtidos desta forma, produz-se uma curva (b) a qual aproxima o retorno monetário líquido por hectare e sugere que a T/L econômica ótima está indicada pelo ponto mais alto desta curva desde que não se incidam em custos imprevistos causados por danos feitos à pastagem com esta T/L.

As mudanças botânicas, que ocorreram durante os três primeiros anos do ensaio, tenderam a indicar que a pastagem se estabilizava com uma T/L de 1,73 e 2,35 animais/ha (Fig. 7a), mas a contribuição da leguminosa não foi senão de 23 – 29% com estas taxas de lotação, contra 37%, com uma lotação de 1,11 animais/ha. No entanto, desde este momento, foram eliminadas as leguminosas nesta pastagem com a T/L intermédia de 1,73 e 2,35 animais/ha, enfatizando a importância dos ensaios de pastejo a longo prazo, para avaliar as modificações botânicas e seus efeitos sobre as taxas de lotação ótimas (27).

Na prática, tem sido observado que pastagens semelhantes se conservaram estáveis durante períodos de, pelo menos, nove anos, com uma T/L de, aproximadamente, 1,5 animais/ha e parece não existir razão para reduzir a proporção da leguminosa, elevando a T/L acima deste ponto, uma vez que, nesta área, a curva de retorno monetário líquido por hectare é comparativamente achatada.

Sustenta-se que a verdadeira taxa de lotação ótima para pastagens baseadas em leguminosas de porte alto está mais perto do ponto máximo da produção por cabeça que do ponto máximo de produção por hectare. O fato de que estas pastagens não podem suportar altas pressões de pastejo e, conseqüentemente, sua capacidade de lotação seja relativamente baixa, não traz nenhuma des-

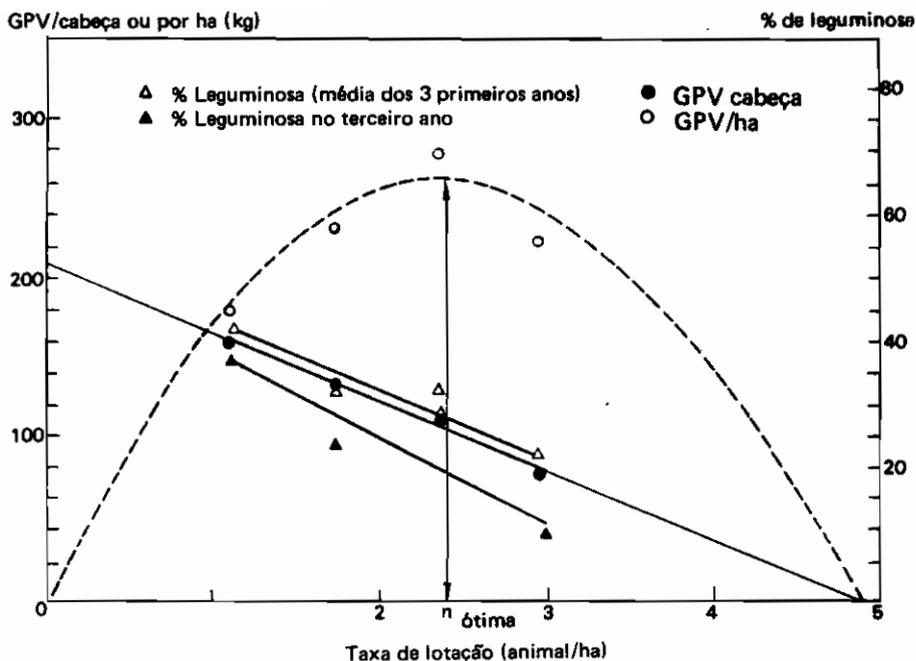


Figura 7a. Relação entre o ganho/animal e o ganho/ha como resposta ao aumento da taxa de lotação em uma pastagem de *S. anceps/M. atropurpureum* (16)

vantagem econômica significativa desde que haja pastagens alternativas disponíveis com alta capacidade de lotação para serem usadas nos períodos de escassez de forragem.

Deve-se chamar a atenção para o declínio acentuado no retorno monetário líquido por hectare com taxas de lotação superiores a 2,3 animais/ha. Naturalmente, a compra de animais adicionais para aumentar a taxa de lotação acima deste ponto é obviamente um mau investimento, além do efeito danoso que isto possa causar à pastagem. Não obstante, freqüentemente, a causa dos fracassos das pastagens recém-estabelecidas é devida ao fato de que os fundos destinadas à manutenção da pastagem (por exemplo, controle de invasoras e fertilização) são desviados para a compra de gado adicional, numa tentativa de "utilizar em sua totalidade" a pastagem e conseguir um mais rápido retorno do capital.

Pode-se argumentar que, na prática, e

com base no ensaio relatado acima, os animais mais leves, com uma taxa de lotação mais alta, não seriam vendidos nessa idade e teriam que ser mantidos até atingirem o mesmo peso de corte que o dos animais mais pesados, de taxa de lotação mais baixa. Logo que esse peso fosse atingido, num período de um ano, ou menos, somente apareceria uma pequena diferença na produção de carne vendável das carcaças mais novas (N.M. Tulloh, comunicação pessoal). Por conseguinte, o valor monetário do ganho de peso vivo seria o mesmo em cada caso, suprimindo o juro de 10% na taxa de lotação mais baixa, representada na Figura 7b.

Entretanto, haveria outra desvantagem econômica, provavelmente de maior magnitude. Os animais de crescimento mais lento teriam consumido uma quantidade bem mais elevada da pastagem, unicamente com fins de manutenção e, por conseguinte, uma proporção menor de seu consumo total de alimento teria sido utilizada para produzir

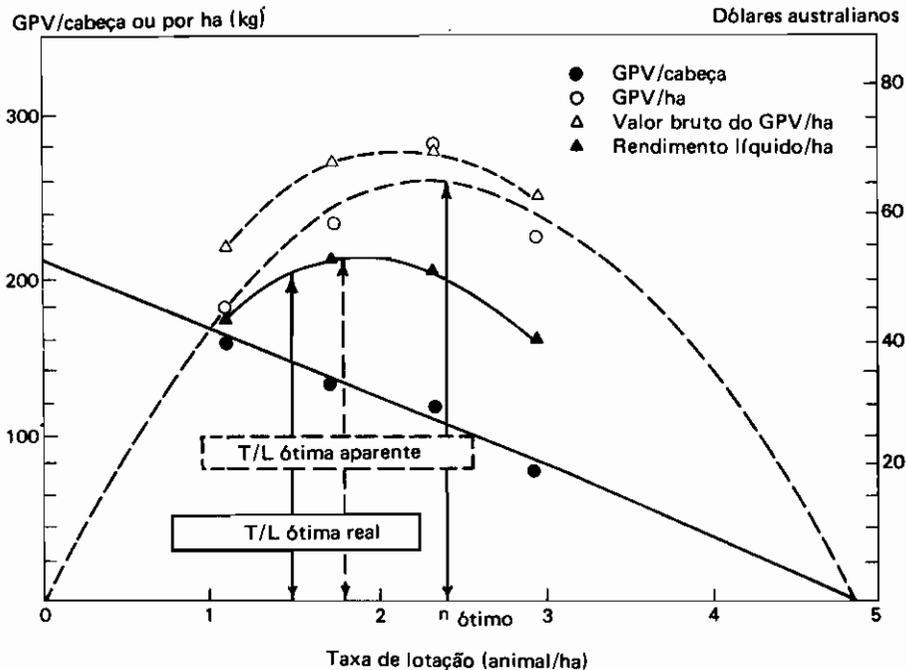


Figura 7b. Valor bruto do ganho de peso vivo/ha e rendimento líquido/ha, após a dedução dos custos diretamente relacionados com a taxa de lotação, com base na produção animal da Figura 7a.

carne. Um animal de dois anos de idade pode ser 40% mais eficiente que um animal de três anos, com um peso semelhante, em vista do menor trabalho e tempo envolvidos e menos alimento consumido (F.J. Mikan, comunicação pessoal).

INTEGRAÇÃO DE PASTAGENS BASEADAS EM LEGUMINOSA DE PORTE ALTO E GRAMÍNEAS DE PORTE BAIXO

Características da produção animal em pastagens de gramíneas

A Figura 8 se baseia nos resultados de um ensaio de pastejo conduzido por Mears (20), em Wollongbar, no norte de New South Wales. Originariamente, as pastagens eram misturas de *P. clandestinum*, *A. affinis*, *Paspalum dilatatum* Poir e *Trifolium repens* L., muito semelhantes às pastagens de gramíneas rasteiras de "Lochbum", descritas

no início deste trabalho, sob o título de "Manejo do Pastejo"

A característica principal destas pastagens é o plano da curva correspondente à produção animal por cabeça, no tratamento N_0 . Com a T/L baixa, o GPV/cabeça não é especialmente alto, mas a T/L pode ser aumentada consideravelmente sem uma grande redução no GPV/cabeça. Isto contrasta com a curva muito mais pronunciada desta linha numa pastagem baseada em leguminosa de porte erecto Figura 7a por esta razão se considera ser tão conveniente o uso destas pastagens de gramíneas rasteiras em consorciação com as pastagens baseadas em leguminosas altas. (Não se deve fazer comparação da produção animal nas Figuras 7b e 8, pois as condições climáticas são mais favoráveis e os solos muito mais férteis em Wollongbar de que em Samford).

A flexibilidade destas pastagens de gra-

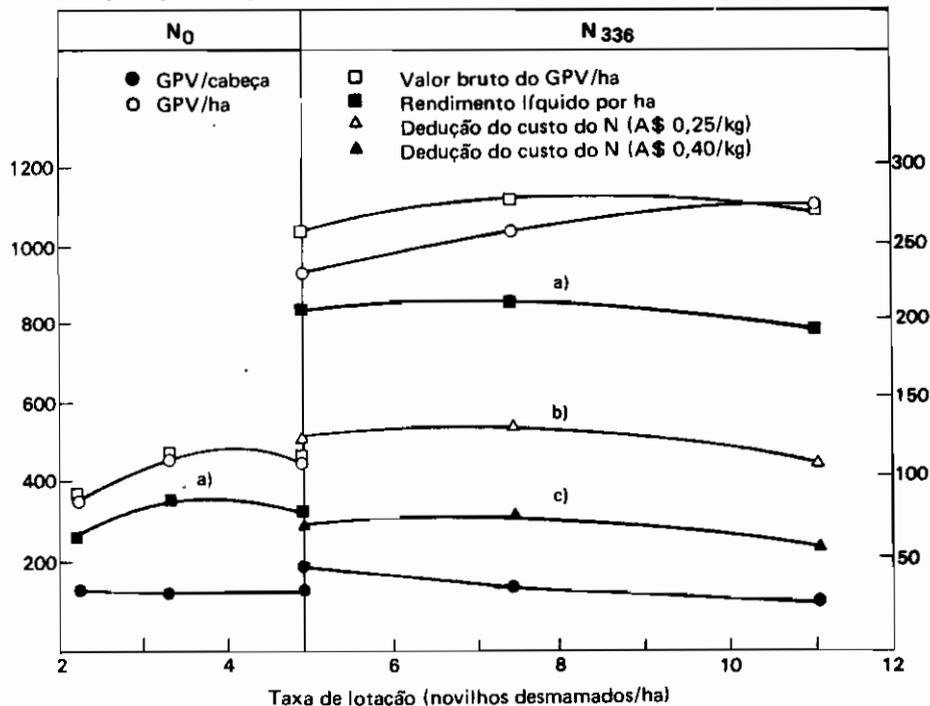


Figura 8. Valor do ganho de peso vivo/ha e rendimento líquido/ha após a dedução de: a) custos diretamente relacionados com a taxa de lotação; b) custo da fertilização nitrogenada a razão de A\$ 0,25/kg N; e, c) custo da fertilização nitrogenada a razão de A\$ 0,40/kg N; com base nos dados sobre produção animal de Mears (20).

múneas de porte baixo é demonstrada pela forma como muda a inclinação da curva de GPV/cabeça no tratamento de N₃₃₆. Com uma T/L de 4,9 animais/ha, o GPV/cabeça aumentou de 142 para 191 kg, com uma adição de 336 kg/ha de N. Alternativamente, poder-se-ia incrementar a T/L de 4,9 a 7,4 animais/ha, sem nenhuma perda do GPV/cabeça, usando-se a mesma quantidade de N.

Na Figura 8, o custo de N nos dois níveis foi deduzido do retorno monetário líquido/ha. Em 1970/72, quando estes resultados foram obtidos, o custo do N, em Wollongbar, era de aproximadamente A\$0,25/kg e o tratamento N₃₃₆ foi mais rentável que o tratamento N₀. Nos custos presentes de A\$0,40/kg de N, o tratamento N₃₃₆ é ligeiramente menos rentável que o N₀, e estes

níveis relativos de rentabilidade são muito sensíveis a mudanças no preço dos produtos animais (7). Um empreendimento que é principalmente dependente de gramínea e da fertilização nitrogenada é arriscado, mas a flexibilidade deste sistema torna-o ideal para servir como uma "válvula de segurança" num sistema integrado, baseado, principalmente, na produção das pastagens com leguminosas erectas.

Integração de pastagens baseadas em leguminosas e gramíneas

A proporção de pastagens baseadas em leguminosa para pastagens de gramíneas deve ser variada de acordo com a natureza do empreendimento: mais alta, quando para engorda ou produção de leite; mais baixa, quando para cria. No exemplo mencionado

CONCLUSÃO

anteriormente no tópico "Pastejo Contínuo Variável", para uma empresa comercial de engorda perto de Murwillumbah, a proporção é aproximadamente de três para um. Uma causa comum dos fracassos, em outras propriedades desta área, tem sido esta proporção bastante baixa, resultando uma superutilização das pastagens baseadas em leguminosas.

Planejando-se a localização dos piquetes, de tal maneira que as pastagens de gramíneas fiquem situadas nos pontos de maior concentração de animais, por exemplo, nas proximidades dos currais e dos galpões de ordenha, haverá uma transferência de N através do gado dos piquetes de leguminosa/gramínea para os de gramínea, reduzindo ou anulando a necessidade da fertilização com N, para manter a produtividade da pastagem de gramínea.

Também tem sido demonstrado que, mantendo-se baixas as pastagens de gramíneas, ocorre uma invasão de leguminosas indígenas e naturalizadas de crescimento rasteiro, tais como o trevo, que pode ser estimulada através da fertilização com superfosfato.

Acredita-se que, integrando-se pastagens baseadas em leguminosas com as de gramíneas, é possível a obtenção de maiores índices de produção animal, que poderiam ser obtidos com qualquer outro tipo de pastagem isolada. Os incrementos na produção provêm da qualidade do alimento melhorado, o que dá melhores porcentagens de partições, maiores taxas de crescimento e maior quantidade de exportação de carne por ano; ou uma maior produção de leite com menor dependência de alimentação concentrada, numa empresa leiteira.

Pelo que se sabe, este sistema não foi testado experimentalmente e parece não ser possível fazê-lo, pois seu mérito principal, reside em sua flexibilidade, e esta talvez se perderia em qualquer desenho experimental que observe as exigências da pesquisa estatística (2).

Considera-se que, apesar de existir muito campo para melhoramento nos métodos de estabelecimento de pastagens baseadas em leguminosas tropicais, a maioria dos fracassos ocorre em estádios mais avançados, por causa de práticas impróprias de manejo.

Atribuem-se estes fracassos à ênfase excessiva que se dá à importância das gramíneas tropicais como fonte de alimento para o gado e a uma falta de apreciação do papel relevante que as leguminosas tropicais podem exercer no aumento da produção animal. Esta "mentalidade graminícea" conduz a tentativas de utilização total de grandes quantidades de forragem de baixa qualidade, produzidas pelas gramíneas tropicais. Estas práticas de manejo, no entanto, levam à eliminação das leguminosas.

Sustenta-se que o componente primordial de uma pastagem tropical consorciada são as leguminosas. Um papel importante que exerce a gramínea é o de evitar a invasão das ervas daninhas e utilizar o N acumulado no solo pela leguminosa. Sob uma base quantitativa, a gramínea pode contribuir mais diretamente na dieta do gado que as leguminosas, mas sob uma base qualitativa, a leguminosa é indispensável. Este fato é de grande importância, porque a qualidade do alimento, mais que a quantidade, sempre tem sido o fator mais limitante da produção animal nos trópicos.

Afirma-se que os aumentos na produção animal podem mais facilmente ser obtidos, adotando-se práticas de manejo que favoreçam o crescimento e a persistência da leguminosa, aumentando, assim, a proporção leguminosa/gramínea nas pastagens, o que resulta em aumento da qualidade do alimento oferecido. O objetivo deve ser conseguir um domínio da leguminosa, em vez de procurar somente sua sobrevivência. Nada convida menos ao fracasso.

Estas mudanças só podem ser conseguidas por meio do controle das taxas de lotação, proporcionando aos animais a oportu-

nidade de selecionar uma dieta de alta qualidade. Sugere-se que a produção animal seria mais alta em um sistema integrado de pastagens baseadas em leguminosas altas e pastagens de gramíneas de porte baixo, que a que se obteria com qualquer dos tipos de pastagem, isoladamente.

Com este sistema, a utilização da pastagem seria bem baixa, comparada às pastagens de clima temperado, porém, não se considera desperdiçada a pastagem não consumida, já que nos trópicos, deve-se devolver uma grande quantidade de MO ao solo para preservar ou aumentar a fertilidade da qual depende todo o sistema.

O retorno ao solo de grandes quantidades

da pastagem não consumida, é considerado a curto prazo, como um melhor investimento do que tratar a pastagem com a finalidade de utilizá-la completamente como alimento para o gado. A longo prazo, possivelmente, poderia reverter a contínua redução na produtividade dos pastos tropicais, fato que, acontece no mundo inteiro.

RECONHECIMENTO

Devem-se agradecimentos ao Dr. T.H. Stobbs, da Division of Tropical Crops and Pastures, do Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), Brisbane, pelas críticas e sugestões construtivas durante a preparação deste trabalho.

LITERATURA CITADA

1. Andrew, C.S. 1968. Problems in the use of chemical analysis for diagnosis of plant nutrient deficiencies. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 34: 154-162.
2. Blaser, R.E., E. Jahn and R.C. Hammes, Jr. 1974. Evaluation of forage and animal research. In *Systems Analyses of Forages in Forage Production and Utilization*. American Society of Agronomy, Special Publication 6: 1-26.
3. Chadhokar, P.A. 1977. Establishment of Stylo (*Stylosanthes guianensis*) in Kunai (*Imperata cylindrica*) pastures and its effect on dry matter yield and animal production in the Markham Valley, Papua. New Guinea. *Tropical Grasslands* 11: 263-272.
4. Coleman, R.L. 1975/76. Nitrogen requirement of grazed naturalised pastures. Wollongbar Agricultural Research Station. Annual Report 1975/76. p. 26-28.
5. Cowan, R.T. 1976. Management factors affecting milk production from a tropical grass/legume pasture. M. Sc. thesis. University of New England, Armidale, N.S.W.
6. Evans, T.R. and W.W. Bryan. 1973. Effects of soils, fertilizers and stocking rates on pastures and beef production on the Wallum of south-eastern Queensland. II. Liveweight change and beef production. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 13: 530-536.
7. Firth, J.A., W.W. Bryan and T.R. Evans. 1974. Updated budgetary comparisons between pangola grass/legume pasture and nitrogen fertilized pangola pasture for beef production in the southern Wallum. *Tropical Grasslands* 8: 25-32.
8. Henzell, E.F. 1968. Sources of nitrogen for Queensland pastures. *Tropical Grasslands* 2: 1-17.
9. Horrell, C.R. and M.N. Court. 1965. Effect of the legume *Stylosanthes gracilis* on pasture yields at Serere, Uganda. *Journal of the British Grassland Society* 20: 72-76.
10. Jones, R.J. 1970. The effect of nitrogen fertilizer applied in spring and autumn on the production and botanical composition of two sub-tropical grass-legume mixtures. *Tropical Grasslands* 4: 97-109.
11. . 1970 - 75. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Division of Tropical Agronomy. Annual Reports, 1970/71: 16, 1971/72: 12, 1972/73: 14, 1973/74: 17 and 1974/75: 8.

12. ————. 1971. Tropical Legumes — their growth and response to management variables in a subtropical environment. Ph. D. Thesis. University of New England, Armidale, N.S.W.
13. ————. 1974a. The relation of animal and pasture production to stocking rate on legume based and nitrogen fertilized subtropical pastures. Proceedings Australian Society of Animal Production 10: 340 — 343.
14. ————. 1974b. Effect of an associate grass, cutting interval, and cutting height on yield and botanical composition of Siratro pastures in a sub-tropical environment. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 14: 334 — 342.
15. ————. and C.S. Andrew. 1967. Effect of seed and phosphate rate on growth of Siratro. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Division of Tropical Pastures. Annual Report 1966/67: 46.
16. ————. and R.L. Sandland. 1974. The relation between animal gain and stocking rate. Derivation of the relation from the results of grazing trials. Journal of Agricultural Science (Cambridge) 83: 335 — 342.
17. Kerridge, P.J. 1975. Plant nutrition and soil studies on Majuternak Stations at Behrang Ulu (Perak) and Padang Hijau (Johore). Malaysian Agricultural Research and Development Institute Report, 13 March 1975.
18. 't Mannelte, L., R. J. Jones and T.H. Stobbs. 1976. Pasture evaluation by grazing experiments. In N.H. Shaw and W.W. Bryan (ed.) Tropical Pasture Research — Principles and Methods. Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, Hurley, Berks. Bulletin 51: 194 — 234.
19. Mears, P.T. 1968. The nutritional requirements of pastures of *Glycine javanica* alone and with *Setaria sphacelata* on a krasnozem on the North Coast of N. S. W. M. Agr. Sc. thesis. University of Queensland.
20. ————. 1970/71-72. Nitrogen requirement of grazed naturalised pastures. Wollongbar Agricultural Research Station. Annual Reports, 1970/71: p. 11 — 14. 1971/72: 21-22.
21. Mott, G.O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. Proceedings VIII International Grassland Congress, Reading, England, p. 606-611.
22. Mullenax, C.H., J.S. Plaxico and J.M. Spain. 1969. Alternative Beef Production Systems for the Eastern Plains of Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. Special Report no. 1.
23. Norman, M.J.T. 1970. Relationships between liveweight gain of grazing beef steers and availability of Townsville lucerne. Proceedings XI International Grassland Congress, Surfers Paradise, Queensland. p. 829 — 832.
24. Ozanne, P.G., D.B. Purser, K.M.W. Howes, and I. Southey. 1976. Influence of phosphorus content of feed intake and weight gain in sheep. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 16: 353-360.
25. Roberts, C.R. 1973. Productive pastures for tropical highlands. World Farming 15: 15-19.
26. Stobbs, T.H. 1969a. The influence of inorganic fertilizers upon the adaptation, persistency and production of grass and legumes swards. East African Agriculture and Forestry Journal 35: 112-17.
27. ————. 1969b. The effect of grazing management upon pasture productivity in Uganda. III. Rotational and continuous grazing. Tropical Agriculture (Trinidad) 46: 293 — 301.
28. ————. 1974. Beef production from sown and planted pastures in the tropics. p. 164 — 183. In A.J. Smith (ed.) Beef cattle production in developing countries. University of Edinburgh.

29. ————. 1975. Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production. *Tropical Grasslands* 9: 141-150.
30. Whitney, A.S. and R.E. Green. 1969. Legume contributions to yields and compositions of *Desmodium* spp. — pangola mixtures. *Agronomy Journal* 61: 741 — 746.

EXPERIÊNCIAS EM ENSAIOS REGIONAIS DE DEMONSTRAÇÃO NO BRASIL

Juan D. Rolón
Armando T. Primo *

RESUMO

Foram conduzidos ensaios regionais em pastagens nativas melhoradas e pastagens cultivadas na região de Cerrado do Brasil Central para avaliar três fatores que influenciam a produtividade do rebanho: a) método e custos de estabelecimento de pastagem; b) sistemas de manejo e avaliação de pastagens com animais; c) análise econômica dos sistemas de produção. O programa foi bem sucedido em seus objetivos, que consistiam em demonstrar aos criadores, em suas próprias fazendas e com sua participação, os custos e benefícios de pastagens tecnicamente estabelecidas e adequadamente manejadas. Também foram estudados diversos níveis de fertilização de manutenção na persistência de gramíneas e leguminosas, bem como, na produção animal. Os resultados obtidos no Cerrado brasileiro demonstram que é possível aumentar a produção por unidade de área, usando-se consorciações e leguminosas tropicais. O CONDEPE conduziu os ensaios até 1976. A coordenação atual do programa é feita pela EMBRATER e suas filiais EMATERs nos diversos estados do Brasil Central.

PROGRAMAS ESPECIAIS

As áreas de demonstração e/ou de verificação de resultados, implantadas pelo Programa Especial de Demonstração e Avaliação de Tecnologia de Pastagens no Brasil Central, têm por finalidade suprir a deficiência de informações, testando, a nível de fazenda, os resultados técnicos e econômicos de pesquisas realizadas. As informações geradas por essas áreas promovem uma reação em cadeia, propiciando respostas para fundamentar as recomendações técnicas aos criadores.

Programa Especial para Formação de Pastagens sob Técnicas Modernas

Este Programa foi criado em 1971, por proposta do Banco Central do Brasil, ficando sua coordenação e/ou execução a cargo do então Conselho Nacional de Desenvolvimento da Pecuária — CONDEPE. Seu objetivo básico foi o de testar, sob as condições da fazenda e com pouco risco para os fazendeiros, algumas técnicas que já vinham sendo recomendadas para melhoramento e manejo de pastagens. Tais técnicas incluem correção e fertilização do solo, consorciação de gramíneas com leguminosas, métodos de implantação de forrageiras, sistemas de pastejo, entre outras.

Sem fazer paralelismo às instituições oficiais de pesquisa, por intermédio dessas áreas de "verificação de resultados", estão sendo avaliados os seguintes fatores que influem na produtividade da pecuária: a) métodos e custos de formação de pastagens; b) sistemas de manejo e avaliação de pastagens (nativas e cultivadas); c) análise econômica de sistemas de produção.

A doação de corretivos, fertilizantes e sementes, e também a taxa favorecida de 7% a.a. de juros incidentes sobre os investimentos, representavam os subsídios concedidos pelo Banco Central do Brasil aos beneficiários.

* Especialistas em Pastagem da Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMBRATER) e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), respectivamente.

rios do Programa. O financiamento tinha prazo de até cinco anos, inclusive dois anos de carência, sendo, mais tarde, elevado para sete e três anos, respectivamente.

A área beneficiada, por estabelecimento, foi fixada em 25 ha. Posteriormente, esta área foi elevada para a faixa de 25 a 100 ha.

Os beneficiários do Programa ficavam sujeitos a determinadas condições especiais, tais como: 1) permitir visitas dos técnicos e pecuaristas às áreas beneficiadas com o fim de difundir as técnicas adotadas; 2) apresentar ao Banco Central do Brasil, através do agente financeiro, informações sobre o empreendimento, com dados comparativos; 3) executar todas as recomendações técnicas contidas no "Plano Simples" aprovado pelo ex-CONDEPE; e 4) devolver os valores da doação, acrescidos dos juros de 15% a.a. e liquidar imediatamente o financiamento, caso a execução do plano fosse interrompida, por qualquer motivo. Os dados apresentados na Tabela 1 mostram o desempenho do Programa.

