1326
Curso de Pastos
CIAT
SB
191
.C81
1
CIAT
SB
197
C81
Pt 1
CIAT
COLECCION HISTORICA

PRELIMINAR

MANUAL CURSO DE INVESTIGACION EN PRODUCCION Y UTILIZACION DE FORRAJES EN SUELOS ACIDOS E INFERTILES DEL TROPICO

SECCION I

3754

NATURALEZA DEL PROBLEMA Y ENFOQUE DEL PROGRAMA GANADO DE CARNE DEL CIAT

CIAT
BIBLIOTECA
11 JUN 1979
47445

EL PROGRAMA DE GANADO DE CARNE DEL CIAT UN ESFUERZO INTERDISCIPLINARIO PARA AUMENTAR LA PRODUCCION DE FORRAJES Y CARNE EN LOS SUELOS ACIDOS DEL TROPICO AMERICANO

Pedro A Sánchez y Luis E Tergas[1]

La producción de carne bovina es una de las actividades agropecuarias más importantes de América Latina y una de las principales fuentes de proteína para sus 300 millones de habitantes El consumo de carne per cápita en el trópico latinoamericano es de un orden de magnitud más alto que el de Africa y Asia tropical, y se acerca al de Europa Occidental (Cuadro 1) Probablemente esta es una razón importante por la cual hay menos desnutrición protéica en los trópicos de América Latina que en los trópicos de Africa y Asia Estudios realizados en Cali, Colombia, han demostrado que familias de todos los estratos económicos gastan del 10 al 12% de su ingreso total en carne bovina, destacando el hecho de que la carne es un alimento básico en América Latina (Anderson et al , 1977)

Aproximadamente las dos terceras partes de la carne bovina en América Latina es producida en sus regiones tropicales en donde se

---

[1] Coordinador y Agrónomo (Adiestramiento/Pruebas Regionales), Programa de Producción de Ganado de Carne, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia

Cuadro 1 Importancia relativa de producción y consumo de ganado de carne en regiones seleccionadas del mundo ('972-74) Recopilado por G Nores, CIAT

Región	Producción de ganado			Población de ganado	
	Total (10^6ton/año)	Consumo per capita (kg/yr)	Por cabeza (kg/año)	Total (10^6)	Por persona
America Tropical	4221	16	24	173	0 7
Africa Tropical	1321	5	12	109	0 4
Asia Tropical	682	1	5	142	0 4
América del Norte	11117	48	85	131	0 6
Europa Occidental	7425	20	74	98	0 3
Sur América templada	2662	41	41	71	1 7

encuentra el 71% de la población bovina. Sin embargo, la productividad anual por cabeza de ganado en América tropical es sólo la mitad de la productividad en la zona templada de América del Sur y cerca de una cuarta parte de la productividad en los Estados Unidos y el Canadá

Ante el aumento de las presiones demográficas, se estima que la producción de carne en los suelos fértiles de América tropical será incapaz de competir con cultivos o producción de leche mientras en las vastas áreas de suelos ácidos e infértiles, la producción de carne tiene la ventaja comparativa sobre otras actividades agropecuarias

La falta de tecnología, expuesta en el Cuadro 1, es más aguda aun cuando se considera la demanda rápidamente creciente de carne a bajo precio y la producción potencial de carne en las vastas áreas de sabanas y selvas con suelos ácidos e infértiles clasificados como Oxisoles y Ultisoles Dichas regiones abarcan casi la mitad de la superficie de la tierra de América tropical (850 millones de hectáreas) y se caracterizan por precipitación anual alta, con una estación seca de intensidad variada, buenas propiedades físicas del suelo, pero baja fertilidad nativa del suelo y pobre infraestructura El obstáculo principal que previene aumentos de producción de carne en estas áreas es el suministro inadecuado de forraje durante todo el año causado por la baja fertilidad del suelo y escasez de agua

En 1976 la Junta Directiva del CIAT determinó que el Programa de Ganado de Carne debería dedicar sus esfuerzos para vencer esta barrera El propósito de este trabajo es presentar la estrategia del Programa y sus realizaciones hasta el presente

ORGANIZACION Y ESTRATEGIA

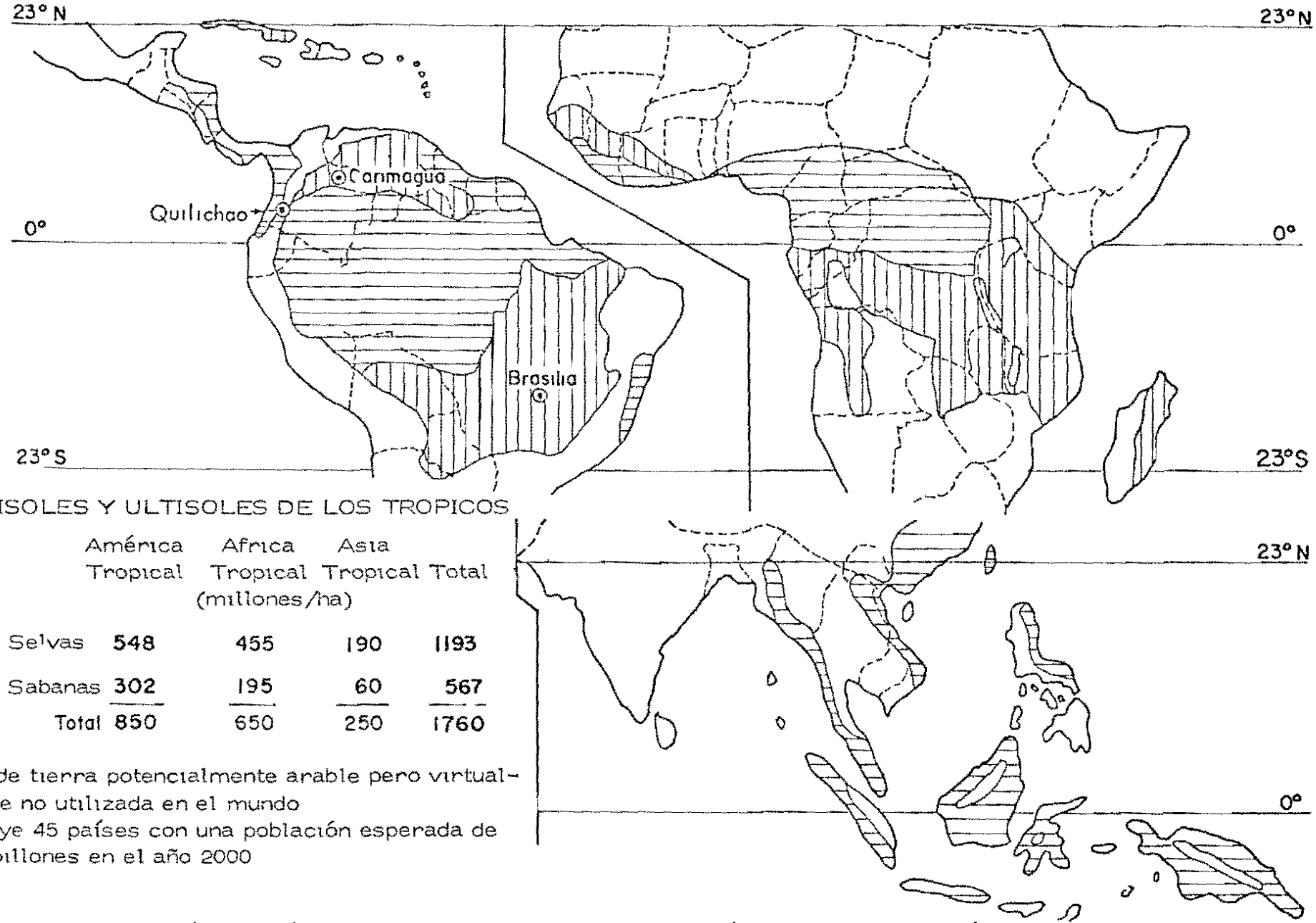
Objetivos y Resultados Esperados

El objetivo del Programa de Ganado de Carne es desarrollar y transferir tecnología efectiva para aumentar la producción de carne en los suelos ácidos e infértiles de América tropical, principalmente a través de producción de pastos mejorados durante todo el año

El resultado esperado del Programa es el desarrollo de sistemas mejorados para la producción de pastos tanto en términos de cantidad como de calidad, complementados por prácticas económicamente viables de manejo y salud animal Las instituciones nacionales de investigación y extensión son los clientes, los productores de ganado de carne los usuarios y los consumidores los beneficiarios Por lo tanto el objetivo final es beneficiar a los consumidores por medio de una producción creciente que permita precios más bajos de la carne en América tropical y otras regiones del mundo con condiciones similares

El Area de Impacto

El área de impacto del Programa consiste en 850 millones de hectáreas de suelos ácidos e infértiles de América tropical clasificados como Oxisoles y Ultisoles La Figura 1 muestra la distribución



OXISOLES Y ULTISOLES DE LOS TROPICOS

	América Tropical	Africa Tropical	Asia Tropical	Total
	(millones/ha)			
Selvas	548	455	190	1193
Sabanas	302	195	60	567
Total	850	650	250	1760

41% de tierra potencialmente arable pero virtualmente no utilizada en el mundo
Incluye 45 países con una población esperada de 1 6 billones en el año 2000

Figura 1 Distribución geográfica de Oxisoles y Ultisoles en los trópicos con vegetación de selva y sabana El mapa también muestra la localización de las tres estaciones experimentales del Programa Ganado de Carne Fuente CIAT (Informe Anual, 1977)

MAPA DE SUELOS DE AMERICA TROPICAL
GENERALIZACION TAXONOMICA-CARTOGRAFICA
ELABORADA EN BASE AL MAPA MUNDIAL DE SUELOS DE LA F A O
ESCA
LEYENDA
ALFISOLES
ARIDISOLES
ENTISOLES
HISTOSOLES
INCEPTISOLES
MOLISOLES
OXISOLES
SPODOSOLES
ULTISOLES
VERTISOLES

geográfica de estos suelos en todo el trópico En el Cuadro 2 se muestra un detalle por países, clasificándolos en términos de extensión e importancia de estos suelos

La mayoría de estas áreas poseen baja densidad demográfica y están dedicadas a la producción extensiva de ganado de carne Con el objeto de obtener una información más detallada sobre estas vastas áreas se inició un estudio a mediados de 1977 para clasificar los recursos de tierra y suministrar una síntesis económica orientada geográficamente para servir como base a la estrategia de transferencia de tecnología del Programa

La orientación del Programa hacia los ecosistemas de suelo ácido representa también un esfuerzo significativo hacia el desarrollo de 300 millones de hectáreas de sabanas de suelos ácidos e infértiles de Latinoamérica, y la creciente proporción de las 550 millones de hectáreas de suelos similares actualmente bajo vegetación de selva los cuales están siendo desmontados para producción de alimentos Estas vastas áreas son reconocidas como uno de los más importantes recursos de tierra subutilizada en el mundo con gran potencial para mejorar la producción de alimentos a escala mundial La ventaja comparativa de ganado de carne puede servir como un instrumento principal que lleva estas áreas a una producción agropecuaria eficiente y ecológicamente sana y, por consiguiente, un factor importante en el desarrollo económico de estos países

Cuadro 2 Distribución de Oxisoles y Ultisoles en países de América Latina, calculado de los Mapas Mundiales de la FAO Escala 1 5 millones

País	Millones has	% del país	Importance 1/
1 Brasil	572 71	68	***
2 Colombia	67 45	57	***
3 Peru	56 01	44	**
4 Venezuela	51 64	58	***
5 Bolivia	39 54	57	**
6 Guyana	12 25	62	***
7 Surinam	11 43	62	***
8 Paraguay	9 55	24	*
9 Ecuador	8 61	23	*
10 Guayana Fr	8 61	94	***
11 Mexico	4 42	2	
12 Panama	3 59	63	***
13 Honduras	3 13	29	**
14 Nicaragua	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 Haití	0 52	19	*
21 Jamaica	0 45	41	**
22 Trinidad	0 42	84	***
23 República Dominicana	0 42	9	
24 Belice	0 40	18	*
25 Puerto Rico	0 16	18	*
26 Guadalupe	0 09	47	**
27 Martinica	0 05	43	**
TOTALES			
América Latina 2/	851 10	42	**
América Tropical	848 45	51	***
Sur América Tropical	828 21	59	***
América Central y Caribe	15 80	23	*

1/ *** Más del 50% del país
** Más del 25% del país
* Más del 10% del país

2/ Incluye los siguientes países en donde no se presentan Oxisoles y Ultisoles Uruguay, El Salvador, Antigua, Bahamas, Barbados, Curazao, y otras Antillas menores

El Programa consta de un equipo interdisciplinario de 23 científicos de 13 nacionalidades diferentes que trabajan en forma integrada sobre los siguientes aspectos estudios geográficos, recursos genéticos, agronomía de gramíneas, agronomía de leguminosas, fitomejoramiento, producción de semilla forrajera, entomología, fitopatología, nutrición de plantas, microbiología de suelos, química de suelos, fertilidad de suelos, desarrollo de pastos, utilización de pastos, manejo animal, salud animal, economía, y cooperación internacional

En la Figura 2 se ilustra la estrategia de investigación y cooperación internacional Mediante exploración de plantas de todo el mundo más la nueva sección de fitomejoramiento, se está reuniendo una extensa cantidad de accesiones de leguminosas y gramíneas forrajeras, las cuales son multiplicadas en el invernadero o en el campo y seleccionadas por tolerancia a las principales enfermedades y plagas de insectos, así como también por tolerancia a aluminio y baja disponibilidad de fósforo, típico de los Oxisoles y Ultisoles del área de impacto

Las accesiones sobrevivientes se observan en las parcelas sembradas en el campo según su crecimiento, vigor y otros rasgos agronómicos Se multiplican las semillas de las accesiones más promisorias para evaluación posterior, incluyendo las necesidades de inoculación para fijación efectiva de nitrógeno de las leguminosas y estimativos en el laboratorio para palatabilidad y digestibilidad El mejor material se evalúa bajo pastoreo en mezclas de gramíneas y leguminosas, bajos

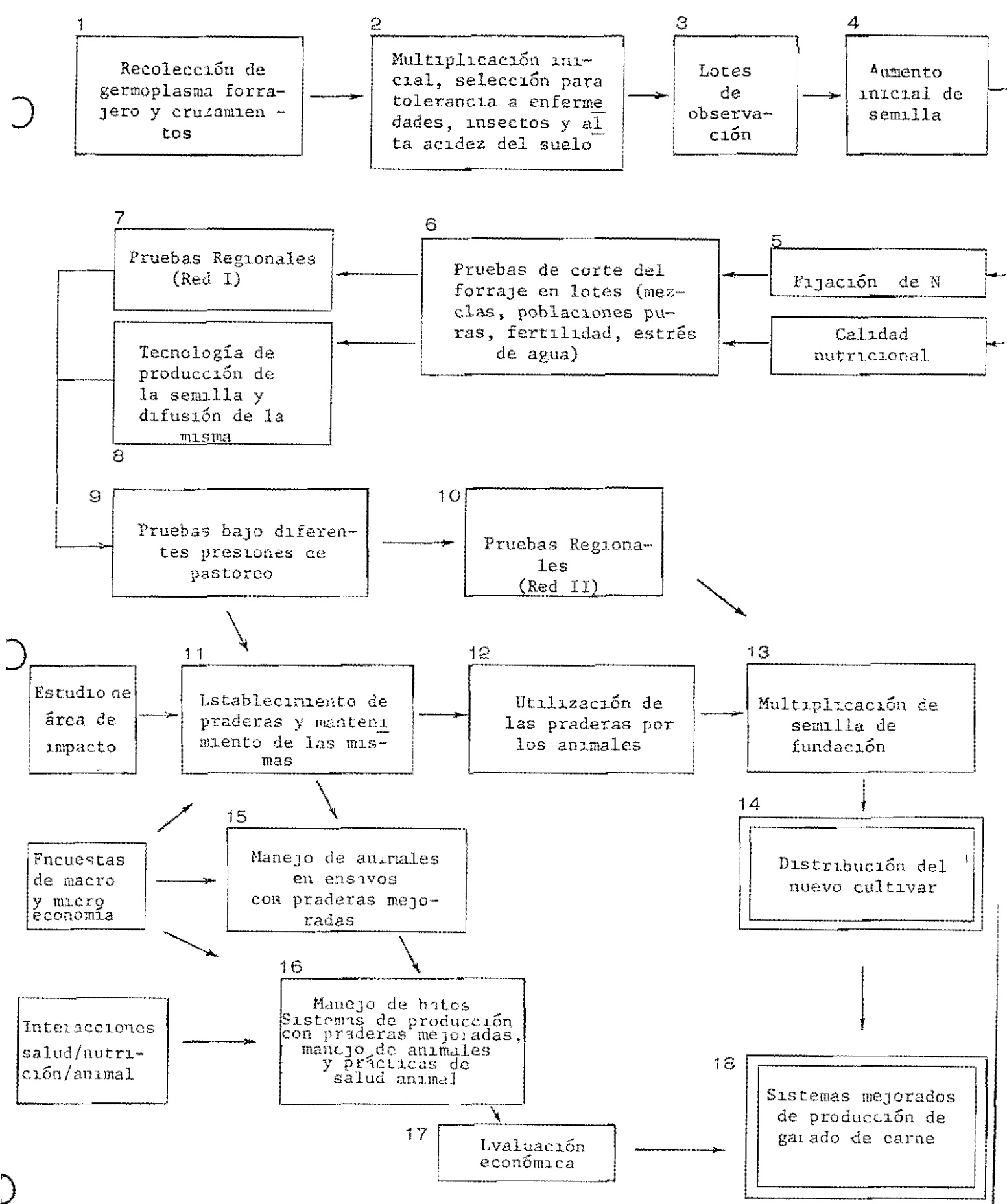


Figura 2 Diagrama del flujo de estrategias y de actividades de campo en el Programa de Ganado de Carne del CIAT

niveles de estrés de suelo y agua típicos de las regiones de sabana

El material más promisorio es probado luego en ensayos regionales conducidos por instituciones nacionales colaboradoras en toda el área de impacto para evaluar el rango de adaptación a diferentes ambientes La tecnología necesaria para la producción de semilla es luego desarrollada y se lleva a cabo un segundo esfuerzo para aumentar la semilla a fin de permitir siembras de 5 a 10 hectáreas de accesiones promisorias Estas líneas promisorias están sujetas luego a ensayos de pastoreo selectivo, principalmente para probar su persistencia bajo pastoreo y evaluar la producción de carne Sigue un segundo nivel de pruebas regionales, probando variables agronómicas y persistentes bajo pastoreo en el área dc impacto Todo el germoplasma rechazado durante este proceso se entrega a la Unidad de Germoplasma del CIAT para su mantenimiento y posible uso futuro

El estudio del área de impacto caracteriza la variabilidad de 850 millones de hectáreas de interés en términos de clima, suelos, topografía, pastos existentes, sistemas de producción de ganado, problemas de salud animal y economía dc la industria ganadera Este conocimiento aumentará la capacidad del Programa para enfocar su tecnología hacia los aspectos más cruciales Se estudian también diferentes métodos de establecimiento y mantenimiento de pastos, incluyendo sobresiembra de sabanas nativas, siembra de mezclas de gramíneas-leguminosas ya sea directamente o precedida por cultivos

anuales, y pastos de manejo intensivo en áreas pequeñas irrigadas o en parcelas de suelos fértiles encontrados en algunos ranchos Los resultados de estos esfuerzos y los ensayos regionales permiten la evaluación final de cultivares potenciales La semilla de fundación es entonces aumentada y se recomendarán nuevos cultivos para uso comercial

Los ensayos de manejo animal se realizan con nuevos pastos promisorios con el objeto de sincronizar los niveles nutricionales mejorados con las necesidades de tipos de animales diferentes en el hato a través de apareamiento estacional, destete normal y otras prácticas de manejo Las enfermedades del ganado Cebú que fácilmente desaparecen con nutrición mejorada son identificadas, así como aquellas enfermedades que tienden a aumentar como consecuencia de una densidad animal mayor a causa de nutrición mejorada El control de estas enfermedades es estudiado posteriormente La acumulación de nueva tecnología que consta de pastos mejorados, manejo animal y prácticas de sanidad es luego reunida para medirla a nivel de hato Después de hacer una evaluación económica, los sistemas mejorados de producción de ganado de carne serán recomendados a los usuarios

La complejidad del programa y la naturaleza del área de impacto hace necesario que el desarrollo y la transferencia de tecnología estén totalmente integrados El adiestramiento del personal de instituciones nacionales está ligado a su papel como colaboradores actuales o