O Programa atingiu, satisfatoriamente, o seu objetivo, que consistia em demonstrar aos pecuaristas, nas suas próprias fazendas e com sua participação, os custos e benefícios de pastagens tecnicamente formadas e convenientemente manejadas. Os conhecimentos sobre leguminosas forrageiras e sobre outras gramíneas diferentes das tradicionais jaraquá (*Hyparrhenia rufa* (Nees) Stap), gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) e colônia (*Panicum maximum* Jacq.) foram bem difundidos no meio dos criadores. Além disso, os fazendeiros tiveram oportunidade de observar e adotar os resultados de pastagens adubadas, consorciadas e bem manejadas, inovações tecnológicas que, pela primeira vez, foram introduzidas em suas propriedades.

As áreas demonstrativas e/ou de verificação de resultados permitiram testar, a campo, resultados positivos de pesquisas já realizadas.

Programa de Avaliação e Ajustamento de Tecnologia e Metodologia de Projetos

Em 1974, foi criado o Programa de Ava-

TABELA 1. Desempenho do Programa Especial de Formação de Pastagens com Técnicas Modernas.

Especificação	Mato Grosso	Goiás	Espírito Santo Minas Gerais	Total
Campos implantados de 1971 a 1973				
Nº de campos (unidade)	27	25	114	166
Área beneficiada (ha)	907	1.262	2.736	4.905
Campos implantados em 1975				
Nº de campos (unidade)	—	—	17 *	17
Área beneficiada (ha)	—	—	1.066	1.066
Total do Programa				
Nº de campos (unidade)	27	25	131	183
Área beneficiada (ha)	907	1.262	3.082	5.971

* Planos implantados somente no Estado de Minas Gerais

liação e Ajustamento de Tecnologia e Metodologia de Projetos, cujo voto constitutivo foi apresentado pelo Banco Central do Brasil.

Os objetivos básicos deste Programa são: a) avaliar o impacto dos diversos fatores tecnológicos, preconizados e implantados pelo ex-CONDEPE, sobre a produtividade e rentabilidade das fazendas assistidas técnica e financeiramente; e b) para o aprimoramento do nível tecnológico, o Programa previa a implantação de ensaios demonstrativos, com o fim de definir a tecnologia de melhoramento e de manejo de pastagens, para as regiões do Brasil Central.

Para atingir tais objetivos, o Programa deu prioridade aos seguintes aspectos: a) seleção de gramíneas e leguminosas para pastagens das principais zonas ecológicas; b) necessidade em nutrientes para as plantas forrageiras nos vários solos (ou grandes grupos de solo); c) estudo da introdução de leguminosas tropicais com fertilização fosfatada em pastagens degradadas, com a finalidade de incrementar a produção e equilibrar o valor nutri-

cional; d) determinação da utilização mais adequada das consorciações de leguminosas e gramíneas durante a época seca e os sistemas de manejo para assegurar sua persistência; e) introdução a baixo custo de leguminosas tropicais na vegetação natural; e f) avaliação econômica das relações entre os insumos e a produção nas fazendas de diferentes tamanhos, nas principais regiões ecológicas.

No Brasil Central, o Programa se desenvolveu de modo altamente satisfatório, ficando a sua execução a cargo de uma equipe constituída de três consultores, quatro coordenadores, quatorze executores e dois auxiliares.

Atualmente, estes Programas Especiais são coordenados pela EMBRATER, estando a execução a cargo das filiais estaduais.

Os dados inseridos na Tabela 2 ilustram o desempenho do Programa nos anos agrícolas 1974/75 e 1975/76, no Brasil Central.

Os dois Programas, em conjunto, totalizaram 240 campos de demonstração e uma

TABELA 2. Desempenho do Programa de Avaliação e Ajustamento de Tecnologia e Metodologia de Projetos.

	São Paulo	Mato Grosso	Goiás	Espírito Santo	Minas Gerais	Total
Campos implantados em 1974/75						
Nº de campos (unidades)	—	4	10	5	13	32
Área beneficiada (ha)	—	350	807	313	763	2.223
Campos implantados em 1975/76						
Nº de campos (unidade)	5	5	5	3	7	25
Área beneficiada (ha)	387	444	194	162	651	2.138
Total do programa						
Nº de campos (unidade)	5	9	15	8	20	57
Área beneficiada (ha)	387	794	1.301	475	1.414	4.371

área de 10.342 ha com pastagens melhoradas.

ÁREA DE ABRANGÊNCIA

A área de atuação do programa está situada entre os paralelos 15° e 23° de latitudes Sul, abrangendo cinco Estados componentes da região Centro-Sul do país: Espírito Santo, Minas Gerais, Sul de Goiás, Sul de Mato Grosso e Noroeste de São Paulo.

A classificação climática desta região, segundo Koppen, se caracteriza por dois tipos principais: o quente e úmido (Aw) e subtropical de altitude ou mesotérmico (Cw). A temperatura média está entre os 20° a 22°C, para a maior parte da região e a precipitação média anual entre os 1.000 e 1.500mm, com exceção de algumas áreas montanhosas de Minas Gerais, onde se registram precipitações superiores a esta média. Possui uma estação seca mais ou menos definida, que pode variar de quatro a seis meses. Durante estes meses, de abril a outubro, registram-se apenas chuvas esporádicas, normalmente não ultrapassando os 20% do total da precipitação anual.

A cobertura vegetal é constituída por variados tipos de formação, de um modo geral por florestas (em fase de extinção), campos, e campo cerrado, este último com absoluta predominância.

A grande maioria dos solos desta região apresenta níveis de fertilidade moderado a fraco. São, em geral, profundos e de textura boa. Há predominância, na região, de solos com horizontes B latossólico (Oxisolos) em todas as suas variações e modalidades. Outros tipos como podzólico (Ultissolo), o regossol (Entissolos Arenosos) e o litossólico (Entissolos Rasos) também compõem a região, embora em áreas de menor representação. Como pode ser visto, o cerrado ocupa a maior parte da área de abrangência do Programa e dos 1.339.250 km² (cerca de 15,8% da superfície terrestre do País) correspondem aos Estados de Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso, respectivamente 59, 37 e 35% de suas áreas totais. Nestes Estados também

se encontram 77% do cerrado existente e 42% do rebanho bovino nacional (10).

Os cerrados são utilizados na produção pecuária, predominando sua exploração sob as condições naturais em forma de pastagens nativas. A produtividade, todavia, depende do nível da tecnologia adotada no seu uso, e este nível vai desde seu aproveitamento na forma natural, sem qualquer investimento, até sua completa substituição por pastagens cultivadas, mediante processo de desmatamento, seguido de adequado preparo do solo, uso de corretivos, fertilizantes e a implantação definitiva das forrageiras.

Os cerrados na sua forma nativa não têm condições de suportar os rebanhos durante o ano todo. Sua maior força nutricional se encontra na rebrota, após as queimas que são realizadas anualmente. Da baixa capacidade de suporte (0,2 a 0,4 UA/ha) e do baixo valor nutricional de suas forragens, resultam os baixos índices zootécnicos dos rebanhos, com natalidade não superior a 45 ou 50%, o abate dos novilhos em torno de cinco anos, e a idade da primeira cria das novilhas com mais de 40 meses.

As melhores terras da região centro-sul, antes cobertas por matas e cerradões, onde foram implantadas as pastagens de colônia e jaraguá, estão hoje esgotadas, principalmente em São Paulo e Minas Gerais, onde as terras vêm sendo exploradas há mais tempo. Devido ao baixo nível de fertilidade a que foram reduzidos estes solos, sua recuperação implica processos operacionais de formação que não diferem muito dos preconizados para as áreas de cerrado.

A maioria das áreas do Brasil Central apresenta relevo favorável para uma agricultura intensiva, todavia os latossolos (Oxisolos) cobertos por vegetação de campos e cerrados são ácidos e de fertilidade excessivamente baixa para permitir qualquer produção sem o emprego de corretivos e fertilizantes. É exatamente neste aspecto onde se encontram os maiores problemas de produção destas imensas áreas improdutivas. Falta,

portanto, um equacionamento dos problemas de fertilidade dos principais tipos de solo do cerrado brasileiro, permitindo estabelecer recomendações técnicas de calagem e adubação para uma eficaz e racional exploração deste poderoso potencial ecológico, que representa vasta área do território nacional(2). De todos os elementos limitantes da produção nos solos de cerrado, parece ser o P, sem dúvida alguma, o elemento mais importante para o estabelecimento e o adequado desenvolvimento das forrageiras nas pastagens. Sua deficiência nesses solos é generalizada e amplamente reconhecida.

A fonte mais recomendada é o SFS já que além do P contém suficiente quantidade de S. Outras fontes, principalmente as de origem natural, têm dado excelentes resultados no Brasil Central(8) e poderão ser usados, inclusive de maneira mais econômica, sempre que outros elementos, como S, Zn e Mo, sejam incluídos(3).

O emprego de calcário nas pastagens é uma necessidade reconhecida e comprovada por numerosos resultados de pesquisa (5,7). A calagem reduz a toxidez nociva representada pelo Al e Mn, aumenta a solubilidade do P e do Mo e assegura o suprimento de Ca e Mg, como nutrientes no solo.

METODOLOGIA

Um dos maiores problemas observados no desenvolvimento de um programa pecuário é encontrar a metodologia técnica mais apropriada para uma determinada região, pois as informações disponíveis sobre formação e manejo de pastagens são ainda inexpressivas, assim como os estudos e conhecimentos sobre ecologia para a escolha das espécies forrageiras de gramíneas e leguminosas são também incipientes.

Os variados tipos de solos, a topografia do terreno, as condições climáticas, os meios físicos da propriedade, etc., por outro lado, apresentam e criam situações diferentes, que deverão ser atendidas com métodos e práticas também diferentes.

Todavia, alguns aspectos tecnológicos foram básicos e fundamentais na implantação do Programa, como a correção do solo com calcário, o uso imprescindível do P e a consorciação de gramíneas e leguminosas na formação ou melhoramento das pastagens. Também as normas e critérios usados para a seleção do mutuário, a escolha da área e a metodologia de avaliação da pastagem, foram aspectos importantes.

A seleção das propriedades rurais a serem beneficiadas com o programa obedece a critérios que consideram, entre outros, as condições ecológicas da região, os meios físicos da propriedade, a facilidade de acesso e a capacidade de liderança do fazendeiro, para propiciar e facilitar a difusão dos resultados alcançados.

Uma vez escolhida a área, alguns levantamentos de detalhe são realizados, tais como, identificação e reconhecimento da área, declividade, cercas divisórias, recursos de água, classe e tipo de solos, nível aparente de fertilidade e a capacidade de uso do mesmo. Estas observações são consideradas pela equipe técnica, na escolha das forrageiras e da metodologia que será empregada na sua implantação.

Paralelamente aos trabalhos de escolha e preparo do solo, outras providências de ordem técnica e administrativas são tomadas, tendo-se como mais importantes o dimensionamento das quantidades de corretivos, adubos e sementes necessárias. O estudo do mercado, a disponibilidade dos produtos, os preços e o sistema de transporte até a propriedade, são aspectos que devem ser vistos com antecedência, para que o plantio seja feito na época recomendada.

Em todas as áreas, antes mesmo do início dos trabalhos de melhoramento, é instalado um pluviômetro para controle da precipitação.

RESULTADOS

Dos 57 campos implantados, em todos os

Estados de abrangência do programa, cerca de 70% está sob controle e avaliação de produção e composição botânica. Nos restantes, as avaliações são menos apuradas, limitando-se, em alguns casos, ao controle da utilização dos pastos, entrada e saída de animais e/ou à pastagem dos animais em lotes, para determinação da carga animal e dos ganhos de peso vivo. Foram escolhidos, aqui, resultados de algumas áreas representativas dos solos pobres de cerrados, nos quais foram conseguidos resultados promissores, devido à tecnologia introduzida.

Pastagens naturais melhoradas

Campo limpo

Estudaram-se a composição botânica e o rendimento em peso vivo animal de uma pastagem natural melhorada de "campo limpo" sob o sistema de pastejo contínuo.

A área era representativa da zona fisiográfica, Alto São Francisco — Minas Gerais,

com solo Litossolo Distrófico (substrato folhelho ardósiano) com níveis de P, K, Ca, Mg, Mo baixos, e de Al, altos. A precipitação média anual registrada foi de 1.209mm e as temperaturas médias máxima e mínima, de 29° e 19°C, respectivamente. A vegetação era composta de um extrato herbáceo baixo, onde predominavam espécies de gramíneas nativas.

O melhoramento da pastagem consistiu em limpeza manual das invasoras, abertura de sulcos de metro em metro, por arado de aiveca, tração animal. Foram usados 76 kg/ha de P₂O₅, na forma de termofosfato distribuído à mão dentro dos sulcos. Em seguida, procedeu-se ao semeio manual de estilosantes (*Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. cv. Endeavour e do capim-gordura roxo (*Melinis minutiflora* Beauv.) dentro do sulco, em quantidades de 4 e 2 kg/ha, respectivamente. Após o melhoramento, a vegetação do extrato herbáceo era composta, principalmente, de gramíneas nativas, estilosantes e capim-gordura (Tabela 3).

TABELA 3. Composição botânica de pasto nativo melhorado de "campo limpo", sob três taxas de lotação

	Lotação (UA/ha)	Janeiro (inicial)	Fevereiro	Abril	Junho	Agosto	Outubro	Dezembro	Médias (exceto inicial)
Composição botânica									%
Gramíneas nativas	0,3	60,3	59,2	59,4	62,5	59,6	58,7	59,1	59,75
	0,5	60,3	60,1	58,2	55,9	52,1	54,4	57,8	56,42
	0,7	61,0	60,8	57,1	53,4	50,6	48,2	48,4	53,08
Estilosanthes	0,3	21,7	20,0	19,0	16,5	16,8	16,3	17,6	17,70
	0,5	21,9	20,9	16,5	13,6	12,5	8,6	9,5	13,60
	0,7	20,8	19,1	15,1	11,6	8,1	5,3	6,2	10,90
Capim-gordura	0,3	11,3	12,5	10,7	10,0	8,2	8,0	9,3	9,78
	0,5	11,5	12,1	9,4	8,3	6,8	5,6	6,1	8,05
	0,7	11,3	11,5	7,5	6,9	5,3	4,5	5,5	6,87
Invasoras	0,3	2,7	2,8	2,5	2,0	2,0	2,8	2,9	2,50
	0,5	2,5	2,7	9,4	14,6	18,4	20,9	18,5	14,08
	0,7	2,9	4,5	15,2	22,7	28,8	33,2	32,7	22,85
Cobertura morta	0,3	4,3	5,5	8,4	9,0	13,4	14,2	11,1	10,27
	0,5	3,8	4,2	6,5	7,6	10,2	10,5	9,1	7,85
	0,7	3,9	4,1	5,1	5,4	7,2	8,8	7,2	6,30

A Tabela 3 mostra que as lotações causaram alteração na composição botânica da pastagem. Sob a maior taxa de lotação (0,7 UA/ha), observaram-se reduções para o estilosantes (48% no período todo e 51% no período das chuvas) e para o capim-gordura (39 e 37%) maiores do que para as gramíneas nativas (13% e 14%).

Independentemente da lotação usada, as gramíneas nativas foram menos preferidas pelos animais e/ou menos acessíveis, ou mais

resistentes ao pisoteio, do que o estilosantes e o capim-gordura. Da menor lotação para a maior, os percentuais de gramíneas nativas, capim-gordura e estilosantes se reduziram de 11, 30 e 38%, respectivamente.

Os ganhos médios diários em peso vivo, em 364 dias, de novilhos azebuados (Gir) na área melhorada, foram 0,358 e 0,076 kg, sob menor e maior lotações (Tabela 4). Com a lotação 0,5 UA/ha, em que se obteve o

TABELA 4. Ganho de peso vivo (P.V.) de animais mantidos durante 364 dias em pasto nativo melhorado e "campo limpo", sob três taxas de lotação.

Pastagem	Lotação UA/ha	P.V./animal/dia		P.V./ha	
		Chuvas	Seca	Chuvas	Seca
		kg			
Melhorada	0,3	0,502	0,210	64,84	18,80
	0,5	0,365	0,150	78,62	22,40
	0,7	0,122	0,030	36,77	6,27
Campo limpo	0,1	0,204	0,106	9,68	3,85
	0,2	0,162	0,070	15,37	5,08
	0,3	0,102	0,007	14,51	0,76

maior rendimento em peso vivo por ha, o ganho médio diário foi de 0,258 kg e o ganho por ha, 101 kg. Na pastagem nativa, foram de 0,116 kg e 20,4 kg, respectivamente ganho diário e peso vivo por ha na lotação de 0,2 UA/ha. Portanto, o melhoramento resultou em um acréscimo de 80,5 kg de peso vivo por ha, por ano, em relação à pastagem nativa.

O maior rendimento em peso vivo obtido na pastagem nativa é inferior à média anual do estado de Minas Gerais, 48 kg/ha (Campanal, 1977).

Houve perda de peso dos animais durante os meses de setembro, outubro, e dezembro, na maior taxa de lotação nas duas áreas. Este resultado pode ser atribuído à quantidade de forragem disponível naqueles meses.

Cerrado

Neste trabalho, determinaram-se a composição botânica, e o rendimento em peso vivo por ha de uma pastagem melhorada de cerrado, sob o sistema de pastejo contínuo.

A pastagem foi implantada num Latossolo Vermelho-Escuro (Oxissolo), representativo da zona fisiográfica do Alto São Francisco, em Minas Gerais.

As temperaturas médias máxima e mínima registradas durante a execução do trabalho foram 31°C e 14°C, respectivamente. A precipitação pluviométrica média anual foi 952 mm.

O solo apresentou níveis baixos de P, al-

tos de Al e níveis médios de K, Ca e Mg. A vegetação era a característica de cerrado, apresentando extrato arbóreo, arbustivo e herbáceo das mais variadas espécies.

O melhoramento da pastagem consistiu em uma limpeza mecânica de arbustos e invasoras (raleamento do cerrado) e gradagem do solo. Em seguida, procedeu-se à adubação (80 kg/ha de P₂O₅) e ao semeio mecânico de estilosantes e siratro (*Macroptilium atropurpureum* (DC) Urb. 2,0 kg/ha). Após o melhoramento, a vegetação do extrato herbáceo

era composta, principalmente, por capim-gordura, estilosantes, ervas e arbustos, gramíneas nativas, siratro e capim-jaraguá (Tabela 5).

Os percentuais de capim-gordura e estilosantes tenderam a decrescer em todas as lotações usadas, quando comparadas com os dos períodos iniciais.

Quando os percentuais médios da maior lotação foram comparados com os da menor, viu-se que o estilosantes, o capim-gordura e o

TABELA 5. Composição botânica da pastagem em cerrado, sob três taxas de lotação

	Lotação (UA/ha)	Mês							Médias (exceto inicial)
		Janeiro (inicial)	Fevereiro	Abril	Junho	Agosto	Outubro	Dezembro	
		%							
Capim-gordura	0,8	48,0	48,1	47,8	45,3	37,5	34,3	46,5	43,25
	1,0	48,6	47,9	45,2	43,1	30,4	28,6	35,1	38,38
	1,2	47,8	48,2	40,5	38,2	28,2	25,2	25,6	34,32
Capim-jaraguá	0,8	3,0	3,2	3,7	2,5	3,6	5,2	3,5	3,62
	1,0	3,2	2,9	3,0	2,0	3,0	4,1	2,1	2,85
	1,2	3,2	3,0	2,1	2,0	2,9	2,9	2,0	2,48
Gramíneas nativas	0,8	2,4	2,5	2,4	2,9	5,1	6,0	4,2	3,85
	1,0	2,2	2,6	2,5	5,6	6,2	8,4	6,6	5,32
	1,2	2,1	2,4	4,8	8,7	10,3	11,8	10,5	8,08
Estilosantes	0,8	34,7	34,9	33,5	30,7	29,8	27,5	26,6	30,50
	1,0	33,9	34,3	32,3	27,6	25,3	23,8	21,5	27,47
	1,2	34,6	34,8	29,3	22,3	19,8	18,1	18,2	23,75
Siratro	0,8	3,3	3,5	3,5	3,2	2,6	2,8	2,9	2,97
	1,0	3,5	3,5	3,8	4,2	6,6	7,1	6,9	5,35
	1,2	3,1	3,0	4,0	7,1	9,1	10,3	9,8	7,22
Invasoras e arbustos	0,8	5,5	4,9	5,2	6,5	7,8	9,6	4,9	6,48
	1,0	5,0	5,2	9,6	11,3	17,6	18,8	19,2	13,62
	1,2	5,8	5,1	15,7	17,1	20,6	23,6	26,0	18,02
Cobertura morta	0,8	3,1	2,9	4,2	9,5	13,4	14,5	11,5	9,33
	1,0	3,6	3,6	3,6	6,2	10,9	9,2	8,6	7,01
	1,2	3,4	3,5	3,6	4,6	9,1	8,1	7,9	6,13

capim-jaraguá (este em pequena quantidade) sofreram redução em cerca de 22,21 e 31%, respectivamente. Contudo, houve acréscimo de gramíneas nativas (111%), siratro (143%) e de invasoras e arbustos (175%). Estes resultados podem ser interpretados como sendo consequência da maior ou menor aceitação e/ou facilidade de acesso às plantas por parte

dos animais e maior ou menor resistência das plantas ao pisoteio.

Na área melhorada, as percentagens médias de proteína bruta da forragem disponível, sob a menor e a maior lotação, foram cerca de 10 e 10,8%. As maiores (12,8 e 12,9%) ocorreram durante o período de chu-

vas, e as menores (9,5 e 9,9%), no período da seca. As pequenas variações observadas entre diferentes lotações se devem, possivelmente, à maior participação de leguminosas nas amostras coletadas sob as lotações correspondentes.

Os ganhos médios diários de peso vivo em 364 dias por novilhos mestiços na área melhorada foram 0,38 e 0,20 kg, sob a menor e maior lotação (Tabela 6). Sob a lotação 1 UA/ha, na qual se obteve o maior rendimento de peso vivo por ha, o ganho médio foi 0,31 kg, e o ganho por unidade de área foi 228 kg. Na pastagem nativa, para a lotação de 0,3 UA/ha, os ganhos diários e de peso vivo por ha foram de 0,36 kg e 78 kg, respectivamente.

Não se observou perda de peso dos animais durante o período da seca, na área melhorada, mesmo sob a maior lotação. Este resultado pode ser atribuído à qualidade da forragem disponível naquele período. Portanto, o melhoramento do cerrado resultou em acréscimo de 150 kg de peso vivo por ha e por ano, em relação ao natural.

Pastagens cultivadas

Cerradão

Foram estudados, neste trabalho, o efeito de pastagens consorciadas de gramíneas e leguminosas, sobre o ganho em peso vivo por animal, e a capacidade de suporte sob pastejo contínuo.

A vegetação inicial era representada por cerradão, na qual fora implantada pastagem de capim-jaraguá, degradado após alguns anos de uso. O solo apresentava níveis médios de K, Ca, Mg e Mo, sendo baixo apenas o nível de P, 4 ppm, em média. Não havia Al livre no solo.

A pastagem foi estabelecida num Latossolo Vermelho-Amarelo (Oxissolo), fase cerrado, com classificação textural franco-argilo-arenoso. A região era representativa da microrregião fisiográfica "cerrado caiapó", Estado de Goiás.

O melhoramento da pastagem consistiu em preparo completo do solo, limpeza da área, aração e gradagem e em uma adubação posterior com SFS (80 kg/ha de P_2O_5) e cloreto de potássio (30 kg/ha de K_2O). Foram

TABELA 6. Ganho de peso vivo (P.V.) durante 364 dias em pasto nativo melhorado e não melhorado de cerrado, sob três taxas de lotação (período chuvoso) = 196 dias; período seco = 178 dias).

Pastagem	Lotação	P.V./animal/dia		P.V./animal		P.V./ha	
		Chuvvas	Seca	Chuvvas	Seca	Chuvvas	Seca
	UA/ha	kg					
Melhorada	0,8	0,501	0,230	98,20	36,84	161,92	50,08
	1,0	0,440	0,160	86,24	26,88	177,82	50,77
	1,2	0,320	0,060	62,72	10,08	155,17	19,59
Cerrado	0,2	0,669	0,191	131,12	32,09	51,66	9,54
	0,3	0,585	0,141	114,66	23,69	67,76	10,61
	0,4	0,395	0,065	77,42	10,92	61,00	6,52

semeados, mecanicamente, uma mistura de sementes de "green panic" (*Panicum maximum*) var. *Trichoglume* (7,0 kg/ha), estilosantes (2,5 kg/ha) e centrosema (*Centrosema pubescens* Benth. (3,5 kg/ha). A precipitação média anual foi de 1.330 mm, em 1976, e 1.400 mm, em 1977. A área da pastagem consorciada era constituída por dois piquetes de 27 ha, e a testemunha por dois de 11 ha, cada um.

A composição botânica de pastagem apresentada na Tabela 7 mostra o comportamento das leguminosas submetidas a pastejos consecutivos por vários anos. Notou-se um decréscimo acentuado de estilosantes no stand da pastagem, ao contrário da centrosema que aumentou consideravelmente após o segundo ano de formação, não obstante a pequena população inicial encontrada (2,4 plantas/m²) contra 20 plantas/m², registrada para o estilosantes. O percentual de plantas invasoras tendeu a diminuir após o pastejo da área.

O rendimento em peso vivo por ha, obtido com novilhos da raça Nelore e mestiços Nelore X Chianina, durante o primeiro ano (367 dias) foi da ordem de 550 kg/ha, correspondendo 146 kg/ha para período da seca, e 404 kg/ha, para o período das águas. (Tabela 8). Estes rendimentos são elevadíssimos, considerando-se a média obtida na área

testemunha de capim-jaraguá, para os períodos seco e chuvoso (34 e 144 kg/ha).

Comparando-se os rendimentos do segundo período de seca com o do primeiro, nota-se uma sensível diminuição nos ganhos de peso vivo por ha e na capacidade de lotação. Isto pode ser atribuído ao fato de a área não ter recebido ainda adubos de manutenção.

Entretanto, considerando-se o mesmo período, verifica-se que permaneceram praticamente as mesmas diferenças entre os rendimentos da pastagem consorciada e testemunha, atribuídas, provavelmente, à presença das leguminosas na área cultivada.

A análise bromatológica das forrageiras, realizada separadamente, evidencia um alto teor de proteína bruta nas leguminosas, durante o período crítico da seca, (junho): "Green panic" 8,6%, leguminosas 17% e jaraguá (testemunha) 5%.

Cerrado

O objetivo deste trabalho é determinar, sob condições de pastejo contínuo, os rendimentos em peso vivo de pastagens de capim-guiné (*Panicum maximum*) consorciado com

TABELA 7. Composição botânica da pastagem, durante os primeiros anos de utilização do pastejo.

Data	Green panic	Estilosantes	Centrosema	Invasoras
	%			
Mai/75	35,6	15,7	4,1	44,4
Mai/76	72,9	10,3	4,2	12,4
Mai/77	53,3	3,3	28,7	14,5
Fev./78	77,6	2,7	14,5	5,00

centrosema e calopogônio (*Calopogonium mucunoides* Desv.), em Latossolo Vermelho-Escuro (Oxisolo), fase cerrado, representativo da região fisiográfica Rio Vermelho, Estado de Goiás. A vegetação era típica de um cerrado baixo, apresentando extratos arbóreo e arbustivos, predominantemente.