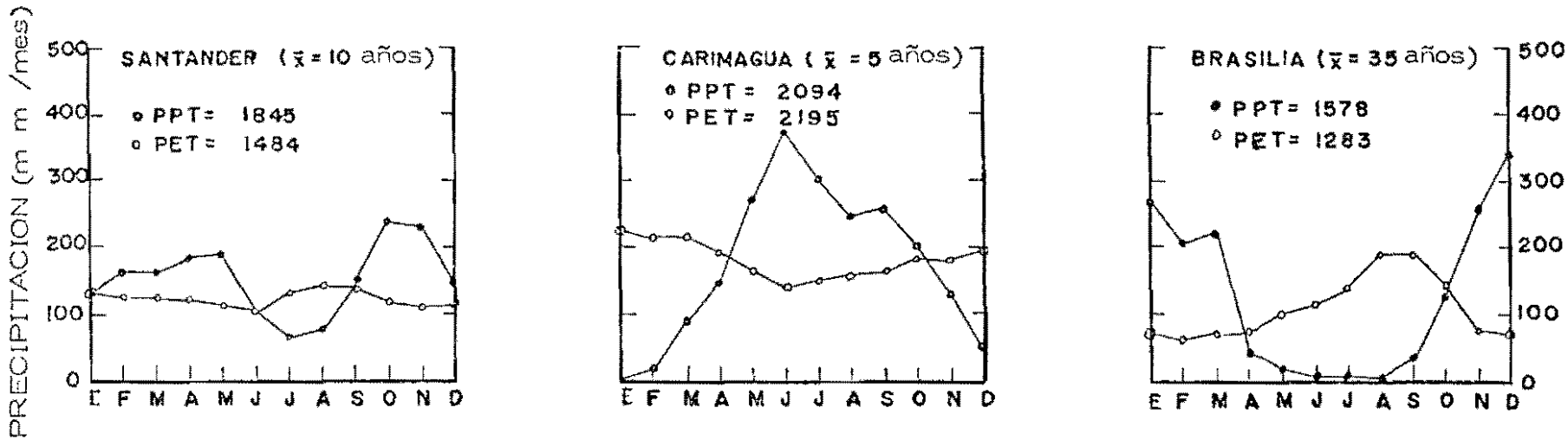
potenciales en ensayos regionales y otros sistemas de transferencia de tecnología

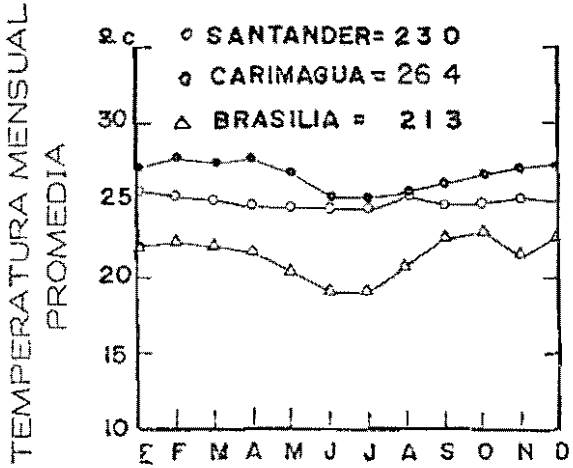
Lugares de Investigación

Debido a la alta fertilidad de los suelos en Palmira, en donde el CIAT tiene su sede, la mayoría de los investigaciones de campo son conducidas en otros lugares, sirviendo las instalaciones del CIAT como oficinas, trabajos de invernadero, laboratorio y biblioteca Durante 1977 se realizaron acuerdos para conducir investigaciones de campo en tres estaciones experimentales importantes, adecuadas para los objetivos del Programa y para suministrar un rango de condiciones climáticas y edáficas

Los tres sitios son 1) CIAT-Quilichao, nueva estación creada en 1977, a 40 km al sur de Cali, 2) el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias del ICA en Carimagua, en los Llanos Orientales de Colombia, y 3) el Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC) de EMBRAPA, situado a 35 km al noreste de Brasilia, capital del Brasil Los datos climáticos de estas tres estaciones se muestran en la Figura 3 La diferencia más importante es la duración de la estación seca En Quilichao hay dos estaciones secas pero intensas al año, cada una de 2 a 3 meses de duración Carimagua tiene una fuerte época seca de 4 meses y Brasilia una estación seca de 6 meses

Los suelos en Quilichao son clasificados como Ultisoles, mientras que los de Carimagua y Brasilia como Oxisoles Son





ESTACION	LOCALIZACION	LAT	LONG	ELEV
SANTANDER	CAUCA, COLOMBIA	3° 06' N	76° 31' W	990.
CARIMAGUA	META, COLOMBIA	4° 02' N	71° 10' W	200.
BRASILIA	DIST. FED. BRAZIL.	15°36' S	47°42' W	1010.

Figura 3 Precipitación pluvial promedia y regímenes de temperatura en las tres estaciones experimentales

todos ácidos (pH 4 1 a 4 5), altos en saturación de aluminio (64 a 82%), muy bajos en fósforo disponible y deficientes en muchos otros nutrientes Su estructura bien granulada, sin embargo, provee propiedades físicas excelentes Los detalles sobre la propiedad de los suelos se presentan en el Cuadro 3

Además de las propiedades climáticas y edáficas, los tres sitios ofrecen contrastes significativos de plagas y ataques de insectos a las leguminosas forrajeras La incidencia de antracnosis y ataques del gusano barrenador del tallo en Carimagua es alto, en Quilichao moderado, mientras que en Brasilia estas plagas no son importantes

Aunque la producción extens va de ganado de carne es la actividad principal en los tres sitios y la productividad de pastos nativos es baja, el grado de desarrollo de infraestructura también suministra un rango de posibilidades económicas La proximidad de Quilichao al área metropolitana de Cali contrasta con el desarrollo bajo condiciones más difíciles en el Cerrado cerca a Brasilia Ambos en tambio son totalmerte diferentes de la situación relativamente aislada de Carimagua, representativa de un área con caminos, comunicaciones e infraestructura muy deficientes

RESULTADOS

Colección de Germoplasma Forrajero

Mediante expediciones de recolección e intercambio con otras instituciones, CIAT ahora posee una colección especializada de casi 4000 accesiones de especies forrajeras tropicales originadas o adaptadas a condiciones de suelos ácidos en diversas partes del mundo (Cuadro 4) Toda la información disponible ha sido recientemente publicada en el Catálogo de Recursos de Germoplasma Forrajero (CIAT 1978a) También el CIAT y la Universidad de Florida, realizaron recientemente una reunión sobre recursos de germoplasma forrajero de la cual se está publicando, en tres idiomas, un manual para recolectores de germoplasma forrajero

Fitomejoramiento

Aunque la selección de germoplasma introducido es el mecanismo principal para obtener nuevas variedades, se han iniciado trabajos de fitomejoramiento para solucionar problemas específicos Por ejemplo, se están efectuando cruces para obtener tolerancia a condiciones de suelos ácidos en las leguminosas Leucaena leucocephala, Centrosema pubescens y Macroptilium atropurpureum

Agronomía de Leguminosas

El punto clave de nuestra estrategia de investigación es la introducción de leguminosas productivas y persistentes en mezclas con gramíneas adaptadas a las condiciones varias de estrés del área de impacto El germoplasma de especies forrajeras se está

Cuadro 3 Características de los suelos principales de las Estaciones Experimentales de Quilichao, Carimagua y Cerrado

Horizonte (cm)	Arcilla %	Arena %	pH (H_2O)	C Org %	Cationes intercambiables (meq/100 g) Al	Ca	Mg	K	CEC	Satn Al %	P* disp (ppm)	H_2O disp (%, vol)
CIAT-QUILICHAO Ultisol (Orthoxic Palehumult, arcilloso, caolinítico, isohipertérmicos)												
0–20	71	4	4 1	4 1	2 7	65	49	36	4 2	64	1 8	16
20–35	77	5	4 0	2 3	2 7	31	04	13	3 2	83	1 1	13
35–62	84	2	4 3	1 1	3 2	24	02	09	3 6	88	0 9	16
62–91	88	1	4 4	0 4	1 1	15	02	06	1 4	77	0 9	9
91–150	90	1	4 4	0 3	2 0	22	01	04	2 3	85	1 2	14
CARIMAGUA Oxisol (Haplustox típico, arcilloso, caolinítico, isohipertérmico)												
0–12	38	12	4 5	2 2	3 8	0 2	0 2	0 4	4 7	81	0 9	9
12–32	41	11	4 6	1 2	2 8	0 1	0 1	0 1	3 1	89	0 9	7
32–58	43	11	4 8	0 9	2 1	<0 1	<0 1	<0 1	2 3	91	0 4	5
58–88	45	12	5 2	0 4	0 7	<0 1	<0 1	<0 1	0 9	78	0 4	6
88–148	45	12	5 1	0 3	0 6	<0 1	<0 1	<0 1	0 8	75	0 4	7
CERRADO CENTER Oxisol (Haplustox típico, fino, caolinítico, isohipertérmico-LVE)												
0–10	45	36	4 9	1 8	1 9	0 4		10	2 4	79	tr	11
10–35	48	33	4 8	1 2	2 0	0 2		05	2 2	89	tr	11
35–70	47	35	4 9	0 9	1 6	0 2		03	1 8	88	tr	9
70–150	47	35	5 0	0 7	1 5	0 2		01	1 7	88	tr	9
150–260	42	39	4 6	0 3	0 7	0 2		02	0 9	76	tr	9

* Método de extracción Bray II

Cuadro 4 Colección de plantas forrajeras tropicales del CIAT (al 31 de Mayo de 1978)

Especies	No de accesiones
Gramíneas	161
Stylosanthes	984
Desmodium	586
Zornia	215
Aeschynomene	182
Macroptilium, Phaseolus, Vigna	346
Centrosema	278
Galactia	133
Arachis	47
Calopogonium	92
Cassia	92
Clitoria	52
Crotalaria	86
Desmanthus	41
Eriosema	50
Glycine	11
Indigofera	85
Leucaena	35
Mimosa	13
Rhynchosia	91
Tephrosia	32
Teramnus	87
Otros	248
Total	3947

seleccionando de acuerdo a los siguientes criterios [1/]

1 Adaptación a suelos ácidos e infértiles con aportes mínimos de fertilizantes (Y)

2 Tolerancia a enfermedades, tales como antracnosis (D)

3 Tolerancia a ataques de insectos, tales como el barrenador de tallo (I)

4 Tolerancia a toxicidad de aluminio y niveles bajos de fósforo (S)

5 Tolerancia a estrés de humedad (W)

6 Alto potencial de fijación de nitrógeno (N)

7 Alto potencial de producción de semillas (SP)

8 Alta calidad nutritiva (Q)

9 Persistencia bajo pastoreo (P)

10 Facilidad de manejo (M)

11 Alta producción animal en mezclas (A)

Inicialmente se puso la mayor atención a la especie Stylosanthes guianensis y muchas accesiones se mostraban promisorias en todos los criterios excepto tolerancia a enfermedades e insectos Esta leguminosa demostró no ser persistente en Carimagua a pesar de su excelente adaptación a factores edáficos y climáticos, ya que fue atacada fuertemente por antracnosis (causado por Colletotrichum gloeosporoides) y un barrenador del tallo del género Zaratha En consecuencia ésta ha sido descartada

En el Cuadro 5 se ilustran las accesiones más promisorias en el momento Entre las leguminosas, tres accesiones

1/ Criterios adicionales para gramíneas
12 Compatibilidad con leguminosas (C)
13 Tolerancia a quemas (B)

Cuadro 5 Accesiones más promisorias (Categoría 4) seleccionadas por el Programa Ganado de Carne Mayo, 1978

Especie	Accesion CIAT No	Criterios de Selección												
		Y	D	I	S	W	N	SP	Q	P	M	A	C	B
LEGUMINOSAS														
Stylosanthes capitata	1019	X	X	X	X	X	X	X		X				
Stylosanthes capitata	1078	X	X	X	X	X	X							
Stylosanthes capitata	1315	X	X	X	X	X	X	X						
Desmodium ovalifolium	350	X	X	X	X	X	X							
Zornia sp	728	X	X	X	X	X	X	X						
Pueraria phaseoloides	9900	X	X	X	X	X	X	X						
Centrosema híbrido	438*	X	X	X	X	X	X	X	X					
GRAMINEAS														
Andropogon gayanus	621	X	X	X	X	X		X					X	X

* Para regiones de estación seca poco pronunciadas

de Stylosanthes capitata parecen estar muy bien adaptadas al estrés edáfico, climático y fitosanitario de Carimagua, los cuales representan una de las condiciones más extremas en términos de estos estreses Estas accesiones sobrevivieron muy bien su primera estación seca bajo pastoreo La accesión 1019 es una productora prolífica de semilla y parece tener tres mecanismos de persistencia germinación de semillas, rebrote de los extremos y rebrote de las bases de las plantas adultas Zornia, un género pocas veces considerado seriamente como leguminosa forrajera, parece igualmente promisoria con buena persistencia bajo pastoreo, a pesar de su gran palatabilidad para el ganado en mezclas de gramíneas y leguminosas Tanto S capitata y Zornia spp parecen tolerantes al estrés de suelos ácidos, requiriendo cantidades mínimas de fertilizantes para crecimiento máximo Esas cantidades son para las condiciones de los suelos de Carimagua (Cuadro 3) en kg /ha 50 P_2O_5, 25 K_2O, 20 S, 20 Mg y algunos micronutrientes Ambas especies son compatibles con gramíneas de tipo macollador tales como Andropogon gayanus y Panicum maximum

El Desmodium ovalifolium se muestra también muy promisorio, pero junto con el híbrido Centrosema y la Pueraria phaseoloides necesitan niveles algo más altos de fertilidad del suelo, aunque permanecen muy tolerantes a condiciones de suelos ácidos El Desmodium ovalifolium parece ser compatible con Brachiaria decumbens, la especie más importante de gramínea cultivada en el área de impacto y con un hábito de crecimiento extremadamente agresivo El híbrido Centrosema,

proveniente de un cruce entre C. virginianum y C. braziliensis efectuado en el CIAT, parece más apropiado para climas con estación seca más corta tales como las que se encuentran en muchas áreas de la Amazonía.

Todas estas especies se están evaluando actualmente en comportamiento animal en ensayos de ganancia de peso vivo, mezcladas con gramíneas. Los resultados aún no están disponibles.

Agronomía de Gramíneas

Brachiaria decumbens es la especie mejorada de gramíneas más diseminada y exitosa sembrada en los suelos ácidos del trópico de América Latina. Es muy productiva y persistente mientras al suelo no le falte nitrógeno, o si está fertilizado con este elemento, pero su hábito de crecimiento lo hace poco compatible con leguminosas. El Programa está tratando de identificar otras especies de gramíneas con adaptación similar a los estreses de agua y suelo pero con compatibilidad de leguminosas. La más promisoria es Andropogon gayanus, que está también en los primeros estados de evaluación del comportamiento animal.

Producción de Semillas

Esta sección tiene la responsabilidad de producir semilla para las necesidades del Programa y al mismo tiempo desarrollar la tecnología para producir semillas de nuevas especies o ecotipos con desconocida capacidad de producir semillas. Tecnología para cosecha

manual o mecanizada ha sido ya desarrollada para especies tales como Andropogon gayanus, Stylosanthes capitata, Zornia y Centrosema híbrido

Rhizobiología

Una de las contribuciones más importantes de las leguminosas en una pradera mixta es la de fijar suficiente nitrógeno del aire para abastecer los requerimientos de este elemento, y de esta manera eliminar el alto costo de fertilización nitrogenada La sección de Microbiología de Suelos tiene como objeto desarrollar la tecnología para una fijación simbiót ca de nitrógeno entre Rhizobium y las leguminosas más promisorias Para esto el CIAT ya cuenta con una colección de más de 1000 cepas de Rhizobium aisladas de 111 especies y 50 géneros de leguminosas tropicales (CIAT, 1978b)

La evaluación de las cepas para una leguminosa consta de 5 etapas 1) Compatibilidad genética, por medio de inoculación aséptica en agar, para determinar presencia o ausencia de nodulación 2) Potencial de fijación de N, usando potes Leonard con arena lavada, y determinando materia seca y contenido de N 3) Evaluación bajo estrés de suelos ácidos en el invernadero 4) Evaluación en el campo utilizando las tres mejores cepas y tres métodos de inoculación, con o sin revestimiento con roca fosfatada o cal 5) Rango de utilización de las recomendaciones, por medio de ensayos regionales Hasta el momento se ha desarrollado tecnología de inoculación efectiva para todas las leguminosas promisorias

Nutrición Mineral de Plantas Forrajeras

De acuerdo con la filosofía de insumos mínimos, especialistas en fertilidad del CIAT han estado trabajando hace varios años en seleccionar material forrajero que produzca bien en suelos ácidos e infértiles sin necesidad de corregir el pH del suelo por medio de aplicaciones masivas de cal o de abonos fosfatados (Spain et al ,1975) La Figura 4 demuestra la tolerancia a alta saturación de aluminio del suelo de gramíneas tales como Brachiaria decumbens y Panicum maximum en comparación con Hyparrhenia rufa, la cual desaparece bajo pastoreo y de especies no adaptadas a suelos ácidos tales como Cenchrus ciliaris Lo mismo ocurre con leguminosas tales como Stylosanthes capitata, Zornia y Desmodium ovalifolium

Diferencias similares ocurren en relación con la eficiencia de utilización de niveles bajos de fósforo disponible en el suelo El Cuadro 6 muestra los niveles críticos de varias especies promisorias, los cuales son muy inferiores a aquéllos que se necesitan para cultivos en general o especies forrajeras más exigentes tales como Desmodium canum o Macroptilium sp El nivel crítico se define como la cantidad de P disponible en el suelo que necesitan las plantas para un máximo crecimiento inicial Al seleccionar especies tolerantes a bajo nivel de fósforo se ahorra gran cantidad de este costoso elemento

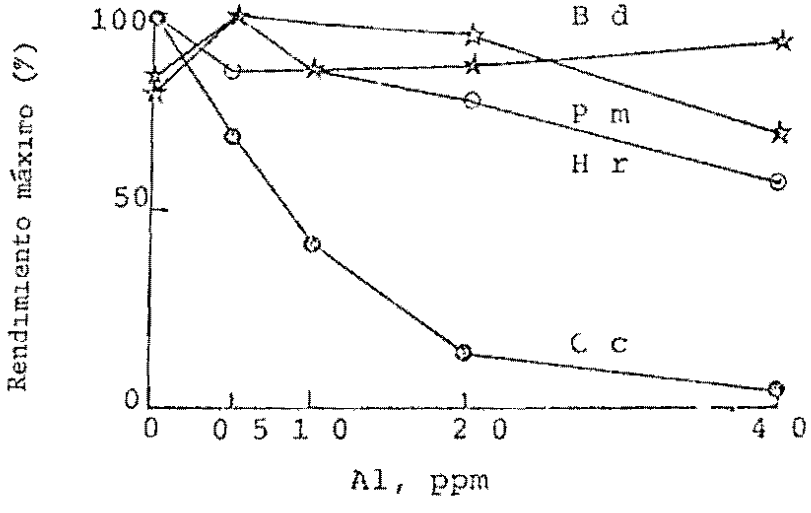


Figura 4 Efecto de las concentraciones de Al en los rendimientos de materia seca de gramíneas tropicales cultivadas en solución nutritiva
B d = Brachiaria decumbens, P m = Panicum maximum, H r = Hyparrhenia rufa, C c = Cenchrus ciliaris

Cuadro 6 Niveles críticos de fósforo disponible (Bray II) para accesiones promisorias seleccionadas por el Programa Ganado de Carne comparadas con cultivos

Accesion CIAT No	Nivel Crítico
LEGUMINOSAS	ppm
Stylosanthes capitata 10/8	2 5
Stylosanthes capitata 1019	3 1
Zornia sp 883	3 4
Desmodium ovalifolium 350	6 6
Macroptilium sp 536	9 5
Desmodium leonii	11 4
GRAMINEAS	
Panicum maximum	3 0
Andropogon gayanus 621	5 2
CULTIVOS (Colombia)	15 0

Utilización de Forrajes

La revisión de la información en Carimagua, Colombia, respecto a manejo y productividad de las praderas en los Llanos Orientales, indica que el potencial para la producción animal, a base exclusivamente de la sabana de la altillanura de los Llanos Orientales de Colombia, es limitado por el bajo valor nutritivo de las especies predominantes, principalmente en la época seca Se reconoce que con la introducción de gramíneas adaptadas al medio ambiente, se puede aumentar la productividad por unidad de área, pero se consigue poco en la producción por animal También en este caso, el valor nutritivo de las especies introducidas, adaptadas, parece limitar la productividad por animal Una prueba de pastoreo de corta duración con mezclas de una leguminosa y gramíneas indicó el potencial mucho mayor, por animal, y por unidad de área de este tipo de praderas

Los siguientes valores de producción animal caracterizan las praderas estudiadas sabana no quemada 28 kg de ganancia de peso por novillo por año, sabana quemada en toda el área al final de la época seca 75 kg , sabana quemada en secuencia a través del año 95 kg La productividad por hectárea varía desde 6 kg /ha /año en la sabana no quemada hasta 19 kg en la sabana quemada en secuencia, (Cuadro 7)

La ganancia de peso por ha /año aumenta a 58 kg en praderas de M minutiflora, y llega a 147 kg /ha /año en praderas de B decumbens Empleando cargas elevadas en la época de lluvias y cargas bajas en la época seca (3,06 y 0,7 animales/ha , respectivamente), B decumbens puede producir hasta 200 kg /ha Las gramíneas H rufa y P plicatulum, tuvieron menor productividad que M minutiflora, (Cuadro 7)

Cuadro 7 Ganancia de peso de novillos en condiciones crecientes de tecnología en los Llanos Orientales de Colombia

	Por animal año	Por ha año
	kg	kg
Sabana sin quemar, 0,20 animales/ha	28	6
Sabana quemada en la época seca, 0,20 animales/ha	75	15
Sabana quemada en secuencia a través del año, 0,20 animales/ha	95	19
M minutiflora, pastoreo todo el año, 0,44 animales/ha	98	43
M minutiflora, con urea + melaza en la época seca, 0 44 animales/ha	130	58
M minutiflora, pastoreo en época de lluvias, 0,44 animales/ha	110	50
H rufa, pastoreo en época de lluvias, 0,70 animales/ha	35	24
P plicatulum, pastoreo en época de lluvias, 0,70 animales/ha	66	46
B decumbens, pastoreo todo el año, 1 7 animales/ha	86	147