A análise química do solo, realizada antes da correção e adubação, mostrou os seguintes resultados: P, 2 ppm; K, 31 ppm; Ca + Mg, 08 meq/100; Al, 06 meq/100g e Mo 1,3%. O pH estava em torno de 5,3.

A precipitação média anual registrada é de 1.305 mm.

Após o desmatamento, enleiramento, aração e gradagens da área, foi feita a correção do solo com calcário dolomítico, 2,8 t/ha, e adubação com SFS, 100 kg/ha de P_2O_5 , cloreto de potássio, 60 kg/ha de K_2O e, 0,2 kg/ha de molibdato de sódio. A semeadura foi feita a lanço mecanicamente misturando-se as sementes de guiné (20 kg/ha), centrosema (3,0 kg/ha) e calopogônio (1,5 kg/ha) com uma pequena quantidade de superfosfato.

A composição botânica da pastagem mostrou uma predominância quase absoluta do calopogônio, logo a partir do segundo ano de estabelecimento. Este domínio é favorecido,

TABELA 8. Ganho de peso vivo por ha, ganho médio diário e taxa de lotação de novilhos Nelore em pastagens consorciadas e testemunha (sem leguminosas).

Pastagem	1º período seco	2º período seco	2º período seco
Consoiciada			
P.V./animal/dia (kg)	0,35	0,65	0,42
Lotação (UA/ha)	1,8	3,8	1,5
P.V./ha (kg)	146	404	125
Testemunha			
P.V./animal/dia (kg)	0,175	0,420	0,319
Lotação (UA/ha)	1,06	2,0	0,8
P.V./ha (kg)	34	144	50

TABELA 9. População inicial (plantas/m²) e composição botânica da pastagem consorciada (%).

	Guiné	Centrosema	Calopogônio	Invasoras
População Jan/76	70,7	2,1	3,0	4,3
Composição % Jun/77	21,4	9,8	51,5	17,1
Composição Jan/78	26,3	3,6	55,6	14,3

de certa forma, pelo baixo consumo por parte dos animais, principalmente na época das chuvas (Tabela 9).

A Tabela 10 mostra os rendimentos obtidos com novilhos mestiços Zebu (azebuados), durante três períodos consecutivos. Considerando-se os dois períodos, seco e chuvoso, correspondentes a 364 dias de pastejo, os rendimentos de peso vivo por hectare foram de 92 a 128 kg, respectivamente. Estes resultados são inferiores aos conseguidos em outros campos de condições idênticas. Mas, quando comparados com os resultados da pastagem testemunha de capim-jaraguá, implantado em solos de mediana fertilidade, nota-se que os ganhos (peso vivo por ha e ganho diários) são bem superiores, principalmente durante os períodos da seca.

TABELA 10 Ganho de peso vivo (P.V.) por ha e ganho diário de novilhos azebuados em pastagens consorciadas e testemunha, em diferentes épocas do ano.

Estação	Past. Guiné consorciada			Past. testemunha		
	UA/ha	P.V./animal/dia	P.V./ha	UA/ha	P.V./animal/dia	P.V./ha
			kg			kg
Seca (167 dias)	1,78	0,311	92,1	1,04	0,191	33,1
Chuvas (179 dias)	1,23	0,530	128,4	1,07	0,425	89,6
Seca (167 dias)	0,85	0,300	42,0	0,69	0,047	5,5

campo cerrado, e sobre o rendimento em peso vivo animal.

O solo apresentou inicialmente baixos níveis de P, K, Ca, Mg, Mo e nível alto de Al. Sua classificação textural foi determinada como franco-argiloso.

Após o desmatamento do cerrado, procedeu-se à aplicação de calcário (2 t/ha de calcário dolomítico), seguida de aração e gradagem. Fez-se a adubação corretiva com termofosfato (100 kg/ha de P_2O_5), sulfato de potássio (70 kg/ha de K_2O) e FTE-Br 10 (25 kg/ha).

A semeadura da gramínea (15/ha) e das leguminosas (2 e 3 kg/ha de sementes de estiolanthos e siratro) foi feita mecanicamente e simultaneamente com adubação.

Os baixos rendimentos da pastagem consorciada podem ser atribuídos à disponibilidade do capim-guiné afetado por ataques consecutivos de cigarrinhas e a espontânea dominância do calopogônio. Notou-se, por outro lado, que esta leguminosa não é consumida pelos animais durante o período chuvoso, sendo, porém, pastejada no início do período da seca, quando, por sua vez, ocorre grande perda de folhas, ocasionada pela seca e pelos próprios animais.

Adubação de manutenção

Procurou-se determinar neste trabalho o efeito de níveis de adubação de manutenção sobre a persistência de pastagem consorciada de capim-guiné, estiolanthos e siratro, estabelecida em Latossolo Amarelo (Oxissoilo), fase

Após a adubação corretiva, o Mo se manteve em nível crítico; o P, o K, o Ca, e o Mg apresentaram níveis médios e o Al nível baixo.

Durante o mês de fevereiro, nos anos subsequentes ao da formação, fez-se a aplicação de SFS (20 e 40 kg/ha de P_2O_5), e cloreto de potássio (20 e 40 kg/ha de K_2O).

As temperaturas médias máxima e mínima, registradas durante a execução do trabalho, foram 30° e 17°C para o ano de 1975, e 31° e 17°C, para 1976. As precipitações registradas foram 996 mm para 1975, e 1.012 mm, para 1976.

A pastagem que não recebeu adubação de manutenção (nível zero) apresentou menores porcentagens de capim-guiné e de legumino-

TABELA 11. Composição botânica da pastagem consorciada (capim-guiné, capim-gordura, estilosantes e siratro) por período, por tratamento.

	Fertilização						Invasoras e arbustos	Cobertura morta
	P ₂ O ₅	K ₂ O	Guiné	Gordura	Estilosantes	Siratro		
	kg/ha			%				
1º período de seca (165 dias)	0	0	49,2	12,1	10,0	5,8	9,5	13,4
	20	20	47,7	12,3	10,4	6,0	9,8	13,8
	40	40	47,7	12,6	10,2	5,5	9,9	14,1
1º período de chuvas (196 dias)	0	0	57,7	8,5	6,0	6,3	10,8	10,8
	20	20	61,5	7,9	8,0	6,6	8,8	7,2
	40	40	69,5	6,0	12,5	7,1	4,0	0,9
2º período de seca (168 dias)	0	0	37,3	15,8	7,0	5,8	19,1	15,0
	20	20	50,3	13,6	14,0	4,7	9,0	8,4
	40	40	58,1	11,3	14,1	7,1	3,8	5,6
2º período de chuvas (196 dias)	0	0	40,1	20,3	4,5	5,0	22,1	8,0
	20	20	63,5	8,2	9,6	6,6	5,6	6,5
	40	40	70,1	5,0	11,6	8,7	3,6	1,0
Médias	0	0	46,07	14,17	6,87	5,72	15,35	11,80
	20	20	55,75	10,50	10,50	5,97	8,30	8,97
	40	40	61,35	8,72	12,10	7,10	5,32	5,40

TABELA 12. Composição bromatológica da forragem de pasto de gramíneas (capim-guiné e capim-gordura) e leguminosas (estilosantes e siratro) por período, por tratamento.

	Fertilização		1º período de seca (168 dias)	1º período de chuvas (196 dias)	2º período de seca (168 dias)	2º período de chuvas (196 dias)
	P ₂ O ₅	K ₂ O				
	kg/ha					
Proteína bruta	0	0	9,61	14,63	8,60	12,53
	20	20	9,56	14,94	9,81	14,81
	40	40	8,99	15,41	10,25	15,61
Ca	0	0	0,40	0,51	0,34	0,47
	20	20	0,41	0,56	0,50	0,58
	40	40	0,39	0,58	0,56	0,61
P	0	0	0,14	0,19	0,11	0,18
	20	20	0,15	0,26	0,18	0,27
	40	40	0,14	0,28	0,20	0,29
K	0	0	1,91	2,15	1,60	2,10
	20	20	1,86	2,30	1,70	2,60
	40	40	1,93	2,40	1,95	2,80

TABELA 13. Ganho médio de peso vivo (P.V.) por animal e por ha, taxa de lotação, NDT por kg de nutriente digestível total por período, por tratamento, em pastagem consorciada (capim-guiné, campim-gordura, estilosantes e siratro).

Estação	Fertilização		Lotação	P.V./an./dia	P.V./ha	NDT/kg P.V.
	P ₂ O ₅	K ₂ O				
	— Kg —		UA/ha		Kg	
1º Período de seca (168 dias)	0	0	0,86	0,339	78,37	15,01
	20	20	0,90	0,315	76,21	14,96
	40	40	0,85	0,330	75,40	15,10
1º Período de chuvas (196 dias)	0	0	1,51	0,600	220,50	10,15
	20	20	1,90	0,572	263,02	10,85
	40	40	2,15	0,579	301,19	10,78
2º Período de seca (168 dias)	0	0	0,68	0,271	50,95	18,11
	20	20	0,92	0,305	76,96	15,10
	40	40	1,15	0,338	105,33	14,50
2º Período de chuvas (196 dias)	0	0	0,99	0,480	119,01	12,81
	20	20	1,88	0,585	262,92	10,88
	40	40	2,45	0,600	343,98	10,36

sas, e maiores, de invasoras, arbustos e capim-gordura, quando comparada com as pastagens que receberam adubação (Tabela 11)

Verificou-se que o aumento no rendimento forrageiro total (período seco e chuvoso), no primeiro ano, foi de 12 e 18%, enquanto no segundo ano, foi de 46 e 78%, respectivamente, para os níveis 20 e 40, em relação ao não adubado. Esta variação entre o primeiro e o segundo ano se deve à época de aplicação do adubo e ao acentuado decréscimo no rendimento forrageiro, no nível zero. Em termos de rendimento forrageiro, parece que o nível de 20 kg/ha a manutenção tende a manter estável a produção de forragem, enquanto o nível de 40 kg/ha tende a aumentar.

A composição bromatológica da forragem foi modificada pelo nível de adubação usado (Tabela 12). Por outro lado, os maiores teores observados de proteína bruta, K, Ca e P daquelas forragens se devem às adubações usadas e/ou à maior participação de leguminosas nas amostras colhidas sob estes tratamentos.

Os níveis de adubações usados não afetaram o aspecto qualitativo da forragem, quando observado pela conversão do NDT (kg de NDT, por kg de ganho), durante o primeiro ano do trabalho (Tabela 13).

De modo geral, durante o segundo ano, as adubações usadas modificaram consistentemente a capacidade de suporte das pastagens, enquanto o ganho diário tendeu a variar nas pastagens sob o menor nível usado.

Os rendimentos em peso vivo por ha, durante o primeiro ano, foram 299, 339 e 376 kg, para os níveis 0, 20 e 40 de adubação, respectivamente. Durante o segundo ano, os rendimentos foram de 170, 340 e 449 kg/ha, respectivamente para os três níveis considerados. Comparando-se o rendimento do segundo com o do primeiro ano, nota-se que o nível 20 tende a mantê-lo, o nível 40 a aumentá-lo (19,3%), e o menor nível, a decrescê-lo (15,8%).

O maior rendimento em peso vivo obtido no segundo ano (449 kg) é ligeiramente superior ao obtido por Quinn *et al* (9), com

200 kg de N e 175 kg/ha de P_2O_5 , como adubação de manutenção em 269 dias, para o capim-colonião, e menor do que o obtido por Lima *et al.* (6), com 200 kg de N, também para o capim-colonião, em terras roxas (férteis).

CONCLUSÕES

Os dados obtidos nos ensaios regionais na zona dos cerrados brasileiros mostram que é

possível aumentar a produção de carne por unidade de superfície. As pesquisas devem desenvolver sistemas de alimentação, como uma alternativa para suprir a escassez de pastagens nas épocas críticas. Sem dúvida, a utilização dos recursos forrageiras deverá ser o fator básico para o aumento da produção por unidade de área. Os resultados aqui relatados são de produtores que adotaram e ampliaram em suas propriedades a nova tecnologia.

LITERATURA CITADA

1. Campal, E.E. de J.M. Carneiro. 1977. Subsídios para programação de desenvolvimento de pecuária bovina mineira. Comissão Estadual de Planejamento Agrícola, Belo Horizonte, Minas Gerais (No prelo).
2. Freitas, L.M.M. 1971. Adubação de leguminosas tropicais. p. 193-210. In Dobereiner, J. (ed) As leguminosas na agricultura tropical. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária, M.A. Brasil.
3. ———. 1972. A adubação no estabelecimento e manutenção de pastagens consorciadas. V Encontro Novo Mundo. S.J. do Rio Preto. (Datilografado).
4. Henzell, E.F. and D.O. Norris. 1962. The processes by which nitrogen is added to the soil plant system. p. 1-18. In A review of nitrogen in the tropics with particular reference to pasture. Hurley, Maidenhead, U.K. Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. Bulletin n.º 46.
5. Jones, M.B. e L.M.M. Freitas. 1970. Respostas de quatro leguminosas tropicais a fósforo, potássio e calcário num latossolo vermelho amarelo de campo cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira 5: 91-99.
6. Lima, F.P., D. Martinelli, H.J. Sartini, G.L. Rocha e J.U.S. Pedreira. 1965/66. Produção de carne de bovinos em pastagens de gramíneas na região de terras roxas. Boletim de Indústria Animal 3: 83-90.
7. Neme, N.A. e L.A.C. Loyadine. 1967. Efeito de adubos fosfatados e calcário na produção de forragem de soja perene (*Glycine javanica*) em terra de Cerrado. Bragantia 26: 365.
8. North Carolina State University. 1975. Annual Report-Agronomic Research on tropical soil. Soil Science Department, Raleigh, N.C.
9. Quinn, L.R., G.O. Mott, W.V.A. Bischoff e G.L. Rocha. 1962. Boletim de Indústria Animal 20: 259-279.
10. Saturnino, H.M., J. Mattoso e A.S. Correa. 1976. Sistema de produção pecuária em uso nos cerrados. In Ferri M.G. (Coord.) IV Simpósio sobre o Cerrado: bases para Utilização Agropecuária. Ed. Itatiaia, Belo Horizonte, Minas Gerais.
11. Vilela, H., S. Oliveira, R. Contijo e A. Portugal. 1977. Pastagem de gramíneas com nitrogênio e pastagem de gramínea com leguminosas sobre ganho em peso de novilhos. Anais XIV Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. p. 244.

ENSAIOS REGIONAIS SOBRE PRODUÇÃO E MANEJO DE FORRAGEIRAS EM SOLOS ÁCIDOS E DE BAIXA FERTILIDADE DA COLÔMBIA*

Enrique Alarcón Millán **

RESUMO

O Programa de Pastagens e Forrageiras do ICA iniciou, de maneira séria e definitiva, os trabalhos de ensaios regionais e de demonstração, em 1964. Na Colômbia, têm sido realizados mais de 200 ensaios regionais, localizados em diferentes regiões e em locais diferentes dos centros de estações experimentais. Cerca de 21% desses ensaios foram realizados em solos muito ácidos e de baixa fertilidade, correspondentes às planícies orientais da Colômbia e à zona média ondulada das vertentes das cordilheiras oriental, central e ocidental. Os estudos foram de três classes: a) adaptação de gramíneas e leguminosas forrageiras; b) ensaios agronômicos, principalmente sobre a resposta das forrageiras à adubação com N, P e K e à adição de calcário, c) ensaios com animais, para avaliar a capacidade de suporte e a produção animal, nas espécies mais promissoras. O presente trabalho inclui uma discussão sobre as gramíneas e leguminosas mais adaptadas aos diferentes níveis térmicos e formações ecológicas que contém solos ácidos e de baixa fertilidade. Demonstra-se que as espécies forrageiras diferem em sua resposta à fertilização, desde algumas gramíneas, como *M. minutiflora*, que não respondem à adubação, a outras que, como *P. maximum*, necessitam de quantidades elevadas de nutrientes para serem utilizados na alimentação animal. O *B. decumbens* é a gramínea que tem demonstrado melhor adaptação e produção, desde 1966 — ano em que foram feitos os primeiros ensaios nas planícies orientais. Os estudos regionais sobre adaptação e manejo das leguminosas são escassos, devido, entre outros fatores, à falta de material para testar, proveniente dos centros experimentais. Três leguminosas pertencentes aos gêneros *Pueraria*, *Stylosanthes* e *Desmodium*, têm-se destacado como promissoras. Os ensaios com animais, mesmo em número reduzido, permitem observar a superioridade das forrageiras introduzidas ou naturalizadas sobre as pastagens compostas exclusivamente de forrageiras nativas. Em área de piemonte (San Martín) e no Centro Carimágua (San Pedro de Arimena), o *B. decumbens* tem suportado uma lotação de 2,5 animais/ha durante o ano inteiro, ao se utilizar o sistema de rotação de pastagens, lotação que contrasta com a das pastagens nativas, que é de aproximadamente 0,2 animais/ha. A nível experimental, ficou comprovado que existe o potencial para se multiplicar até 15 vezes a produção de carne por ha, nas planícies orientais, com base em espécies introduzidas e com manejo apropriado das forrageiras, dos animais, e das pastagens. Em conclusão, evidencia-se que há várias alternativas já demonstradas nos centros experimentais, sobre a utilização de pastagens com animais que devem ser testadas e difundidas imediata e diretamente a nível de fazenda.

Na década dos anos 30, iniciaram-se, pela primeira vez, na Colômbia, estudos sistemáticos sobre adaptação e comportamento de forrageiras, realizados pelo Ministério da Agricultura, com ênfase ao clima frio. O atual programa de pastos e forrageiras começou suas atividades de pesquisa em 1955, sob a organização da Divisão de Investigação Agropecuária (DIA) do Ministério da Agri-

* Contribuição do Programa Nacional de Pastagens e Forrageiras do Instituto Colombiano Agropecuário (ICA).

** Diretor Nacional do Programa de Pastagens e Forrageiras do Instituto Colombiano Agropecuário (ICA). Centro Nacional de Investigaciones Agropecuárias (CNIA), Tibaitatá Cundinamarca, Colômbia.

cultura, hoje parte do Instituto Colombiano Agropecuário com o nome de Subgerência de Investigação. A finalidade geral do programa é obter a informação apta a oferecer ao pecuarista soluções alternativas para obtenção de maiores lucros por unidade de área, tempo, capital e trabalho. Concretamente, procura-se aumentar, durante todo o ano, a produção de carne, leite ou lã por unidades de área através do estabelecimento e manejo apropriado das espécies forrageiras.

Até 1964, o programa foi, basicamente, de pesquisa, porém, nesse ano, como os resultados provenientes das pesquisas sobre adaptação, estabelecimento, práticas agrônômicas e manejo de pastagens foram muito animadores, decidiu-se que era possível desenvolver os estudos em fazendas de pecuaristas, principalmente com um critério demonstrativo e prático. Assim, em 1965, iniciaram-se os trabalhos correspondentes à atividade nº 7, a qual se denomina "Ensaio Regionais e de Demonstração". Também foram desenvolvidas diversas atividades de transferência de tecnologia, através de cursos a diferentes níveis, dias de campo, publicações, etc.

Considera-se que as experiências e os resultados obtidos a nível experimental devem ser comprovados e demonstrados, diretamente, em explorações pecuárias. O programa visa, com esta atividade, a conseguir a aproximação e a colaboração de entidades e pecuaristas de todo o país e difundir os resultados já testados nos centros experimentais. De igual maneira, esta atividade permite adquirir melhores conhecimentos sobre os problemas relacionados com a nutrição animal à base de forragens, com a finalidade de estabelecer melhor as prioridades de pesquisa e canalizar racionalmente os recursos físicos, humanos e orçamentários. A atividade inclui testes comparativos de diferentes espécies e variedades forrageiras, demonstrações sobre a aplicação correta de várias práticas agrônômicas no cultivo de forrageiras, e demonstrações que utilizem animais, além de diferentes alternativas, para o manejo de pastagens (2).

LOCALIZAÇÃO DOS ENSAIOS REGIONAIS

Os ensaios têm sido localizados em solos de regiões ecológicas de clima quente, moderadamente quente, médio, frio e excessivamente frio. Do ponto de vista das formações ecológicas (3), os testes e a pesquisa realizados nos centros experimentais cobriram aproximadamente 95 milhões de ha, o que equivale a 83% da extensão de Colômbia (Fig. 1).

O maior número de ensaios foi concentrado nas planícies orientais, mais exatamente, na margem direita do rio Meta. Calcula-se que aproximadamente 21 milhões de ha nos "llanos" consistem de áreas de piemonte (12%), savanas inundáveis (26%) e planaltos (62%). Os pastos nativos, única fonte de alimentação do gado, se encontram principalmente nas savanas e terraços. Nas áreas de piemonte, onde a atividade pecuária principal é a engorda, também existem pastagens nativas, porém é mais freqüente encontrar-se forrageiras introduzidas e/ou naturalizadas.

Este trabalho compila os resultados mais importantes obtidos nos ensaios localizados em solos ácidos de baixíssima fertilidade, pobres em N, P, K, Ca e Mg, com valores altos de Al trocável, e com climas caracterizados por altas temperaturas e/ou altas precipitações (Tabela 1). Estas características se encontram nas três primeiras camadas térmicas anteriormente citadas, ou seja, em altitudes compreendidas entre o nível do mar e 2.000 metros, com temperaturas médias anuais que variam de 18 a 28°C. As formações ecológicas estudadas são: floresta seca tropical (fs-T), floresta úmida tropical (fu-T), floresta muito úmida tropical (fmu-T), floresta úmida sub-tropical (fu-ST) e floresta muito úmida sub-tropical (fmu-ST). Estas formações apresentam precipitações médias anuais entre 2.000 e 5.000 mm.

Em decorrência das condições ecológicas



Figura 1. Ensaio regional sobre adaptação, utilização e manejo de forrageiras na Colômbia, localizados em solos ácidos e de baixa fertilidade.

anteriormente descritas, ocorrem espécies de leguminosas e, principalmente, de gramíneas, de baixa produção e qualidade, que, aliadas a um manejo inadequado das pastagens e dos animais, dão como resultado a carga animal mais baixa do país (6 ha/animal), ganhos diários de peso vivo de 200 g/animal, baixas percentagens de natalidade (30–40%) e altas

percentagens de mortalidade (10–15%), tanto em gado jovem como no adulto. Como consequência, a produção de carne por ha é baixa, nesta zona.

As gramíneas nativas mais comuns são as espécies dos gêneros *Andropogon*, *Axonopus*, *Digitaria*, *Homolepsis*, *Paspalum*, *Setaria*,

TABELA 1. Algumas propriedades químicas dos solos típicos das regiões onde foram realizados ensaios regionais.

Local	pH	MO	N	P	Cátions trocáveis					CTC	Fonte
					K	Ca	Mg	Na	Al		
		— % —	ppm		meq/100g de solos.						
"Llanos" (Savana)	4,3	3,7	0,10	2,7	0,12	0,60	0,11	0,07	4,0	8,0	(12)
Planalto de Popayán	4,3	8,0	0,3	8,0	0,24	2,0	0,30	0,5	2,5	20,0	Banco de dados, Programa Solos, ICA, 1978

Imperata, Panicum, Trachypogon, Leersia. As leguminosas espontâneas são dos gêneros *Desmodium, Eriosema, Galactia, Zornia, Centrosema, Phaseolus, Stylosanthes, Clitoria, Leucaena* e *Indigofera* (13).

Estas espécies se caracterizam por uma baixa produção de forragem de inferior qualidade, com exceção das leguminosas, principalmente no referente à digestibilidade, a teores de Ca, P e proteína bruta (5, 6 e 11). Entretanto, algumas destas espécies tem permitido o crescimento dos animais de maneira aceitável. Por exemplo, em solos de savana, são aceitos pelo gado e considerados importantes: *Paspalum plicatulum* Michx., *Axonopus purpusii* (Metz) Chase, *Leersia hexandra* Sward e *Trachypogon plumosus* Nees. *Antropogon bicornis* L. e *Paspalum virgatum* L. são outras espécies de grande abundância, mas, só aceitas pelo gado quando tenras.

Em outras zonas da Colômbia, também se encontram solos férteis e ácidos, principalmente nas formações de floresta úmida subtropical, floresta muito úmida subtropical e floresta pluvial subtropical. Estas formações incluem a zona cafeeira, nas vertentes das cordilheiras central e ocidental, região que abrange quase onze milhões de ha, de topografia montanhosa em sua maioria. São muitas as explorações pecuárias, porém de tipo familiar. A presença de pastos nativos é menor que nas planícies. As gramíneas mais comuns, nativas umas e naturalizadas outras,

pertencem aos gêneros *Paspalum, Axonopus, Hyparrhenia, Eragrostis, Digitaria, Ixophorus, Panicum, Melinis* e *Tripsacum*. As leguminosas nativas mais importantes incluem os gêneros *Centrosema, Desmodium, Leucaena, Phaseolus* e *Calopogonium*. A capacidade de suporte destas pastagens é relativamente baixa, e o gado criado nestas pastagens mostra uma taxa de ganho de peso diário inferior a 400 g. Algumas propriedades químicas destes solos aparecem na Tabela 1. Mesmo sendo ligeiramente superiores aos solos das planícies da Colômbia, também têm um pH baixo e um conteúdo de médio a baixo, da maioria dos elementos principais e secundários. A deficiência de P desses solos é evidente. É importante destacar que se encontram, freqüentemente, solos erodidos em consequência da alta precipitação e do declive do terreno.

METODOLOGIA DOS ENSAIOS REGIONAIS

A Tabela 2 indica os locais do país onde foram efetuados os ensaios, bem como a classe dos mesmos. Foram conduzidos num total de cerca de 40 ensaios, que se concentraram principalmente nas áreas de piemonte, nas planícies orientais, na zona mediana, como a cafeeira, e nas regiões do Departamento do Cauca (1).

Os ensaios realizados em solos ácidos e de baixa fertilidade correspondem a três tipos

TABELA 2. Localização dos ensaios regionais e de demonstração do Programa de Pastagem e Forrageiras para solos ácidos e de baixa fertilidade e tipo de ensaio realizado em cada localidade.

Localização		Tipo de ensaio*		
Município e Região do ICA	Departamento	Adaptação**	Agrônomo***	Com animais****
Região Nº 4				
Rionegro	Antioquia		+	+
Urrao	Antioquia	+		+
Região Nº 5				
Popayán	Cauca	+	+	
Patía	Cauca		+	
Puerto Tejada	Cauca		+	
Ricaurte	Nariño	+		
Mercaderes	Nariño		+	
Bajo Calima	Valle	+		
Jamundí	Valle			+
Queremal	Valle	+		
Restrepo	Valle	+		
Sibundoy	Putumayo		+	
Região Nº 7				
Socorro	Santander	+		+
Enciso	Santander	+		
Arauca	Arauca	+		
Região Nº 8				
San Martín	Meta	+	+	+
Villavicencio	Meta	+	+	+
Guacavía	Meta	+	+	
Planas	Meta	+		
Trinidad	Meta	+		
Puerto Lopez	Meta		+	
Acacias	Meta	+		
San Pedro de Arimena	Meta	+	+	+
San José del Guaviare	Vaupés	+		
Gaviotas	Vichada		+	
Yopal	Casanare	+		
Região Nº 9				
Manizales	Caldas	+		
Chinchiná	Caldas	+		
Pereira	Risaralda		+	
Santa Rosa de Cabal	Risaralda		+	

* Em algumas localidades foram realizados vários experimentos dentro de um tipo de ensaio.

** Coleções de gramíneas e leguminosas forrageiras.

*** Estabelecimento e práticas de cultivo, principalmente adubação.

**** Avaliação de forrageiras com animais em pastejo

bem definidos. O primeiro se refere à adaptação de espécies introduzidas, que são comparadas com as gramíneas e leguminosas mais comuns da região. As coleções foram estabelecidas em várias localidades e se comparou o crescimento das forrageiras, sob condições de fertilidade natural e em presença de adubação, principalmente Ca e P. O primeiro dos nutrientes foi aplicado em quantidade suficiente para neutralizar cerca de 50% do Al trocável; e o segundo, em níveis de 50 a 200 kg/ha de P_2O_5 . As fontes mais comuns desses elementos foram: calcário, rocha fosfórica, escória-de-Thomas, e, em alguns casos, formulações como 10-20-20 ou 10-30-10.

O segundo aspecto estudado foi o da avaliação agrônômica das forrageiras, enfatizando-se principalmente a resposta das espécies à adubação com N, P, K e calcário. Estudou-se, em alguns casos, o crescimento destas forrageiras sob aplicações de N em forma de adubos orgânicos e inorgânicos. O delineamento mais freqüentemente utilizado foi o de blocos completos casualizados, com arranjos fatoriais e com três ou quatro repetições. As parcelas experimentais foram localizadas nos pastos das fazendas e foram semeadas sempre que necessário.

O terceiro aspecto correspondeu à avaliação de pastagens com animais. O número de ensaios realizados com animais, em solos de baixa fertilidade, fora das estações experimentais, foi muito reduzido. Apesar de que esta foi a principal atividade em outras regiões da Colômbia, tais como nos vales do Cauca, Patía e Antioquia, estes não são objeto do presente trabalho. Os ensaios de pastejo foram realizados com diferentes espécies e tendo em vista o tipo de manejo da fazenda, com o fim de demonstrar que a adoção de uma prática correta de manejo conduz a um aumento de produção. Por exemplo, se a fazenda tinha um sistema de pastejo contínuo e pastagens invadidas de ervas daninhas, o primeiro passo a demonstrar não era um pastejo rotacionado, com adubação e irrigação. Primeiro era necessário provar que o controle das plantas invasoras aumenta a disponibi-

lidade de forragem e, conseqüentemente, a produção animal. Posteriormente, podia-se começar a demonstrar as vantagens de outro método de pastejo (por exemplo, o alternado), e, a seguir, outros sistemas, até chegar aos mais sofisticados.

Pelas razões anteriores, os ensaios de pastejo variam de uma região para outra ou de uma fazenda para outra. Juntamente com as recomendações de manejo de pastagens, imbuíu-se o pecuarista da conveniência de se utilizarem forrageiras e animais bem adaptados, adotando-se práticas de manejo e sanidade animal corretas, inclusive de suplementação à base de sal e de minerais.

Devem-se observar os seguintes aspectos, que podem refletir sobre a avaliação dos ensaios e/ou na divulgação dos resultados: a) os ensaios se realizaram fora dos centros e estações experimentais e, por conseguinte, não eram sujeitos ao controle e à atenção permanentes, tanto de ordem física como estatística que se têm em ditos centros; b) algumas fazendas estavam situadas em lugares de difícil acesso; c) em certas ocasiões, o pecuarista, apesar de se mostrar receptivo e colaborador, não garantiu o desenvolvimento normal dos testes, que, às vezes, não puderam ser completados; d) os técnicos encarregados destes testes foram treinados principalmente para pesquisa.

Apesar dessas limitações, o trabalho foi recompensador, porque se ganhou experiência para orientar melhor a pesquisa, divulgou-se uma boa quantidade de resultados, e os pecuaristas e pesquisadores começaram a se comunicar entre si.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A apresentação dos resultados se faz de acordo com as classes de ensaios realizados. Em primeiro lugar, discute-se a adaptação de gramíneas e leguminosas em solos ácidos e de baixa fertilidade; em segundo lugar, a avaliação agrônômica (resposta à adubação) das espécies promissoras e, em terceiro lugar, al-

guns resultados sobre ensaios realizados com animais, sob pastejo.

Adaptação de espécies

Considerou-se que um dos primeiros passos nos estudos com forragens é saber quais são as gramíneas e leguminosas melhor adaptadas às condições de determinada região. Tendo em mente que a maioria das espécies nativas são de baixa produção e qualidade, em muitas ocasiões, ao substituir uma espécie por outra, se obtém um aumento na produção pecuária. Apesar de que o plantio de uma nova espécie não é necessariamente a primeira recomendação a nível de fazenda, quando outras alternativas não são promissoras, — como ocorre nas planícies orientais da Colômbia —, o plantio de forrageiras introduzidas e bem adaptadas pode multiplicar várias vezes a produção de carne ou leite de uma fazenda ou de uma região.

A Tabela 3 inclui as espécies que melhor se adaptaram às diversas zonas estudadas, segundo avaliação baseada em critérios, tais como: vigor inicial de crescimento, hábito de crescimento, altura, produção de forragem, época de floração, produção de sementes, presença de pragas e doenças, e persistência após várias colheitas de forragens.

Nas planícies orientais, há vários anos foi comprovado que as espécies nativas podiam ser substituídas por gramíneas, tais como: *Melinis minutiflora* Beauv., *Hyparrhenia rufa* (Nees), Stapf. e, principalmente, por *Brachiara decumbens* Stapf. Trabalhos realizados posteriormente permitiram comprovar que as duas primeiras gramíneas, além de possuírem maior capacidade de lotação na época das chuvas, produzem melhores ganhos de peso que a pastagem nativa. O *B. decumbens* merece uma atenção especial. Esta espécie tem apresentado, na Colômbia, a mais ampla faixa de adaptação, desenvolvendo-se bem desde o nível do mar até quase 2.000 metros de altitude, tanto em solos de alta fertilidade como em solos pobres, respondendo ao manejo e à adubação. Como resultado da introdução de *B. decumbens*, é

possível aumentar de muitas vezes a lotação animal durante o ano. Atualmente, esta gramínea é considerada a melhor alternativa para a alimentação do gado na estação seca. É oportuno acrescentar que não cresce bem em áreas inundáveis e, além disso, sua qualidade representada por um ganho de peso não muito alto, é discutível.

Nos climas quentes e médios da zona cafeeira, no planalto de Popayán e, em geral, nas vertentes das cordilheiras oriental e ocidental, as gramíneas *H. rufa*, *B. decumbens*, *Axonopus micay* (Fluegge) Hitchc. var. *Telembí* e clone 72, *Chloris gayana* Kunth. têm-se destacado como espécies promissoras para pastoreio. As gramíneas de corte melhor adaptados têm sido o *Pennisetum purpureum* Schumach. var. *Merker* Patiño e H. 534 e *Axonopus scoparius* (Fluegge) Hitchc. var. 60 e 70. As espécies promissoras para pastejo substituíram com vantagem pastagens compostas, principalmente, de *Paspalum notatum* Fluegge e *Paspalum conjugatum* Michx. As gramíneas de corte mencionadas apresentaram melhor recuperação e produção de forragem do que *Tripsacum laxum* Nash, *A. scoparius* comum e uma cana-de-açúcar utilizada como forrageira.

É preciso chamar a atenção para o fato de que a maior dificuldade, em todas as zonas, tem sido encontrar leguminosas que se desenvolvam bem e resistam a um manejo mais ou menos intensivo. No entanto, *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth var. *Javanica* Benth. Bak., *Stylosanthes guianensis* Aubl. Sw., *Cajanus cajan* (L.) Millsp. e espécies dos gêneros *Desmodium* e *Centrosema* têm demonstrado permanentemente um aceitável desenvolvimento nos "llanos". Nas zonas montanhosas, destacam-se *P. phaseoloides*, *Desmodium intortum* (Mill.) Urb., *C. cajan*, *Vigna sinensis* (L.) Hassk., *Stizolobium deeringianum* Bort. e *Bohemia nivea* Gauch., da família Urticaceae. O desenvolvimento de novos tipos de variedades em centros experimentais é prioritário para se poder avaliar o material promissor a nível de ensaios regionais.

TABELA 3. Gramíneas e leguminosas forrageiras melhor adaptadas em algumas localidades de solos ácidos de baixa fertilidade da Colômbia, para serem recomendadas na alimentação do gado.

Município e Região do ICA	Departamento	Altura	Formação ecológica	Espécies melhor adaptadas	
				Gramíneas	Leguminosas
		m.s.n.m			
Região N ^o 5 Popayán	Cauca	1.760	fu-ST*	<i>A. scoparius</i> , <i>P. purpureum</i> , <i>D. decumbens</i> , <i>A. micay</i> , <i>P. clandestinum</i> , <i>B. decumbens</i>	<i>D. intortum</i>
Queremal	Valle	1.460	fu-ST	<i>B. decumbens</i> , <i>C. gayana</i> , <i>D. decumbens</i> , <i>P. clandestinum</i>	
Bajo Calima	Valle	195	fmU-T**	<i>B. ruziensiensis</i> , <i>A. micay</i> , <i>P. plicatulum</i> , <i>B. decumbens</i> , <i>A. micay</i> var. <i>telembi</i> , <i>P. purpureum</i>	
Região N ^o 7 Socorro	Santander	1.100	fu-ST	<i>S. vulgare</i> var. MN 1022, <i>P. purpureum</i> , <i>P. maximum</i> , <i>B. decumbens</i> , <i>C. gayana</i>	<i>C. cajan</i> , <i>S. deeringianum</i> , <i>D. lablab</i> , <i>P. vulgaris</i> , <i>P. phaseoloides</i> .
Arauca	Arauca	280	fs/fu-T***	<i>B. decumbens</i> , <i>B. ruziensiensis</i> , <i>H. rufa</i> , <i>M. minutiflora</i> , <i>P. plicatulum</i> , <i>P. purpureum</i> , <i>E. polystachya</i>	<i>C. mucunoides</i> , <i>P. phaseoloides</i>
Região N ^o 8 Gaivotas	Vichada	285	fs-T	<i>M. minutiflora</i> , <i>H. rufa</i>	<i>P. phaseoloides</i> .
Região N ^o 9 Manizales	Caldas	2.153	fmU-ST	<i>A. micay</i> , <i>A. scoparius</i> , <i>D. decumbens</i> , <i>M. minutiflora</i> , <i>P. maximum</i>	<i>M. lathyroides</i> , <i>M. sativa</i> , <i>T. pratense</i> , <i>Desmodium</i> spp.
Chinchiná	Caldas	1.400	fs-ST	<i>D. decumbens</i> , <i>C. gayana</i> , <i>B. decumbens</i> , <i>P. maximum</i> var. <i>Pajarita</i> e <i>Postrada</i> , <i>A. micay</i> , var. <i>telembi</i> , <i>P. purpureum</i>	<i>P. phaseoloides</i> , <i>V. sinensis</i> , <i>Desmodium</i> spp., <i>S. deeringianum</i> , <i>B. nivea</i>

* Floresta úmida subtropical

** Floresta úmida tropical densa

***Floresta seca/floresta úmida tropical

Resumindo, o uso de leguminosas introduzidas nas planícies orientais continua sendo reduzido. No entanto, *P. phaseoloides* e *S. guianensis* figuram entre as mais recomendáveis, mas requerem um bom programa de adubação para sustentar seu crescimento e sua produção. Nas zonas com terreno acidentado, *P. phaseoloides* é a mais difundida e, nos últimos anos, os ensaios de adaptação com *B. nivea* têm influenciado na propagação desta forrageira, principalmente como fonte de proteína.

Estudos agrônômicos de fertilização

Por serem as condições químicas dos solos das regiões em discussão, talvez o fator mais limitante da produção de forragem, os ensaios têm sido orientados basicamente para o estudo de fontes e níveis de nutrientes mais apropriados para o estabelecimento e produção das pastagens.

Tem sido estudada principalmente a resposta das forrageiras às aplicações de calcário, N, P e K, em diversas combinações. A escória-de-Thomas e o calcário agrícola têm sido as fontes estudadas como corretivos da acidez, e, como fontes de P e adubos compostos, ricos principalmente em P, a rocha fosfatada (20% de P_2O_5 e 35% de CaO), o superfosfato triplo (46% de P_2O_5) e a escória-de-Thomas (18% de P_2O_5 e 42% de CaO). As fontes de N empregadas foram a uréia (46% de N) e o sulfato de amônia, e os adubos orgânicos, como: esterco e cama de galinheiro. A seguir, pormenorizam-se os resultados mais importantes.

Realizaram-se vários ensaios em Iraca, San Martín, e nas áreas de piemonte. O estudo comparativo de *B. decumbens* e *P. plicatulum* e o estudo da avaliação das gramíneas *H. rufa*, *P. maximum* e *M. minutiflora* (1) foram os dois mais importantes. A Tabela 4 mostra a reação do *B. decumbens* e do *P. plicatulum* a três níveis de P, dois de K, dois de N e dois de calcário. Ambas as gramíneas produziram quantidades similares de MS sob condições naturais, e ambas responderam à

adubação, sendo mais notória a influência do P e do calcário em *B. decumbens*, que produziu quase 2,5 t/ha a mais, quando foram aplicados 200 kg/ha de P_2O_5 e 4 t de calcário em relação ao tratamento-testemunha. Comparando-se uma aplicação dos três elementos principais mais calcário com outra similar, porém acrescida de 400 kg/ha de $MgCO_3$, não se observou efeito favorável atribuível ao Mg. Após várias colheitas de forragem, chegou-se à conclusão de que, por ocasião do plantio de *B. decumbens*, podiam aplicar-se 350 kg/ha do adubo 10-30-10 mais 4 t/ha de calcário. Esta adubação permite obter de 5 a 6 t/ha de forragem seca por corte, de quatro em quatro ou de seis em seis semanas, na época das chuvas, e com intervalos maiores na seca.

Comparou-se, também, em San Martín, a resposta de *H. rufa*, *P. maximum* e *M. minutiflora* na estação chuvosa a três níveis de P e dois de K, em presença e ausência de calcário. A Tabela 5 apresenta os rendimentos de MS por corte para cada gramínea estudada. *M. minutiflora*, de grande adaptação nas planícies orientais, teve maior produção, com e sem a aplicação de fertilizantes, demonstrando, assim, sua excelente habilidade para crescer em solos ácidos e pobres. O *P. maximum* foi o de menor produção, concluindo-se que, ainda que cresça sob as condições dos "llanos", não resiste a um manejo intensivo e necessita de uma adubação com níveis superiores a 100 kg/ha de P_2O_5 e 2 t/ha de calcário para suportar desfolhações frequentes. O *H. rufa* se comportou de maneira intermediária em relação ao *P. maximum* e ao *M. minutiflora*. Esta gramínea poderia ser fertilizada com quantidades iguais às anteriormente discutidas para *B. decumbens*. Na fazenda Campoalegre, perto de Villavicencio, obtiveram-se resultados semelhantes, ao se compararem *B. decumbens*, *H. rufa* e *M. minutiflora*. O *M. minutiflora* produziu os maiores rendimentos de forragem sem adubação ou com níveis mínimos de nutrientes.

Pode-se concluir que as gramíneas de mais elevados rendimentos, nas zonas de piemonte, são o *M. minutiflora* e o *B. decumbens*. O

TABELA 4. Efeito da aplicação de N, P, K e calcário sobre a produção de forragem seca de *P. plicatum* e *B. decumbens* em Iraca, San Martín. Os cortes foram realizados com intervalos de seis semanas, em média.

Tratamento				Produção de forragem	
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cal	<i>P. plicatum</i>	<i>B. decumbens</i>
kg/ha				t/ha	
0	0	0	0	4,3	4,7
50	100	100	0	4,5	6,4
50	100	100	4	5,9	6,8
50	200	100	4	6,8	7,1
50	100	100	4 + 400 kg de MgCO ₃	5,8	6,4

primeiro, apesar de não suportar a seca, não justifica, nem biológica nem economicamente, sua adubação. O segundo tolera a seca e responde à fertilização. O *P. plicatum* e o *H. rufa* apresentaram maior produção que o *P. maximum*, que demonstrou não ser uma espécie aconselhável para as condições das áreas de piemonte, pelo menos no caso do *P. maximum* comum.

Observou-se, na fazenda El Piñal, localizada em San Pedro de Arimena, numa área de planaltos, a adaptação e a resposta à aplicação combinada de Ca e P de *P. purpureum*, *A. scoparius*, *M. minutiflora*, *A. micay*, *B. decumbens*, *H. rufa* e *P. maximum* (1). A tabela 6 mostra o rendimento médio de forragem seca, por corte, das gramíneas estuda-

das. Vários aspectos merecem ser destacados neste ensaio. O *P. maximum*, produziu os mais baixos níveis de forragem, tal como ocorreu nas áreas de piemonte. As maiores produções registradas entre as gramíneas para pastejo direto — *A. micay*, *H. rufa*, *M. minutiflora* e *B. decumbens* — foram obtidos pelas duas últimas. Também aqui, *M. minutiflora* não respondeu às aplicações de P. As gramíneas de corte, *A. scoparius* e *P. purpureum*, responderam de maneira diferente à adubação. A produção de forragem seca de *A. scoparius* (2,5 t/ha) contrasta com a de *P. purpureum* (1,8 t/ha) quando plantados sem adubação, o que indica uma adaptação maior do primeiro a solos ácidos. Excelente foi a resposta de *P. purpureum* ao calcário (2 t/ha), pois produziu quase 3 t/ha a mais

TABELA 5. Efeito da aplicação de N, P, K e de calcário sobre a produção de forragem seca de *H. rufa*, *P. maximum* e *M. minutiflora* em Iraca, San Martín. Os cortes foram realizados com intervalos de seis semanas, em média.

Tratamento				Produção de forragem		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cal	<i>H. rufa</i>	<i>P. maximum</i>	<i>M. minutiflora</i>
kg/ha				t/ha		
50	0	0	0	2,6	2,5	3,7
50	0	0	2	3,0	2,2	3,8
50	50	50	0	2,9	2,2	4,1
50	50	50	2	4,7	3,3	3,6
50	100	50	2	3,7	2,9	4,2

de forragem seca quando recebeu esse corretivo. Esses resultados confirmaram os estudos da "Estación La Libertad", onde se concluiu que, praticamente, é difícil cultivar, nos "llanos", a gramínea *P. purpureum*, sem neutralizar o Al trocável em, pelo menos, 75%.

Na mesma fazenda "El Piñal", comparou-se, também, sob três níveis de P e K e dois de calcário, a produção de forragem das gramíneas introduzidas, *B. decumbens*, *H. rufa* e *M. minutiflora* com as nativas *Trachypogon vestitus* Anders e *Axonopus purpusii* (Mez) Chase (Tabela 7). *M. minutiflora* e *B. decumbens* produziram maior rendimento que os capins nativos, e destes, *A. purpusii* foi o de menor produção e o menos persistente. De modo geral, as gramíneas introduzidas mostraram uma resposta similar a P, K e calcário que a encontrada em Icarán, San Martín. No caso de *B. decumbens* e *H. rufa*, se podem ser aplicados, no estabelecimento, 300 a 350 kg/ha de uma formulação como 10-30-10 e pelo menos 2 t/ha de calcário.

Em estudos semelhantes aos anteriores, em Guacavá, Gaviotas e Puerto López, os resultados obtidos foram muito similares, com pequenas variações. Os testes permitiram observar o grande potencial da *B. decumbens*, que, não somente respondeu à adubação, mas também, diferentemente de *M. minutiflora*, produziu rendimentos elevados e tolerou a estação seca. Outra gramínea de boa adaptação e introdução mais antiga foi o *M. minutiflora*, que, infelizmente, não respondeu à adubação, pelo menos nos tratamentos utilizados. O *H. rufa* produziu menores rendimentos que os anteriores, principalmente nos solos de savana, tendo respondido à adubação. Por outro lado, estes ensaios permitiram concluir que o *P. maximum* não é recomendável para as condições das planícies e que, para se obterem resultados aceitáveis com esta gramínea, é necessário um sistema de pastejo controlado e com doses elevadas de fertilizantes. No que concerne às leguminosas, um estudo comparativo em Guacavá destacou a adaptação e a resposta, ao P e ao calcário, de *P. phaseoloides*, *C. cajan*

e *D. intortum*. Também se efetuaram vários ensaios sobre fertilização de forrageiras em outras regiões diferentes das planícies orientais. Por exemplo, em Santa Rosa de Cabal (Risaralda) estudaram-se os efeitos de várias doses e fontes de P sobre o rendimento de *P. purpureum*. O SFT superou a rocha fosfórica, e a gramínea respondeu de maneira aceitável à adição de vários níveis deste fertilizante.

Em Chinchiná, Caldas, observou-se que *P. notatum*, *A. scoparius* e *A. micay* não responderam à aplicação de fertilizantes. *P. purpureum* H-534 e *B. decumbens* apresentaram uma leve resposta após o primeiro ano de cortes em intervalos freqüentes. Por outro lado, concluiu-se que gramíneas como *C. gayana* e *D. decumbens* devem ser adubados com P e K, pelo menos uma vez por ano.

O N é essencial para aumentar e manter uma produção uniforme dos pastos. Como alternativa para uma fertilização nitrogenada na ausência de irrigação, mas aproveitando a distribuição das chuvas, efetuou-se um ensaio na fazenda "El Tigre", Pereira, sobre adubação estacional nitrogenada em *D. decumbens* (10). O solo foi corrigido para as condições normais de pH e nutrientes principais. Aplicou-se o N em forma de uréia, em níveis de 50 a 100 kg/ha, após cada corte e no final da estação chuvosa, respectivamente. Pôde-se observar (Tabela 8) que a resposta ao N variou com a presença ou ausência de umidade e que, após seis cortes, obtiveram-se rendimentos similares com a aplicação de 50 kg/ha de N, após cada corte e 100 kg/ha de N, ao final da estação chuvosa. A diferença é decorrente de, no primeiro tratamento, terem sido aplicados 300 kg/ha de N, e no segundo, apenas 200 kg/ha.

No planalto de Popayán, fazenda "Las Guacas", está sendo realizado, em colaboração com o Programa de Solos do ICA, um ensaio para comparar o efeito de duas fontes orgânicas de N e três inorgânicas de P sobre o rendimento forrageiro de *A. scoparius* var. Telembí (6). Considera-se que a adição de Mo pode melhorar a disponibilidade de P

TABELA 6. Produção de forragem seca de diferentes gramíneas, sob dois sistemas de adubação, na Fazenda "El Piñal", San Pedro de Arimena.

Adubação	Produção de forragem						
	<i>P. purpureum</i>	<i>A. scoparius</i>	<i>A. micay</i>	<i>M. minutiflora</i>	<i>B. decumbens</i>	<i>H. rufa</i>	<i>P. maximum</i>
	t/ha/corte						
Testemunha	1,8	2,9	1,0	1,9	1,3	1,2	0,7
500 kg/ha de Escória-de-Thomas	1,9	3,3	1,8	1,6	2,0	2,5	1,0
2 t/ha de calcário + 300 kg/ha de 10-20-20	4,5	3,5	1,7	2,1	2,0	1,3	1,2

proveniente de fontes pouco solúveis. Estão sendo estudados vários tratamentos que incluem duas doses de calcário (0 e 2 t/ha), rocha fosfórica, escória-de-Thomas e SFT (0 ou 130 kg/ha de P_2O_5 solúvel). O calcário e os adubos orgânicos foram incorporados ao solo cinco semanas antes da semeadura, enquanto que os adubos fosfatados e o K foram aplicados por ocasião do plantio.

Os resultados obtidos até o presente indicam que o calcário, isoladamente, não aumenta significativamente a produção de forragem. Já com a adição de adubo orgânico, aconteceu o inverso. Os resultados prelimina-

res (Tabela 9) mostram que as fontes de SFT e rocha fosfórica têm um efeito similar, porém, a longo prazo (dois ou mais anos), a segunda delas pode proporcionar maior produção de forragem. A escoria-de-Thomas tem um efeito inicial superior, mas, com o tempo e após três ou mais cortes, perde seu efeito residual, trazendo, como conseqüência, uma redução dos rendimentos de MS.

Ensaio com animais

Praticamente, o último passo nas pesquisas sobre espécies forrageiras é sua avaliação em termos de produção animal. A capacida-

TABELA 7. Produção de forragem seca de várias gramíneas, sob diferentes níveis de adubação, na Fazenda "El Piñal", San Pedro de Arimena.

Tratamento				Produção de forragem				
N	P_2O_5	K_2O	Calcário	<i>B. decumbens</i>	<i>M. minutiflora</i>	<i>H. rufa</i>	<i>T. vestitus</i>	<i>A. purpusii</i>
kg/ha			t/ha	t/ha/corte				
50	0	0	0	3,1	4,4	1,9	2,3	1,3
50	0	0	2	3,9	4,3	2,7	3,3	1,7
50	50	0	2	5,5	5,4	3,6	3,9	1,9
50	50	50	2	5,9	6,2	3,9	4,1	2,0
50	100	100	0	4,3	6,0	3,9	4,3	1,4
50	100	100	2	7,0	5,9	4,3	4,1	1,5

TABELA 8 — Efeito da aplicação estacional de N sobre o rendimento de forragem seca de *D. decumbens* em Pereira (10).

Dose de N	Total de N aplicado	Cortes						Produção total	Produção média
		23-V-67 ^a	7-VII-67 ^b	18-X-67 ^c	23-XI-67 ^d	21-XII-67 ^b	29-II-68 ^c		
0	0	0,8	0,2	0,5	0,7	0,1	1,0	3,2	0,5
50 ^e	300	2,7	0,7	1,9	2,4	0,8	3,7	12,0	2,0
50 ^a	100	2,5	0,3	0,9	2,6	0,2	0,9	7,4	1,2
50 ^d	100	1,2	0,3	1,8	1,0	0,1	3,0	7,4	1,2
100 ^d	200	1,3	0,4	2,9	1,1	0,1	5,8	11,6	1,9

^aNo início do período chuvoso.

^bPeríodo seco.

^cPeríodo chuvoso.

^dFinal do período chuvoso.

^eEm cada corte.

de de lotação de uma pastagem se conhece pelo rendimento de MS. A produção individual por animal reflete o valor nutritivo da forragem.

Até hoje, os ensaios de avaliação de pastagens com animais em solos pobres têm sido muito limitados com relação ao grande número realizado em outros lugares (1). Os resultados obtidos em quatro destes ensaios realizados em terrenos de piemonte e em so-

los de savana das planícies são apresentados na Tabela 10.

Podem-se fazer alguns comentários de utilidade prática, sem a pretensão de dar conclusões definitivas, face ao escasso número de dados, à diferente localização desses ensaios e aos diferentes sistemas de manejo de pastagens utilizados. Os capins nativos e o *P. plicatum* mostraram menor capacidade de lotação que os introduzidos (*H. rufa*, e *B. de-*

TABELA 9. Efeito de duas fontes orgânicas de N e quatro de P no rendimento de forragem seca de *A. scoparius* var. Telembí, no planalto de Popayan, no período 1976-77. Média de 5 cortes.

MO	Rocha fosfórica*	Escória de Thomas*	SFT*	\bar{X}
t/ha	kg/ha			
0	11,8	10,3	12,6	11,6
Cama de galinheiro**	13,9	12,4	13,2	13,2
Estrume**	13,2	11,9	12,2	12,4
X	12,9	11,5	12,7	

* 150 kg/ha de P₂O₅ solúvel.