La mezcla de S guianensis y gramíneas produjo ganancias de peso hasta 500 g /animal/día en la época seca, a diferencia de todas las gramíneas en que las pérdidas de peso fluctuaron entre 150 y 350 g /animal/día Durante la época de lluvias y mientras la leguminosa sobrevivió al ataque de hongos e insectos, las ganancias de peso fluctuaron entre 850 y 950 g / animal/día

La suplementación con urea y harina de yuca o melaza durante la estación seca en sabana o M minutiflora tuvo un efecto positivo en la época seca, pero debido a la fuerte ganancia compensatoria de la época de lluvias subsiguiente, la ganancia de peso adicional fué insuficiente para cubrir los costos de la suplementación

La conclusión general reafirma la sugerencia anterior (Paladines, 1975) de que es necesario encontrar una leguminosa que se adapte al medio ambiente y que sea productiva en competencia con gramíneas, para obtener avances verdaderamente importantes en la productividad del ganado en los Llanos Orientales

Manejo Animal

El sistema de producción de ganado de carne predominante en los Llanos de Colombia es el extensivo de cría En un estudio de sistemas de hatos en colaboración con ICA, en el cual se evaluó el comportamiento reproductivo durante 4 años de reproducción, se consideraron las variables siguientes suplementacion mineral, utilización de sabana nativa y pasto gordura (Melinis minutiflora), suplementación con melaza-urea y destete precoz

El consumo promedio de sal común fué 33,5 g /UBA/día (12,2 kg /UBA/ año) y de minerales 59 5 g /UBA/día (21,7 kg /UBA/año), sin que se nota-

ran diferencias significativas entre las estaciones del año, sin embargo, el consumo en pasto gordura (M minutiflora) fué 70% mayor que en sabana nativa, debido probablemente a las quemas periódicas de la vegetación nativa En resumen, los resultados indican que la suplementación con minerales puede aumentar substancialmente la productividad como resultado de (a) un aumento en 29% de la tasa de reproducción debido principalmente a una reducción en abortos, (b) aumento en 26% en el peso del ternero al destete y 17% a los 18 meses de edad, y (c) una reducción en 45% de la mortalidad de terneros antes del destete Se concluyó que la deficiencia de minerales, principalmente fósforo, podría ser considerada como el factor principal limitante para la reproducción y crecimiento del ganado en los Llanos Orientales de Colombia

Bajo las condiciones en las cuales se realizó el estudio, el destete precoz puede aumentar la tasa de nacimientos en 18-21%, sin embargo, ésto afecta seriamente el desarrollo del ternero especialmente entre los 6 y 9 meses de edad, donde el crecimiento prácticamente se detiene y no se recupera en las etapas siguientes Por otro lado, existen serias limitaciones en las formas de alimentación del ternero destetado precozmente debido a la falta de fuentes baratas de alimentación que satisfagan sus requerimientos nutricionales

El tipo de pastura utilizado en este estudio tuvo muy poco efecto en el comportamiento de los animales Las vacas que pastoreaban en pastura nativa estaban más pesadas después del parto y al destete, que aquellas que pastoreaban en pasto gordura (M minutiflora), por lo tanto, eran un poco más fértiles Los tratamientos de pasturas no tuvieron ningún efecto en el crecimiento de los terneros El único efecto significativo fué en el numero de kg de terneros destetados por ha en M

minutiflora (3,3 veces) en M minutiflora + sabana (2-5 veces) que en pastura nativa debido a diferencias en capacidad de carga

No se detectó ningún efecto significativo de la suplementación con melazas y urea en el comportamiento reproductivo de los hatos, aunque se notó un ligero incremento en el peso de las vacas suplementadas y el peso de sus terneros a los 6 y 9 meses de edad, pero ésta ultima diferencia no persistió después del destete

También se encontró un marcado efecto estacional sobre la concepción e independiente de los tratamientos, la época más común fué entre Abril y Julio, o sea el comienzo de la estación lluviosa ya que el 46% de todos los nacimientos ocurrieron entre Enero y Abril, o sea durante la estación seca También esto encontró un efecto significativo sobre el crecimiento de los terneros y aunque los nacidos durante la estación seca tuvieron una depresión más fuerte en su crecimiento después del destete, a los 18 meses pesaban en promedio 43 kg más que los nacidos durante la segunda parte de la estación lluviosa

Finalmente, se encontró que las tasas promedios de mortalidad de terneros antes del destete fué 13,4%, y un análisis de la distribución relativa de acuerdo con la edad mostró que el 9% de todos los terneros nacidos murieron en los primeros 30 días

Salud Animal

Las actividades de esta sección están concentradas en análisis de problemas e investigación en la solución de esos problemas.

Las observaciones sobre la infección natural del Leptospira hardjo bajo condiciones de "estress" nutricional en un hato de 100 vacas de cría y 7 toros pastoreando en 400 ha de sabana nativa con suplementación de

sales minerales en los Llanos indican que ésta parece disminuír en el hato como consecuencia de los tratamientos con Streptomicina tanto con 2 dosis intramuscular a intervalos de 16 semanas hacia el final de la estación lluviosa, como con una dosis similar al final de la estación seca, comparado con los testigos Algunas vacas infestadas parecen tener problemas de aborto, lo cual es característico de enfermedad, aunque han ocurrido casos en vacas donde no se ha detectado la infección Al momento pareciera que al mejorar la nutrición no se disminuyen los efectos de la infección sobre la reproducción, según se observa en otro experimento con alimentación adecuada

En cuanto al estado epidemiologico del hato en Carimagua, las condiciones clínicas que se han encontrado hasta el momento son fracturas óseas, retención de placentas, poliartritis, metritis y caquexia Los parásitos externos (garrapatas) y (Dermatobia hominis) parásitos internos, están comúnmente en el estado de equilibrio con los huéspedes y se pueden convertir en problemas si no se controlan en forma estratégica

La poliartritis es una infección de tipo bacterial en las articulaciones que probablemente penetra a través del ombligo infestado no tratado Esquemas de vacunaciones rutinarias se han establecido para Brucelosis, Aftosa y Pierna negra

Economía

En una evaluación económica de sistemas alternativos de cría y engorde en los Llanos Orientales de Colombia se simuló y evaluó en términos económicos la adopción a nivel de finca de sistemas alternativos de cría, utilizando resultados preliminares obtenidos en el experimento de Sistemas de Hatos ICA-CIAT, mediante la aplicación de un modelo computarizado de presupuesto por actividades desarrollado en CIAT Se efectuó el desarrollo de un mismo hato inicial para un período de 25 años y el flujo de ingreso neto de la finca se utilizó para calcular la tasa interna de retorno de cada sistema mediante el método de flujos de caja descontados

Los precios utilizados corresponden a precios promedios de 1976 a nivel de finca, los que se asumieron constantes en términos reales

Los tratamientos experimentales considerados como sistemas alternativos fueron (a) sistema nativo con suplementación de sal, (b) suplementación *a voluntad* de una mezcla mineral completa, (c) *idem* pero con destete precoz a los tres meses, (d) pastoreo del hato de cría en Melinis minutiflora durante la estación húmeda y en sabana nativa durante la época seca, y (e) *idem* más destete precoz Se simularon dos sistemas adicionales bajo ciertos supuestos (f) pastoreo del hato de cría en Brachiaria decumbens, y (g) pastoreo en mezcla de gramíneas y leguminosas, (Cuadro 8)

De las alternativas con base empírica consideradas, pastoreo en sabana nativa con suplementación mineral completa es el sistema más rentable Dado el manejo y costos actuales, destete precoz no es rentable, aunque puede llegar a serlo en el caso de una adopción generalizada de praderas mejoradas Pastoreo de todo el hato de cría en M minutiflora es menos rentable que el sistema nativo Los resultados de simulación indican que aún en ausencia de crédito subsidiado, B decumbens puede ser tan rentable como el sistema nativo y que mezclas de gramíneas y leguminosas pueden llegar a ser significativamente más rentables, (Cuadro 9)

Sobre la base de resultados experimentales se evaluaron a nivel de finca sistemas de engorde basados en pastoreo de M minutiflora y B decumbens Adicionalmente se simuló, bajo supuestos relativamente conservadores engorde en mezclas de gramíneas y leguminosas Nuevamente, B decumbens mostró ser mas rentable que M minutiflora, y mezclas de gramíneas y leguminosas (bajo supuestos de mínimo insumos) parecen ser alternativas mucho más atractivas en términos económicos

Cuadro 8 Parámetros usados en sistemas alternativos de producción en desarrollo de hatos[1/]

Sistema	Tratamientos: Pastura	Tratamientos: Minerales	Tratamientos: Destete	Parámetros: Tasa de Nacimientos	Parámetros: Tasa de mortalidad: Terneros[2]	Parámetros: Tasa de mortalidad: Adultos	Parámetros: Tasa de monta de novillas[3]: 1-2 Años	Parámetros: Tasa de monta de novillas[3]: 2-3 Años	Parámetros: Tasa de monta de novillas[3]: 3-4 Años
				%					
1	nativa	sal	normal	46	15	5	0	60	100
2	nativa	sal	normal	50	8	5	0	60	100
3	nativa	mezcla completa	normal	65	12	5	0	90	100
4	nativa	mezcla completa	normal	61	8	5	0	90	100
5	nativa	mezcla completa	precoz	87	13	4	0	80	100
6	nativa	mezcla completa	precoz	77	8	4	0	80	100
7	mel + nat	mezcla completa	normal	64	10	5	10	90	100
8	mel + nat	mezcla completa	normal	60	7	5	10	90	100
9	mel + nat	mezcla completa	precoz	85	8	4	0	90	100
10	mel + nat	mezcla completa	precoz	77	7	4	0	90	100
11	Br d + nat	mezcla completa	normal	64	10	5	10	90	100

1/ Otros parámetros tales como proporción de toros a vacas (1/20), tasa de descarte de vacas (15%) y toros (20%) y proporción de machos-hembras al nacimiento (50/50) se asumen iguales para todos los sistemas.

2/ Hasta un año de edad

3/ Peso ≥ 2'0 kgs

Cuadro 9 Comportamiento simulado de sistemas alternativos de producción en los Llanos, Colombia

Sistema	Area de pastos mejorados		Tamaño hato cría		Inversión[1] inicial		Entrada anual neta[1]		Tasa de retorno	
	Inicial	Total	Inicial	Final	Pastos	Total[2]	Año 4	Año 13	Región A	Región B
	----- ha -----		----vacas-----		----------'000 US$[2]----------				-------%--------	
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	56 (81)[3]	147 (172)[3]	6 7	9 6	5 0	3 7
8	450	650	190	325	56 (81)	147 (172)	6 7	9 0	4 6	3 3
9	450	516	190	250	61 (67)	154 (160)	4 2	18 2	6 3	4 8
10	450	516	190	250	61 (67)	154 (160)	4 7	16 0	5 2	4 6
11	100	190	190	325	13 (24)	103 (114)	6 7	9 6	8 5	n a

1/ Valores correspondientes a región A

2/ Incluye valor del ganado y mejoras excluye valor de la tierra,

3/ Las cifras en paréntesis son valores de inversión incluyendo el área total de pastos mejorados

Los resultados del análisis de sensibilidad indican que tanto el valor de los insumos aplicados a las pasturas, como su frecuencia de aplicación, afectan significativamente los niveles de rentabilidad Para ser rentable, la respuesta animal al tratamiento de la pradera debe ser alta Se concluye que *insumos mínimos* - costos de establecimiento y mantenimiento bajos, parece ser la estrategia correcta para sistemas de pastoreo del grueso del hato en praderas mejoradas Niveles más altos de insumos pueden justificarse solamente en sistemas que hagan uso *estratégico* de las praderas - con alta respuesta animal, o bajo condiciones de crédito subsidiado

Transferencia de Tecnología

La sección de Adiestramiento-Ensayos Regionales ha sido responsable de ayudar a desarrollar la estrategia para integrar la investigación con el adiestramiento,para facilitar la transferencia de tecnología del CIAT a través de las instituciones nacionales y facilitar los mecanismos de retroalimentación de información hacia las secciones de investigación

Las principales actividades desarrolladas durante el primer año de trabajo han sido a) organización de una reunión de trabajo sobre recoleccion, clasificación, caracterización y preservación de especies forrajeras nativas, b) organización de un seminario sobre producción y utilización de forrajes tropicales en suelos ácidos e infértiles del trópico, c) organización de un curso sobre investigación en producción y utilización de especies forrajeras en suelos ácidos e infértiles del trópico, d) establecimiento de ensayos regionales de adaptación de especies forrajeras seleccionadas por el CIAT en varios países del área de interés del Programa Ganado de Carne

4066

ORGANIZACION DE LA UNIDAD DE BIOMETRIA

1 978

María Cristina Amézquita
Biometría
Febrero 13 de 1 979

ORGANIZACION DE LA UNIDAD DE BIOMETRIA

(1978)

I Introducción

La Unidad de Biometría está encargada de proporcionar asesoría en la planeación, diseño, análisis e interpretación de los experimentos realizados en los programas de investigación del CIAT Además, la Unidad ha asumido un papel cada vez más activo en el diseño y mantenimiento de sistemas de información de las diversas unidades científicas y de servicio del CIAT La Unidad participa en proyectos de investigación cooperativos con otros programas del CIAT Así mismo, se proporciona adiestramiento en las áreas de estadística y procesamiento de datos mediante ciclos de conferencias y asesoría individual Este adiestramiento se ofrece tanto al personal científico del CIAT como a personal invitado de otras instituciones de investigación nacionales e internacionales

II Funciones Básicas

La Unidad de Biometría tiene las siguientes funciones básicas

1 Asesoría Estadística

La Unidad ofrece asesoría estadística en todas las etapas de desarrollo de un proyecto Este tipo de servicios no sólo es proporcionado a los programas del CIAT sino también a instituciones afines tales como ICTA en Guatemala, INIAP en Ecuador, EMBRAPA en Brasil e ICA en Colombia Para el procedimiento estadístico

de los experimentos se usa mayormente el Sistema de Análisis Estadístico SAS y, en menor escala, otros paquetes estadísticos tales como BMD y SPSS Cabe señalar que SAS, además de ser un instrumento muy poderoso en técnicas de análisis, cuenta con procedimientos eficientes para el manejo de grandes volúmenes de información

2 Diseño y Mantenimiento de Sistemas de Información

En ciertos proyectos el volumen de información original y generada es tan grande que se justifica la creación de una base de datos, de un sistema eficiente de acceso y actualización de la información y de una apropiada documentación

3 Proyectos de Investigación Cooperativos

La Unidad de Biometría participa en proyectos originados en el interés conjunto de la Unidad y de otros programas del CIAT a fin de satisfacer necesidades de interés tanto para la investigación agropecuaria como para la metodología e investigación estadística

4 Evaluación de Tecnología

La Unidad colabora con los programas de investigación en el estudio del impacto de nuevas tecnologías desarrolladas por el CIAT en comparación con las utilizadas tradicionalmente por el agricultor nativo Las

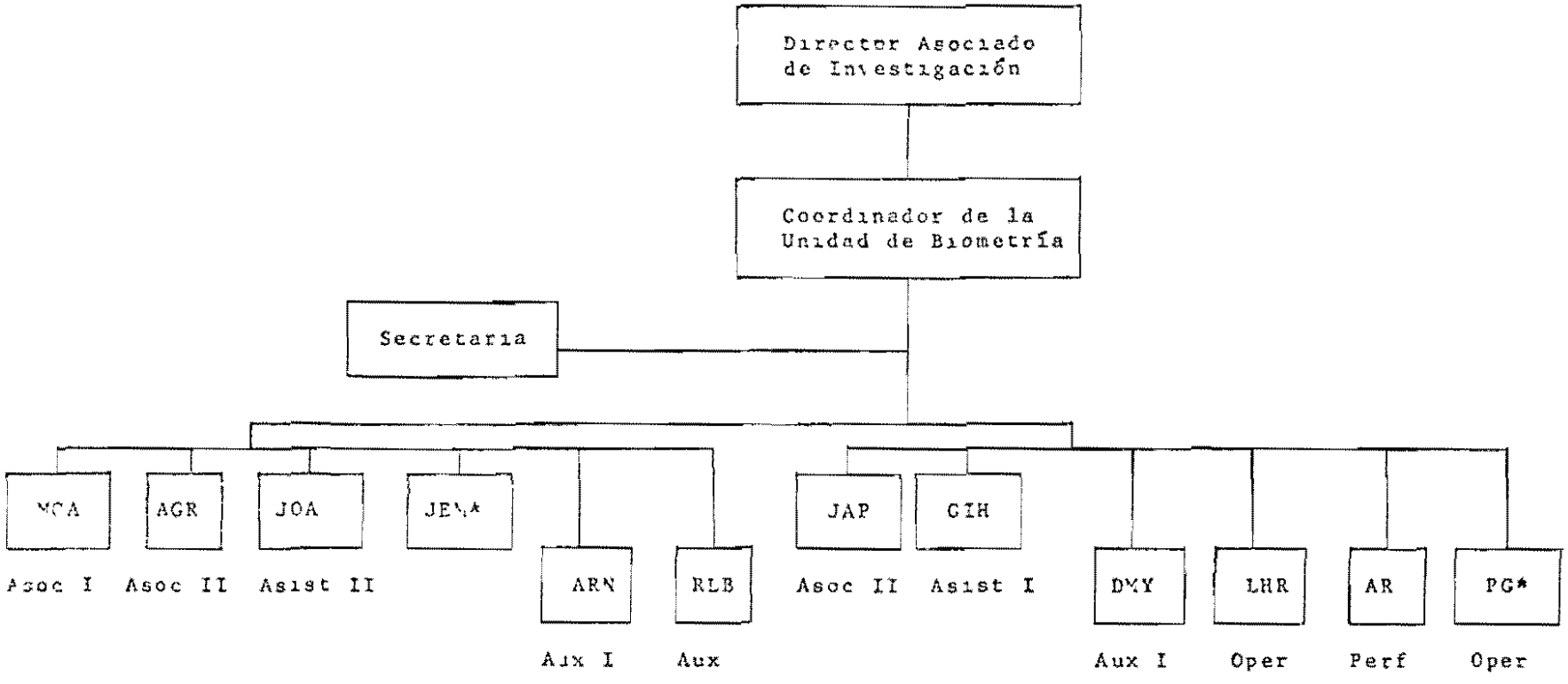
técnicas más utilizadas actualmente para la evaluación de tecnología son las de Programación Matemática y Simulación Técnicas potenciales en esta área pertenecen a los campos de Teoría de Decisiones y Análisis Bayesiano Las conclusiones a las que se llegue de estos estudios servirán de pauta a las instituciones nacionales encargadas de la difusión de las tecnologías mejoradas

5 Adiestramiento en el Campo Estadístico

La Unidad de Biometría provee adiestramiento en estadística, técnicas de procesamiento y lenguajes de computadores al personal científico del CIAT, a profesionales de otras instituciones de investigación invitados por el CIAT a participar en Seminarios o Cursos Cortos y a los internos postgraduados

III Organigrama

El organigrama de la Unidad de Biometría durante 1978 se muestra en la Figura 1



*Personal bajo contrato temporal

Fig 1 Organigrama de la Unidad de Biometría (Diciembre, 1978)

ORGANIZACION DE LA UNIDAD DE BIOMETRIA

1 978

María Cristina Amézquita
Biometria
Febrero 13 de 1 979

ORGANIZACION DE LA UNIDAD DE BIOMETRIA

(1978)

I Introducción

La Unidad de Biometría está encargada de proporcionar asesoría en la planeación, diseño, análisis e interpretación de los experimentos realizados en los programas de investigación del CIAT. Además, la Unidad ha asumido un papel cada vez más activo en el diseño y mantenimiento de sistemas de información de las diversas unidades científicas y de servicio del CIAT. La Unidad participa en proyectos de investigación cooperativos con otros programas del CIAT. Así mismo, se proporciona adiestramiento en las áreas de estadística y procesamiento de datos mediante ciclos de conferencias y asesoría individual. Este adiestramiento se ofrece tanto al personal científico del CIAT como a personal invitado de otras instituciones de investigación nacionales e internacionales.