** 5 t/ha.

TABELA 10. Ensaio regional realizado nas Planícies Orientais para medir o efeito da pastagem sobre a lotação animal e o ganho de peso na estação das chuvas.

Município	Fazenda	Pastagem	Gado	Lotação	Ganho de peso	Sistema de pastejo
				an./ha	kg/dia	
San Pedro de Arimena	El Piñal	Nativa	Criolo	0,5	0,20	Contínuo
Villavicencio	Villaflor	<i>P. plicatulum</i>	Criolo	1,9	0,60	Contínuo
Villavicencio	La Esmeralda	<i>H. rufa</i>	Criolo	2,2	0,60	Rotacionado
San Martín	Iraca	<i>B. decumbens</i>	Zebu	3,5	0,60	Rotacionado

cumbens). Nunca se pretendeu fazer rotação de pastagem com os primeiros, pois não é o sistema tradicional do pecuarista da planície, além de ser um método de manejo de pastagem mais custoso. Experiências na estação "La Libertad" influíram na utilização de pastejo rotacionado nas forrageiras introduzidas. Possivelmente, a boa adaptação dessas espécies, seu hábito de crescimento e o sistema de manejo permitem maior capacidade de lotação.

Um pormenor relevante é o reduzido aumento de peso obtido nas pastagens nativas, em torno de 200 g, em contraposição com 500 ou 600 g nas pastagens introduzidas. É importante destacar o fato de que tais aumentos são superiores aos alcançados em ensaios realizados na estação chuvosa, nos centros experimentais "La Libertad" (Villavicencio) e Carimágua (São Pedro de Arime-

na). É possível que o processo de pesagem dos animais nas fazendas tenha sido menos controlado que nos centros experimentais. Observa-se que, em pastagens nativas, pelo menos em oito meses de estação chuvosa, é difícil esperar mais de 30 kg/ha de carne.

Os resultados da Tabela 10 indicam que existem diferenças entre as pastagens, sistemas de manejo e localização, com relação à produção de carne nas planícies orientais. Em outras palavras, podem existir diferentes alternativas para o uso e manejo das pastagens para alimentar o rebanho da região.

O campo dos ensaios regionais com animais ainda está inexplorado, e já é tempo de se começar a utilizá-los, de vez que os resultados de estudos com animais na estação "La Libertad" e no centro experimental de Carimágua assim o indicam. Sem mencionar ex-

TABELA 11. Alternativas que deveriam ser avaliadas nas fazendas pecuárias, em relação aos ensaios com animais.

Pastagem	Sistema de manejo	Estação
1 - Espécies nativas	Sem queima	Chuvosa - seca
2 - Espécies nativas	Com queima	Chuvosa - seca
3 - Espécies nativas	Queima em seqüência	Chuvosa - seca
4 - <i>M. minutiflora</i>	Pastejo contínuo	Chuvosa
5 - <i>H. rufa</i>	Pastejo contínuo	Chuvosa - seca
6 - <i>B. decumbens</i>	Pastejo contínuo	Chuvosa - seca
7 - <i>H. rufa</i>	Pastejo rotativo	Chuvosa - seca
8 - <i>B. decumbens</i>	Pastejo rotativo	Chuvosa - seca

periências concretas e sem procurar traçar uma linha definitiva com relação à produção de carne nas planícies, é desejável utilizar-se experiência e os resultados obtidos pelo ICA em "La Libertad" e pelo ICA e CIAT em Carimáguas, para propor que sejam testadas algumas alternativas em fazendas, no que concerne a ensaios com animais (Tabela 11).

Tais sistemas já foram estudados a nível experimental, durante dois ou mais anos, e podem ser ensaiados a nível de testes regionais. Alguns pecuaristas já puseram em prática várias alternativas, e, obviamente, as de número 1 e 2 são tradicionais nas planícies orientais, sendo necessário, porém, quantificá-las. Também existem outras, estudadas a nível experimental, estudadas de maneira incompleta ou com resultados pouco favoráveis, que não devem ser incluídas, como, por exemplo, o pastejo rotativo em *M. minutiflora*.

Os ensaios foram realizados visando à coleta de dados sobre capacidade de suporte, crescimento animal, bem como produção e composição da forragem. Por outro lado, além da avaliação biológica, seria feita, obrigatoriamente, a avaliação econômica. Procurar-se-ia manter constantes, porém controlados, fatores como os de sanidade e constituição genética dos animais que seriam utilizados.

As análises sobre rentabilidade são, indu-

bitavelmente, prioritárias. Dificilmente um pecuarista adotará uma prática de manejo de pastagem e rebanho, diferente da que utiliza atualmente, se não lhe for demonstrada sua facilidade de execução e rentabilidade. Possivelmente, alguns desses ensaios devam ser realizados, não em termos de experimento analítico isolado, mas sim dentro de "sistemas de produção", isto é, combinando duas ou mais alternativas mencionadas anteriormente. Por exemplo, comparar o desempenho de *M. minutiflora*, na estação chuvosa e *B. decumbens*, na estação seca, com o de *B. decumbens* durante todo o ano.

Fizeram-se cálculos também com base nos pastos nativos e sua capacidade de suporte, a qual, sob as condições do pecuarista da planície, varia entre 0,12 e 0,2 animais por hectare (4). Entretanto, estudos realizados pelo ICA, na estação "La Libertad" e em Carimáguas, com *B. decumbens*, indicam que a capacidade de suporte destas pastagens, em sistemas rotacionados, flutua entre dois e três animais/ha (Tabela 12) (8, 9).

A produção de carne/ha/ano pode aumentar quinze vezes, substituindo-se a pastagem nativa por *B. decumbens*. Este potencial e, sobretudo, os passos intermediários para alcançá-lo, devem ser verificados o mais breve possível, a nível de fazenda, principalmente em termos econômicos.

TABELA 12. Potencial de produção de carne com forrageiras nas planícies orientais, utilizando as alternativas extremas 2 e 8.

Alternativas	Fator		
	Lotação	Ganho de peso	Peso vivo
	novilhos/ha	kg	kg/ha/ano
Capim nativo com queima	0,2	0,3	22
<i>B. decumbens</i> sob pastejo rotativo	2,3	0,4	335
Vevez por que se multi- plicar cada fator	11,5	1,3	15,3

CONCLUSÕES

As conclusões gerais e recomendações, baseadas nos ensaios regionais em solos ácidos e de baixa fertilidade, são as seguintes:

1. São conhecidos o comportamento e a produção de várias espécies de gramíneas. Algumas delas têm substituído, com magníficos resultados, as espécies nativas. Esse é o caso de *B. decumbens* e *M. minutiflora* nas planícies orientais. Devem ser continuados os estudos sobre adaptação, porque o ICA não possui centros experimentais a nível de zona média. Nas planícies orientais, é necessário efetuar estudos de adaptação sob condições de microclima, como: terraços baixos e solos de várzea.
2. Até o presente, não tem sido possível encontrar espécies, linhas ou variedades de leguminosas que apresentem boas características agronômicas e que possam ser utilizadas com boa persistência na alimentação do gado. O maior esforço deve ser concentrado na procura de leguminosas forrageiras. Esta é a grande interrogação no que concerne à disponibilidade de novas espécies.
3. Como conseqüência do anterior, os ensaios agronômicos também são indispensáveis. Os resultados dos testes agronômicos, com a ajuda da pesquisa nos centros experimentais, permitem estabelecer fórmulas sobre adubação para a implantação de pastagem em solos ácidos e pobres. Seria conveniente pôr em prática métodos de implantação de pastagem em combinação com práticas de adubação.
4. A avaliação de forrageiras com animais, a nível regional, deve ser intensificada. Talvez seja recomendável começar por estudar sistemas de produção, principalmente nas planícies orientais. Tais sistemas permitirão determinar a rentabilidade das explorações pecuárias e, oportunamente, identificar os possíveis problemas que incidem na baixa produtividade pecuária destas regiões.
5. Existem, ainda, sérias interrogações sobre o crescimento e a produção de pastagens em solos pobres e sobre sua utilização pelos animais. No entanto, os centros experimentais estão gerando tecnologia para ser comprovada regionalmente, sob as condições de fazenda.
6. As experiências obtidas até hoje indicam que se deve trabalhar com pessoal preparado para essa classe de atividades, do ponto de vista acadêmico até o de relações humanas. O ideal seria dispor de uma equipe de indivíduos que conhecessem a fundo as relações solo-pastagem, pastagem-animal, sanidade-manejo animal e também de um especialista em desenvolvimento e economia, os quais seriam os responsáveis pelos trabalhos.
7. O esforço realizado pelo Programa de Pastagens e Forrageiras do ICA, ao desenvolver ensaios regionais, está longe de ser perfeito. Os resultados, no entanto, são atraentes e podem ser considerados como uma fase preliminar na tarefa de transferência de tecnologia que se deverá desenvolver, para o futuro, em regiões de solos ácidos e de baixa fertilidade.

LITERATURA CITADA

1. Alarcón, M.E., J. Lotero y H. Chaverra. 1972. Demonstraciones sobre manejo y producción de pastos en fincas ganaderas. Instituto Colombiano Agropecuario Regional 1. Boletín Técnico n^o 23. 80p.
2. ———. 1977. Programa de pastos y forrajes. Justificación, objetivos y actividades. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Tibaitatá, Colombia. 8.p. (Mimeografiado).
3. Espinal, S.L. y E. Montenegro. 1963. Formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá. 201 p.
3. Espinal, S.L. y E. Montenegro. 1963. Formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá. 201 p.
4. Food and Agricultural Organization of the United Nations. 1966. Reconocimiento edafológico de los Llanos Orientales. Colombia. Tomo III. La vegetación natural y la ganadería en los Llanos Orientales. Sección segunda. 69 p.
5. Huertas, H. 1977. Digestibilidad in vitro de las gramíneas nativas *Axonopus purpussi* Metz y *Trachypogon vestitus* Anders en suelos de sabana de los Llanos Orientales. Programa de Estudios para graduados en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional. Instituto Colombiano Agropecuario. Tesis Mag. Sc. 61 p.
6. ———. y E. Alarcón. 1977. Efecto de la edad y el manejo sobre el contenido de minerales de los pastos nativos guaratara y paja llanera. Nueva Agricultura Tropical (Colombia) 20(2): 24–29.
7. Instituto Colombiano Agropecuario. 1977. Informe de actividades. Pastos y Forrajes. Regional 5. Palmira, Valle del Cauca. 19 p(En prensa).
8. ———. 1977. Informe de Actividades. Pastos y Forrajes. Regional 8. Estación La Libertad. Villavicencio. (En prensa).
9. ———. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1977. Informe de Progreso en Pastos y Forrajes (utilización de pastos). Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Carimagua. (En prensa).
10. Michielin, A. 1970. Algunos resultados de la fertilización de pastos. Agricultura Tropical (Colombia) 21(3): 113–118.
11. Polo, H.W. 1969. Gramíneas espontáneas de la zona del Departamento del Meta. Universidad Nacional de Bogotá. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnista. Tesis de grado. 117 p.
12. Rubio, E y A. López. 1968. La explotación ganadera en los Llanos Orientales. Agricultura Tropical (Colombia) 24(10)616–641.
13. Sánchez, M. 1978. Comunicación personal. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Carimagua. Ingeniero Agronomo-Proyeto: Agronomía de leguminosas. Instituto Colombiano Agropecuario-Centro Internacional de Agricultura Tropical.

PESQUISA E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA FORRAGEIRA EM DOIS PROGRAMAS DE DESENVOLVIMENTO PECUÁRIO NA AMÉRICA LATINA: EQUADOR E PANAMÁ

Luis E. Tergas *

RESUMO

Os resultados de pesquisa em produção e utilização de pastagens e forrageiras indicam que, em condições relativamente boas de fertilidade natural e de retenção de umidade dos solos, representadas pela região do litoral equatoriano entre Quevedo e Santo Domingo, é possível obterem-se ganhos de peso diário em novilhos de engorda de 450 g/animal e que, com lotações de até 3 animais, podem-se conseguir produções médias de carne até de 1,5 kg/ha/dia, ou seja, mais de 500 kg/ha/ano, permitindo que os animais atinjam o peso de mercado antes dos dois anos e meio de idade. Também podem-se obter níveis apropriados de reprodução, de mais de 80% de desmama efetiva, tanto em vacas adultas como em vitelas de primeiro parto, com menos de três anos de idade. Ao contrário, os resultados de pesquisa em solos ácidos, de baixa fertilidade natural e baixa retenção de umidade, representados pelas condições dominantes no litoral pacífico de Panamá, não são muito animadores atualmente, justificando a necessidade de se realizar mais ampla pesquisa nestes solos. Além disso, sugerem-se as vantagens comparativas dos solos férteis para a produção de culturas alimentícias, possivelmente com um rendimento maior. Com referência à transferência de tecnologia ao criador de gado de corte, mesmo que não existam modelos apropriados que possam ser aplicados a todas as situações possíveis dos países da América Latina, a experiência realizada no Equador e no Panamá sugere a necessidade de se desenvolver uma pesquisa com metas práticas, definidas e relacionadas com programas de desenvolvimento pecuário apropriados e apoiados em projetos de crédito. Outrossim, a pesquisa deveria ser integrada com demonstrações a nível de produtor e treinamento de jovens profissionais em aspectos de avaliação, adaptação e adoção de novas tecnologias, assim como, em aspectos sócio-econômicos da indústria pecuária.

O potencial de produção de forragem tem sido, freqüentemente, considerado uma das vantagens do trópico para a produção econômica de gado de corte. Porém, o método atual de utilização deste potencial está distante de ser eficiente sob condições de pastejo, devido a limitações na distribuição da produção durante o período seco e a variação na qualidade da forragem oferecida, principalmente nas regiões úmido-secas, com

solos ácidos de baixa fertilidade natural.

Durante este Seminário, têm sido apresentados resultados de pesquisa que indicam o potencial de produção pecuária destas áreas e como, sob tais condições, é possível resolver muitos dos problemas de alimentação do gado em pastejo. No entanto, também foram citados (24) muitos exemplos de transferência de tecnologia, realizados com pouco êxito na América Latina, principalmente relacionados com a introdução de espécies forrageiras que, aparentemente, podiam superar em produção as espécies nativas ou naturalizadas, mas, cuja produtividade não

* Agrônomo do Programa de Gado de Corte, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colômbia.

justifica a substituição das pastagens atuais devido aos custos adicionais no estabelecimento e manejo. Sobre o assunto, chamou-se a atenção para algumas espécies de forrageiras melhoradas, principalmente gramíneas, que foram introduzidas e domesticadas pelos próprios pecuaristas. Outrossim, também é preciso reconhecer que a tecnologia existente ainda não está sendo aplicada a nível de fazenda, num ritmo capaz de produzir impacto na produção, o que poderá levar a um atraso no desenvolvimento pecuário dos trópicos.

Mesmo sendo certo que se deveria reconhecer a importância da pesquisa na produção e utilização de pastagens em solos ácidos e de baixa fertilidade do trópico pelo impacto que seus resultados poderiam ter na produção econômica de carne, sugeriu-se que (19), como etapa prévia à transferência de tecnologia ao produtor de gado de corte, há necessidade de considerar o papel da pesquisa de adaptação e comprovação de resultados, a nível regional. No entanto, ainda não se elaborou um sistema tecnológico similar ao desenhado pela chamada "Revolução Verde", para a produção de culturas, que se aplique à produção pecuária (10). Portanto, dever-se-iam concentrar esforços para desenvolver uma metodologia que facilite o fluxo de tecnologia entre a pesquisa e o produtor, como base para um programa de desenvolvimento pecuário na América Latina.

A finalidade deste trabalho é apresentar alguns resultados da pesquisa realizada em produção e utilização de pastagens e forrageiras tropicais, baseados em experiência obtida nos programas de desenvolvimento pecuário em regiões do litoral do Equador e do Pacífico do Panamá e discutir as possibilidades de criar modelos de transferência de tecnologia, a nível de produtor.

CARACTERÍSTICAS DAS REGIÕES TROPICAIS DO LITORAL EQUATORIANO E DO LITORAL PACÍFICO DO PANAMÁ

São duas regiões da América Latina onde a pecuária exerce um papel relevante no desenvolvimento agropecuário de cada país,

não só por sua importância na produção de alimentos, como também, por sua contribuição à economia da região. Os recursos naturais disponíveis para a produção de carne apresentam algumas diferenças marcantes que se refletem na produção e utilização de pastagens, no enfoque da pesquisa e na metodologia de transferência de tecnologia aplicável em cada região.

Clima

A precipitação pluviométrica e sua distribuição, durante o ano, não parecem ser muito diferentes nas duas regiões (Fig. 1). Em ambos os casos, aproximadamente 80 a 90% da precipitação ocorre durante a estação chuvosa e se reflete na produção estacional de forragens. Também se verifica que as estações chuvosas e secas não coincidem com os mesmos meses do ano, devido a diferenças em latitude, com relação à linha equatorial.

Solos

Este recurso natural determina uma grande diferença entre as duas regiões. No Equador, somente 23% dos solos são classificados como Oxissolos e Ultissolos (2), e dos 8,6 milhões de ha estudados, a grande maioria ocorre na região tropical úmida do leste e do norte do litoral. No Panamá, 3,6 milhões de hectares, correspondentes a 63% do território, se encontram distribuídos por todo o país, tanto nas regiões úmidas como nas úmido-secas.

A Tabela 1 mostra algumas propriedades químicas dos solos característicos de cada região em discussão. Em geral, os solos do litoral equatoriano, principalmente próximo a Pichilingue, em direção a Santo Domingo, possuem mais alta fertilidade natural e permitem obter muito bons rendimentos de culturas alimentícias anuais (5), tais como, arroz, milho, soja, etc. No Panamá, a baixa fertilidade dos solos é o fator mais limitante para a produção de forragens (26) e, naturalmente, de culturas alimentícias.

As propriedades de retenção de umidade dos solos do litoral equatoriano — em sua

Precipitação pluviométrica (mm)

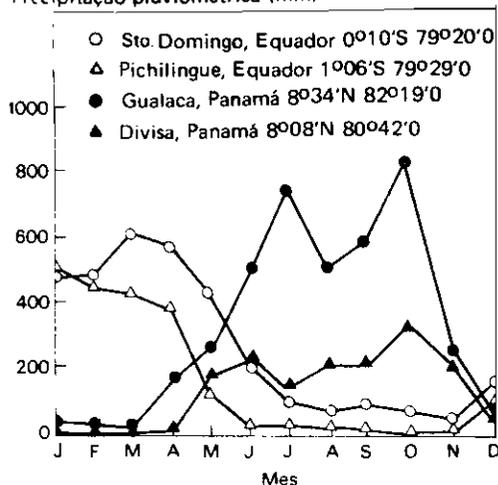


Figura 1. Distribuição das chuvas em lugares representativos do litoral equatoriano e Pacífico do Panamá. (Serviço Nacional de Meteorologia e Hidrologia do Equador e Serviço Interamericano de Cooperação Agrícola do Panamá).

maioria Inceptissolos, Alfissolos e Vertissolos — são, em geral, boas, com equivalentes de umidade de 30 a 40% (5), permitindo o crescimento de plantas forrageiras durante algum tempo, após a suspensão das chuvas. Por outro lado, as correntes marítimas têm uma grande influência sobre os ventos dominantes e sobre as temperaturas do ar na área, de tal maneira que os níveis de evapotranspiração são menores durante a estação seca (12). No Panamá, a maioria dos Oxissolos e Utissolos têm uma capacidade de reten-

ção de umidade relativamente baixa, independentemente da textura e do teor de MO e, durante a estação seca, a evapotranspiração real supera a precipitação, em 80 ou 90% (18). Isto determina que o fator umidade do solo, aliado à baixa fertilidade natural, seja muito mais crítico para produção e utilização de pastagens e forrageiras na costa pacífica do Panamá do que no litoral equatoriano.

Espécies forrageiras

No litoral equatoriano, a maioria das pastagens estão estabelecidas com *Panicum maximum* Jacq. (31) que praticamente se naturalizou nas condições de solos e clima da área, desde o nível do mar até, aproximadamente, 1.100 m de altura. Esta gramínea é reconhecida (32) como excelente, por seus rendimentos e por sua adaptação a quase todas as condições climáticas e pedológicas no trópico, sendo também considerada (37) como a espécie de gramínea mais produtiva em condições de pastejo em Porto Rico. No Panamá, 84% da área de pastagens está coberta por *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf. (27), o que restringe altamente a produção pecuária, principalmente durante a estação seca, devido à sua baixa produtividade e valor nutritivo, mesmo sob condições de adubação nitrogenada no final da estação chuvosa (35).

TABELA 1. Características dos solos representativos do litoral equatoriano e do Pacífico do Panamá.

	pH	MO %	P (Bray II) ppm	Cations trocáveis me/100g				Fonte
				Ca	Mg	K	Al	
				me/100g				
Santo Domingo, Equador	5,7	5,3	5	3,0	0,6	0,3	0,0	Tergas*
Pichilingue, Equador	6,1	5,6	28	13,0	2,4	1,6	0,0	(12)
Gualaca, Panamá	5,1	7,5	1	1,3	0,5	0,3	1,8	(8)
Coclé, Panamá	5,4	4,6	2	8,6	2,1	0,3	1,3	(8)

* Não publicado

METODOLOGIA

As primeiras atividades desenvolvidas no Equador e Panamá foram orientadas de maneira a realizar um reconhecimento ecológico da área de responsabilidade do programa de desenvolvimento pecuário, a fim de que se conheçam bem os recursos disponíveis para a produção de forragem e, principalmente, para identificar os fatores limitantes, aos quais se dedicaria especial atenção durante a pesquisa (33,34). As visitas realizadas a numerosas fazendas de gado de corte, representativas dos diferentes tipos e níveis de exploração, serviram para analisar os fatores de produção animal que se relacionavam diretamente com a alimentação e com os aspectos sócio-econômicos que estariam envolvidos no desenvolvimento e na transferência de tecnologia ao produtor.

A metodologia, que se adotou para encontrar soluções práticas e econômicas para os problemas de produção e utilização de pastagens e forrageiras identificadas, foi orientada para os aspectos seguintes: a) seleção de espécies forrageiras adaptadas às condições ecológicas (solos e climas) dominantes na zona; b) desenvolvimento de práticas de estabelecimento e manejo de pastagens adequadas para as condições sócio-econômicas da indústria pecuária em cada país; c) treinamento do pessoal designado ao programa em validação e transferência de tecnologia ao produtor.

No Equador, trabalhou-se diretamente em pesquisa com um programa de assistência técnica da Universidade da Flórida, associada com o Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuárias (INIAP), com base na Estacion Experimental Tropical Pichilingue (EETP), em Quevedo, e com financiamento do Programa de Desenvolvimento Pecuário ECU - 222 do Banco Central, através de um empréstimo do Banco Internacional de Reconstrução e Fomento (Banco Mundial). Estabeleceu-se um programa de pesquisa, seguindo-se a metodologia convencional de estudos agrônômicos com plantas forrageiras, em condições de corte e pastejo, para o litoral equatoriano. A transferência de tecnologia foi dirigida através de um Centro de

Capacitação Pecuária, na Estación Experimental, onde foram realizados cursos teórico-práticos sobre aspectos fundamentais de produção animal, para técnicos de extensão, agentes de crédito pecuário e produtores selecionados do litoral.

No Panamá, o trabalho foi relacionado diretamente com o Programa de Desenvolvimento Pecuário PAN - 901, do Banco Nacional do Panamá, utilizando-se recursos do Banco Mundial. As atividades de pesquisa sobre adaptação e comprovação de resultados, a nível de fazenda, foram garantidas pelo programa de pesquisa em pastagens do Instituto de Investigaciones Agropecuárias do Panamá (IDIAP), com base na Estación Experimental de Gualaca, que recebe assistência técnica do Departamento de Zootecnia do Centro Agrônômico Tropical de Investigación e Enseñanza (CATIE), na Costa Rica. Como instrumentos de transferência de tecnologia, utilizaram-se a assessoria técnica direta aos produtores e demonstrações de campo.

O treinamento do pessoal técnico destinado a este programa foi orientado para desenvolver: a) os conhecimentos para a identificação dos problemas de produção e utilização de forragem em relação às necessidades de alimentação do rebanho; b) a capacidade técnica em validação e adaptação de novas tecnologias compatíveis com os recursos naturais e financeiros disponíveis e com a capacidade de administração da empresa pecuária; c) os aspectos de comunicação e extensão agropecuária. Por razões óbvias, no Equador, deu-se maior ênfase aos aspectos de pesquisa, e no Panamá, aos financeiros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em virtude de as maiores limitações de produção e utilização de forragem, em termos de MS e de valor nutritivo, ocorrerem durante a estação seca, os maiores esforços de pesquisa e assistência técnica foram concentrados neste período crítico do ano.

Pesquisa

Matéria seca

Os resultados da avaliação de variedades introduzidas de *P. maximum*, que se adaptaram às condições ecológicas do litoral equatoriano, demonstraram que nenhuma das espécies foi superior em produção de

MS, durante a estação seca (Tabela 2). Também não foram encontradas diferenças notáveis entre as melhores variedades introduzidas e o ecótipo comum com relação à digestibilidade de MS e aos conteúdos de proteína bruta (CPB) (36).

A Tabela 3 resume os rendimentos médios de MS de espécies e variedades adaptadas ao litoral equatoriano, durante a estação

TABELA 2. Rendimentos de MS* de variedades de *P. maximum* naturalizadas e variedades introduzidas adaptadas, submetidas a pastejo** (15, 16).

Variedades	1975	1976		Total
	Estação seca	Estação chuvosa	Estação seca	18 meses
	t/ha			
Comum	3,15	10,19	5,37	18,72
Melhorada	2,62	6,99	3,74	13,35
EETP 307	3,64	8,84	4,49	16,97
Introduzidas***	4,28	8,78	4,76	16,83
Média	3,42	8,70	4,59	16,72

* Peso seco 45°C, 24 horas.

** Pastejadas cada 21 e 42 dias nas estações chuvosa e seca, respectivamente.

*** Média das 10 melhores variedades introduzidas.

seca, com uma frequência de corte de 21 a 35 dias. Em geral, os rendimentos da variedade *P. maximum* comum foram superados somente por espécies de *Brachiaria*, variedades de *Pennisetum purpureum* Schumach., variedades de *Glycine wightii* (R. Grah. ex Wight e Arn.) Verdcourt, principalmente Malawi, e a variedade de *P. maximum* EETP 307*; no entanto, esta última não se comporta da mesma forma em condições de pastejo, como pode-se verificar na tabela anterior.

No Panamá (27), a gramínea *H. rufa* sem adubação atingiu uma produção de 1,05

t/ha durante a estação seca, equivalente de 14,6% da produção total anual, ao passo que a produção média das espécies melhoradas, sem adubação e adubadas anualmente com níveis de 300 a 900 kg de N, 400 kg de P₂O₅, e 120 kg de K₂O/ha foi de 1,16 e 2,97 t/ha, respectivamente. Apesar disso, a produção durante a estação seca representou somente cerca de 12% da produção total anual. Em consequência da pequena resposta de *H. rufa* à adubação nitrogenada, durante a estação chuvosa, esse capim foi considerado apenas para sistemas extensivos de produção. As gramíneas selecionadas e recomendadas para uso intensivo foram: *Digitaria decumbens* Stent., *Brachiaria ruziziensis* Germain & Evrard., *Brachiaria radicans* Napper, *Hemarthria altissima* (Poir.) Stapf. & Hubbard var. tetraploide e algumas

* Número de Introdução da Estación Experimental Tropical Pichilingue, INIAP, Equador.

espécies e variedades de *Axonopus*, *Cynodon* e *Pennisetum*. As leguminosas *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth. var. javanica (Benth.) Bak., *Desmodium ovalifolium* Vahl., *Desmodium intortum* (Mill.) Urb., *Centrosema* spp., *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. e *Macrotyloma axillare* (E. Mey.) Verdc. são consideradas promissoras, apesar de terem sido registrados somente resultados das espécies forrageiras mais produtivas durante a estação seca (*B. decumbens*, *Cynodon* sp. var. Estrella e *B. ruziziensis*).