II Funciones Básicas

La Unidad de Biometría tiene las siguientes funciones básicas:

1 Asesoría Estadística

La Unidad ofrece asesoría estadística en todas las etapas de desarrollo de un proyecto. Este tipo de servicios no sólo es proporcionado a los programas del CIAT sino también a instituciones afines tales como ICTA en Guatemala, INIAP en Ecuador, EMBRAPA en Brasil e ICA en Colombia. Para el procedimiento estadístico

de los experimentos se usa mayormente el Sistema de Análisis Estadístico SAS y, en menor escala, otros paquetes estadísticos tales como BMD y SPSS Cabe señalar que SAS, además de ser un instrumento muy poderoso en técnicas de análisis, cuenta con procedimientos eficientes para el manejo de grandes volúmenes de información

2 Diseño y Mantenimiento de Sistemas de Información

En ciertos proyectos el volumen de información original y generada es tan grande que se justifica la creación de una base de datos, de un sistema eficiente de acceso y actualización de la información y de una apropiada documentación

3 Proyectos de Investigación Cooperativos

La Unidad de Biometría participa en proyectos originados en el interés conjunto de la Unidad y de otros programas del CIAT a fin de satisfacer necesidades de interés tanto para la investigación agropecuaria como para la metodología e investigación estadística

4 Evaluación de Tecnología

La Unidad colabora con los programas de investigación en el estudio del impacto de nuevas tecnologías desarrolladas por el CIAT en comparación con las utilizadas tradicionalmente por el agricultor nativo Las

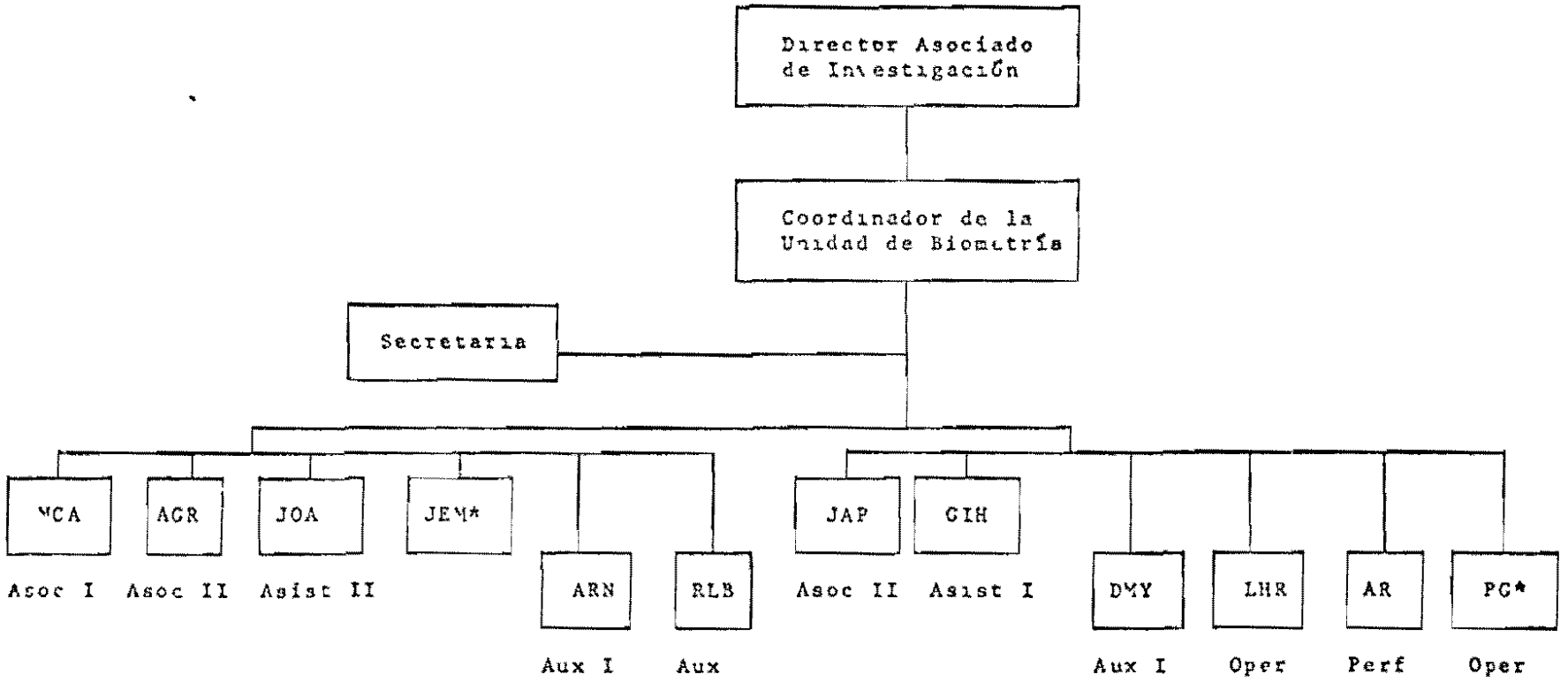
técnicas más utilizadas actualmente para la evaluación de tecnología son las de Programación Matemática y Simulación Técnicas potenciales en esta área pertenecen a los campos de Teoría de Decisiones y Análisis Bayesiano Las conclusiones a las que se llegue de estos estudios servirán de pauta a las instituciones nacionales encargadas de la difusión de las tecnologías mejoradas

5 Adiestramiento en el Campo Estadístico

La Unidad de Biometría provee adiestramiento en estadística, técnicas de procesamiento y lenguajes de computadores al personal científico del CIAT, a profesionales de otras instituciones de investigación invitados por el CIAT a participar en Seminarios o Cursos Cortos y a los internos postgraduados

III Organigrama

El organigrama de la Unidad de Biometría durante 1978 se muestra en la Figura 1



*Personal bajo contrato temporal

Fig. 1 Organigrama de la Unidad de Biometría (Diciembre, 1978)

B I O M E T R I A

4194

CONCEPTOS BASICOS SOBRE EL DISEÑO EXPERIMENTAL EN EXPERIMENTACION CON PASTOS

María Cristina Amézquita
Biometría
Febrero 12 de 1 979

DEFINICIONES BASICAS SOBRE

DISEÑO EXPERIMENTAL

EXPERIMENTO	Observacion planificada de un fenomeno en la cual se verifica una hipótesis
UNIDAD EXPERIMENTAL	Unidad mínima que recibe un tratamiento
VARIABLE	Característica medible de una unidad experimental
FACTOR	Aquello que introduce variación en la respuesta de las unidades experimentales. Pueden ser "controlables" y "no controlables"
TRATAMIENTO	Es un factor controlable por el investigador y cuyo efecto desea medir
ERROR EXPERIMENTAL	Variaciones debidas a factores no controlables
DISEÑO EXPERIMENTAL	Conjunto de reglas que indican como asignar los tratamientos a las unidades experimentales

REQUERIMIENTOS PARA UN DISEÑO EXPERIMENTAL VALIDO

- ALEATORIZACION EN LA APLICACION DE LOS TRATAMIENTOS
- ADECUADO NUMERO DE REPETICIONES
- MAXIMO CONTROL DEL ERROR EXPERIMENTAL

DISEÑOS UTILIZADOS TRADICIONALMENTE

EN INVESTIGACION AGROPECUARIA

1 COMPLETAMENTE AL AZAR

2 BLOQUES COMPLETOS AL AZAR

3 LATICE

4 PARCELAS DIVIDIDAS Y SUB-DIVIDIDAS

5 FRANJAS DIVIDIDAS Y SUB-DIVIDIDAS

DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR

CARACTERISTICAS

1 Exige unidades experimentales homogeneas

2 Permite probar cualquier número de tramientos

(1 factor a varios niveles o combinaciones de niveles de varios factores)

3 Los tratamientos se aplican sobre las unidades al azar

4 Cualquier numero de repeticiones por tratamiento es posible

5 Es el unico diseño que en caso de ser no balanceado puede analizarse en la forma convencional

DISEÑOS EN BLOQUES COMPLETOS AL AZAR

CARACTERISTICAS

1 Se utiliza cuando las unidades experimentales no son homogéneas pero permiten agruparlas en bloques homogeneos

2 Permite probar un número relativamente pequeño de tratamientos (12) Estos pueden corresponder a niveles de un factor o a combinaciones de niveles de varios factores

3 Cada bloque debe contener todos los tratamientos

4 Los tratamientos se asignan sobre los bloques al azar

5 Mínimo numero de bloques 2

6 Requiere mínima variacion dentro de bloque y máxima variacion entre bloques

DISEÑOS EN PARCELAS DIVIDIDAS Y SUB-DIVIDIDAS

CARACTERISTICAS

- SE USA CUANDO LOS NIVELES DE UNO DE LOS FACTORES REQUIEREN PARCELAS GRANDES MIENTRAS QUE LOS NIVELES DE LOS OTROS (1 ó 2 factores) PUEDEN ASIGNARSE A PARCELAS PEQUEÑAS

- LOS NIVELES DEL PRIMER FACTOR SE ASIGNAN AL AZAR A LAS PARCELAS GRANDES (PARCELAS PRINCIPALES) LOS NIVELES DEL SEGUNDO FACTOR SE ASIGNAN AL AZAR A LAS SUB-PARCELAS DENTRO DE CADA PARCELA PRINCIPAL Y LOS NIVELES DEL TERCER FACTOR (EN CASO DE PARCELAS SUB-DIVIDIDAS), SE ASIGNAN AL AZAR A LAS SUB-SUB-PARCELAS DENTRO DE CADA SUB-PARCELA

- EL FACTOR APLICADO A PARCELAS PRINCIPALES SE ESTIMA CON MENOR PRECISION QUE AQUEL APLICADO A SUB-PARCELAS Y ESTE CON MENOR PRECISION QUE AQUEL APLICADO A LAS SUB-SUB-PARCELAS

- SE REQUIEREN 2 REPETICIONES COMO MINIMO

DISEÑO EN FRANJAS DIVIDIDAS

CARACTERISTICAS

- SE UTILIZA PARA PROBAR 2 FACTORES QUE POR CONSIDERACIONES DE MANEJO NECESITAN PARCELAS GRANDES EJ RIEGO Y SISTEMA DE PREPARACION DE TIERRAS

- LOS NIVELES DEL PRIMER FACTOR SE APLICAN EN FRANJAS HORIZONTALES DENTRO DE LA REPETICION, Y LOS DEL SEGUNDO FACTOR, EN FRANJAS VERTICALES

- SACRIFICA PRECISION EN LA ESTIMACION DE LOS EFECTOS PRINCIPALES DE AMBOS FACTORES, PERO ESTIMA LA INTERACCION CON MAYOR PRECISION QUE LOS DISEÑOS EN BCA O PARCELAS DIVIDIDAS

DISEÑO DE FRANJAS SUB-DIVIDIDAS

CARACTERISTICAS

- CUANDO EN UN DISEÑO DE FRANJAS DIVIDIDAS, LAS SUB-PARCELAS SE DIVIDEN EN PARCELAS MAS PEQUEÑAS PARA ASIGNAR EN ELLAS UN TERCER FACTOR, EL DISEÑO RESULTANTE SE DENOMINA DE FRANJAS SUB-DIVIDIDAS

- SE UTILIZA PARA PROBAR 3 FACTORES, 2 DE LOS CUALES NECESITAN PARCELAS GRANDES

- EL FACTOR MEDIDO CON MAYOR PRECISION ES EL ASIGNADO A LAS PARCELAS MAS PEQUEÑAS EL EFECTO DE LOS OTROS DOS SE MIDE CON MENOR PRECISION.

DISEÑO DE LATICE

CARACTERISTICAS

1 PERTENECE A LOS DISEÑOS DE BLOQUES INCOMPLETOS

2 PUEDE SER BALANCEADO O PARCIALMENTE BALANCEADO

A LATICE BALANCEADO

- Número de tratamientos K^2 (cuadrado exacto)
- Número de tratamientos por bloque incompleto K
- Número de bloques incompletos por repetición K
- Número de repeticiones K+1

Característica Todo par de tratamientos se compara con igual precisión

B LATICE PARCIALMENTE BALANCEADO

- LATICE SIMPLE Y TRIPLE Difieren del Látice balanceado únicamente en el número de repeticiones Usan 2 y 3 repeticiones respectivamente
- LATICES RECTANGULARES En ellos, el número de tratamientos no es un cuadrado perfecto

Característica no todos los pares de tratamientos se comparan con la misma precisión

3 CUANDO EL NUMERO DE TRATAMIENTOS ES MAYOR QUE 12, EL DISEÑO EN LATICE ES MAS EFICIENTE QUE EL DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR

RECOMENDACIONES PARA UN USO EFICIENTE DEL DISEÑO EN LATICE

1 LAS UNIDADES EXPERIMENTALES DENTRO DE UN MISMO BLOQUE INCOMPLETO DEBEN SER HOMOGENEAS PARA ELLO, HACER LOS BLOQUES INCOMPLETOS TAN CUADRADOS COMO SEA POSIBLE

2 ES MAS IMPORTANTE LA HOMOGENEIDAD DENTRO DEL BLOQUE INCOMPLETO QUE LA HOMOGENEIDAD DENTRO DE LA REPETICION

3 SI HAY MAS DE 4 OBSERVACIONES FALTANTES, SERA NECESARIO RECURRIR AL ANALISIS EN BCA

4 FORMAS DE ALEATORIZAR LOS TRATAMIENTOS

a) ALEATORIZAR BLOQUES INCOMPLETOS DENTRO DE CADA REPETICION

b) ALEATORIZAR TRATAMIENTOS DENTRO DE CADA BLOQUE INCOMPLETO

c) ASIGNACION AL AZAR DE LOS NUMEROS A LOS TRATAMIENTOS

1 TITULO EFECTO DE DOS FUENTES DE FOSFORO A SEIS NIVELES CADA UNA SOBRE EL RENDIMIENTO ACUMULADO DE MATERIA SECA DE ANDROPOGON GAYANUS EN UN AÑO

2 TRATAMIENTOS = 12

2 FUENTES DEL FOSFORO

- ROCA FOSFORICA HUILA (RFH)
- SUPERFOSFATO TRIPLE (SFT)

A 6 NIVELES 0, 10, 20, 40, 80 Y 160 PG/MA

3 DISEÑO EXPERIMENTAL BLOQUES COMPLETOS AL AZAR CON ESTRUCTURA FACTORIAL (2x6)

4 DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS EN EL CAMPO

BLOQUE 1

RFH-160	SFT-0	RTH-10
SFT-40	RFH-0	SFT-80
RFH-40	RFH-80	SFT-20
SFT-10	RFH-20	SFT-160

BLOQUE 2

SFT-10	RTH-10	SFT-160
RFH-40	SFT 80	SFT-20
SFT-0	RFH-20	PFH-160
RFH-0	SFT-40	RFH-80

BLOQUE 3

RFH-0	SFT-40	PFH-80
SFT-160	SFT-0	RFH-20
SFT-20	RFH-10	SFT-10
RFH-160	RFH-40	SFT-80

BLOQUE 4

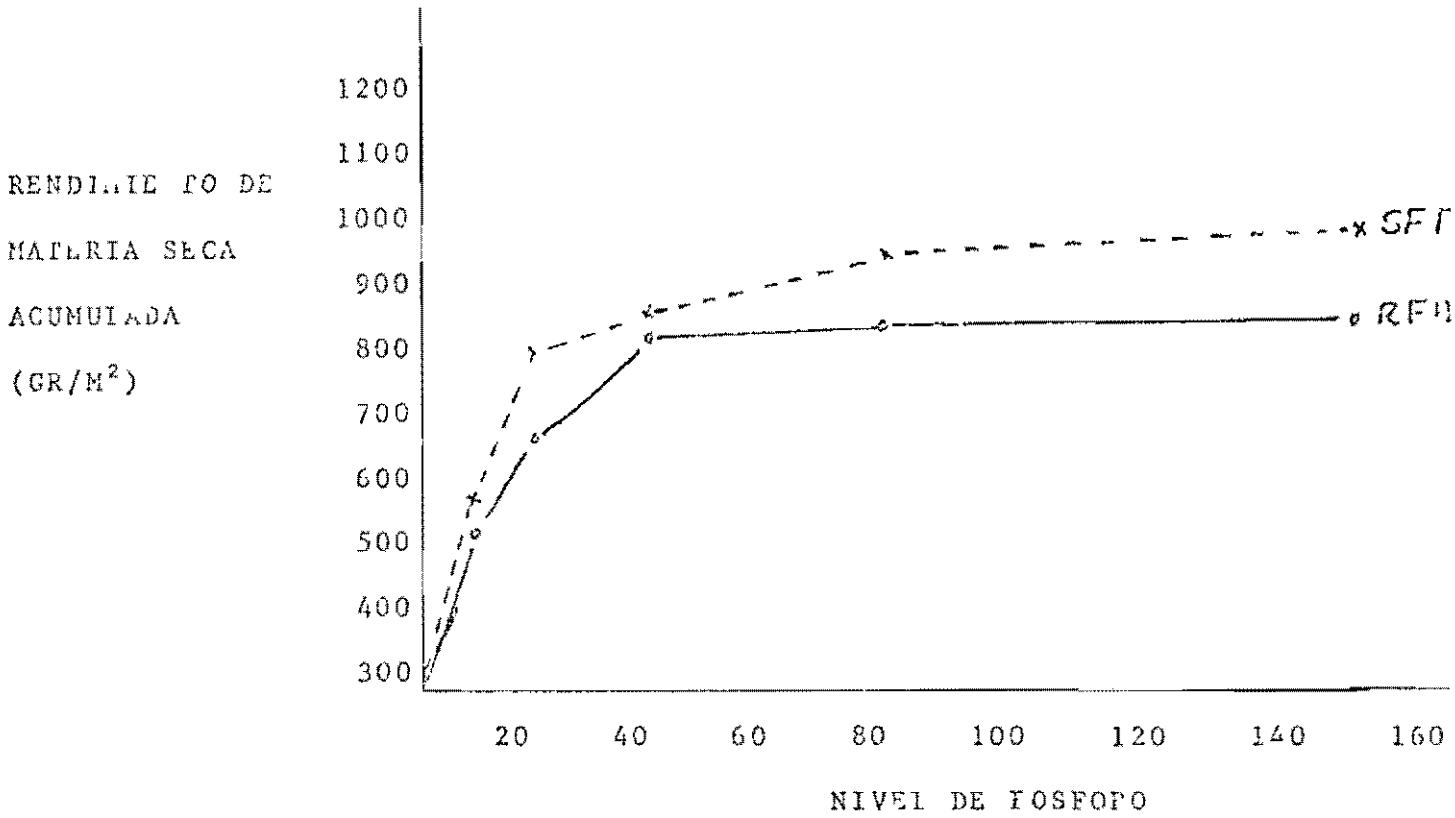
SFT-0	RTH-10	SFT-10
PFH-80	RFH-160	RTH-40
SFT-80	RFH-0	SFT-40
PFH-20	SFT-20	SFT-160

5 RENDIMIENTO ACUMULADO DE MATERIA SECA EN GR/M^2 POR TRATAMIENTO Y BLOQUE

No	TRATAMIENTO AGENTE	NIVEL	1	2	3	4	TOTAL $Y_{i.}$	PROMEDIO $\bar{Y}_{i.}$
1	RFH	0	325	314	364	326	1329	332
2	RFH	10	620	591	661	660	2532	633
3	RFH	20	804	884	839	814	3341	835
4	RFH	40	1087	1087	1078	960	4212	1053
5	RFH	80	1140	1045	1083	1018	4286	1072
6	RFH	160	1000	1170	1041	1078	4289	1072
7	SFT	0	298	341	308	300	1247	312
8	SFT	10	633	642	794	751	2820	705
9	SFT	20	990	1130	936	982	4038	1010
10	SFT	40	1071	1095	1086	1148	4400	1100
11	SFT	80	1138	1342	1199	1143	4822	1206
12	SFT	160	1291	1284	1171	1257	5003	1251
TOTAL			10397	10925	10560	10437	42319	
PROMEDIO			866 4	910 4	880 0	869 8	881 7	

6 ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE MATERIA SECA ACUMULADA (EN GR/M^2)

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	CM	FC	F 5%	F 1%
BLOQUES	3	14447	4815 7	1 43	2 99	4 47
TRATAMIENTOS	11	4514718	410428 9	121 93**	2 13	2 9
- FUENTES	1	114173	114173 0	33 92**	4 14	7 4.
- NIVELES	5	4338729	867745 8	257 80**	2 50	3 61
- FUENTES x NIVELES	5	61816	12363 2	3 67**	2 50	3 6
ERROR	33	111083	3366 0			
TOTAL(c)	47	4640248				



7 GRAFICA INTERACCION FUENTE x NIVEL DE FOSFORO

1 TITULO RESPUESTA DE BRACHIARIA Y ANDROPOGON CANANUS A 5 NIVELES DE P EN 4 SUELOS

2 TRATAMIENTOS

- GRAMINEA 2 → 1 = BRACHIARIA
  2 = ANDROPOGON

- FUENTES DE P 5 → 1 = SSF
  2 = RPH
  3 = TSP
  4 = RFP
  5 = RPR

- NIVEL DE P 4 → 1 = 0
  2 = 20
  3 = 40
  4 = 80

3 DISEÑO EXPERIMENTAL PARCELAS DIVIDIDAS

PARCELA PRINCIPAL GRAMINEA (2)

SUB-PARCELA FACTORIAL (5x4)
5 FUENTES DE P A 4 NIVELES
CADA UNA

No DE REPETICIONES 4

4 DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS EN EL CAMPO

REP 1

BRACH	SIF-0	RIH-40	RFP-0	RFH-80
	PFH-20	RFP-20	SIF-40	RIF-40
	RFP-40	FMI-0	RFH-0	FMF-80
	FMI-20	PFP-0	RFR-80	SFT-80
	PFP-80	SIT-20	FMI-40	RFR-20
ANDROP	RFH-0	SIT-0	RIH 20	RFR-20
	FMF-0	SIT-0	FMI-80	SFT-40
	SFF-20	RFR-0	RFH-80	RFR-40
	SFT-20	FMF-40	SFI-80	FMF-20
	FIR-80	RIH-40	SFT-80	SFT-40

Nota LA DISTRIBUCION DE LOS 15 TRATAMIENTOS DEL FACTORIAL (5x4) DE FUENTE X NIVEL SE HACE IGUALMENTE AL AZAR SOBRE LAS 2 SUB PARCELAS DE CADA UNA DE LAS OTRAS 3 REPLICACIONES