Os rendimentos de MS de *P. purpureum* obtidos no Panamá (18), até o fim da estação chuvosa, atingiram níveis de 6,3 a 10,3 t/ha, com adubação nitrogenada até de 1.400 kg/ha/ano de N e de 4,5 a 8,0 t/ha, quando consorciado com *P. phaseoloides* e fertilizado com P, K e gesso. O IDIAP (14) registrou uma produção de MS de 58 a 66 kg/ha/dia com *Saccharum sinense* Roxb. sem adubação e 68 a 82 kg/ha/dia com uma adubação somente de 100 kg/ha/ano de N.

TABELA 3. Rendimentos de MS* durante a estação seca de 1975 de espécies e variedades de gramíneas naturalizadas e espécies introduzidas adaptadas, submetidas a corte no INIAP (34).

	Frequência de cortes	
	21 dias	35 dias
	t/ha	
<i>P. maximum</i> comum	2,63	3,34
<i>P. maximum</i> melhorado	2,91	3,61
<i>P. maximum</i> EETP 307	8,05	11,93
<i>Cynodon</i> spp.	3,83	3,96
<i>Brachiaria</i> spp.	7,05	8,36
<i>C. ciliaris</i>	3,56	4,34
<i>Setaria</i> spp.	3,01	5,64
<i>P. purpureum</i>	8,42	16,84
<i>G. wightii</i>	7,75	5,66
<i>G. wightii</i> var. Malawi	10,59	8,12
Média	5,78	7,18

* Peso seco 45°C, 24 horas

Esta gramínea mostrou boa resistência à seca e resposta a baixos níveis de P em solos deficientes neste elemento.

Valor nutritivo

As médias de digestibilidade "in vitro" de MS das melhores variedades de *P. maximum* adaptadas ao litoral equatorial, tomadas com intervalos de 21 a 56 dias de crescimento, durante a estação seca, decresceram, aproximadamente, de 61 a 52% (Fig. 2), à medida em que a planta amadurecia, sem que fossem encontradas diferenças significativas entre as variedades comparadas com o *P. maximum* comum (36). Entre as gramíneas, somente as espécies de *Brachiaria* e variedades de *P. purpureum* tiveram alguma relevância no que concerne à digestibilidade da MS e se mostraram ligeiramente superiores às variedades de *P. maximum*, ao passo que as leguminosas foram capazes de manter os níveis acima de 60% de digestibilidade, independentemente do estado de maturação da planta.

Digestibilidade in vitro (%)

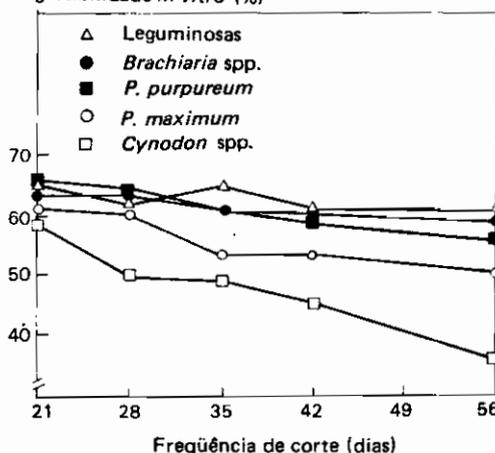


Figura 2. Efeito da frequência de corte sobre a digestibilidade in vitro de espécies e variedades de forrageiras tropicais adaptadas ao litoral equatorial. INIAP - Pichilingue, estação seca, 1975 (34).

O CPB médio das espécies e variedades de gramíneas no Equador decresceu à medida em que a planta amadureceu (entre 21 e 56 dias de crescimento), diferindo do CPB das espécies de leguminosas que se manteve acima de 25% (Fig. 3). Também se notou um comportamento ligeiramente superior das variedades de *P. purpureum*, sendo que, em todos os casos, o conteúdo foi superior a 10%, o que se considera adequado para animais ruminantes em crescimento e produção de carne. Também não foram encontradas maiores diferenças nos CPB na estação chuvosa (36).

No Panamá (37), o CPB médio de treze espécies e variedades de gramíneas escolhidas por sua adaptação ao meio ambiente, cortadas com três dias de intervalo, entre os doze e os 42 dias de crescimento, e adubadas com 360 kg de N, 240 kg de P_2O_5 e 60 kg de K_2O /ha, foi de 13,7%, em comparação com o máximo de 9 a 10% para *H. rufa*, fertilizada com 600 kg/ha/ano de N, durante a estação chuvosa, e de 4 a 6% durante a estação seca. Para o *P. purpureum*, foram encontrados valores de proteína bruta de quase 11% (18) no final da estação chuvosa sem

adubação nitrogenada, ao passo que os *S. sinense* flutuaram entre 8 e 11,5%, (14) quando adubados somente com 200 kg/ha/ano de N. Com exceção do teor de P na planta, em relação à fertilização do solo com este elemento, não foram fornecidos dados sobre digestibilidade e outros parâmetros indicativos do valor nutritivo das gramíneas selecionadas.

Produção animal

As Tabelas 4 e 5 mostram os ganhos diários de peso vivo por animal e por área, obtidos no litoral equatoriano, em experimentos realizados com diferentes espécies e variedades de forrageiras, principalmente *P. maximum* comum, melhorado sob diferentes tratamentos. Apesar da curta duração dos experimentos, em geral, pode-se afirmar que as médias de produção animal de 457 g/animal/dia e 1,46 kg/ha/dia para o ano inteiro são muito boas. Isto permite um acréscimo de peso vivo superior a 500 kg/ha/ano com os animais machos alcançando o peso de abate (450 kg) antes de 25 meses de idade, efetuando-se a desmama com peso médio superior a 180 kg (1). Estes resultados superam em 52% as médias obtidas numa avaliação econômica de fazendas que participaram do programa de desenvolvimento pecuário nas zonas de Santo Domingo e Quevedo (19). Esta produção animal é similar à apresentada em um resumo sobre a performance animal em pastagens tropicais adubadas com N e em consorciações com leguminosas (23) e superior à registrada no México para *B. decumbens* e *H. rufa*, adubados com 100 kg/ha de N, durante a estação chuvosa (11), e na Venezuela para *Cynodon* sp. var. Estrela, *D. decumbens* e *P. Maximum*, também adubados com N (6). Entretanto, os resultados obtidos em Pichilingue também indicam que os ganhos diários médios de peso por animal durante a estação seca equivalem somente a 65% dos que se obtêm durante a estação chuvosa, mostrando o efeito do declínio da qualidade da forragem produzida, que conduz a uma redução de 50% na produção de carne por ha/dia, mesmo que as cargas animais médias mantidas

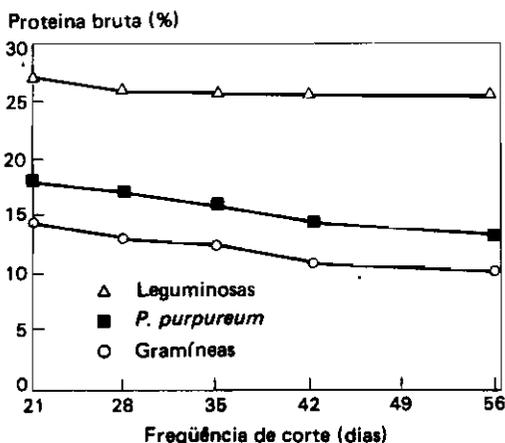


Figura 3. Teor de proteína bruta média para espécies e variedades de forrageiras tropicais adaptadas ao litoral equatoriano. INIAP, Pichilingue, estação seca, 1975 (34).

TABELA 4. Ganhos de peso vivo por animal em espécies e variedades de forrageiras com diferentes tratamentos, no litoral equatoriano.

Espécie e variedade	Tratamento	Ganho de peso vivo				Fonte
		Duração	Estação seca	Estação chuvosa	Média anual	
		Dias	g/animal/dia			
<i>P. maximum</i> comum	Sem adubação*	180	—	423	—	(15)
	Sem adubação**	491	307	411	359	(15)
	Consortiação c/ <i>P. phaseoloides</i> **	491	331	468	399	(15)
<i>P. maximum</i> melhorado	Sem adubação	280	317	597	457	(25)
	Sem adubação	180	—	353	—	(15)
	100 kg/ha/ano de N	336	485	674	579	(28)
	Consortiação c/ <i>C. pubescens</i>	224	243	744	493	(7)
<i>B. dictyoneura</i> *	Sem adubação	180	—	394	—	(15)
<i>G. wightii</i> var. Tinaroo*	Sem adubação	180	—	607	—	(15)
Média		282	336	519	457	

* Pichilingue

** Santo Domingo

durante todo o ano tenham sido bastante altas.

No Panamá, informou-se (18) que o maior ganho de peso por animal/dia em *H. rufa* sem adubação e com pastejo rotacional foi de 200 g com lotações de quase 2,5 animais/ha, enquanto que com *Bracharia* spp. e *D. decumbens*, adubados com fórmulas completas, foram atingidos ganhos de peso diário por animal de 310 a 450 g. Em outro ensaio, realizado em Gualaca (14), em *H. rufa* adubado com N, obtiveram-se em 180 dias, ganhos diários de peso vivo por animal até de 838 g. Entretanto, uma

avaliação do ensaio demonstrou que tal prática não era econômica com os preços da carne e dos adubos vigentes na época. No mesmo relatório, informou-se que *H. altissima* var. tetraplóide, adubada com 300 kg/ha/ano de N, produziu até 502 kg de ganho de peso por hectare na primeira fase do experimento comparado com 417, 407 e 390 kg/ha em *D. decumbens*, *Cynodon* sp. var. Estrela e *B. radicans*, respectivamente. Estas produções são relativamente baixas, se considerados os níveis de adubação usados em todos os ensaios, em comparação com os resultados obtidos com *H. rufa* sem adubação no Equador, em solos de

TABELA 5. Ganho de peso vivo por área em espécies e variedades de forrageiras com diferentes tratamentos no litoral equatoriano.

Espécie e variedade	Tratamento	Duração	Ganho de peso vivo				Fonte
			Taxa de lotação ***	Estação seca	Estação chuvosa	Média anual	
<i>P. maximum</i>	Sem adubação *	180	— /3,1	—	3,20	—	(15)
	Sem adubação **	491	3,8/3,5	1,22	1,17	1,20	(15)
	Consort. c/						
<i>P. maximum</i>	<i>P. phaseoloides</i> **	491	4,8/3,4	1,40	1,38	1,39	(15)
	Sem adubação	280	1,4/1,7	0,65	1,65	1,15	(25)
Melhorado *	Sem adubação	180	— /2,8	—	2,68	—	(15)
	100 kg/ha/ano de N	336	3,3/3,3	1,60	2,22	1,91	(28)
	Consort. c/						
	<i>C. pubescens</i>	224	1,7/3,3	0,95	2,33	1,64	(7)
<i>B. dictyoneura</i> *	Sem adubação	180	— /3,6	—	2,90	—	(15)
<i>G. wightii</i> var. Tinaroo *	Sem adubação	180	— /2,6	—	2,81	—	(15)
Média		282	3,0	1,16	2,26	1,46	

* Pichilingue

** Santo Domingo

*** Média da estação seca/estação chuvosa.

melhor fertilidade natural (29) e com consorciações de *H. rufa* e *S. guianensis*, em solos ácidos e de baixa fertilidade de Pucallpa, muito semelhantes aos do Panamá (20).

Reprodução animal

Os resultados obtidos no litoral equatoriano revelam que é possível atingir médias de desmama efetiva maiores de 80%, com médias de peso vivo para fêmeas e machos aproximadamente de 160 kg, ajustadas aos 205 dias de idade, através da suplementação mineral e manejo do rebanho, sem necessidade de mudar as pastagens de *P. maximum* comum da região (Tabela 6). Estas médias são muito superiores às encontradas em fazendas representativas, participantes do Programa de Desenvolvimento Pecuário ECU-222, em Santo Domingo e Quevedo, onde a taxa de crescimento dos rebanhos não excede uma média de 1,2% (9). Com

respeito ao desenvolvimento e à reprodução de novilhas no primeiro parto, verificou-se que, mediante um sistema de pastejo, em que estes animais pastejam separados, antes do resto do rebanho composto por vacas adultas, consegue-se produzir 36% mais crias do que quando o grupo de vitelas pasteja junto com as vacas (15).

No Panamá, as porcentagens de nascimento aumentaram de 62 para 73%, quando o P foi fornecido por via oral ou quando se fertilizou o pasto de *H. rufa* com aproximadamente 80 kg/ha de P₂O₅ (14). Por outro lado, trabalho realizado no trópico úmido do Perú (30) demonstrou que a suplementação com minerais tinha um efeito maior na performance reprodutiva de novilhas que a adubação de uma consorciação de *H. rufa* e *P. phaseoloides* com até 500 kg/ha de superfosfato. Esses resultados sugerem que a suplementação mineral com P poderia ter um maior efeito sobre a reprodução do que

TABELA 6. Comportamento reprodutivo do rebanho de gado de corte pastejando *P. maximum* var. comum e melhorado (15, 16, 17)

	1975		1976		1977		Média
	Comum	Melhorado	Comum	Melhorado	Comum	Melhorado	
Natalidade (%)	92	95	80	80	80	80	84
Peso ao nascer (kg)	28	29	28	29	29	29	28
Desmama (%)	92	95	80	80	80	80	84
Peso na desmama (kg) (205 dias)	159	160	159	168	156	166	162

o melhoramento das pastagens, tal como se constatou nas planícies orientais da Colômbia (2).

Transferência de tecnologia

Centro de capacitação pecuária

A Tabela 7 mostra o número de participantes nos cursos sobre manejo de pastagens e gado bovino, oferecidos no Centro em Pichilingue, desde seu início em 1975, até o presente. No total, receberam treinamento 376 pessoas com um bom equilíbrio entre produtores do litoral e pessoal técnico de pesquisa e assistência técnica dos programas de desenvolvimento pecuário. A informação difundida em tais cursos é baseada nos resultados de pesquisa. Utilizam-se as áreas da Estação Experimental para as demonstrações de campo e, em seguida, efetuam-se ensaios regionais em fazendas selecionadas de participantes pecuaristas. Até hoje, estes ensaios têm-se concentrado em aspectos de melhoramento da reprodução, em virtude da baixa população animal da área, em relação às pastagens disponíveis.

A Tabela 8 mostra uma análise de alternativa oferecidas aos pecuaristas do litoral e aos participantes nos cursos de estabelecimento e manejo de pastagens melhoradas para aumentar a produção de carne, durante a estação seca. É interessante observar que a melhor alternativa oferecida e, com maior possibilidade de uma melhor relação do lucro esperado, confrontada com os custos

de estabelecimento e manejo, é uma melhor utilização do capim *P. maximum* comum, complementado com o estabelecimento de *Eriochloa polystachya* H.B.K. e outra espécie adaptada para utilizar apropriadamente as áreas baixas inundáveis, abundantes no litoral, e *P. purpureum* para pastejo e corte, em casos de emergência em que ocorra seca severa. Outra alternativa que aparece promissora, sobretudo em solos de menor fertilidade natural, ou onde a fertilidade do solo começa a decrescer, é o estabelecimento de consorciações de *P. maximum* comum com *P. phaseoloides* ou *G. wightii*, em pastagens estabelecidas. Já se possuem resultados de pesquisa (15), que poderiam ser transferidos aos pecuaristas, num prazo relativamente curto, logo que se comprove a persistência dessas espécies sob os sistemas atuais de manejo de pastagens adotadas na área, a necessidade de modificar ou não tais sis-

TABELA 7. Número de participantes de diferentes níveis em cursos sobre manejo de pastagens e gado bovino no Centro de Capacitação Pecuária, (15, 16, 17).

Nível	1975	1976	1977	Total
Técnicos*	65	90	47	202
Produtores**	45	49	80	174
Total	110	139	127	376

* Pesquisadores, agentes de crédito e assistência técnica e estudantes universitários selecionados.
** Provenientes do litoral equatoriano.

temas que englobam o uso estratégico do fogo e do pastejo contínuo e a possibilidade de reduzir os custos de estabelecimento, principalmente os relacionados com a disponibilidade e preço das sementes e os requerimentos de adubação de manutenção a base de P e S. A outra alternativa, que consiste em substituir o *P. maximum* comum por alguma espécie de *Brachiaria*, não parece muito promissora, a longo prazo, porque, apesar de tais espécies parecerem adaptar-se melhor a solos de menor fertilidade natural e competir com invasoras, nestas condições, sua produção declina paulatinamente, pela falta de N no solo. Além do mais uma consorciação com leguminosas seria muito mais difícil de estabelecer e manejar.

Assistência técnica e demonstrações

No Panamá, realizou-se um total de 311 visitas a fazendas de pecuária, entre o final

da estação chuvosa de 1975 e o primeiro semestre de 1977. O número e a distribuição das visitas esteve relacionado com diferentes finalidades, como se pode observar na Tabela 9. Inicialmente, foram visitadas algumas fazendas não participantes do projeto, visando diagnosticar problemas de produção e utilização de pastagens e forrageiras na região e também para observar algumas práticas de manejo em propriedades mais desenvolvidas. Depois, a maioria das atividades se concentrou em fazendas diretamente beneficiadas pelo crédito. As visitas de assistência técnica a nível de fazenda foram orientadas para o estabelecimento e manejo de forrageiras melhoradas, visando, principalmente, aumentar o valor nutritivo da forragem durante a estação seca. Com resultado destas visitas, cerca de 1.000 ha de pastagens melhoradas, além de sementeiras de espécies recomendadas, foram estabelecidas em dois anos, em quase todas as fazendas dos mutuários do projeto. As visitas realizadas

TABELA 8. Análise de possíveis alternativas oferecidas pela pesquisa de estabelecimento e manejo de pastos melhorados para aumentar a produção de carne durante a estação seca no litoral equatoriano, onde as pastagens estão formadas atualmente com *P. maximum* comum.

Alternativas oferecidas (manejo)	B.E.*	F.E.**	D.M.***	C.E.M.****	B.E./C.E.M.
<i>P. purpureum</i>	>	=		=	>
<i>E. polystachya</i> (suplemento)		<	=	>	
<i>P. phaseoloides</i>	>	?	?	?	?
<i>G. wightii</i> (consorciação)					
<i>B. decumbens</i>	=	<	=	>	<
<i>B. dictyoneura</i> (substituição)					

* Lucros esperados

** Facilidade de estabelecimento

*** Dificuldade de manejo

**** Custos de estabelecimento e manejo.

TABELA 9. Número e distribuição de visitas realizadas a fazendas de pecuária em diferentes regiões do litoral Pacífico em Panamá. Programa Desenvolvimento Pecuário PAN-901, Banco Nacional.

Objetivos	1975	1976	1977	Total
Diagnóstico de problemas	69	10	0	79
Assistência técnica	8	111	19	138
Demonstração e treinamento	0	13	0	13
Avaliação de subprojetos	0	25	56	81
Total	77	159	75	311

para fazer demonstrações de campo tinham como finalidade o treinamento do pessoal técnico do programa, em diferentes aspectos de estabelecimento e manejo de pastagens melhoradas (por exemplo, a identificação e seleção de espécies, sistemas de propagação e métodos de estabelecimento, formas de utilização e conservação de forragens, etc.), para que se tornassem mais eficientes a aprendizagem da tecnologia aplicada e a metodologia de comunicação e extensão agropecuária. Ao final do segundo ano, realizaram-se visitas de avaliação aos subprojetos para verificar a eficiência, o impacto econômico e a aceitação da tecnologia introduzida, assim como, o progresso alcançado no treinamento do pessoal técnico. Essas avaliações concentravam-se em fazendas selecionadas como modelos dentro de uma sub-região, quase todas com uma extensão inferior a 300 ha e com explorações mistas de leite e carne, correspondentes ao sistema chamado de dupla finalidade. Estão sendo feitas avaliações econômicas detalhadas destas fazendas.

As recomendações técnicas estão baseadas numa análise das alternativas apresentadas na Tabela 10, as quais poderiam ser oferecidas ao produtor, de acordo com o estado de conhecimentos da pesquisa e dos aspectos sócio-econômicos da indústria pecuária. As possibilidades de aumentar a produção, melhorando o manejo de *H. rufa* durante a estação seca, foram consideradas muito limitadas, mesmo reconhecendo

a relativa importância e a produtividade desta gramínea, durante a estação chuvosa. O estabelecimento de áreas relativamente pequenas, no início, de *B. decumbens* ou *B. radicans* em solos de menor fertilidade natural e de *E. polystachya* em terrenos baixos inundáveis e de *S. sinense* como gramínea de corte para complementar *H. rufa* durante a estação seca, constitui uma alternativa bastante promissora e aceitável a curto prazo, por ter resolvido alguns problemas de alimentação. Também se propôs substituir pouco a pouco *H. rufa* por espécies de *Brachiaria* e estabelecer espécies de *Cynodon* nos solos de maior fertilidade, mas não há informações sobre os benefícios esperados em relação aos custos adicionais de estabelecimento e manejo. Por outro lado, ambos os sistemas propostos tendem a degenerar com o decorrer do tempo, devido ao declínio na fertilidade do solo, com efeitos sobre a produtividade animal. Outra possibilidade apresentada foi a da introdução de leguminosas forrageiras com *P. phaseoloides* e *Stylosanthes* spp. nativo na área, em pastagens estabelecidas com *H. rufa*, o que aparentemente, tem dado bons resultados em alguns lugares do trópico, incluindo alguns exemplos isolados promissores no Panamá. Entretanto, os resultados de pesquisa não estão suficientemente testados para serem aplicados diretamente em propriedades comerciais. Além disso, a falta de sementes de espécies e variedades adaptadas prejudica a pesquisa de adaptação de tecnologia a nível regional.

TABELA 10. Análise de possíveis alternativas oferecidas pela pesquisa de estabelecimento e manejo de pastagens melhoradas com objetivo de aumentar a produção de carne durante a estação seca no litoral pacífico do Panamá, onde as pastagens estão formadas atualmente com *H. rufa*.

Alternativas oferecidas (manejo)	B.E.*	F.E.**	D.M.***	C.E.M.****	B.E./C.E.M.
<i>Brachiaria</i> spp. <i>S. sinense</i> <i>E. Polystachya</i> (suplemento)	>	<	=	>	>
<i>P. phaseoloides</i> <i>S. guianensis</i> (consorciação)	>	?	?	?	?
<i>Brachiaria</i> spp. <i>Cynodon</i> spp. (substituição)	>	<	=	>	?
<i>P. purpureum</i> <i>S. sinense</i> (ensilado)	?	<	>	>	?
<i>D. decumbens</i> <i>Cynodon</i> spp. (feno)	=	<	>	>	<
Sub-produtos Melaço-uréia (suplementos)	>	=	>	>	?

* Lucros esperados

** Facilidades de estabelecimento

*** Dificuldade de manejo

**** Custos de estabelecimento e manejo.

As práticas de conservação de forragem ensilada e em forma de feno não se apresentaram como alternativas econômicas para a produção de gado de corte devido aos altos custos de produção (34) e perdas durante o processo de conservação (21). Finalmente, considerou-se o uso de subprodutos de colheita, como, pontas e bagaço de cana, palha de arroz e outros, com alguns bons resultados biológicos (14). Porém, sua viabilidade econômica depende, em alto grau, da disponibilidade de uma mistura

comercial de melaço e uréia a 2%, que se oferece a nível doméstico, com preços subsidiados, muito abaixo do preço atual no mercado internacional, o que torna seu uso justificável somente para a manutenção dos animais em condições extremas de seca e carência de pastagens e forrageiras.

CONCLUSÕES

Os resultados das pesquisas em produção e utilização de pastagens e forrageiras em

ambiente de solos férteis, e em condições propícias de umidade de solos, representados no trópico pela área do litoral equatorial, entre Quevedo e Santo Domingo, indicam que existe informação suficiente sobre pesquisa de adaptação, capaz de produzir rendimentos satisfatórios de gado de corte, baseado numa tecnologia aceitável e relativamente fácil de transmitir ao produtor, já que consiste, principalmente, na adoção de práticas de manejo dos recursos naturais existentes, com um mínimo de investimento no estabelecimento de espécies forrageiras melhoradas. No entanto, a situação é muito diferente em condições de baixa fertilidade de solos e onde também existem problemas de baixa retenção de umidade, o que dificulta ainda mais a produção de forragem durante grande parte do ano, como as que prevalecem no litoral pacífico do Panamá. Também, nos programas de desenvolvimento pecuário dever-se-ia levar em consideração as vantagens comparativas das áreas tropicais de maior fertilidade de solos para dedicá-las à produção de culturas alimentícias, com um rendimento possivelmente maior sob o ponto de vista financeiro.

Ainda que, com base nas experiências realizadas no Equador e Panamá, não se possa elaborar um modelo ideal de transferência de tecnologia para o criador de gado de corte, é possível afirmar que a pesquisa tem um papel relevante como fonte geradora de novas tecnologias, desde que tenha metas definidas dentro de programas de desenvolvimento pecuário. Têm-se observado, como

erro freqüente na América Latina, o fato de que o trabalho das estações experimentais não tem muita relação com as necessidades dos pecuaristas da região. Por este motivo, a criação de um centro de capacitação pecuária dentro de um centro experimental, como é o caso do INIAP, em Pichilingue, parece medida digna de ser considerada.

A comunicação freqüente entre os produtores, agentes de transferência de tecnologia e pesquisadores (com o apoio das instituições de fomento, crédito e desenvolvimento) é essencial para que os resultados da pesquisa se apliquem a nível de produtor, ainda que isto não represente necessariamente uma garantia, e sim um estímulo, como o ilustram as experiências da Austrália e as observações efetuadas em vários países tropicais do mundo (13).

Finalmente, para conservar um fluxo apropriado de tecnologia entre a pesquisa e a indústria pecuária, é necessário ter presente a importância do treinamento de profissionais em matéria de produção econômica e utilização eficientes de pastagens e forrageiras, assim como, aspectos de comunicação e transferência de tecnologia, já que existem poucas pessoas, nos países em desenvolvimento na América Latina, capazes de interpretar a tecnologia dos campos experimentais e transmití-la ao produtor de gado de corte (22). O treinamento de pessoal técnico, principalmente o de jovens recém saídos das universidades, deveria ser parte integrante dos projetos de pesquisa que visem programas de desenvolvimento pecuário na América Latina.

LITERATURA CITADA

1. Bishop, J.P. 1976. Reporte final de actividades. Convênio Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Universidad de Florida. Estación Experimental Tropical Pichilingue; Programa de Pastos y Ganaderia Bovina. Pichilingue, Ecuador 60 p. (Mimeografiado).
2. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1977. Annual Report 1976. CIAT, Cali, Colombia.
3. ————. 1978. Annual Report 1977, Cali, Colombia. (En prensa).
4. Claveran, R. 1975. Aplicación de la tecnología al nivel del agricultor y del ganadero. p.177-186. In Seminario sobre el potencial para la producción de ganado de carne en América Latina, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. Seria CS-10 p.

5. Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del Río Guayas. 1970. Investigación de las oportunidades de desarrollo económico de la Cuenca del Río Guayas, Zona VI, Apéndice G, Suelos. T. Ingledow and Associates Limited. Guayasconsult.
6. Cruz, V y S. Benacchio-Scotton. 1963. Pastoreo comparativo con novillos criollos en pangola y guinea, con novillas en pangola, guinea y estrella. p.1671-1674. In Jornadas Agronómicas, 4as, Bocono. 1963. Memoria Caracas.
7. Chávez, J.E. 1974. Evaluación de la asociación guinea-centrosema sometida a pastoreo en épocas seca y húmeda en Pichilingue. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ingeniería Agronómica y Medicina Veterinaria. Universidad Central del Ecuador. 47 p.
8. Chicco, C.F. 1970. Survey on the mineral nutrition of cattle in Panama. United Nations Development Programme. Food and Agricultural Organization. 10 p. (Mimeographed report).
9. Egas, J. 1974. Evaluación económica de las haciendas participantes del crédito del Banco Mundial en las Zonas de Santo Domingo y Quevedo. Publicación miscelánea n.º 15, Departamento de Economía Agrícola. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Ecuador. 30 p.
10. Fransen, J. 1975. Selección, diseño y ejecución de proyectos de desarrollo y su papel en la aplicación de tecnología. p. 223-229. In Seminario sobre el potencial para la producción de ganado de carne en America Tropical. CIAT, Cali, Colombia Serie CS-10.
11. Garza, T., R. D. Arroyo y A. Pérez. 1970. Producción de carne en los zacates pangola y jaragua fertilizados en el trópico Aw. Técnica Pecuaria 14:20.24.
12. Hudgens, R. E. 1973. The compatibility, persistence and nutritive value of grass-legume associations in the wet-dry tropics of coastal Ecuador. M.SC.A. Thesis. University of Florida. 120 p.
13. Hutton, E. M. and E.F. Henzell. 1976. Planning and organizing pasture research. In N.H. Shawand W.W.Bryan (ed.) Tropical Pasture Research Principles and Methods. Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. Hurley, Berkshire, England. Bulletin 51:1-57.
14. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. 1977. Resumen de la investigación en pastos y forrajes. Estación Experimental Gualaca, David, Panamá.
15. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 1976. Informe Técnico Anual 1975. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Programa de Pastos y Ganadería Bovina. (mimeografiado).
16. ————. 1977. Informe Técnico Anual 1976. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Programa de Pastos y Ganadería Bovina. (Mimeografiado).
17. ————. 1978. Informe Técnico 1977. Estación Experimental Pichilingue. Programa de Pastos y Ganadería. (Mimeografiado).
18. Medling, P.C. 1972. Mejora de pastos y cultivos forrajeros Panamá: Forrajes, conservación y manejo de pastos. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. AGP. SF/PAN 10. Informe Técnico 1. 79 p.
19. Meirelles de Miranda, R. 1975. El papel que desempeña el ganado de carne en el desarrollo de América Latina. p. 1-15. In Seminario sobre el potencial para la producción de ganado de carne en América Tropical. CIAT, Cali, Colombia. Serie CS-10.
20. Morales, V., M. García, M. Echeverría, A. Riesco y K. Santhirasegaram. 1977. Producción animal basada en pasturas en el Trópico de Pucallpa, Perú p. 108. In Resúmenes ALPA VI Reunión, La Habana, Cuba.
21. Moreno, A.H. 1977. Evaluación de ensilajes de pasto Panamá (*Saccharum sinense*) para la alimentación de vacas de doble propósito. Tesis Mag. Sc. Departamento de Ganadería Tropical, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Universidad de Costa Rica. 98 p.
22. Moore, C.P. 1975. En sistema de capacitación de especialistas en producción pecuaria en los llanos tropicales. Revista Mundial de Zootecnia 13:38-43.

23. Nuthall, P.L. and P.C. Whiteman. 1972. A review and economic evaluation of beef production from legume based and nitrogen-fertilized tropical pastures. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 28(2):100-108.
24. Paladines, O. 1976. Función de la tecnología en el desarrollo agrícola. p. 73-82. In *Memoria del Seminario Internacional de Ganadería Tropical*. Acapulco, México. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Banco de México, S.A. FIRA.
25. Paredes M., O. 1974. Evaluación de diferentes sistemas de pastoreo con bovinos en pastoguinea *Panicum Maximum* Jaqc. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad de Guayaquil. 35 p.
26. Poultney, R.G. 1973. Mejora de pastos y cultivos forrajeros Panamá: Fertilidade de los suelos y nutrición de las plantas pratenses. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. ADP:SF/10, Informe Técnico 3. 60p.
27. Rettray, J. M. 1972. Pasture improvement in Panamá. United Nations Development Programme. Food and Agriculture Organization of the United Nations. AGP:SF 323/PAN 10, Technical Report 3. 48p. (Miemographed).
28. Ronquillo S.S. 1974. Efecto del estibestrol en el aumento de peso de novillos bajo pastoreo rotativo. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad de Guayaquil. 31p.
29. Santillan, R.Q. 1971. Capacidad de carga en pasto puntero (*Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf.) sometido a pastoreo continuo. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guayaquil. 40 p.
30. Santhirasegaram, K. 1976. Adelantos del desarrollo práctico de los trópicos peruanos. *Revista Mundial de Zootecnia* 17:34-39.
31. Secretaría General de Planificación Económica. 1968. Encuesta Agropecuaria Nacional. Quito, Ecuador.
32. Sotomayor Rios, A., A. Acosta Matienzo and J. Vélez Fortuño. 1971. Yield comparison and plant character correlations of 16 *Panicum* accessions. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 55(2):174-183.
33. Tergas, L. E. 1975. Reporte final de actividades. Convenio Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Universidad de Florida. Estación Experimental Tropical Pichilingue, Programa de Pastos y Ganadería Bovina. Pichilingue, Ecuador 107 p. (Mimeografiado).
34. ————. 1977. Reporte final de actividades. Banco Nacional de Panamá. Programa de Desarrollo Ganadero PAN-901. Panamá 61p. (Mimeografiado).
35. ————. W.G. Blue and J.E. Moore. 1971. Nutritive value of fertilizer jaragua grass (*Hyparrhenia rufa* (Nees) in the wet-dry Pacific Region of Costa Rica. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 48(1):1-8.
36. Tuarez-Cobaña, J.A. 1977. Evaluación de rendimiento y valor nutritivo de gramíneas y leguminosas forrajeras pertenecientes a la colección de la Estación Experimental Pichilingue. Tesis Doctor en Ciencias Veterinarias. Facultad en Ciencias Veterinarias, Universidad Técnica en Manabí, Portoviejo, Ecuador. 50 p.
37. Vicente-Chandler, J., F. Abruña, T. Caro-Costas, J. Figuerela, S. Silva and R.W. Pearson. 1974. Intensive grassland management in the humid tropics of Puerto Rico. University of Puerto Rico Agronomical Experiment Station. *Bulletin* 233.164 p.

CURSOS DE TREINAMENTO EM PASTAGENS TROPICAIS DA FAO

Fernando Riveros*

RESUMO

O Grupo de Pastagens e Forrageiras da Divisão de Produção e Proteção Vegetal da FAO vem conduzindo uma série de cursos rápidos em Manejo de Pastagens Tropicais desde 1972, como resposta a necessidades de países em desenvolvimento. Presentemente, somente duas áreas estão sendo contempladas (o Extremo-Oriente e as Ilhas do Pacífico, e os países de língua inglesa ao sul do Saara). Porém, um programa está sendo preparado para os países de língua francesa ao sul do Saara. São mencionados os objetivos do programa de treinamento, o número e a duração dos cursos, os pré-requisitos para seleção de candidatos, os fatores que afetam a seleção dos locais, e as instituições financeiras. E dada ênfase ao aspecto prático e demonstrativo, e de como os treinandos aprendem a se beneficiar das poucas facilidades disponíveis em seus respectivos países. Graças ao apoio dos governos e dos resultados satisfatórios obtidos, o programa deverá continuar na África, sem maiores modificações.

Desde 1972, o "Grupo de Pastagens e Forrageiras", da Divisão de Proteção e Produção Vegetal da FAO, vem realizando cursos sobre Manejo de Pastagens Tropicais. Esses cursos fazem parte das principais atividades incluídas no programa de desenvolvimento de pastagens tropicais, que engloba assistência técnica a projetos a nível de campo, publicações técnicas e programas de pesquisa regional.

A necessidade desses cursos se fez sentida após anos de atividades nos países em desenvolvimento, na área de pecuária, em zonas subtropicais e tropicais.

Até o presente, foram cobertas duas áreas geográficas distintas: a) a do Extremo-Oriente e Ilhas do Pacífico, financiada pela Campanha Australiana para a Luta pela Libertação da Fome e (b) a dos países de língua

inglesa da África, ao sul do Saara, com a contribuição financeira da Jurisdição Sueca para o Desenvolvimento Internacional. Um novo programa de financiamento está sendo preparado para os países de língua francesa ao sul do Saara.

Até o presente, foram oferecidos três cursos na região do Extremo-Oriente (1972, na Malásia; 1975, na Tailândia, e 1978, em Sri Lanka). Nesses programas participaram estudantes de Burma, Índia, Indonésia, Laos, Malásia, Papua (Nova Guiné), Filipinas, Samoa, Seychelles, Sri Lanka, Tailândia e Ilhas Salomão (Reino Unido).

Em 1975, foi oferecido um curso em Kênia, África, e, em junho-agosto de 1978, será efetuado um segundo curso na Tailândia, com participantes de Botswana, Camerão, Gâmbia, Ghana, Kênia, Lesoto, Malawi, Nigéria, Sierra Leone, Tansânia, Uganda e Zâmbia. Existe uma diferença fundamental entre o programa do Extremo-Oriente e os cursos efetuados no continente

* Especialista em Melhoramento de Pastagens Tropicais, Divisão de Proteção e Produção Vegetal, FAO, Roma.

africano: o primeiro tem uma duração de quatro semanas e dá maior ênfase ao tema de pastagens cultivadas. Os cursos para a África se dividem em duas partes: uma, dirigida às pastagens cultivadas, principalmente para as chamadas áreas de alto potencial, e outra, voltada para o melhoramento das pastagens nativas nas áreas mais secas onde a exploração é extensiva. Os mesmos estudantes assistem às duas seções, cada uma com duração de quatro semanas.

Para os cursos na área africana, já foram iniciadas as atividades complementares que consistem, principalmente, no fornecimento de sementes, fertilizantes, inoculantes e outros insumos não disponíveis ou de difícil obtenção nos países de origem.

Os cursos são oferecidos principalmente ao pessoal egresso de universidades. Solicita-se a cada país que indique seus candidatos, após o que, é feita uma seleção. Deve-se insistir que o principal pré-requisito para a seleção é que o candidato esteja realmente desenvolvendo atividades de pesquisa ou extensão em produção de animais e pastagens. Os cursos não são preparados para administradores. A maioria dos participantes têm um título universitário em Ciências Animais, Ciências Veterinárias, e Ciências Agrícolas. Às vezes, alguns participantes possuem cursos de Mestrado ou Doutorado. Na seleção também é considerada a área geográfica do país e a instituição envolvida; alguns pertencem a universidades, estações experimentais, ou programas de desenvolvimento pecuário.

A escolha do local onde será efetuado o curso é decidida após se examinarem as instalações locais, que, em geral, é o Departamento de Agricultura, uma determinada universidade ou um instituto de pesquisa. Em muitos casos, os programas de campo da FAO, em andamento, podem ser também um fator decisivo na seleção de um determinado país.

Os objetivos de um programa de capacitação são: proporcionar, num período de

tempo relativamente curto, uma preparação intensiva que possa fortalecer e atualizar os conhecimentos dos participantes ou os princípios do complexo planta-solo — fatores que afetam as forrageiras de pastagens tropicais, o crescimento e o rendimento da pastagem —; um estudo de adaptação de espécies; o manejo dessas espécies e a produção animal em pastagens tropicais. Nesse contexto, o curso visa a definir os problemas e as limitações ligadas à produção de pastagens tropicais, enfatizando o melhoramento e a produtividade.

Uma característica relevante desses cursos é o fato de que o estudante é ensinado a desenvolver, individualmente, pesquisas válidas e ensaios de campo, dentro de um padrão de facilidades e equipamentos limitados, que, apesar de tudo, podem fornecer dados precisos e valiosos que serão de grande utilidade para seus programas de desenvolvimento da pecuária. Não é incomum ver agrônomos de regiões tropicais, treinados em países desenvolvidos, encontrarem sérias dificuldades de adaptação às facilidades básicas e rudimentares de seus países de origem.

Os cursos de treinamento são delineados com base em demonstrações e práticas que são fundamentais e que, provavelmente, representam o fator-chave para o êxito do programa. Antes destes cursos, os participantes dificilmente tiveram a oportunidade ou a necessidade de realizar seus próprios trabalhos de experimentação, seja no campo ou no laboratório.

Os estudantes preparam os canteiros experimentais, conduzem os experimentos em casas de vegetação e as demonstrações de laboratórios, visando a obter uma informação exata dos métodos e das técnicas para condução de ensaios, com todos os pormenores práticos. Obviamente, esses ensaios nem sempre podem ser colhidos no período de duração do curso e, portanto, são utilizados ensaios de omissão, ensaios de fertilização, efeitos de inoculação, efeitos de sombreamento, de desfolhamento, métodos

de sementeira etc., que foram previamente estabelecidos pelos instrutores do curso e planejados para a obtenção dos resultados durante o curso. De tal maneira, todo o período experimental pode ser concentrado num curso de quatro semanas.

Em muitas ocasiões, há necessidade de se fornecerem recursos para melhorar as facilidades locais do instituto anfitrião, tais como: casas de vegetação de baixo custo, para os ensaios de vasos; bancos; equipamento de colheita manual; calculadoras eletrônicas; vidrarias, etc.

O programa de aulas teóricas é combinado com as práticas correspondentes, excursões de campo, filmes e seminários, cuja preparação prévia é encomendada aos estudantes, sobre problemas de pesquisa e extensão em pastagens, em seus respectivos países de origem.

A cada estudante são proporcionados vários livros-texto relacionados com o curso, como também material bibliográfico sobre os temas que serão tratados durante o mesmo.

Presentemente, o programa conta com

uma equipe de instrutores, em sua maioria da Austrália — Departamento de Agricultura, Universidade de Queensland, e Departamento de Indústrias Primárias, de Queensland. Para manejo de pastagens nativas, são utilizados membros do pessoal da FAO alocados na área. Se existe disponibilidade de instrutores locais na região, seus serviços são usados em temas específicos.

Presentemente, não há necessidade de se mudar o atual programa. Continuar-se-á o enfoque regional, tendo em vista que, em alguns países, só há um grupo reduzido de profissionais dedicados à pesquisa de pastagens tropicais. A duração continuará sendo a mesma, porque é difícil obter-se a participação de estudantes durante um período de quatro ou oito semanas.

A avaliação, realizada no ano passado, dos cursos na área africana, e levada a efeito por um consultor independente, concluiu que em nenhuma parte da África existia tal oportunidade ao alcance dos estudantes, e que o programa estava bem amparado e contava com boa receptividade dos estudantes e das instituições governamentais participantes.

CAPÍTULO VII
CONCLUSÕES DO SEMINÁRIO

PESQUISA SOBRE PASTAGENS TROPICAIS EM SOLOS ÁCIDOS E DE BAIXA FERTILIDADE DA AMÉRICA LATINA: SITUAÇÃO ATUAL E NECESSIDADES FUTURAS

Pedro A. Sánchez *

Uma das principais conclusões do seminário sobre "Potencial para a Produção de Gado de Corte na América Latina", levado a efeito no CIAT, há cinco anos, foi a necessidade de se aumentarem os esforços no manejo e na sanidade animal (2). Uma revisão mais profunda, publicada por Crowder (1), em 1974, sobre a pesquisa com pastagens e forrageiras da região, demonstrou que existiam esforços bastante significativos, mas bastante pulverizados, em toda a América Latina, e apenas uma quantidade limitada dessa pesquisa tinha verdadeiras ligações com os problemas de solo ou com a produção animal. O propósito deste seminário foi o de rever o estado atual de conhecimentos, cinco anos após essas revisões. Este capítulo procura resumir o que se conhece e o que ainda é desconhecido sobre o tema, fazendo deduções dos estudos apresentados, das sessões de perguntas e respostas, e das sessões plenárias. O autor agradece aos presidentes das sessões e mesas de trabalho**, por terem fornecido valiosos resumos nos quais se basearam muitos dos comentários que aqui são feitos.

ESTADO ATUAL DOS CONHECIMENTOS

Parte Conceptual

Três foram os temas conceptuais mais relevantes surgidos no seminário. Primeiro, para aumentar a produção de carne é necessário um ataque integrado aos problemas que afetam o sistema solo-pastagem-animal. Para cumprir esta meta, há necessidade de equipes interdisciplinares, tanto para desenvolver tecnologias melhoradas de produção de carne como para transmiti-las aos usuários. Em segundo lugar, os participantes do seminário estão de pleno acordo em que a maior restrição para produção de carne é a má nutrição animal, causada pela insuficiên-

cia de pastagens, tanto em termos de quantidade como de qualidade. Muitos cientistas envolvidos em grandes esforços de pesquisa em melhoramento e sanidade animal vêm compreendendo, gradativamente, que, apesar da importância do manejo e da sanidade do gado de corte tropical, a produção insuficiente das pastagens constitui o fator mais limitante nas áreas de solos de baixa fertilidade natural. O terceiro ponto relevante é o enfoque crescente de ecossistema nos solos ácidos e de baixa fertilidade, que cobrem cerca de 51% da América tropical. Muitas instituições nacionais e internacionais estão dando prioridade às regiões de savana e floresta sob Oxissolos e Ultissolos, pois consideram essas áreas possuidoras do maior potencial para aumentar a produção de carne em nosso continente, onde, ao contrário da Ásia e da África, a carne é o principal componente da dieta dos latino-americanos, tanto urbanos como rurais. As regiões de Oxissolos e Ultissolos estão se desenvolvendo rapidamente e, de um modo geral, a ocupa-

* Coordenador do Programa de Gado de Corte, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colômbia.

** Horácio Ayala, Walter Couto, Antonio Leone, Luis Frómata, Rudi Stein, José Alvarez de Toledo, Fernando Riveros, Alexandre Grobman e Enrique Alarcón.

ção das terras começa com uma produção extensiva de carne, baseada em pastagens. Se forem desenvolvidas tecnologias produtivas e duradouras de pastagens para suportar a baixa fertilidade dos solos ácidos e dos estresses do clima, muitos dos melhores solos localizados nas proximidades dos mercados, e hoje utilizados para a produção de carne, poderiam ser utilizados com mais eficiência para a produção intensiva de culturas de subsistência.

O ecossistema

Muitos dos autores do Seminário descreveram minuciosamente o clima, o solo e a vegetação nativa nas áreas onde trabalham, revelando assim seus conhecimentos das diferenças de ecossistemas que podem limitar a extrapolação de resultados para outras regiões. Em termos gerais, Alvim descreve o potencial da região amazônica para a produção de carne, baseada em pastagens, e utiliza as experiências atuais para tecer comentários sobre o excessivo pessimismo daqueles que temem que a abertura dos trópicos resultará em um desastre ecológico "catastrófico". O relato de Serrão e colaboradores sobre a Amazônia Oriental, explicando que as pastagens reduzem a taxa de declínio de fertilidade do solo após o desmatamento e queima das florestas tropicais, tem implicações ecológicas importantes. Por outro lado, Toledo e Morales mostram que a produção de carne na Amazônia pode chegar a níveis muito altos.

O trabalho de Cochrane apresenta uma maneira sistemática de sintetizar a informação disponível sobre clima, solo, paisagem e vegetação, em sistemas de terras suficientemente delimitados que permitem quantificar a variabilidade e as implicações para produção pecuária. São necessárias também considerações similares para identificar ecossistemas com elevado potencial para a produção de sementes de forrageiras tropicais que, como indicam Hopkinson e Reid, geralmente não são as mesmas áreas onde as pastagens são implantadas.

A procura de germoplasma de forrageiras adaptadas

O tema unificador do Seminário é a necessidade permanente dos ecótipos melhorados, tanto de gramíneas como de leguminosas forrageiras, que se adaptem melhor às regiões de Oxissolos e Ultissolos da América tropical e às regiões subtropicais da América do Norte e da Austrália.

Apesar de existirem várias espécies de gramíneas produtivas bem adaptadas, somente duas cobrem a maior parte da área de pastagens cultivadas nos solos ácidos da América tropical: O *Brachiaria decumbens* Stapf., nos solos mais fracos, e o *Panicum maximum* Jacq. em solos pouco melhores. Em algumas áreas, o *B. decumbens* se vê ameaçado por ataques da "cigarrinha-das-pastagens", particularmente nas regiões mais úmidas, ao passo que o *P. maximum* desaparece com o tempo, quando não encontra condições nutricionais apropriadas. Outras espécies importantes, como o *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf., somente são produtivas em áreas com melhores solos ou com níveis mais altos de adubação e aplicações de calcário, que, provavelmente, é pouco econômico em grande parte das regiões de Oxissolos e Ultissolos.

É patente a necessidade de se expandir a base do germoplasma das gramíneas forrageiras tropicais; no entanto, esta é eclipsada pela falta de leguminosas forrageiras apropriadas. Todas as gramíneas necessitam de N, que, neste mundo carente de energia, deveria ser fixado do ar, a baixos custos, por meio da simbiose leguminosa/*Rhizobium*. Não se pode esperar nenhum impacto duradouro enquanto não se desenvolverem pastagens produtivas e persistentes de gramíneas e leguminosas consorciadas, nas regiões de Oxissolos e Ultissolos da América Latina. O trabalho de Hutton relata pouquíssimo ou quase nenhum êxito de pastagens persistentes de gramíneas e leguminosas, até o presente, nos solos ácidos e de baixa fertilidade deste continente. Existem informações sobre resultados, bastante esti-

mulantes, de pastagens consorciadas durante o primeiro ou os dois primeiros anos, porém as leguminosas tendem a desaparecer logo, devido a um número de razões, tais como: pouca adaptabilidade aos solos ácidos, pouca tolerância aos ataques de insetos e doenças, nutrição mineral inadequada, e superpastejo.

Paradoxalmente, a América Latina é a fonte mais rica de germoplasma de leguminosas forrageiras tropicais do mundo. Cientistas australianos, há algumas décadas, coletaram vários ecótipos, selecionaram-nos para adaptação às suas condições, e desenvolveram a única produção de carne baseada em leguminosas em grande escala, no mundo tropical. Os estudos de Hutton, Teitzel, Evans e Roberts, descrevem e atualizam esse feito.

Até há pouco tempo, os trabalhos com leguminosas forrageiras na América Latina consistiam, quase que exclusivamente, na repatriação das cultivares australianas a seus centros de origem. Sánchez e Isbell assinalam as diferenças fundamentais de clima e solos das regiões de pastagens tropicais da Austrália e da América Latina, que limitam consideravelmente a transferência de resultados de um continente para o outro. Na Austrália tropical, como os solos, de modo geral, não são ácidos, e como o clima se caracteriza por estações frias secas e longas, a maior parte do germoplasma fracassa ao ser introduzido nas regiões de solos ácidos da América Latina. Esse germoplasma está também sujeito aos ataques destruidores de insetos que, na Austrália, não são importantes. A transferência apropriada de cultivares da Austrália está limitada às altas latitudes e às regiões com estações frias longas e secas e com pH do solo alto, mas não às regiões de baixa latitude da América tropical quente e úmida.

Felizmente, estão sendo realizados novos e coordenados esforços para coletar, catalogar e avaliar os recursos de germoplasma forrageiro na América Latina, tal como os descrevem Suchultze-Kraft e Giacometti. O informe de Hecht dá ênfase ao valor poten-

cial das espécies da comunidade de invasores de pastagens que têm sido, tradicionalmente, de maior interesse para os botânicos que para os pecuaristas. É patente o fato de que os cientistas de pastagens tropicais da América Latina estão começando a dominar os recursos de germoplasma forrageiro de seu continente.

Componentes tecnológicos

O processo de testar novo germoplasma para sua adaptação, produtividade e persistência em regiões de solos ácidos, engloba uma série de componentes tecnológicos, dos quais, alguns dependem fortemente dos insumos comerciais, ao passo que outros requerem somente um mínimo de insumos. Ambos os aspectos estão bem ilustrados em vários estudos deste seminário; e essas diferenças são esperadas numa região que abrange países com grandes diferenças econômicas, sociais e políticas. Apesar dessas diferenças, os estudos deste seminário mostram uma rápida transição da pesquisa clássica de região temperada, dando ênfase à eliminação dos fatores limitantes através de adubações elevadas, calagem, irrigação, controle de pragas, fenação, ensilagem e suplementação concentrada, para tentativas de vencer e, em alguns casos, aproveitar a baixa fertilidade dos solos ácidos.

Vários estudos descrevem componentes de tecnologia de baixo insumo destinados a adaptar as espécies forrageiras às limitações dos solos ácidos. O trabalho de Spain mostra a abundância de espécies de gramíneas e de leguminosas forrageiras que toleram níveis elevados de saturação de alumínio do solo, em grande contraste com a maioria das espécies forrageiras tropicais de tipo comercial, tais como o *Chloris gayana* Kunth, o *Hypparrhenia rufa* e o *Glycine wightii* (R. Grah. ex-Wight & Arn.). O emprego de espécies tolerantes ao Al, como o *Brachiaria decumbens*, o *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. e muitas outras, eliminam com eficácia o uso da calagem, apesar de que, em solos com extremas deficiências de cálcio, este nutriente deve ser suprido.

Indubtavelmente, o nutriente mais limitante é o P, pois, além de ser de aplicação dispendiosa, também está sujeito à fixação química nos Oxissolos e Ultissolos argilosos. A revisão feita por Fenster e León, mostra que existem grandes diferenças entre as espécies forrageiras no referente à sua habilidade de se desenvolverem satisfatoriamente em solos com baixos níveis de fósforo disponível. Também assinalam, esses estudos, que, se os solos permanecem ácidos e neles são cultivadas espécies forrageiras tolerantes ao Al, os fosfatos de rocha de baixa reatividade são tão eficientes como o superfosfato para suprir P à pastagem, por um custo bastante inferior. Ao conservar o solo ácido, pode-se suprir as altas necessidades de energia para fabricação de fosfatos, pela reação química dos solos ácidos. A América Latina dispõe de vastos depósitos de fosfatos de rocha de baixa reatividade. Seu uso, nas regiões de Oxissolos e Ultissolos, poderia contribuir efetivamente para superar esse fator limitante maior na nutrição da pastagem.

Superada a deficiência de P do solo, em geral, o próximo fator limitante mais sério é o N. O N se esgota com o tempo nas pastagens de gramíneas puras e, como indica Hubbel, a possibilidade de uma simbiose entre bactérias de vida livre fixadoras de N, como o *Spirillum lipoferum* e as gramíneas tropicais, não tem significado prático. O uso de fertilizantes nitrogenados nas pastagens é seriamente limitado pelo seu elevado custo, a não ser para condições muito especiais, como o apontam Teitzel, Evans, Kretschmer e Snyder, e Toledo e Morales. A melhor alternativa é a fixação de N através da simbiose leguminosa/*Rhizobium*. Os resultados obtidos por Halliday mostram avanços bastante significativos na obtenção de uma simbiose efetiva em leguminosas forrageiras tropicais tolerantes a solos ácidos, através de uma seleção sistemática de linhagens de *Rhizobium* e de práticas de peletização. Hoje em dia, está descartado o conceito de que a maioria das leguminosas forrageiras tropicais nodulam livremente nos solos ácidos.