5 RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (GR/M^2) ACUMULADO SOBRE 3 CORTES DE DOS GRAMINEAS BRACHIARIA Y ANDROPOGON

BRACHIARIA

	0	20	40	80	PROMEDIO	DE
SET	1207	10365	10082	12647	8 575	5 044
RIH	0	8880	12590	11407	8 219	5 693
FMF	0	10690	10487	15052	9 057	6 397
RIP	0	6712	9570	10152	6 608	4 655
PER	0	9535	14545	14525	9 651	6 852
PROMEDIO	241	9 236	11 454	12 756	8 422	
DE	539	1 579	2 074	2 062		

ANDROPOGON

	0	20	40	80	PROMEDIO	DE
SET	4057	10720	12755	14627	10 539	4 607
RIH	4295	10665	10332	11205	9 099	3 227
FMF	4250	11900	11730	14205	10 521	4 330
RIP	4812	9405	9915	10580	8 628	2 592
REP	4180	12137	13167	14372	10 964	
PROMEDIO	4 318	10 965	11 519	12 997	9 950	
DE	289	1 099	1 516	1 940		

6 ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (Gr/m²) AGLOMERADO

FUENTES	g l	Fc		Ft 5%	Ft 1%
BLOQUES (R)	3	1 88	N S	9 28	29 46
GRANULOMETRIA (G)	1	3 98	N S	10 13	34 12
ERROR A (R x G)	3				
TRATAMIENTOS	19				
INTENSIDAD (I)	4	6 32	*	2 46	3 51
NIVEL (N)	3	208 13	*	2 70	3 98
I x N	12	1 96	N S	1 85	2 36
TRAT x G	19				
I x G	4	0 72	N S	2 46	3 51
N G	3	7 97	*	2 70	3 98
I x N x G	12	0 89	N S	1 85	2 36
ERROR B	144				
TOTAL	159				

4193

ENSAYOS INTERNACIONALES DE ADAPTACION DE ESPECIES FORRAJERAS

María Cristina Amézquita
Biometria
Febrero 13 de 1 979

ENSAYOS INTERNACIONALES DE ADAPTACION DE ESPECIES FORRAJERAS

RESPONSABLE Dr Luis Tergas

Sección de Adiestramiento y

Pruebas Regionales

OBJETIVO GENERAL

CONOCER, EN EL RANGO DE CONDICIONES ECOLOGICAS DEL AREA DE INTERES DEL PROGRAMA DE GANADO DE CARNE DEL CIAT, EL COMPORTAMIENTO DE VARIAS LEGUMINOSAS Y GRAMINEAS FORRAJERAS TROPICALES QUE HAN SIDO SELECCIONADAS POR MOSTRAR

1- ADAPTACION A SUELOS ACIDOS E INFERTILES

2- TOLERANCIA A ENFERMEDADES E INSECTOS

Y 3- NIVEL ADECUADO DE PRODUCCION DE FORRAJE EN EPOCA SECA BAJO CONDICIONES DE CORTE Y PASTOREO

SUB-OBJETIVOS

1 EVALUAR LA ADAPTACION DEL GERMOPLASMA SELECCIONADO COMO PROMISORIO EN DIFERENTES ECOSISTEMAS

2 DETERMINAR SU PRODUCTIVIDAD COMPARANDOLO CON ECOTIPOS COMERCIALES

NUMERO DE ENSAYOS ESTABLECIDOS 15

NUMERO DE ENSAYOS POR ESTABLECER 11

- ENSAYOS ESTABLECIDOS -

PAIS	LOCALIDAD	INSTITUCION	COLABORADOR	FECHA DE INICIACION
Bolivia	San Ignacio	CIAT	Gastón Sauma	Enero 18/78
Colombia	El Nus	ICA	Sigifrido Monsalve	Sept. 21/78
Colombia	La Libertad	ICA	Raúl Pérez	Julio 13/78
Colombia	Quilichao	CIAT	Gustavo A Urrea	Marzo 20/78
Ecuador	Sto Domingo	INIAP	Raúl Santillán	Feb 15/78
Nicaragua	Nueva Guinea	INTA	Dean Padgett	Julio 26/78
Perú	Tarapoto	Cría III Coperholta	Hans Schiere	Mayo 9/78
Perú	Pucallpa	IVITA	Victor Morales	Feb 28/78
Perú	Yurimaguas	N.C State Cría III	Dale Bandy	Mayo 9/78
Venezuela	Calabozo	FONAIAP-CIARLLACFN	Delia Escobar	Junio 12/78
Venezuela	Atapirire	IUTET	Oswaldo Parra	Junio 9/78
Venezuela	Uracoa	FUSAGRI	Nestor Tafur	Junio 13/78
Venezuela	Jusepín	UDO	Cesar Alcalá	Junio 1/78
Venezuela	El Tigre	CIARNO	Oswaldo Parra	Junio 8/78
Venezuela	Guachi	Universidad de Zulia	Iván Urdaneta	Junio 15/78

1 DISEÑO EXPERIMENTAL (COMUN A TODOS LOS SITIOS)

BLOQUES AL AZAR 3 BLOQUES Y 16 TRATAMIENTOS POR BLOQUE

2, TRATAMIENTOS 12 LEGUMINOSAS ASOCIADAS CON ANDROPOGON 621

+ 3 GRAMINEAS

+ 1 TESTIGO LOCAL

TOTAL 16

ECOTIPOS, INOCULANTES SELECCIONADOS Y TASA DE SIEMBRA RECOMENDADA

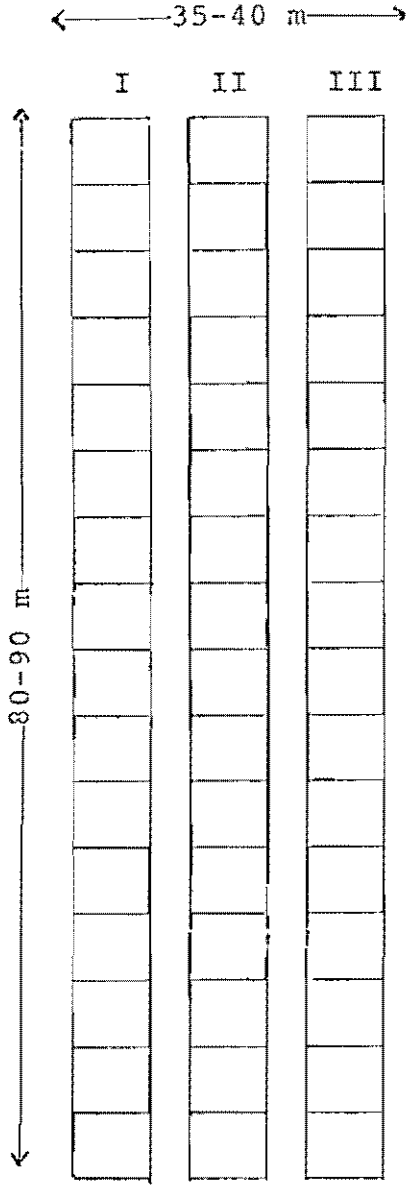
	LEGUMINOSAS		Raza	Semillas kg/ha	Semillas g/rep
1	Stylosanthes capitata	CIAT 1019	CIAT 71	6 0	30
2	S capitata	CIAT 1078	CIAT 71	6 0	30
3	S capitata	CIAT 1405	CIAT 71	6 0	30
4	S capitata	CIAT 1097	CIAT 71	6 0	30
5	S capitata (grupo)	CIAT 1315	CIAT 71	6 0	30
6	S guianensis	CIAT 136	CIAT 71	3 0	15
7	S hamata	CIAT 147	CIAT 71	10 0	50
8	Zornia sp	CIAT 728	CIAT 103	4 0	20
9	Desmodium ovalifolium	CIAT 350	CIAT 799	5 0	25
10	Macroptilium sp	CIAT 535	CIAT 318	4 0	20
11	Centrosema híbrido	CIAT 438	CIAT 590	10 0	50
12	Pueraria phaseoloides	CIAT 9900	CIAT 79	8 0	40
13					
14					
15					

	GRAMINEAS			
1	Brachiaria decumbens	CIAT 606	6 0	30
2	Andropogon gayanus	CIAT 621	10 0	50
3	Panicum maximum	Común	10 0	50
4				
5				

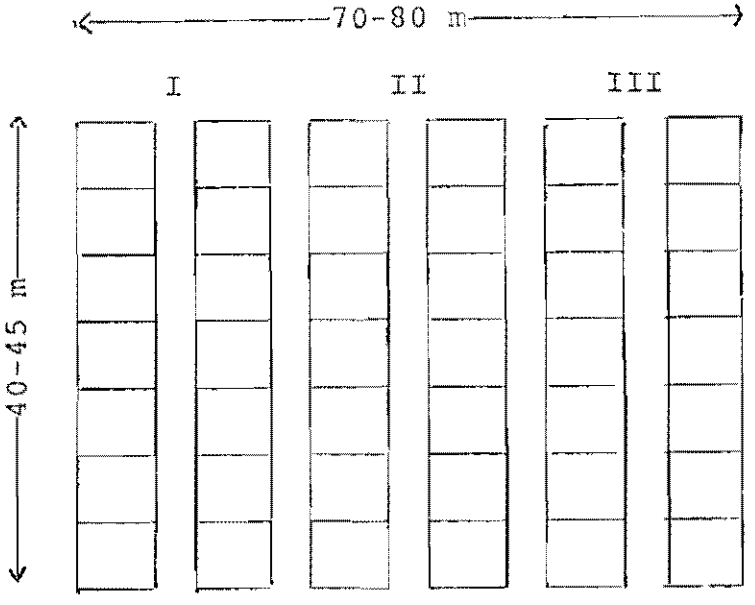
DISPOSICION DE TRATAMIENTOS EN EL CAMPO

POSIBLES DISEÑOS DE CAMPO

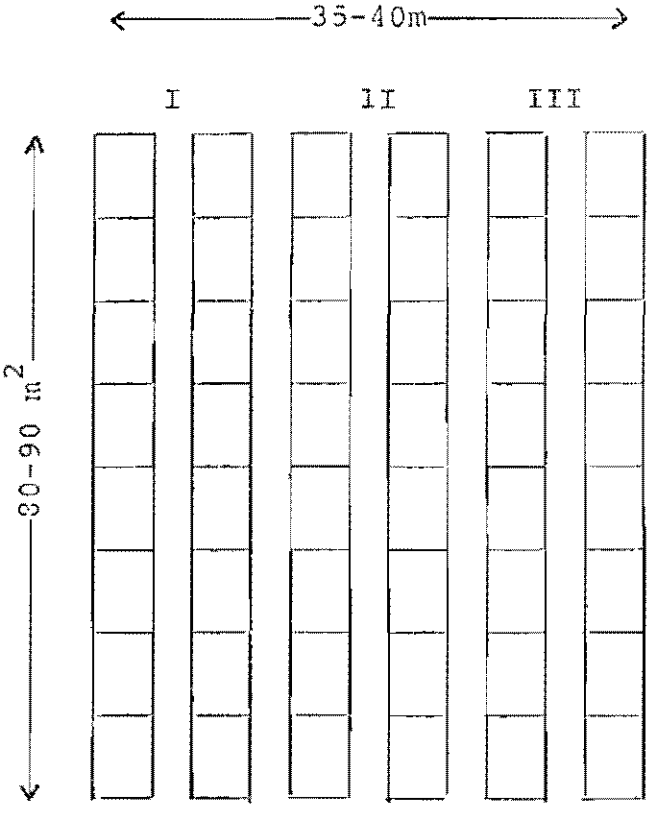
A



B



C



DATOS A TOMAR

1 EVALUACIONES CUALITATIVAS (escala 0-9)

- Vigor de planta
- Cobertura
- Producción de hojas
- Potencial de producción de semillas
- Resistencia a sequía
- Resistencia a enfermedades
- Resistencia a insectos
- Aceptación al pastoreo
- Síntomas de deficiencia

2 EVALUACIONES CUANTITATIVAS

- Número de plantulas por m^2
- Altura de planta (c m)
- Materia seca (gr/m^2)
- Tasa de crecimiento (Kg/ha/día)
- % de gramínea
- % de leguminosa
- Número de días entre siembra y floración

FORMATOS ACTUALES DE INTRODUCCION DE DATOS

No 1 Información general de la localidad

No 2 Información periodica sobre características de adaptación

No 3 Resumen general (Promedios generales para cada fecha de evaluación) sobre el FORMATO 2.

1 INFORMACION GENERAL DE LA LOCALIDAD

C I A T

COOPERACION INTERNACIONAL

PROGRAMA DE PASTOS TROPICALES

ENSAYOS REGIONALES DE ADAPTACION ESPECIES FORRAJERAS

PAIS ______________ INSTITUCION ______________ COLABORADOR ______________

LOCALIDAD ______________ LOCALIZACION ______________ ALTURA (s.n.m.) ______________

ECOSISTEMA ______________ ZONA DE VIDA ______________

CARACTERISTICAS METEOROLOGICAS

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total/o Promedio
Precipitacion mm													
Temperaturas °C													
Max													
Min													
Prom.													
Evapotranspiracion mm													

CARACTERISTICAS DE SUELO

	Textura				Densidad aparente g/cc	Agua disponible %
	% Arcilla	% Limo	% Arena	Clase		
Fisicos						

	pH	Mat. Org. %	P (Bray II) ppm	Cationes cambiables (meq/100 g) Ca	Mg	K	Na	Al	CIC	Saturacion % Bases	% Al
Quimicos											

CLASIFICACION ______________

2 [illegible]

[illegible] DE [illegible] IDENTIDAD [illegible] FORRAJERAS

FECHA_____

VERIFICADOR_____ ICOTIPOS

[illegible] (1)	I	I	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
[illegible]																								
[illegible]																								
[illegible]																								
[illegible]																								
[illegible]																								
[illegible]																								
[illegible]																								
[illegible]																								
[illegible] g/m^2																								
[illegible]																								
[illegible] (kg/ha)																								
[illegible] (g/m^2/día)																								
[illegible]																								
[illegible]																								
[illegible]																								
[illegible]																								
[illegible]																								
[illegible]																								

1 [illegible] (9-10) BUENO (7-8) REGULAR (5-6) [illegible] (3-4) [illegible] (1-2)

3 RESUMEN GENERAL

EVALUACION DE ADAPTACION Y PRODUCTIVIDAD DE ESPECIES FORRAJERAS

ESPECIE _____ No INTR _____

ECOTIPO O VAR _____ ORIGEN _____

FORMAS DE PROPAGACION _____ FECHA ESTABLECIM _____

CUALITATIVAS

Fechas Evaluación

CARACTERISTICAS										PROMEDIO
1 Vigor de planta										
2 Cobertura										
3 Prod hojas										
4 Pot Prod semillas										
5 Pos se seguía										
6 Resist enfermedades										
7 Resist insectos										
Promedios										

Escala Excelente (9-10), Bueno (7-8), Regular (5-6), Malo (3-4), Pesimo (1-2)

CUANTITATIVAS

Fechas Evaluación

CARACTERISTICAS										Total/o Pro
1 Plántulas/m^2										
2 Altura planta										
3 Mat seca (kg/m^2)										
4 Tasa creci (kg/m^2/día)										
5 Composición botánica										
% Gram										
% Leg										

OBSERVACIONES

Fechas floración _____

Síntomas deficiencias _____

Aceptación al pastoreo _____

FORMATOS NUEVOS

FORMATO 1 CARACTERISTICAS GENERALES DEL AMBIENTE

FORMATO 2 EVALUACION BI-MENSUAL SOBRE CARACTERISTICAS DE ADAPTACION

C I A T

COLABORACION INTERNACIONAL PROGRAMA DE G DE CAP E

ENSAYOS REGIONALES DE ADAPTACION DE ESPECIES FORRAJERAS

FORMATO 1 CARACTERISTICAS GENERALES DEL AMBIENTE

A GENERALIDADES

(Para efectos de Codificación)

		No de Tarjeta	Cols
1	ARCHIVO No	1	1-5
2	CODIGO DEL ENSAYO	1	2-5
3	PAIS	1	6-[illegible]
4	LOCALIDAD	1	16-[illegible]5
5	INSTITUCION	1	2[illegible]-35
6	ECOSISTEMA	1	3[illegible]-[illegible]
7	ZONA DE VIDA	1	[illegible]-55
8	LOCALIZACION	1	5[illegible]-65
9	ALTURA (mt s n m)	1	66-69
10	COLABORADOR	1	70-79

B CARACTERISTICAS METEOROLOGICAS A TRAVES DEL AÑO

(Reporte todos sus datos con 1 cifra decimal)

Archivo No	Código de Ensayo		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Noviembre	Diciembre	No de Tarjeta	Cols
		prec (mm)													2	1-70
		T max °C													3	1-70
		T min °C													4	1-70
		T [illegible]													5	1-70

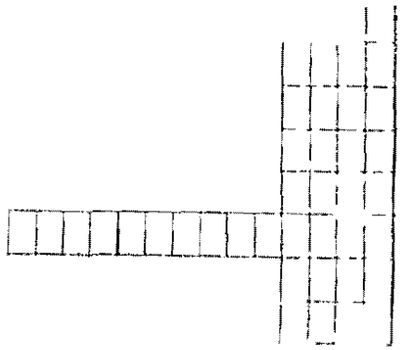
C CAP [illegible] O (P corte sus [illegible] con 1 [illegible])

[illegible]

	o DEL ARCHIVO	7	1
	CODIGO DEL ENSAYO	7	2-5
1	% DE ARCILLA	7	7-10
2	% DE LIMO	7	12-15
3	% DE ARENA	7	17-20
4	CLASE DE SUELO	7	22-35
5	DENSIDAD APARENTE (gr/cc)	7	37-40
6	% AGUA DISPONIBLE	7	42-45

QUIMICA

	No DEL ARCHIVO	8	1
	CODIGO DEL ENSAYO	8	3-6
1	Pd	8	8-11
2	% MATERIA ORGANICA	8	13-16
3	P (BRAY II Y F ppm)	8	18-21
4	CATIONES INTERCAMBIABLES DE CA (ME/100 gr)	8	23-26
5	" " " MG	8	28-31
6	" " " K	8	33-36
7	" " " Na	8	38-41
8	" " " Al	8	43-46
9	" " " CIC	8	48-51
10	% DE SATURACION DE BASES	8	52-56
11	% % DE SATURACION DE AR	8	58-61



C I A T

COLABORACION INTERNACIONAL PROGRAMA DE GRAD CARNE

- ENSAYOS INTERNACIONALES DE ADAPTACION DE ESPECIES FORRAJERAS -

FORMATO 2 DATOS BI-MENSUALES SOBRE CARACTERISTICAS DE ADAPTACION

PAIS _____ LOCALIDAD _____ INSTITUCION _____ MES _____ AÑO _____

COLABORADOR _____ CODIGO DEL ENSAYO _____ EVALUACION NO _____

FECHA DE ESTABLECIMIENTO _____

DATOS (utilice 3 paginas para cada evaluación 1 por replicación)

Nº del Archivo	Código del Ensayo	Replicación No.	Tratamiento No.	Identificación de la Variedad	Tipo de Variedad (C o L)	CARACT. CUALITATIVAS Escala 0-9: Vigor de Planta	Cobertura	Prod. de Hoja	Pot. Prod. Semilla	Pesos Sequía	Resis. Insect.	Resis. Insectos	CARACT. CUANTITATIVAS: No. de Plantulas por m²	Altura de Planta (cm) (1 cifra dec.)	Mat. Seca (Gr/m²) (Use 1 cifra dec.)	Tasa de Crecimiento (Kg/Ha/día) (1 Cifra dec.)	% de gramínea (Use 1 cifra decimal)	% Leguminosa (Use 1 C. Dec.)	No. de días entre Siembra y Flo	Adaptación al Pastoreo (Escala 0-9)	Intensidad de Acción (Escala 0-9)

S U E L O S

ANALISIS DEL TEJIDO DE LAS PLANTAS

ERRORES COSTOSOS QUE HAY QUE EVITAR

John E Bowen*

Los rendimientos máximos de un cultivo dependen del suministro equilibrado de los 16 nutrimentos básicos durante el ciclo del cultivo Frecuentemente se puede facilitar el logro de este equilibrio mediante el diagnóstico foliar o, más apropiadamente, el "análisis de tejidos de la planta", debido a que los tejidos foliares no siempre constituyen el mejor tejido indicador Muchos de nosotros hemos basado las tasas de aplicacion de fertilizante, durante muchos años, en los resultados del análisis de tejidos y consecuentemente hemos visto subir los rendimientos en forma significativa Sin embargo, pensemos por un momento en algunos aspectos relacionados con nuestras prácticas actuales ¿Estamos realmente obteniendo el máximo beneficio de esta técnica? ¿Quizás estos datos nos hacen desviar a veces? ¿Cuánto error humano estamos introduciendo, sin saberlo, en nuestros resultados? Si se usa correctamente, el análisis de tejidos puede aumentar los rendimientos substancialmente, pero existen ciertos factores negativos que pueden minar la eficacia de nuestros esfuerzos