Existem outros nutrientes essenciais limitantes nas regiões de solos ácidos; a identificação desses nutrientes e sua correção são essenciais para garantir consorciações persistentes de gramíneas e leguminosas. Há muito pouca informação sobre o status de nutrientes das regiões de Oxissolos e Ultissolos da América Latina em relação às necessidades nutricionais, tanto das gramíneas como das leguminosas forrageiras. Teitzel descreve o método australiano de identificar tal limitação, baseado na geologia, na vegetação nativa e em ensaios com elementos ausentes, e vários trabalhos da América Latina seguem a mesma linha até certo ponto. No entanto, a maioria dos países latino-americanos possuem laboratórios de análise de solos bem equipados, que poderiam desenvolver recomendações para locais específicos, se as necessidades nutricionais das pastagens fossem conhecidas. As deficiências, em nossa região, de K, S e Mg são importantes e, entre os micronutrientes, o Zn, o B, o Cu e o Mo parecem ser os mais limitantes.

Um dos temas mais relevantes do seminário foi o de que as necessidades nutricionais das gramíneas e leguminosas devem ser supridas para se conseguir pastagens persistentes. Essas necessidades devem ser identificadas e corrigidas do modo mais econômico possível, principalmente se as espécies são tolerantes à toxidez do Al e a níveis baixos de P disponível no solo.

Técnicas convencionais de estabelecimento de pastagens para regiões de savanas e de florestas têm sido desenvolvidas; porém, de um modo geral, essas técnicas são bastante dispendiosas. O estudo realizado por Nores e Estrada, e dados econômicos apresentados em outros estudos, sugerem, enfaticamente, que se devem reduzir ao máximo os custos de estabelecimento de pastagens melhoradas, visando a tornar essas práticas mais lucrativas. Foram identificadas algumas alternativas promissoras, tais como plantios de baixa densidade, descritas no trabalho de Spain, e métodos para melhorar gradativamente a savana nativa. Outra alternativa seria o uso de culturas como precursoras do esta-

belecimento da pastagem, prática que já é usada no Brasil, no Peru e em outros países, e que são descritas nos estudos feitos por Kornelius *et al.* e Toledo & Morales. A queima da savana nativa ou da floresta tropical úmida é um componente integral da maioria dos métodos de estabelecimento de pastagens, e, em ambos os casos, uma prática ecológicamente adequada.

Outro componente tecnológico essencial para aumentar a produção de carne é a disponibilidade de sementes sexuadas das espécies forrageiras melhoradas. Ferguson apresenta uma classificação prática dos principais sistemas de produção de sementes de forrageiras na América Latina tropical e resume o estado atual. Rayman descreve suas interessantes experiências como produtor comercial no Brasil. Muito se pode aprender das experiências na produção de sementes de forrageiras na África, descritas por Boonman, e das experiências na Austrália sobre leguminosas relatadas por Hopkinson e Reid. A principal restrição na produção de sementes de forrageiras é a baixa latitude, particularmente em áreas com latitudes inferiores a 10°, como ocorre na Costa Rica, no Panamá, na Colômbia, na Venezuela, na Guiana, no Surinam, no Equador e em grande parte do Peru.

Aplicação da tecnologia

Nos estudos realizados por Garza, Barcellos *et al.*, Paladines e Leal, Nores e Estrada, Rolón e Primo, Alarcón, Kornelius *et al.*, Serrão *et al.* e Toledo e Morales, faz-se uma revisão dos sistemas de produção de carne em pastagens na América Latina tropical. Eles mostram que, como regra, a produtividade das savanas é extremamente baixa, podendo, entretanto, ser consideravelmente aumentada por meio da introdução de gramíneas melhoradas tais como o *B. decumbens*, o *P. maximum* e o *H. rufa*, que aumentam a fertilidade do solo nativo. Nas áreas florestadas, a produção de carne por unidade de área é superior às das savanas, devido à melhor distribuição das chuvas e do valor fertilizante das cinzas. Não obstan-

te, a produtividade das pastagens de áreas de floresta parece decrescer mais rapidamente, provavelmente pela diminuição da fertilidade e pelo aumento das ervas invasoras. Em todos os casos, com uma exceção, a introdução de leguminosas não deu resultados satisfatórios por mais de um ou dois anos. Assim sendo, espera-se que o próximo avanço na produtividade das pastagens tropicais seja o uso estratégico de pastagens produtivas e persistentes de gramíneas e leguminosa consorciadas.

Na América Latina, estão sendo realizadas atividades de transferência de tecnologia, através de ensaios regionais e treinamentos, como o demonstram os relatos da Colômbia, Brasil, Equador e Panamá, por Alarcón, Rolón e Primo, Tergas e Riveros. Sem dúvida, tem-se progredido muito; entretanto, nenhum dos participantes do seminário considerou esses esforços suficientes para preencher a lacuna existente entre a pesquisa e a transferência da tecnologia. A experiência australiana, descrita por Roberts, tanto dos êxitos como dos fracassos, é, certamente, matéria de meditação para os especialistas em pastagem deste hemisfério.

ÁREAS QUE NECESSITAM DE FORTALECIMENTO

As lacunas mais relevantes identificadas neste seminário, explícita ou implícitamente, podem ser resumidas nos parágrafos a seguir:

1. Devem ser intensificadas as coletas de germoplasma tanto de gramíneas como de leguminosas, de maneira coordenada e entre os diferentes países. Conhecidos os fatores limitantes do germoplasma causados por doenças e insetos nas proximidades de seu centro de origem, dever-se-ia intensificar, na América Latina, o uso de leguminosas das regiões de solos ácidos do sudeste da Ásia e do Pacífico e de gramíneas de áreas semelhantes da África. Particular atenção deve ser dispensada à vulnerabilidade genética de *B. decumbens* e de outras espécies com somente um ou dois ecótipos, em todo o continente. Também dever-se-ia dar ênfase

às espécies de leguminosas arbustivas e arbóreas, por sua importância na nutrição animal tanto em áreas de savana como em áreas de floresta.

2. À medida em que os esforços de coletas comecem a dar frutos, o melhoramento de gramíneas e leguminosas deveria ganhar mais importância. Melhorar para tolerância a doenças e insetos, para qualidade nutricional, e para tolerância aos fatores limitantes dos solos ácidos, são pontos primordiais. Pode-se aumentar consideravelmente a limitada variabilidade das espécies de gramíneas tropicais quebrando a apomixia, como no caso do *P. maximum*.

3. Deve-se aumentar o conhecimento — extremamente limitado — sobre as necessidades nutricionais das espécies de gramíneas e leguminosas forrageiras, em relação à fertilidade nativa do solo. Devem ser determinados e quantificados, através de análises de rotina do solo e da planta, os níveis críticos dos nutrientes para o estabelecimento. Os níveis críticos desenvolvidos para as culturas tradicionais não parecem ser apropriados para as espécies forrageiras. O germoplasma forrageiro deveria ser classificado de acordo com suas necessidades nutricionais, e depois agrupado em classes definidas quantitativamente, e não como "adaptadas a solos um tanto mais férteis".

4. Muito pouco se conhece sobre o controle de invasoras das pastagens cultivadas em solos ácidos e de baixa fertilidade, incluindo a rebrota da floresta, como assinala o trabalho de Doll. Devem ser desenvolvidas tecnologias de baixos insumos para competir com essas e outras causas da degradação das pastagens.

5. Necessita-se trabalhar em locais específicos para desenvolver métodos de estabelecimento de pastagens de baixo custo, incluindo o melhoramento da savana nativa.

6. É bem pouca a informação existente sobre as necessidades de manutenção das pastagens melhoradas de gramíneas e leguminosas consorciadas, particularmente sobre as necessidades de fertilizantes sob diferentes pressões de pastejo e sistemas de manejo.

7. Também existem dados bastantes limitados sobre a produtividade animal nas pastagens melhoradas de gramíneas-leguminosas. Ensaio de pastejo deveriam ser realizados durante vários anos, para verificar a produtividade e a persistência de maneira significativa. Os ensaios a longo prazo requerem planejamento cuidadoso e um compromisso que garanta os recursos financeiros durante vários anos.

8. As pastagens melhoradas de gramíneas-leguminosas devem cobrir uma certa porcentagem da área total de pastagem. Essa proporção vai de 5 a 10% para o uso estratégico com rebanhos de cria, a quase 100% nas operações de engorda próximas aos mercados. É necessário realizar estudos sobre manejo de rebanho, para determinar a proporção ótima das pastagens melhoradas e suas relações com a suplementação mineral e outras importantes práticas de manejo e sanidade animal.

9. Deveriam ser intensificadas as atividades de transferência de tecnologia, tais como ensaios regionais e treinamentos, para que diferentes países possam compartilhar das experiências dos outros. A transferência de tecnologia começa com a validação da tecnologia em locais específicos, e deveria ser intensificada por meio de contatos contínuos entre pessoal treinado, como parte de uma cadeia ampla de pesquisa sobre pastagens tropicais.

LITERATURA CITADA

1. Crowder, L. V. 1974. Pasture and forage research in tropical America. Cornell International Agriculture Bulletin 28, Cornell University, Ithaca, N. Y.
2. Garza-Treviño, R. y J. Conrad. 1975. Informe del grupo de trabajo sobre pastos, forrajes y nutrición. p. 277-278. In: El potencial para la producción de ganado de carne en América tropical. Série CS-10, CIAT, Cali, Colombia.

GLOSSÁRIO DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS MENCIONADAS

GRAMÍNEAS

Nome científico	Espanhol	Inglês	Português
<i>Andropogon bicornis</i> L.	Rabo de zorro		Rabo-de-raposa; rabo-de-rato
<i>gayanus</i> Kunth.	Azul de Rodesia; Carimagua	Gamba grass	Capim-gamba
<i>Aristida pallens</i>			Capim-barba-de-bode
<i>Axonopus affinis</i> Chase	Carpeta; zacate amargo	Carpet grass; narrow- leaf carpet grass; mat grass	Gramma-tapete; gramma-jesuita
<i>compressus</i> (Swartz) Beauv.	Gramma trenza; caña mazo; trencilla; zacate amargo; pasto alfombra	Carpet grass; broadleaf carpet grass	Missionera; gramma-tapete
<i>micay</i> H. García- Barriga	Pasto micay; pasto chato; cañamazo dulce		
<i>purpusii</i> (Mez) Chase	Guaratara o Guaratero		Capim-pancuã
<i>scoparius</i> (Flüge)	Pasto imperial	Imperial grass	Capim-imperial

Nome científico	Espanhol	Inglês	Português
<i>Brachiaria</i>			
<i>brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich.) Stapf.	Estrella de Africa; señal; pasto alambre	Palisade grass; signal grass	
<i>decumbens</i> Stapf.	Braquiaria; Pasto alambre	Surinam grass; signal grass; sheep grass	Braquiária
<i>humidicola</i> (Rendle) Schweickt.		Creeping grass; coronivia grass	Quicuío da Amazônia
<i>mutica</i> (Forsk.) Stapf.	Yerba del parral; pasto malojoillo; Egipto; Nilo; Admirable; pasto de laguna	Pará grass; Mauritius grass; Angola grass; penhalonga grass	Capim-angola; Capim-colônia; Capim-angolinha
<i>racicans</i> Napper	Tanner	Tanner grass	Capim-tanner
<i>ruziziensis</i> Germain & Evrard.	Gambutera	Congo signal grass; congo grass; Ruzi grass; Kennedy Ruzi	Capim-congo
<i>Cenchrus</i>			
<i>ciliaris</i> L.	Buffel; pasto bufel	Buffel grass; African foxtail	Capim-buffel; cenchrus
<i>Chloris</i>			
<i>gayana</i> Kunth.	Pasto rodes; grama Rhodes	Rhodes grass	Capim-de-rhodes
<i>Cynodon</i>			
<i>aethipicus</i> Clayton & Harlan		Star grass; giant star grass	
<i>dactylon</i> (L.) pers.	Pasto, zacate o yerba Bermuda; pasto Argentina; zacate agrarista; pata de perdiz; gramilla brava; uña de gato	Star grass; Bermuda grass; wire grass; couch grass; Dog's tooth grass	Grama-seda; grama-paulista; capim-de-burro; capim-fino

Nome científico	Espanhol	Inglês	Português
<i>nlemfuensis</i> Vanderyst		Star grass	Capim-estrela
<i>plectostachyus</i> (K. Schum.) Pilger	Estrella; pasto estrella	Giant star grass; Naivasha star grass	Gramma-inglesa; Gramma-campista
<i>Dactylis</i> <i>glomerata</i> L.	Pasto azul orchoro; pata de gallo; ovillo; dáctilo ramoso	Cocksfoot; orchard grass	Capim-de-pomar; capim-pé-de-galinha
<i>Dichanthium</i> <i>aristatum</i> (Poir.) C.E. Hubbard		Angleton grass	
<i>Digitaria</i> <i>decumbens</i> Stent.	Pangola	Pangola grass; finger grass	Pangola
<i>Esalarum</i> (Schweinf.) Chouv.		African couch grass; thangari	
<i>Echinochloa</i> <i>polystachya</i> (H.B.K.) Hi tchc.	Pasto alemán; zacate alemán	African wonder grass	Capim-caiana; Capim-de- -pernambuco; canarana verdadeira
<i>Echinolaena</i> <i>inflexa</i>			Capim-flexilha
<i>Eleusine</i> <i>indica</i> (L.) Gaertn.	Gramma de camino; guaratara; gramma de caballo	Goose grass; fowl- foot grass; rapoka grass	Capim-pé-de-galinha
<i>Eragrostis</i> <i>curvula</i> (Schrad.) Nees	Pasto llorón; pasto amor; pasto llora amor	Weeping lovegrass	Capim-chorão

Nome científico	Espanhol	Inglês	Português
<i>Eremochloa</i> <i>ophiuroides</i> (Munro) Hack.	Cienpiés	Centipede grass	Capim-centopéia
<i>Festuca</i> <i>arundinacea</i> Schreb.	Festuca alta	Tall fescue	Festuca-alta
<i>Hemarthria</i> <i>altissima</i> (Poir) Stapf. & Hubbard	Pasto clavel; gramilla canita	Limpograss	Capim-gamalote; hemarthria
<i>Heteropogon</i> <i>contortus</i> (L.) Beauv. ex Roem. & Schult.	Pasto enredo	Spear grass; black spear grass; tangle grass	
<i>Hyparrhenia</i> <i>rufa</i> Nees.) Stapf.	Puntero; yaraguá; jaguayano; faragua	Jaragua; yaragua	Capim-jaraguá; provisório
<i>Leersia</i> <i>hexandra</i> Sw.	Lambedora; arroz bravo	Barit; Clubhead; cutgrass	Capim-andrequicé
<i>Lolium</i> <i>multiflorum</i> L.	Ballico italiano; ballico anual o doméstico	Anual ryegrass; Italian ryegrass	Azevém-anual
<i>perene</i> L.	Ballico inglés o perenne	Perennial ryegrass	Joio; azevém-perene
<i>Melinis</i> <i>minutiflora</i> Beauv.	Pasto gordura o chopin; yaraguá peluda; yerba melado	Molasses grass; wynne grass	Capim-gordura; capim-catingueiro- -meloso; capim- -melado; gordura- -roxo; capim-meloso
<i>Panicum</i> <i>coloratum</i> L.	Macaricari	Coloured Guinea grass; Kleingrass; Makari kari grass	Macari-cari

Nome científico	Espanhol	Inglês	Português
<i>maximum</i> Jacq.	Hierba de India; privilegio; zacatón; pasto guinea o india; hoja fina; zacate de guinea; castilla; saboya; zaina	Guinea grass	Capim-colonião (cv); guiné; capim-murumbu; capim-sempre-verde
<i>repens</i> L.	Gramma portuguesa	Torpedo grass	Canarana-rasteira; capim-de-praia
<i>Paspalum</i>			
<i>conjugatum</i> Swartz.	Torurco o pata de gallina; jenjibrillo; pasto hilo; pasto amargo; pasto horqueta	Sour grass; sour paspalum; bitter grass	Capim-amargoso
<i>dilatatum</i> Poir.	Pasto miel; pasto dalís; gramalote	Dallis grass	Capim-alema; capim-comprimido
<i>notatum</i> Flügge	Pasto bahía; pasto trenza; pasto horqueta; grama dulce; gramilla blanca	Bahia grass	Gramma-forquilha; capim-bahia; grama-batatais
<i>plicatum</i> Michx.	Pasto negro; gamelotillo; conejito	Plicatum; Brown seed paspalum	Pasto-negro
<i>virgatum</i> L.	Maciega; cortadera; caguazo; paja cabezona; talquezal; pajón; remolina	Vasey grass; bull paspalum	Milhão-grande; capim-salgado; capim-milhão-roxo; palha-branca
<i>Pennisetum</i>			
<i>americanum</i> (L.) K. Schum.		Pearl millet; bulrush millet	Milheto
<i>ciliare</i> (L.) Link.	Pasto Buffel	Buffel grass	
<i>clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	Kikuyu; pasto kikuyu; zacate alfombra	Kikuyo (kikuyu) grass	Capim-kikuyu

Nome científico	Espanhol	Inglês	Português
<i>purpureum</i> Schumach.	Pasto elefante, napier (cv.) o gigante; merker (cv.); merkerón	Elephant grass; napier grass; napier's fodder; elephant merker	Capim-elefante
<i>Phalaris</i> <i>arundinacea</i> L.	Pasto cinza; zacate de listón; falaris de los bañados; alpiste de forraje	Reed canary grass	Capim-amarelo; al- piste-dos-prados; ca- niço-malhado
<i>Poa</i> <i>pratensis</i> L.	Pasto azul de Kentucky; poa de los prados	Kentucky blue grass; Smooth-stalked meadow grass	Poa, capim-azul
<i>Rhynchelytrum</i> <i>roseum</i> (Ness). Stapf. & C.E. Hubbard	Pasto ilusión; favori- to; grama seda; pasto natal	Natal grass; redtop natal grass	Capim-favorito; ca- pim-natal; capim-de- -tenerife; capim-rosa- do; capim-bandeira
<i>Saccharum</i> <i>sinense</i> Roxb.	Caña de uva	Uba cane; king grass	
<i>Setaria</i> <i>nervosum</i> (Rottb. ex Willd.) Stapf.		Sain grass;	
<i>Setaria</i> <i>anceps</i> Stapf. ex Massey	Setaria	Setaria grass; Nandi (cv.)	Setária; napierzinho
<i>Sorghum</i> <i>halepense</i> (L.) Pers.	Pasto Johnson; zacate de Johnson; sorgo de Alepo; pasto ruso; canutillo	Johnson grass; Sorgho d'Alep	Capim-mexicano; sorgo-de-alepo; ar- roz-bravo; capim- -aveia

Nome	Espanhol	Inglês	Português
<i>vulgare</i> Pers.	Sorgo forrajero; millo criollo; maicillo; mijo; maíz millo	Sorghum; sertt sorghum	Sorgo
<i>Sporobolus poiretii</i> (R. & Scholt.) Hitch.	Liendrillo	Smutgrass	Cabeça-de-negro; capim-mourão
<i>Themeda australis</i> (R. Br.) Stapf.		Kangaroo grass	
<i>Trachypogon plumosus</i> Nees	Paja peluda	Steek grass	Capim-lanceta; capim-peludo
<i>vestius</i> Anderss	Paja llanera o peluda		
<i>Tripsacum laxum</i> Nash.	Pasto Guatemala	Guatemala grass	Capim-guatemala
<i>Tristachia dhrysothrix</i>			Capim-flexa
<i>Urochloa mosambicensis</i> (Hack.) Dandy		Little para	Angolinha

LEGUMINOSAS

<i>Aeschynomene americana</i> (L.)	Tamarindillo; yerba rosario	Joint vetch	Sensitiva-mansa; carrapicho
<i>Alysicarpus vaginalis</i> (L.) DC.	Trébol Alicia; maní cimarrón; yerba de contrabando	Alyce clover; one-leaf clover	

Nome científico	Espanhol	Inglês	Português
<i>Bohemeria nivea</i> Gauch.	Ramio	Ramie	Ramí
<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.	Guandul; guandul Fríjol de palo; chí- charo de árbol; quin- choncho; fríjol gan- dul; guandú	Pigeon pea; Red gram;	Guandu
<i>Calopogonium mucunoides</i>	Calopogonium; rabo de iguana; fríjol velludo; bejuco; napta	Calopo	Calopogônio
<i>Centrosema plumieri</i> (Pers.) Benth.	Patitos; chorrequé; paticos	Butterfly pea	Fava-de-vaca
<i>pubescens</i> Benth.	Centro; chancho; be- juquillo; centrosema luda; bejuco de chieve; gallinita; conchita	Centro	Jitirana; centrosema
<i>Clitoria ternatea</i> L.	Cuña; deleite; campanilla clitoria	Cordofan pea; Asian pigeon wings	Cunhã; clitória
<i>Desmodium</i>			
<i>barbatum</i> (L.) Benth.	Barbadiflo	Tick clover	Barbadinho
<i>canum</i> (J.F. Gmel.) Schinz & Thell.	Pega pega	Kaimi; Kaimi clover; beggar weed	Pega-pega
<i>discolor</i> Vog.	Mermelada de caballo		Marmelada de-cava- lo; carrapicho

Nome científico	Espanhol	Inglês	Português
<i>heterocarpon</i> (L.) DC. (<i>D. ovalifolium</i> Vahl.)	Desmodium (cv.)	Florida carpon;	
<i>heterophyllum</i> DC.	Trébol japonés	Japanese tickclover; Spanish clover	
<i>intortum</i> (Mill.) Urb.	<i>Desmodio</i> ; pega-pega; cadillo; amor seco	Greenleaf desmodium; desmodium	Desmódio greenleaf; Desmódio
<i>tortuosum</i> (Sw.) DC.	Mozotón; Kintán	Florida beggar weed	Carrapicho
<i>uncinatum</i> (Jacq.)	Plaetro	Spanish clover; tick clover; silver-leaf desmodium	Trevinho-do-campo
<i>Dolichos</i> <i>lablab</i> L.	Dolicos; fríjol jacinto; gallinazo blanco; po- to de Egipto; chimbo- lo verde	Hyacinth bean. lablab; Egyptian bean	Mangalo; ervilha-ja- ponesa; lab-lab
<i>Galactia</i> <i>striata</i> (Jacq.) Urb.			Galactia
<i>Glycine</i> <i>wightii</i> (R. Grah. ex Wight & Arn.) Verdc.	Soya perene	Glycine	Soja-perene
<i>indigofera</i> <i>hirsuta</i> L.	Indigo peludo; Añil velludo	Hairy indigo	Anileira; anil
<i>Lablab</i> <i>purpureus</i> (L.) Sweet		Lablab bean; Hyacinth bean; Bonavista Bean	Lab-lab

Nome científico	Espanhol	Inglês	Português
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Barba de león; zarza; campeche; acacia bella rosa; leuceana; huaxin; guaje	White popinac; leuceana; ipil-ipil (Filipinas); Koa-kaole (Hawaii)	Leucena
<i>Lotononis bainesii</i> Baker		Lotononis; Miles lotononis	Lotononis
<i>Lupinus angustifolius</i> L.	Lupino azul	Narrow-leafed lupin; blue lupine	Tremoço-das-folhas-estreitas
<i>luteus</i> L.	Lupino amarillo	Yellow lupin	Lupino-amarelo; tremoço-amarelo; tremocilha
<i>Macroptilium atropurpureum</i> (DC.)	Siratro (cv.)	Siratro (cv.)	Siratro (cv.)
<i>lathyroides</i> (L.)	Frijol de los arrozales; habichuela parada	Phasey bean	
<i>Medicago sativa</i> L.	Alfafa	Lucerne; alfafa	Alfafa
<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC. var utilis (Wall) Burck.	Pica Pica	Velvet bean	Mucuna
<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth. var Javanica (Benth.) Bak.	Kudzu tropical	Tropical kudzu; Puro	Kudzu-tropical; puerária

Nome científico	Espanhol	Inglês	Português
<i>Stizolobium</i> <i>deeringianum</i> Bort.	Frijul terciopelo; poroto aterciopelado; terciopelo; haba terciopelo	Velvet bean; Bengal bean	Veludo; mucuna-rajada; mucuna
<i>Stylosanthes</i> <i>guianensis</i> (Aubl.) Sw.	Stylosanthes; stylo; alfalfa del Brasil; trifolio	Stylo; finestem stylo	Alfafa-do-nordeste; estilosantes
<i>hamata</i> (L.) Taub.		Caribbean stylo; verano (cv.)	
<i>humilis</i> H.B.K.	Stylo pequeño; Alfalfa de Townsville	Townsville stylo; Townsville lucerne	
<i>scabra</i> Vog.		Shrubby stylo; Seca (cv.)	
<i>viscosa</i> Sw.			Vassourinha
<i>Teramnus</i> <i>uncinatus</i> (L.) Sw.	Juanita; bejuquillo; cresta de gallo		Amendoim-de-veado; faveira; farinha-de-capoeira; alfafa paulista; teramnus
<i>Trifolium</i> <i>alexandrinum</i> L.	Trébol egipcio; trébol de Alejandría; trébol bersim	Berseem clover; Egyptian clover	Bersim
<i>cherleri</i> L.		Cupped clover	
<i>hirtum</i> All.	Trébol rosa	Rose clover	
<i>pratense</i> L.	Trébol rojo	Red clover	Trevo-vermelho
<i>repens</i> L.	Trébol blanco; trébol ladino; carretón	White clover	Trevo-branco

Nome científico	Espanhol	Inglês	Português
<i>semipilosum</i> Fresen		Kenya white clover	
<i>subterraneum</i> L.	Trébol subterráneo	Subterranean clover; Subclover	Trevo-subterráneo
<i>Vicia</i>			
<i>sativa</i> L.	Veza común	Common vetch	Ervilhaça-comum
<i>Vigna</i>			
<i>luteola</i> (Jacq.) Benth.	Fríjol maravilha	Dalrymple	Feijão-da-praia; batatarana
<i>sinensis</i> (L.) Hassk.	Caupi; chícaro de vaca	Cowpea	Caupi; ervilha-de- -vaca; feijão-da-china
<i>Zornia</i>			
<i>diphylla</i> (L.) Pers.	Cargadita		Zornia

LITERATURA CONSULTADA

Barnard, C. 1972. Register of Australian herbage plant cultivars. Division of Plant Industry, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Canberra, Australia. 260 p.

Bogdan, A.V. 1977. Tropical pastures and fodder plants. Longman Inc., New York. 475 p.

Crowder, L.V. 1960. Gramíneas y Leguminosas forrajeras de Colombia. Ministerio de Agricultura. División de Investigaciones Agropecuarias, Boletín Técnico nº 18. 111 p.

International Seed Testing Association. 1968. A multilingual glossary of common plant names. I. Field crops and vegetables. Published by the ISTA, Wageningen, Netherlands. 371 p.

Lopez J., G. 1977. Nombres científicos y vulgares de las plantas más comunes. Temas de Orientación Agropecuaria 126: 10-88.