Podemos pensar en el análisis de tejidos como en dos operaciones separadas a) muestreo de los campos de cultivo y preparación del material vegetal para el laboratorio, seguido por b) análisis químico del material vegetal Examinemos nuestros métodos para estar seguros de no dejar penetrar en nuestros resultados el error susceptible de evitar, el cual nos cuesta dinero en términos de menores rendimientos o fertilización excesiva En el proceso, revisaremos algunas de las reglas básicas que hay que aplicar para que cualquier programa de análisis de tejido vegetal tenga éxito con cualquier cultivo No debemos olvidar que estamos midiendo el éxito en términos del aumento en los rendimientos, tanto en cantidad como en calidad

---

* John E Bowen es profesor de Fisiología Vegetal en la Universidad de Hawaii, Hilo

Crops and Soils Magazine
Diciembre 1978

El paso más crítico en el éxito del control de cultivos mediante el análisis de tejidos es la selección de un tejido indicador para cada nutrimento La concentración de nutrimentos en el tejido indicador se debe correlacionar significativamente con la cantidad de ese mismo nutrimento que está disponible para la planta, así como con el rendimiento final del cultivo La variabilidad aleatoria en los niveles de nutrimentos de tejidos indicadores provenientes de distintas plantas de un campo debería ser mínima Idealmente, la concentración de nutrimentos en el tejido debería ser independiente de la edad de la planta de forma que cualquier discrepancia entre las concentraciones reales y críticas de nutrimentos pueda ser atribuída principalmente a la falta de disponibilidad de nutrimentos en el suelo Desafortunadamente, este último criterio no siempre se puede lograr, especialmente en el caso del nitrógeno y del potasio

Una concentración crítica de nutrimentos, o nivel, es la cantidad de ese mismo nutrimento que el tejido indicador debe contener a una edad y contenido de humedad específicos, si se quieren obtener los máximos rendimientos La expresión "disponibilidad de nutrimentos" debe discutirse porque una cantidad inadecuada de alguno de los elementos esenciales en el tejido indicador, con la reducción consecuente del crecimiento y del rendimiento, no significa necesariamente que la deficiencia del nutrimento se encuentre en el suelo Mejor, significa sencillamente que la planta no está absorbiendo ese nutrimento en cantidad suficiente Una razón obvia para ésto puede ciertamente ser una cantidad inadecuada del elemento en el suelo, pero ésta no es la única explicación posible Es posible que el elemento se encuentre en el suelo en una combinación química que la planta no puede utilizar, como sucede frecuentemente con el fósforo y el hierro El desarrollo radical deficiente causado por las enfermedades, nemátodos, insectos o toxicidades químicas también se puede manifestar por medio de una absorción de nutrimentos disminuída Por lo tanto, cuando el contenido de nutrimentos de los tejidos indicadores desciende bajo el nivel crítico, es necesario conocer las causas reales antes de aplicar acciones correctivas Las aplicaciones de fertilizantes en respuesta a los bajos niveles de nutrimentos resolverán frecuentemente el problema pero no siempre

Recolección de la Muestra

En el campo, el eslabón más débil en la cadena de procedimientos para el análisis de tejidos es la selección de las plantas para la muestra, tanto en lo concerniente a los sitios de las estaciones de muestreo como a las plantas individuales escogidas El uso de una técnica impropia en esta etapa significará que los análisis químicos subsiguientes y las recomendaciones en cuanto a fertilizantes serán inexactos El muestreo por lo tanto debe realizarse con gran cuidado y atención

Determinemos algunas pautas respecto a la selección de sitios Primero, la topografía, o terreno, constituye una de las principales determinantes Un campo uniforme requerirá menos sitios para la muestra que un campo escarpado con zonas pobremente drenadas y áreas rocosas Segundo, la combinación de variedades dentro un mismo campo necesita sitios múltiples de muestreo debido a las diferencias varietales en cuanto a la nutrición, y por lo tanto en los niveles críticos que se han observado en algunos cultivos, especialmente en la caña de azúcar Tercero, si la fecha de siembra difiere significativamente en distintas partes del campo, debe tomarse una muestra representativa de cada edad de las plantas Por último, aquellas áreas del campo que históricamente presentan un crecimiento pobre y bajos rendimientos, cualquiera sea la razón, deben muestrearse en forma separada Podríamos enunciar muchas otras variables que harían necesario un sitio separado de muestreo de menor área por sitio En vez de eso, diremos solamente que la selección de los sitios de muestreo debe ser realizada por un agrónomo experto que posea un conocimiento detallado del campo en cuestión

No resulta práctico ofrecer pautas respecto a la extensión que un sitio de muestreo puede representar, ya que las variables comprometidas son demasiadas Sin embargo, tal vez sea de valor mencionar que se considera común un sitio de muestreo por cada 25 acres (10 na) de caña de azúcar si el campo es uniforme Generalmente, los bordes del campo y las zanjas de riego se deben evitar al tomar muestras de tejido vegetal con el objeto de minimizar los inconvenientes originados por los efectos "laterales" que son tan familiares a los estadígrafos

Aunque existe cierto desacuerdo acerca de ésto se deben recoger las muestras vegetales dentro de las tres horas posteriores a la salida del sol

a fin de evitar las posibles fluctuaciones diurnas en cuanto a la humedad y la composición de nutrimentos Con frecuencia los niveles de nitrogeno, fósforo y potasio de los tejidos se correlacionan con el contenido de humedad de los mismos Debido a que el contenido de humedad muestra la tendencia a disminuir durante el día, los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio disminuirían en forma similar

La importancia práctica de la recolección de muestras temprano en la mañana no ha sido evaluada suficientemente a nivel experimental para comprobar su necesidad Pero para estar seguros, el muestreo debe continuar haciéndose temprano en el día, hasta que se compruebe que esta práctica es innecesaria Si se preveé una demora prolongada entre el momento de la toma de muestras y el regreso de los tejidos al laboratorio para las determinaciones del peso fresco, el material cortado debe ser sellado en bolsas de plástico a fin de retardar la pérdida de humedad

Preparación de la Muestra

Una vez que el material vegetal ha sido cortado, éste debe limpiarse, secarse y prepararse para el análisis químico Estos pasos también involucran numerosos inconvenientes Primeramente se eliminan los contaminantes superficiales, tales como tierra y polvo, sacudiendo la muestra

Enseguida, es necesario limpiarla Uno de los métodos consiste en lavar rápidamente la muestra en agua corriente frotando suavemente a fin de desprender todas las películas adheridas a la superficie y luego pasar la muestra a través de una solución jabonosa no fosfatada La importancia del uso de un jabón no fosfatado es obvia si se desea analizar el contenido de fósforo en una forma precisa Finalmente el tejido se enjuaga en agua destilada y se seca con papel secante

Actualmente, el mejor método para la limpieza superficial de tejidos es objeto de un amplio debate entre los analistas de tejidos Las recomendaciones varían desde el proceso de lavado ya descrito al cepillado de las muestras individualmente con un cepillo de pelo de camello, hasta la limpieza con un trapo húmedo Probablemente las muestras de diferentes cultivos se comportan de distinta forma respecto a ésto Sin embargo, en el caso de la piña, la caña de azúcar y los cítricos, el lavado elimina de un 20 a un

60% más de hierro y cobre de las muestras previamente limpiadas con un trapo Esto indica claramente que la limpieza con trapo por sí sola es bastante ineficaz para eliminar el polvo y otros contaminantes de la superficie

La no eliminación del polvo de la tierra y de los residuos de pesticidas probablemente tenga poco efecto en las concentraciones aparentes de macronutrientes en el material vegetal, pero los micronutrientes pueden presentar niveles anormalmente altos

Por otra parte, el lavado excesivo puede constituir también un factor de error en el caso del potasio y de otros nutrimentos altamente solubles que pueden filtrarse del tejido Para cada cultivo y cada tejido indicador se debe determinar experimentalmente el régimen de lavado más apropiado, el cual debe adoptarse luego como un procedimiento de rutina Las pérdidas causadas por la filtración de elementos de las vainas foliares de la caña de azúcar y de las hojas de la piña son generalmente menores al 2% bajo el régimen de lavado descrito previamente

Los materiales vegetales deben secarse rápidamente después de recogidas las muestras a fin de minimizar los cambios físicos y bioquímicos que podrían afectar la exactitud de nuestros resultados Por ejemplo, la respiración continúa en las muestras de tejidos después de haber sido cortadas de la planta hasta que se secan Debido a que las enzimas respiratorias convierten los azúcares a dióxido de carbono y agua, el no secamiento rápido de las muestras puede ocasionar una pérdida en el peso y en el contenido de azúcar de las mismas También se altera el metabolismo proteínico en las muestras recolectadas Esto puede ocasionar lecturas falsas del contenido de nitrógeno

Las temperaturas de secamiento deben ser lo suficientemente altas para destruir las enzimas pero no tan altas que puedan causar la pérdida de tejido quemándolo o chamuscándolo Generalmente se satisfacen estos dos criterios si se seca durante la noche en horno alto a 65-70°C Es poco probable que se elimine toda la humedad aún en estas condiciones, por lo tanto el "peso seco" de nuestras muestras no es realmente lo que se quiere expresar Algo de agua queda ya que es muy difícil — si no es imposible — eliminarla toda sin destruir parte del tejido con el elevado calor Por lo tanto, aunque no estemos secando las muestras en una forma completa, es de esperar

que las estemos secando a un contenido constante de humedad Sin embargo, continuaremos llamando "seco" al tejido a fin de evitar una innecesaria confusión

Comienzo de las Evaluaciones

Esto no es el final de nuestros problemas porque el tejido seco debe molerse finalmente y luego pasar a través de un tamíz de malla 20 En parte ésto se hace para facilitar la manipulacion pero, más importante, para proporcionar una mayor uniformidad al eliminar la variabilidad entre las plantas de la muestra Este paso usualmente no ofrece problemas importantes si el agrónomo solamente está interesado en los macronutrimentos, por ejemplo, nitrógeno, fosforo, potasio, calcio y magnesio Sin embargo, si se va a realizar una evaluación de los micronutrimentos, el técnico debe permanecer alerta a la posibilidad de contaminación proveniente del molino en sí Piensen que podría ocasionar a nuestro análisis de hierro una minúscula partícula de óxido de hierro La forma más fácil, y se admite, la más costosa es usar un molino de acero inoxidable Debido a que éste puede resultar prohibido por su alto costo, algunos sencillamente muelen el tejido disecado con las manos Esta última técnica es adecuada pero no ideal porque una sub-muestra al azar para el análisis químico es más difícil de obtener cuando el tejido no ha sido finamente molido

El material finamente molido se puede almacenar durante varias semanas, aunque difícil de comprender por qué motivos se justificaría hacer ésto ya que generalmente los resultados se necesitan inmediatamente Sin embargo, si se va a almacenar el material, ésto debe hacerse en condiciones estériles, refrigerado, o congelado para evitar los cambios microbianos en el material vegetal Después de un almacenamiento prolongado es necesario volver a secar el tejido puesto que ha absorbido humedad atmosférica durante el almacenamiento Finalmente, se pesa y analiza una sub-muestra — generalmente un gramo Los cultivadores pueden demostrar tendencia a descartar o minimizar la importancia de una o más de estas fuentes de error, ya que asumen que cualquier intento de resolver el problema puede ser aun más oneroso que el mismo error que se pretende corregir Pongamos ésto en la perspectiva adecuada, sin embargo Los errores en la recolección de muestras y en la preparación para el análisis son acumulativos y pueden

causar un error total de 10 a varios cientos en el porcentaje del resultado final Errores de este calibre resultan costosos al reducir los rendimientos o causar una innecesaria fertilización La economía inflacionaria de hoy hace esencial que las prácticas de cultivo se orienten a la máxima producción al mínimo costo El análisis de tejidos, si se utiliza apropiadamente, constituye un medio hacia este fin

PARTES DE LA PLANTA PARA LAS MUESTRAS

HORTALIZAS		
ETAPA DEL CRECIMIENTO	PARTE DE LA PLANTA QUE SE DEBE TOMAR PARA LA MUESTRA	No DE PLANTAS QUE SE DEBE TOMAR PARA LA MUESTRA
Papa		
Antes o durante floración temprana	5a a 6a hoja desde el ápice vegetativo	20-30
Coles (repollo, etc)		
Antes del encabezamiento	Primeras hojas maduras desde el centro del verticilo	10-20
Tomate (campo)		
Antes o durante floración temprana	3a a 4a hoja desde el ápice vegetativo	20-25
Tomate (invernadero)		
Antes o durante establecimiento de los frutos	1 Plantas jóvenes, hojas adyacentes al 2o y 3er racimos	20-25
	2 Plantas viejas, hojas del 4o al 6o racimos	20-25
Fríjol		
1 Retoños (menos de 12 pulgadas)	Toda la parte aérea	20 30
2 Antes o durante floracion inicial	2 ó 3 hojas completamente desarrolladas de la parte superior de la planta	20-30
Raíces (zanahorias, cebolla, remolacha)		
Antes del ensanchamiento de raíces o bulbos	Hojas maduras centrales	20-30
Apio		
Crecimiento medio (12-15 pulgadas de altura)	Pecíolos de la hoja madura más joven	15-30
Hojas (lechuga, espinaca, etc)		
Crecimiento medio	Hoja madura más joven	35-55

2
PARTES DE LA PLANTA PARA LAS MUESTRAS (Cont)

HORTALIZAS		
ETAPA DEL CRECIMIENTO	PARTE DE LA PLANTA QUE SE DEBE TOMAR PARA LA MUESTRA	No DE PLANTAS QUE SE DEBE TOMAR PARA LA MUESTRA
Alverjas		
Antes o durante floración inicial	Hojas del 3er nudo desde la parte superior de la planta	30-60
Maíz dulce		
1 Antes del desarrollo de la espiga	Toda la hoja madura situada por debajo del verticilo	
2 Durante el desarrollo de la espiga	Toda la hoja del nudo de la mazorca	20-30
Melones (melón de agua, cohombro, etc)		
Etapas tempranas del crecimiento antes del establecimiento del fruto	Hojas maduras cerca de la porción basal de la planta en el tallo principal	20-30

FRUTOS Y NUECES		
ETAPA DEL CRECIMIENTO	PARTE DE LA PLANTA QUE SE DEBE TOMAR PARA LA MUESTRA	No DE PLANTAS QUE SE DEBE TOMAR PARA LA MUESTRA
Manzana, albaricoque, almendra, durazno, pera, cereza		
Media estación	Hojas cercanas a la base del crecimiento del año o de espolones	50-100
Fresa		
Media Estación	Las hojas maduras más jóvenes completamente expandidas	50-75
Pacana		
Seis a ocho semanas después de la floración	Hojas de los brotes terminales, pares de la mitad de la hoja	30-45
Nogal		
Seis a ocho semanas de la floración	Pares de hojuelas intermedias de brotes maduros	30-35

3
PARTES DE LA PLANTA PARA LAS MUESTRAS (Cont)

ETAPA DE CRECIMIENTO	PARTE DE LA PLANTA QUE SE DEBE TOMAR PARA LA MUESTRA	No DE PLANTAS QUE SE DEBE TOMAR PARA LA MUESTRA
FRUTOS Y NUECES		
Limón, lima		
Media estación	Hojas maduras del último crecimiento de los terminales no fructíferos	20-30
Naranja		
Media estación	Hojas del ciclo de primavera, de cuatro a siete meses, de los terminales fructíferos	20-30
Uva		
Fin del período de floración	Pecíolos de las hojas adyacentes a los racimos	60-100
Frambuesa		
Media estación	Hojas maduras más jóveres en laterales o cañas "primos"	20-40
CULTIVOS DE CAMPO		
ETAPA DE CRECIMIENTO	**PARTE DE LA PLANTA QUE SE DEBE TOMAR PARA LA MUESTRA**	**No DE PLANTAS QUE SE DEBE TOMAR PARA LA MUESTRA**
Maíz		
1 Retoños (menos de 12")	Toda la parte aérea	20-30
2 Antes del desarrollo de espigas	Toda la hoja completamente desarrollada bajo el verticilo	15 25
3 De la aparición de la espiga y floracion hasta la aparición de hebras No se recomienda recoger muestras después de la aparición de hebras	Toda la hoja en el nudo de la mazorca, sobre ésta o debajo de ella	15-25
Soya		
1 Retoños (menos de 12 pulg)	Toda la parte aérea	20-30
2 Antes o durante la floración	Dos o tres hojas complet desarrolladas de la parte superior de la planta	20-30

4
PARTES DE LA PLANTA PARA LAS MUESTRAS (Cont)

CULTIVOS DE CAMPO		
ETAPA DE CRECIMIENTO	PARTE DE LA PLANTA QUE SE DEBE TOMAR PARA LA MUESTRA	No DE PLANTAS QUE SE DEBE TOMAR PARA LA MUESTRA
No se recomienda recoger muestras después de la aparición de vainas		
Granos pequeños (arroz incluído)		
1 Retoños (menos de 12")	Toda la parte aérea	50-100
2 Antes del espigamiento	Las cuatro hojas superiores	50-100
No se recomienda recoger muestras después del espigamiento		
Heno y especies forrajeras (gramíneas)		
Antes del espigamiento o en la etapa óptima de mejor calidad de forraje	Las cuatro hojas superiores	40-50
Alfalfa		
Antes de la décima parte de la etapa de floración	Láminas foliares maduras a aproximadamente 1/3 hacia abajo desde la parte superior de la planta	40-50
Trébol y otras leguminosas		
Antes de la floración	Laminillas foliares maduras aproximadamente 1/3 hacia abajo desde la parte superior de la planta	40-50
Remolacha		
Media estación	Hojas completamente expandidas y maduras situadas en el punto equidistante entre las hojas centrales más jóvenes y el verticilo foliar exterior más viejo	30-40
Tabaco		
Antes de la floración	Hoja superior completamente desarrollada	8-12

5
PARTES DE LA PLANTA PARA LAS MUESTRAS (Cont)

CULTIVOS DE CAMPO		
ETAPA DE CRECIMIENTO	PARTE DE LA PLANTA QUE SE DEBE TOMAR PARA LA MUESTRA	No DE PLANTAS QUE SE DEBE TOMAR PARA LA MUESTRA
Sorgo - millo		
Antes de o durante la capitación	Segunda hoja desde la parte superior de la planta	15-25
Caña de Azúcar		
Hasta cuatro meses de edad	3a ó 4a hoja completamente desarrollada desde la parte superior de la planta	15-25
Maní		
Antes o durante la floración	Hojas maduras tanto del tallo principal como de una rama lateral cotiledonal	40-50
Algodón		
Antes o durante la primera floración o a la aparición de los primeros cuadros	Hojas maduras más jóvenes del tallo principal	30-40

ORNAMENTALES Y FLORES		
ETAPA DE CRECIMIENTO	PARTE DE LA PLANTA QUE SE DEBE TOMAR PARA LA MUESTRA	No DE PLANTAS QUE SE DEBE TOMAR PARA LA MUESTRA
Arboles ornamentales		
Crecimiento del año	Hojas completamente desarrolladas	30-100
Arbustos ornamentales		
Crecimiento del año	Hojas completamente desarrolladas	30-100
Cesped		
Durante la estación normal de crecimiento	Laminillas foliares Corte manual para evitar contaminación con tierra y otros materiales	de material
Rosas		
Durante la produccion de flores	Hojas superiores en el tallo florecido	20-30

6
PARTES DE LA PLANTA PARA LAS MUESTRAS (Cont)

ORNAMENTALES Y FLORES		
ETAPA DE CRECIMIENTO	PARTE DE LA PLANTA QUE SE DEBE TOMAR PARA LA MUESTRA	No DE PLANTAS QUE SE DEBE TOMAR PARA LA MUESTRA
Crisantemos		
Antes o durante la floración	Hojas superiores en el tallo florecido	20-30
Claveles		
1 Plantas no presionadas	4o ó 5o par de hojas desde la base de la planta	20-30
2 Plantas presionadas	5o y 6o par de hojas desde la parte superior de los laterales primarios	20-30
Euphorbia pulcherrima (poinsettia)		
Antes o durante la floración	Hojas completamente expandidas de maduración más reciente	15-20

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS SOBRE NUTRICION MINERAL EN FORRAJES Y QUIMICA DE SUELOS TROPICALES

1 Pearson, R W (1975) Soil acidity and liming in the humid tropics Cornell University, Ithaca, New York 66p

2 Smith, I W (1977) Role of plant chemistry in the diagnosis of nutrient disorders in tropical legumes (Copia disponible para Xerox en sección Suelos-Nutrición Plantas)

3 Nutrition of Tropical and Subtropical Pastures (1973) Series of bibliographies Agency for International Development Washington, D C U S A 38 p

3a Shaw N H and Bryan W W (eds) (1976) Tropical pasture research Principles and methods Alden Prer, Oxford, Great Britain 454 p

4 Dollinger I (1963) Minor elements and their effects on the growth and chemical composition of herbage plants Common Wealth Agricultural Bureaux, Hurley, Berkshire 89 p

5 Boyer, J (1973) O potassio nos solos tropicais Informacoes Agronomicas, Instituto Internacional da Potasa, Bonfy Franca

6 Mays D A (ed) (1974) Forage Fertilization American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin 621 p

7 Wright, M J (ed) (1976) Plant adaptation to mineral stress in problem soils Cornell University, Ithaca 420 p

8 Brown, J C , Ambler, J E Chaney, R L and Foy, C D (1972) Differential responses of plant genotypes to micronutrients In "Micronutrients in Agriculture" J J Mortvedt P M Giordino, and W L Lindsay (Eds)pp 389-418 (Soi Sci Soc Am , Madison, Wisconsin)

9 Andrew, C S (1977) The effect of sulphur on the growth, sulphur and nitrogen concentration , and critical sulphur concentrations of some tropical and temperate pasture legumes Aust J Agric Res 28 807-820

10 Andrew, C S and Hegarty, M P (1 969) Comparative responses to manganese excess of eight tropical and four temperate pasture legume species
Aust J Agric Res 20 687-696

11 Andrew, C S Johnson, A D and Sandland, R L (1 973) Effect of aluminum on the growth and chemical composition of some tropical and temperate pasture legumes
Aust J Agric Rcs 24 325-339

12 Andrew, C S and Robins, M F (1 969a) The effect of phosphorus on the growth and chemical composition of some tropical pasture legumes I Growth and critical percentages of phosphorus
Aust J Agric Res 20 664-674

13 Andrew, C S and Robins, M F (1 969b) The effect of phosphorus on the growth and chemical composition of some tropical pasture legumes II Nitrogen, calcium, potassium and sodium contents
Aust J Agric Res 20 675-685

14 Johansen, C , Kerridge, P C , Tuck P E , Cook, B G , Lowe, K F and Ostrowski, H (1 977) The residual effect of molybdenum fertilizer on growth of tropical pasture legumes in a subtropical environment
Aust J Exp Agric Anim Husb 17 961-968

15 Playne, M J (1 970) The sodium concentration in some tropical pasture species with reference to animal requirements
Aust J Exp Agric Anim Husb 10 32-35

16 Sánchez, P A (1 976) Properties and management of soils in the tropics John Wiley and Sons, New York, London, Sydney, Toronto

17 Foy, C D (1 974 a) Effects of aluminum on plant growth In E W Carson (ed), The plant root and its environment, pp 601-642, Univ Press of Va , box 3608, Univ Station, Charlottesville, Va

18 Foy, C D (1 974 b) Effects of soil calcium on plant growth In E V Carson (ed), The plant root and its environment pp 565-600, Univ Press of Va , Box 3608 Univ Station, Charlottesville, Va

19 Foy, C D , and J C Brown (1 964) Toxic factors in acid soils II Differential aluminum tolerance of plant species Soil Sci Soc Amer Proc 28 27-32

20 Kamprath, E J (1 970) Exchangeable aluminum as a criterion for liming leached mineral soils Soil Sci Soc Amer Proc 34 252-254

21 Kamprath, E J , and C D Foy (1 972) Lime fertilizer-plant interactions in acid soils In R A Olsen, et al (ed) Fert Tech and Use, Second Edition, pp 105-151, Soil Sci Soc Amer , Madison, Wis

22 McLean, E O (1 976) Chemistry of soil aluminum Comm Soil Sci and Pl Anal 7 619-636

23 Olmos, I L J , e Marcello N Camargo (1 976) Ocorrencia de aluminio toxico nos solos do Brasil, sua caracterizacao e distribuicao Ciencia e Cultura 28 171-180

24 Shoop, G J , C R Brooks, R E Blaser, and C W Thomas (1 961) Differential responses of grasses and legumes to liming and phosphorus fertilization Agron J 53 111-115

25 Simon, A , F V Craddock, and W A Hudson (1 974) The development of manganese toxicity in pasture legumes under extreme climatic conditions Plant and Soil 41 179-180

26 Woolhouse, H W (1 969) Differences in the properties of the acid phosphates of plant roots and their significance in the evolution of edaphic ecotypes In I H Rorison et al (ed) Ecological aspects of the mineral nutrition of plants Blackwell Scientific Publications, Oxford Brit Ecol Soc Symp 9 357 380

27 Brown, J C , J E Ambler, R L Chaney, and C D Foy (1 972) Differential responses of plant genotypes to micronutrients p 389-418 In J J Mort vedt, et al (ed) Micronutrients in agriculture Soil Sci Soc Amer , Madison, Wis

28 Clarkson, D T (1 969) Metabolic aspects of aluminun toxicity and some possible mechanisms for resistance Symp British Ecol No 9 p 381-397 In I H Porison, et al (ed) Ecological aspects of the mineral nutrition of plants Blackswell Scientific Publ , Oxford and Edinburgh

29 Andrew, C S (1 965) Mineral nutrition of sub-tropical pasture species J Aust Inst Agric Sci 31, 3-10

30 Andrew, C S (1 968) Problems in the use of chemical analyses for diagnosis of plant nutrient disorders J Aust Inst Agric Sci 34, 154-62

31 Andrew, C S and Robins, M F (1 969 b) The effect of potassium on the growth and chemical composition of some tropical and temperate pasture legumes I Growth and critical percentages of potassium Aust J Agric Res 20, 999-1007

32 Andrew, C S and Robins, M F (1 971) The effect of phosphorus on the growth, chemical composition, and critical phosphorus percentages of some tropical pasture grasses Aust J Agric Res 22, 693-706

33 Bar Akiva, A (1 971) Functional aspects of mineral nutrients in use for the evaluation of plant nutrient requirement In " Recent Advances in Plant Nutrition' (Ed R M Samish) Proceedings of the Sixth International Colloquium on Plant Analysis and Fertilizer Problems Vol 1 115 142

34 Bates, T E (1 971) Factors affecting critical nutrient concentrations in plants and their evaluation a review Soil Sci 112, 116-30

34 Bieleski, R L (1 971) Enzyme changes in plants following changes in their mineral nutrition In "Recent Advances in Plant Nutrition" (R M Samish, Ed) Proceedings of the Sixth International Colloquium on Plant Analysis and Fertilizer Problems Vol 1 143-153

35 Bouma, D , and Dowling E J (1976) The relationship between the phosphorus status of subterranean clover plants and the dry weight responses of detached leaves in solution with and without phosphate
Aust J Agric Res 27, 53-62

36 Dijkshoorn, W , and Van Wijk, A L (1 976) The sulphur requirements of plants as evidenced by the sulphur-nitrogen ratio in the organic matter a review of published data Plant Soil 26, 129-57

37 Fisher, M J (1 970) The effects of superphosphate on the growth and development of Townsville stylo (Stylosanthes humilis) in pure ungrazed swards at Katherine, N T
Aust J Exp Agric Anim Husb 10, 716-24

38 Hylton, L D , Ulrich, A , and Cornelius, D R (1 965) Comparison of nitrogen constituents as indicators of the nitrogen of Italian ryegrass, and relation of top to root growth
Crop Sci 5, 21-22

39 Johansen, C (1 976) Concentrations of nutrient elements in parts of siratro as affected by phosphorus supply and plant age
Commun Soil Sci Plant Anal 7, 527-45

40 Macy, P (1 936) The quantitative mineral nutrient requirements of plants Pl Physiol 2, 749-64

41 Reuther, W Ed (1 961) "Plant Analysis and Fertilizer Problems" American Society of Biological Sciences Washington D C)

42 Robinson, P J and Jones R K (1 977) The effect of phosphorus and sulphur fertilization on the growth and distribution of dry matter, nitrogen, phosphorus , and sulphur in Townsville stylo (Stylosanthes humilis)
Aust J Agric Res 23, 633-40

43 Samish, R M , Ed (1 971) Recent Advances in Plant Nutrition (Gordon Breach Science Publications Inc New York, N Y)

44 Smith, F W (1 974) The effect of sodium on potassium nutrition and ionic relations in rhodes grass Aust J Agric Res 25, 407-14

45 Smith, F W (1 975) Tissue testing for assessing the phosphorus status of green panic, buffel grass and setaria Aust J Exp Agric Anim Husb 15, 383-90

46 Smith, F W , and Dolby, G R (1 977) Derivation of diagnostic indices for assessing the sulphur status of Panicum maximum var Trichoglume Commun Soil Sci Plant Anal 8, 221-40

47 Smith, P F (1 962) Mineral analysis of plant tissues Ann Rev Pl Physiol 13, 81-108

48 Spencer, K , Jones, M B and Ficney, J R (1 977) Diagnostic indices for sulphur status of subterranean clover Aust J Agric Res 28, 401-12

49 Steenbjerg, F (1 951) Yield curves and chemical plant analyses Plant Soil 3, 97-109

50 Sumner, M E (1 974) An evaluation of Beaufil's physiological diagnosis technique for determining the nutrient requirement of crops In "Plant Analysis and Fertilizer Problems", Ed J Wehrmann pp 437-446 (German Society of Plant Nutrition Hanno er)

51 Sumner, M E (1 977 a) Use of the DRIS system in foliar diagnosis of crops at high yield levels Commun Soil Sci Plant Anal 8, 251-68

52 Terman, G L (1 973) Comments on yield nutrient concentration relationships in plants Agron J 65, 1011-12

53 Terman, G L and Nelson, L A (1 976) Comments on use of multiple regression in plant analysis interpretation Agron J 68, 148-50

54 Ulrich, A (1 942) Nitrate content of grape leaf petioles as an indicator of the nitrogen status of the plant Am Soc Hort Sci Proc 41 713-18

55 Ulrich, A (1 945) Critical phosphorus and potassium levels in ladino clover Proc Soil Sci Am 10, 150-61

56 Ulrich, A (1 952) Physiological bases for assessing the nutritional requirements of plants Ann Rev Pl Physiol 3, 207-28

57 Ulrich, A (1 968) Sulphur nutrition of Italian ryegrass measured by growth and mineral content Plant Soil 29, 274-84

58 Ulrich, A , and Hilss, F J (1 976) Principles and practices of plant analysis in "Soil Tests and Plant Analysis", Part II (Soil Sci Soc Amer Special Pub No 2) pp 11-24

59 White, R E , and Haydock, K P (1 970) Phosphate concentration in strato as a guide to its phosphate status in the field Aust J Exp Agric Anim Husb 10, 426-30

60 Williams, R F (1 955) Redistribution of mineral elements during development Ann Rev Pl Physiol 6, 25-42

0157

ALTERNATIVAS AL SISTEMA DE AGRICULTURA MIGRATORIA EN AMERICA LATINA

Pedro A Sanchez

Centro Internacional de Agricultura Tropical

Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia

ALTERNATIVAS AL SISTEMA DE AGRICULTURA MIGRATORIA EN AMERICA LATINA*

Pedro A Sánchez**

La agricultura migratoria es un sistema de uso de la tierra que se practica en un área inmensa del trópico americano aproximadamente 720 millones de hectáreas o sea el 49% del área total del hemisferio comprendido entre los trópicos de Cáncer y Capricornio (Figura 1) Este sistema predomina en las zonas menos pobladas, tales como los bosques húmedos tropicales y en terrenos empinados o marginales cerca de zonas más pobladas Aunque conocida por varios nombres en América Latina (milpa, conuco, roza, chacra, monte, etc), la agricultura migratoria es sinónimo del campesinado pobre y de baja productividad por hectarea

Existen alternativas para mejorar o eliminar este sistema? Hasta hace poco el consenso era de que no existían alternativas realistas, económicas y ecológicamente factibles (Miller 1967, Watters 1971, Tosi 1974, Goodland e Irwin 1975) Una serie de proyectos experimentales y comerciales recientes, sin embargo, demuestran que existen no una sino varias alternativas prometedoras de explotación agropecuaria continua en los trópicos húmedos americanos en donde actualmente predomina la agricultura migratoria

---

* Trabajo presentado ante la Reunión sobre Manejo, Conservación de Suelos y Agricultura Migratoria en América Latina, patrocinada por FAO/SIDA, Lima, Perú, Octubre 5, 1977

** Especialista en Suelos y Coordinador del Programa Ganado de Carne, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia y Profesor Asociado de Ciencias de Suelo, Universidad Estatal de Carolina del Norte, U S A

Antes de discutir alternativas, hay que conocer bien el sistema que se desea cambiar, tanto sus ventajas como sus desventajas El propósito de este trabajo es resumir a grandes rasgos el estado actual de la agricultura migratoria en este hemisferio y describir algunos de los nuevos sistemas de uso continuo de la tierra recientemente desarrollados

AGRICULTURA MIGRATORIA TRADICIONAL

La agricultura migratoria es considerada por muchos como el sistema más primitivo de agricultura y como un fenómeno netamente tropical Aunque existe variación considerable, las características principales del sistema son muy similares, así como las condiciones bajo las cuales se practica actualmente en el trópico y se practicaba en las regiones templadas

La agricultura migratoria ha sido definida por Watters (1971) como un sistema de uso de la tierra caracterizado por la rotación de campos en vez de cultivos, por el desmonte manual y quema, seguido de cultivos por 1 a 3 años y por períodos de descanso, en donde la mano de obra es la principal fuente de energía y donde el arado y los fertilizantes raramente se usan

El caso típico consiste en el desmonte de 1 a 3 hectareas de bosque virgen o secundario con hacha y machete, durante las épocas de menos lluvias y quemas antes de que comience el invierno Sin más preparación de terreno, los agricultores siembran cultivos como maíz, arroz, yuca y otros, abriendo huecos en el suelo con palos conocidos como "espeques" o "tacarpos" Normalmente se siembran a la vez dos o más cultivos en forma intercalada El único abono que reciben proviene del contenido mineral de las cenizas Se

practica un control de malezas manual o a veces químico durante los primeros meses Después de uno o dos años de cultivos, el terreno es abandonado, el bosque rebrota y crece por un período de 4 a 20 años antes de reanudarse el ciclo (Sánchez, 1973) Cada año el agricultor repite esta práctica en un terreno diferente, utilizando un total de 5 a 10 hectareas de bosque en varios estados de recuperación por cada hectarea bajo cultivo

Otras descripciones de este sistema en América Latina han sido publicadas por Popenoe (1960), Cowgill (1962), Conklin (1963), Haney (1968), Snedaker y Gamble (1969), Watters (1971), Harris (1971), Sánchez y Nureña (1972), Scott (1975) y Kirby (1976) Estos estudios indican que la agricultura migratoria se practica en todo tipo de suelos, de ácidos a calcáreos y bajo regímenes de lluvia de 750 a 7500 mm anuales

Por medio de encuestas se ha demostrado que el agricultor abandona su chacra cuando la experiencia le indica que la próxima cosecha rendirá menos de la mitad que la anterior (Cowgill 1962, Watters 1971) La Figura 2 indica que esto puede suceder en uno o varios años. Generalmente, el descenso de rendimiento es más lento en suelos de más alta saturación de bases, lo cual puede verse en dicha figura al comparar los suelos de orden Mollisol, Alfisol y Ultisol Algunos cultivos son más tolerantes que otros en la reducción de rendimiento Esto puede apreciarse al comparar arroz de secano, yuca, pasto guinea y una rotación de arroz-maíz-soya en el suelo Ultisol de pH 4 en la Figura 2

Las causas principales de la reducción de rendimiento son la pérdida

de fertilidad natural del suelo después del desmonte y quema, y la invasión de malezas En general, la pérdida de fertilidad es el factor principal en suelos ácidos y la invasión de malezas, en suelos más fértiles (Sánchez 1976) En donde se practica la agricultura migratoria en forma tradicional, otros factores tales como la deterioración de las propiedades físicas del suelo, ataques de enfermedades o plagas y erosión no se consideran importantes (Popenoe 1960, Watters 1971, Sánchez 1973, 1976)

Es importante recalcar que el descenso de productividad en suelos sin abonar y mal desyerbados no es un problema solamente del trópico húmedo Con la excepción de unos pocos suelos de muy alta fertilidad, esta situación ocurre también en la zona templada En Estados Unidos y Europa la agricultura migratoria también era el sistema predominante hasta cuando se pudo mejorar la fertilidad de los suelos mediante aplicaciones de abonos orgánicos o químicos (Greenland 1974)

El sistema de agricultura migratoria tradicional tampoco es tan primitivo como aparenta a primera vista Los estudios detallados de Watters (1971) en América Latina y de Nye y Greenland (1960) en Africa demuestran que el agricultor utiliza conceptos bastante avanzados en manejo de suelos, en combinaciones de cultivos y en su recurso más limitante la mano de obra de su familia Un análisis reciente efectuado por Greenland y Herrera (1977) indica que el agricultor migratorio tradicional produce 16 calorías de alimento por cada caloría de mano de obra, mientras que el agricultor altamente tecnificado de los Estados Unidos produce sólo 3 calorías de alimento por cada caloría de petróleo que utiliza en maquinaria y abonos Un análisis realizado con

agricultores migratorios de varios países del mundo, incluyendo Venezuela, indica que estos sistemas son económicamente rentables (Debasi-Schweng, 1974)

La agricultura migratoria tradicional, por lo tanto, es un sistema eficiente en términos del uso de recursos escasos (mano de obra y no tierra), permite el abastecimiento nutritivo de la familia al nivel de subsistencia o poca comercialización en forma estable y mantiene el equilibrio ecológico del bosque sin causar erosión u otro daño al medio ambiente La gran desventaja es que no permite elevar el nivel de vida en forma considerable, ni permite un aumento fuerte en la producción por hectárea En el Perú, por ejemplo, el agricultor de la selva necesita alrededor de 60 hectareas, incluyendo aquéllas en rebrote de bosque, para producir la misma cantidad de arroz al año (6 toneladas) que el arrocero costeño altamente tecnificado produce en una hectarea

AGRICULTURA MIGRATORIA EN DESEQUILIBRIO

La agricultura migratoria tradicional está desapareciendo rápidamente en muchas regiones de América Tropical debido a las intensas presiones demográficas en las zonas andinas, el nordeste brasileño y los grandes centros urbanos que causan la migración de colonos a la selva y regiones afines Tarde o temprano estos colonos, que desconocen el medio, se ven forzados a practicar agricultura migratoria al no poder controlar la pérdida de fertilidad y el vigoroso rebrote del bosque, ya sea en pequeñas extensiones o en grandes áreas desmontadas por maquinaria Sin embargo, cuando la densidad demográfica

aumenta a más de 25 habitantes/km^2, el sistema de agricultura migratoria pierde su equilibrio y se destruye (Hauck 1974)

Esto está ocurriendo actualmente a lo largo de las nuevas carreteras en la Amazonía, sus ciudades y pueblos, y en zonas de explotación petrolera o minera En estos casos la relación de años cultivos a años descanso se estrecha, no dando tiempo a que el bosque se restablezca bien, entonces los rendimientos bajan y la erosión tiene lugar a veces en proporciones alarmantes (Watters 1971, Tosi 1974)

Sin embargo, los países tropicales necesitan aumentar drásticamente su área cultivada, para abastecer de alimentos a su población en los años futuros La presión para hacer esto en áreas que están actualmente bajo agricultura migratoria es tremenda McKenzie (1974) ha calculado que el 86% de los aumentos de área cultivada o en pastos, programados para el período 1962-1985 en Brasil, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela, provendrán de la Selva Amazónica, con un total de 35 millones de hectareas

Es en estas condiciones en donde se necesitan alternativas Recientemente, algunos investigadores de la América Latina han demostrado que hay varias alternativas productivas y ecológicamente beneficiosas A continuación se presentan los resultados más salientes de estos nuevos sistemas basados en proyectos experimentales y comerciales que se están llevando a cabo en la Amazonía Existen también otros proyectos interesantes en marcha, pero los resultados no están disponibles al momento

CARACTERIZACION DE LOS SUELOS

Alvim (1976) señaló que los dos factores limitantes más importantes para una agricultura continua en los trópicos húmedos de América Latina son la baja fertilidad nativa del suelo y la alta precipitación pluvial Afortunadamente, ha habido un incremento muy considerable de estudios de reconocimiento y clasificación de suelos amazónicos en los últimos años * Además, el mapa mundial de suelos (FAO-UNESCO 1971) ha puesto la información disponible hasta esa fecha en una nomenclatura común, permitiendo una comparación más facil entre países Suplementando los trabajos de caracterización y de reconocimiento, se están efectuando interpretaciones de imágenes de satélite Landsat y de radar (Proyecto RADAM) en gran parte de la Amazonía sudamericana (Hammond 1977) Toda esta actividad permite una estimación cuantitativa de la extensión geográfica de los suelos principales, sus propiedades físicas y químicas, y su aptitud para diferentes tipos de uso Es posible, entonces, indicar qué suelos son aptos para la agricultura intensiva, el pastoreo, cultivos permanentes, forestales y aquellos que mejor deben permanecer en su estado actual

Tradicionalmente se ha considerado que los suelos del trópico húmedo después de ser desmontados se convierten en piedras de laterita inservible (Gourú 1961, McNeil 1964, Goodland e Irwin 1975) Este punto merece descartarse rápidamente ya que ha sido ampliamente exagerado en la literatura científica (Sánchez y Buol 1975) El mapa mundial

* Por ejemplo, en Brasil Sombroek 1966, IPEAN 1972, Falesi 1972, EMBRAPA 1975, Camargo y Falesi 1975 En Colombia Benavides 1973, Guerrero 1975 En Perú Zamora 1972, 1975, Sánchez y Buol 1974, Tyler 1975 En Bolivia Cochrane 1973

de suelos de Suramérica (FAO-UNESCO 1971) señala la presencia de suelos con plintita (Acrisoles Plínticos) en sólo 38 5 millones de hectareas en las zonas boscosas tropicales húmedas del continente Esta cifra representa el 5% del área total que se encuentra predominantemente bajo agricultura migratoria La plintita es un material que al endurecerse se convierte en laterita, pero antes de que esto suceda tiene que estar expuesto al medio ambiente En los Acrisoles Plínticos, este material existe en el subsuelo y no se endurece a menos que la capa arable sea removida por erosión Debido a que estos suelos ocupan topografías planas y mal drenadas en su mayoría, las probabilidades de erosión son escasas Es una pena que no hubiera más laterita en la Amazonía, tal como existen en las sabanas suramericanas, debido a que éste es un material de construcción muy bueno para carreteras de bajo costo

El Cuadro 1 provee un estimativo de la distribución de suelos bajo bosques húmedos tropicales en América del Sur, incluyendo la Amazonía y otras zonas Debido a que el mapa para Centro América, México y el Caribe (FAO-UNESCO 1975) no indica la vegetación de las unidades de mapeo, no ha sido posible incluír esta región Este cuadro indica que el 87% de los suelos pertenecen a los órdenes Oxisol y Ultisol Estos son suelos bien drenados, de excelentes propiedades físicas pero de muy baja fertilidad natural Información más reciente sugiere que los Oxisoles predominan en áreas afectadas por los escudos de Guayana y de Brasil, mientras que los Ultisoles son los suelos principales en la cuenca geológica del Amazonas Ambos son los suelos rojos o amarillentos típicos de las zonas bien drenadas o tierra firme En su gran

mayoría tienen un pH bajo, alta saturación de aluminio, baja saturación de bases y baja capacidad de intercambio catiónico Poco después del desmonte y quema, presentan deficiencias de la mayoría de los elementos nutritivos, especialmente de fósforo La capacidad de fijación de este elemento es alta cuando la capa superficial es arcillosa Los Ultisoles con capa superficial arenosa son susceptibles a la compactación y erosión

Aproximadamente el 6% del área es ocupada por suelos aluviales mal drenados (Gleysoles o Aquepts) a lo largo de los grandes ríos Estos suelos llamados "várzeas" en Brasil son generalmente de alta fertilidad pero susceptibles a inundaciones También se incluyen en este grupo los suelos pantanosos o "aguajales" del Perú con baja fertilidad natural y zonas similares en la Amazonía venezolana

Lo más interesante de este cuadro es la extensión de 16 millones de hectareas de Alfisoles, la cual incluye 9 millones de hectareas de suelos clasificados como Nitosoles Eútricos, llamados Terra Roxa Estruturada en Brasil Estos suelos aunque ocupan solamente el 2 3% del área, son de gran importancia debido a su alta fertilidad natural El descubrimiento de manchas de Terra Roxa en la carretera Transamazónica y en el Territorio de Rondônia en Brasil ha provocado un fuerte desarrollo agrícola a base de cultivos de cacao (Falesi 1972, Alvim 1976) Estos suelos también se encuentran en extensiones considerables en el Oriente Ecuatoriano, la Selva Alta del Perú y en Surinam La Figura 3 ilustra las diferencias de fertilidad natural entre estos Alfisoles y los Ultisoles y Oxisoles más comunes

Otros suelos con buen potencial agrícola incluyen 6 millones de hectareas de suelos aluviales bien drenados (Fluvisoles), la gran mayoría de los cuales están ya en producción, pequeñas extensiones de Andosoles en Ecuador y Colombia y de Vertisoles en Perú y Brasil El área total de suelos bien drenados de alta o moderada fertilidad natural en bosques húmedos tropicales de Sur América suma 24 millones de hectareas, o sea, un 3 4% del total

El Cuadro 1 también indica una extensión considerable de suelos pésimos 17 millones de hectareas de Litosoles (suelos poco profundos) principalmente en zonas onduladas y 6 millones de hectareas de suelos sumamente arenosos, los cuales incluyen los llamados Podzoles gigantes del trópico Ambos tipos de suelos deben permanecer en su estado natural

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA CONTINUA EN ULTISOLES YURIMAGUAS

En 1972 se inició un proyecto de manejo de suelos tropicales en Yurimaguas, Perú, conducido por el Ministerio de Alimentación del Perú y la Universidad Estatal de Carolina del Norte El objetivo es desarrollar alternativas para la agricultura migratoria en Ultisoles bien drenados, bajo una precipitación anual de 2000 mm, sin estación seca marcada y en un área donde la presión demográfica ha comenzado a desequilibrar el sistema tradicional de agricultura migratoria Los resultados (North Carolina State University 1973, 1974, 1975, 1976, Sánchez y otros 1974) indican que los componentes principales de un sistema de producción agrícola continuo son (1) método correcto de desmonte del bosque, (2) corrección de la pérdida de la fertilidad

del suelo después del desmonte, (3) mantenimiento de las propiedades físicas del suelo, y (4) determinación de las mejores rotaciones en monocultivos o sistemas de cultivos múltiples

Métodos de Desmonte

El éxito o fracaso de cultivos continuos en estas regiones depende en gran parte de la primera operación el desmonte de la selva En Yurimaguas, se compararon dos métodos, el desmonte tradicional que consiste en las operaciones de rozo, tumba, picacheo y quema, con el desmonte mecanizado usando, en este caso, un bulldozer Caterpillar D6 equipado con una cuchilla normal, ambos en un bosque secundario de 17 años de edad en suelo cuyas propiedades se describen en el Cuadro 2 Ambos terrenos fueron sembrados con varios cultivos durante dos años después de desmontados

Los resultados tomados de Seubert, Sánchez y Valverde (1977) aparecen en el Cuadro 3, en el cual se presenta el promedio de 8 cosechas de cultivos anuales y 6 cortes de forraje a tres niveles de fertilización Cuando no se aplicó ningún abono, las parcelas desmontadas por bulldozer rindieron alrededor de 1/3 de las desmontadas por rozo, tumba y quema Cuando se aplicó nitrógeno, fósforo y potasio, el desmonte con bulldozer produjo la mitad del rendimiento producido con rozo, tumba y quema Cuando ambos terrenos recibieron suficiente cal para neutralizar el aluminio intercambiable más nitrógeno, fósforo y potasio, la producción después del desmonte con bulldozer fue de aproximadamente 80% de la obtenida después del rozo, tumba y quema Por lo tanto, el desmonte con bulldozer bajó la producción considerablemente, pero las diferencias entre ambos sistemas disminuyó a medida que se

intensificó la fertilización

El Cuadro 3 también indica que se obtuvieron muy buenos rendimientos de arroz secano, maíz, soya, yuca y forraje con fertilización adecuada El efecto negativo del desmonte mecanizado fue más fuerte en arroz, maíz y soya que en yuca y Panicum maximum. Un análisis económico completo de los costos y beneficios de los primeros 17 meses después de desmontar, durante los cuales se produjeron tres cosechas de arroz secano, mostró una ganancia promedio de US$648/ha con el sistema de rozo, tumba y quema, y una pérdida promedio de US$66/ha cuando se desmontó mecánicamente (Seubert y otros 1977)

Estas diferencias se debieron a tres factores 1) El valor de la ceniza como abono, 2) una compactación fuerte del terreno causada por el bulldozer, y 3) una más rápida baja de la fertilidad del suelo cuando se desmonta por bulldozer El Cuadro 4 muestra un análisis de la ceniza y material chamuscado después de la quema, el cual añadió al suelo aproximadamente 67 kg N/ha, 14 kg P_2O_5/ha, 47 kg K_2O/ha, el equivalente a 240 kg/ha de cal dolomítica y cantidades considerables de micronutrientes Esto resultó en una mayor disponibilidad de nutrientes y mayor rendimiento a los tres niveles de fertilización en las parcelas quemadas

Esta cantidad de nutrientes es menor que la aportada cuando se queman bosques húmedos tropicales en zonas donde hay una estación seca fuerte, o cuando el suelo es de alta fertilidad natural Por ejemplo, Brinkmann y Nascemento (1973) obtuvieron valores algo más altos en Oxisoles y Ultisoles

de Manaus, Brasil donde hay una estación seca bien pronunciada En Alfisoles de Nigeria con pH arriba de 6, las cenizas llegan a contribuír con una cantidad excesiva de cal que eleva el pH de la superficie a 8 y causa problemas de micronutrientes (Lal y otros 1975)

Volviendo al caso de Yurimaguas, el desmonte mecanizado causó una severa compactación del suelo La Figura 4 indica que las tasas de infiltración del suelo bajaron a 1/20 en relación al desmonte manual Esta diferencia también fue evidente a los 11 meses después del desmonte Este Ultisol arenoso es muy susceptible a la compactación por maquinaria pesada Además el bulldozer removió parte de la capa superficial del suelo de las partes más altas a las más bajas al arrastrar árboles Van der Weert (1974) en Surinam y Lal (1974)en Nigeria también obtuvieron datos similares

Control de la Fertilidad del Suelo

Los cambios químicos del suelo después del desmonte están afectados profundamente por el sistema de desmonte La Figura 5 muestra estos cambios durante los 10 primeros meses después del desmonte en Yurimaguas La quema aumentó fuertemente la cantidad de calcio, magnesio y potasio intercambiables y de fósforo disponible, disminuyó la saturación de aluminio a niveles no tóxicos y retardó la tasa de descomposición de materia orgánica Cuando se desmontó el mismo suelo con bulldozer sin quemar, no hubo aumento de bases intercambiables ni cambios en saturación de aluminio, mientras que el fósforo y potasio disponibles se mantuvieron por debajo de los niveles críticos Estas diferencias se deben directamente al contenido de calcio,

magnesio, potasio y fósforo de la ceniza El atraso en la descomposición de materia orgánica, observado en el sistema de tumba y quema, probablemente se debe al mantenimiento de una capa protectora de material vegetal parcialmente quemado y ramas pequeñas, el cual mantuvo la temperatura del suelo más baja Además, se registró un aumento enorme en la cantidad de nitrógeno inorgánico, el cual llegó al nivel de 84 kg N/ha en los primeros 50 cm después del desmonte, pero bajó rápidamente a los niveles originales durante los primeros 10 meses (Seubert y otros 1977)

Todos estos cambios proporcionaron un ambiente excelente para la primera siembra después de la quema En la Figura 1 se nota que se produjo 2 9 ton/ha de arroz secano y 18 6 ton/ha de yuca sin abonamiento alguno Entre uno y dos años después del desmonte, los tenores de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio bajaron a los niveles medidos antes del desmonte, así mismo, los tenores de aluminio intercambiable aumentaron también a los niveles originales (North Carolina State University 1975) Aunque los mecanismos responsables de estos cambios no han sido identificados, se supone que la intensa lixiviación es la causa principal de la pérdida de nutrientes y que la descomposición rápida de materia orgánica haya producido suficientes compuestos ácidos que disuelven el aluminio de las arcillas

Sin fertilización los rendimientos bajaron fuertemente con el tiempo Cuando se sembraron dos cultivos de arroz secano al año, la segunda cosecha rindió el 53% de la primera, la cuarta sólo el 33% y la sexta, cero La segunda cosecha de yuca, sembrada dos años después de desmontar, rindió la mitad de la primera La producción total de granos en una rotación anual de arroz,

maíz y soya produjo en el tercer año solamente el 13% de lo que produjo en el primer año Estos datos justifican la práctica tradicional de abandonar estos suelos al rebrote del bosque después de una cosecha de arroz y otra de yuca

Las investigaciones en Yurimaguas entonces se enfocaron hacia cómo contrarrestar este efecto Los análisis de suelos iniciales sugirieron añadir una aplicación basal de 3 5 ton/ha de cal para neutralizar el aluminio intercambiable, 100 kg P/ha como superfosfato simple para suministrar un efecto residual fuerte de fósforo y añadir azufre, 0 5 kg/ha de B y Mo para eliminar deficiencias de estos micronutrientes Esto fue suplementado por una aplicación de 80-60-95 kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O a cada siembra El comportamiento de la rotación anual de arroz-maíz-soya durante los tres primeros años se ilustra en la Figura 6

Esta gráfica demuestra la esperada ausencia de respuesta a fertilización en la primera siembra después del desmonte, seguida por una fuerte respuesta Después de la cuarta cosecha los rendimientos empezaron a bajar pese a la fertilización fuerte Se encontró que esto fue consecuencia de un efecto residual demasiado corto de la cal usada, aumento en aluminio intercambiable, deficiencias evidentes de nitrógeno, fósforo y potasio y compactación del suelo (North Carolina State University 1975, 1976)

En experimentos satélites se determinaron las nuevas dosis necesarias (Cuadro 5) Esta nueva estrategia, combinada con coberturas (mulches) para controlar la compactación del suelo, resolvió el problema aumentando los rendimientos drásticamente como lo indican las dos últimas cosechas de la

Figura 6 El análisis económico de esta rotación anual aparece en el Cuadro 5 Las nuevas dosis de fertilización, aunque altas, son muy rentables produciendo 9 8 ton/ha de granos al año y una ganancia neta de US$1539/ha, con un retorno de 2 6 soles por cada sol invertido en fertilización

Estos resultados indican que el cultivo continuo e intensivo no solamente es factible sino altamente rentable en Ultisoles de la Selva Amazónica cuando la pérdida de fertilidad se corrige Es también una buena lección observar el corto tiempo de validez de las recomendaciones iniciales de abonamiento Esto hace hincapié en la necesidad de investigaciones a largo plazo cuando se trata de un sistema tan dinámico como éste

Control de las Propiedades Físicas del Suelo

Después de un año del desmonte, todas las tierras cultivadas en forma continua en Yurimaguas comenzaron a dar muestras de compactación del suelo El impacto de lluvias intensas y las prácticas culturales fueron los factores responsables En algunos casos se observó erosión laminar pese a que el terreno es plano Los penetrómetros indicaron que la resistencia de los 3 cm superiores del suelo aumentó de 0 3 kg/cm^2 después de arar, a más de 3 0 kg/cm^2 a los 44 días después de sembrar soya (North Carolina State University 1975) La solución para este problema consiste en mantener la superficie del suelo protegida, ya sea por coberturas (mulches) o por cultivos intercalados

El Cuadro 6 muestra el efecto dramático de la aplicación de coberturas y su interacción con niveles de fertilización en un suelo que fue desmontado y quemado 9 meses antes y sembrado cinco veces consecutivas Se muestran

los rendimientos obtenidos sin fertilización, en relación con los obtenidos bajo fertilización intensa (120 kg N/ha, 73 kg K_2O/ha por cosecha, 4 ton/ha de cal y 50 kg P_2O_5/ha por año) pero sin coberturas Este cuadro demuestra que usando coberturas de kudzu (Pueraria phaseoloides) sin fertilización se produjo un promedio del 80% del rendimiento máximo Las coberturas de kudzu resultaron en un mejoramiento marcado de las propiedades físicas del suelo la densidad aparente disminuyó de 1 29 a 1 15 g/cc, la resistencia al penetrómetro de 2 4 a 1 1 kg/cm^2, la temperatura del suelo disminuyó en 2°C en los 10 cm superiores durante días calientes, la pérdida de agua durante períodos secos también disminuyó y, además, hubo menos problemas de malezas (North Carolina State University 1975)

Estas sencillas prácticas aseguran que se mantenga el suelo en buenas condiciones físicas y así se evita la compactación y la erosión

Secuencias de Cultivos

Una vez que se tumba un bosque, la tierra debe mantenerse en continua producción para justificar la inversión en fertilizantes y otros insumos, así como para impedir la erosión Los estudios en Yurimaguas han proporcionado datos valiosos sobre cuáles son los cultivos más aptos y su manejo a diferentes niveles de inversión, ya sea en monocultivos o en sistemas intercalados Esta información será presentada por el Dr Bandy en esta reunión

SISTEMAS DE PRODUCCION PECUARIA PUCALLPA

El ganado de carne probablemente es el producto más importante de la selva Esto es lógico al considerar que los insumos para su producción son

bajos (pastos mejorados, sales mineralizadas, cercos, etc) en relación al alto valor del producto por unidad de peso (carne) y al hecho de que el ganado se autoalimenta, autoreproduce y se autotransporta si es necesario Debido a la ausencia de tripanosomiasis en América Latina, existe la gran ventaja de poder tener ganadería en las zonas boscosas actualmente dedicadas a la agricultura migratoria, una alternativa que no poseen los trópicos húmedos de Africa Debido a esto, la ganadería de carne se está desarrollando rápidamente en la Selva Amazónica Durante los últimos 10 años más de 2 millones de hectareas de praderas mejoradas se han establecido en la Amazonía de Brasil, Perú, Ecuador y Colombia, de acuerdo con informes de Serrão y Neto (1975), Santhirasegaram (1975) y Kirby (1976) La gran mayoría de estas praderas pierden su productividad rapidamente, especialmente cuando se desmontan grandes áreas con bulldozers y también por la falta de leguminosas persistentes, así como de prácticas de fertilización de praderas y manejo animal adecuados

Pese a estos factores limitantes, existen praderas de Panicum maximum establecidas después de la tumba y quema, que han mantenido una capacidad de carga de un animal por hectárea por más de 20 años sin fertilización (Sánchez 1973, Serrão y Neto 1975, Kirby 1976) Las que este autor ha visto en Yurimaguas presentan una buena población de leguminosas nativas y recibían un control de rebrote de bosque periódico así como un buen manejo en general

Bajo condiciones de manejo bastante extensivo los Oxisoles y Ultisoles llegan a producir alrededor de 100 kg/ha de aumento de peso vivo anual, o

sea 5 veces más que las sabanas nativas como los Llanos o el Cerrado, las cuales producen un promedio de 20 kg/ha al año Esto se debe a la ausencia de una estación seca bien marcada en los trópicos húmedos

Partiendo de esta base, el potencial ganadero de la Selva es enorme, sobre todo si se pueden desarrollar mezclas de gramíneas y leguminosas persistentes, ya que los problemas de salud animal son de importancia secundaria siempre que se use ganado de raza Cebú El trabajo más completo de este tipo lo está realizando el Instituto Veterinario de Investigación del Trópico y Altura en Pucallpa, Perú, en Ultisoles cuyas propiedades se ilustran en el Cuadro 1 y bajo una precipitación anual de 1500 mm Los resultados han sido resumidos por Santhirasegaram (1975 a,b, 1976) e IVITA (1976)

El Cuadro 7 resume los resultados más sobresalientes Cuando se estableció una pradera de pasto yaragua (Hyparrhenia rufa) sin fertilización, se obtuvo un aumento de peso vivo anual de 79 kg/ha Cuando esta gramínea fue asociada con una leguminosa, kudzu (Pueraria phaseoloides), pero sin recibir fertilizantes, los aumentos de peso vivo se incrementaron pero la tasa de reproducción de las novillas fue muy baja Cuando la mezcla de gramíneas y leguminosas recibió 44 kg P_2O_5/ha en forma de superfosfato una vez al año, la producción de carne subió a 159 kg/ha pero la tasa de reproducción se mantuvo baja Cuando los animales recibieron suplementación mineral directamente además del pastoreo en potrero de gramínea/leguminosa fertilizado, la producción de carne subió a 350 kg/ha con una tasa de reproducción del 80% Un análisis más reciente de Santhirasegaram (1976) indica que las praderas de gramíneas y leguminosas debidamente abonadas y con suplementación

mineral al animal, son capaces de mantener una capacidad de carga de 2 4 unidades animales por hectárea, lo que produce un 18% de ganancias por la inversión Si se usan solamente gramíneas, la capacidad de carga baja a la mitad y la tasa de ganancia se reduce al 0 9%

El problema sigue siendo la persistencia de estas praderas Un informe subsiguiente (IVITA 1976) indica que las mezclas de gramíneas y leguminosas bajan de productividad con el tiempo debido a compactación de los suelos Ultisoles por las pezuñas del ganado, la presencia de enfermedades en las leguminosas y probablemente deficiencias de nutrientes no proporcionados por el superfosfato simple Una alternativa propuesta es arar estas praderas, sembrar cultivos y abonarlos fuertemente por uno o dos años y repetir el ciclo otra vez (IVITA, 1976)

El potrero en cierto grado puede sustituír al bosque como barbecho para "descansar" el suelo entre cultivos, con la gran diferencia de que al mismo tiempo se está produciendo un producto alimenticio de alto valor En las selvas húmedas del trópico Australiano se sabe que las praderas de gramíneas y leguminosas cuando son bien manejadas, mantienen las condiciones químicas de los Ultisoles al igual que el bosque (Bruce 1965), existen también algunos indicios de que lo mismo ocurre en nuestra Amazonía (Alvim 1976) Esto presupone siempre un buen manejo de los animales, ya que el sobrepastoreo puede resultar en lo opuesto, con fuertes pérdidas por erosión

SISTEMAS DE PRODUCCION DE CULTIVOS PERENNES Y FORESTALES BRASIL

Los árboles de interés económico tienen la ventaja de poder simular mejor el bosque húmedo tropical y al estar éste bien establecido poseer su propio reciclaje de nutrientes El uso de plantaciones de especies puras ya ha llegado al nivel comercial, con resultados impresionantes en la Amazonía brasileña (Cuadro 8) El cacao, aunque bien adaptado a la selva, requiere altas dosis de fertilización para producir buenos rendimientos en Oxisoles y Ultisoles Sin embargo, en Alfisoles encontrados en partes de la carretera Transamazónica y en Rondônia, se llega a producir de 1 5 a 2 0 ton/ha anualmente de frutos La palma aceitera tiene requerimientos nutricionales más bajos y en una plantación de 1500 hectareas cerca de Belém, se produjo un promedio de 20 ton/ha de frutos o 4 ton/ha de aceite, en suelos Oxisoles Alvim (1976) también informa que durante los ocho años pasados se han sembrado 55,000 hectareas de Gmelina arborea y 25,000 hectáreas de Pinus caribaea en Oxisoles de Jarilandia, Amapá, sin fertilización Estas especies forestales están produciendo cantidades de madera comercial por año que son un record mundial (27 a 38 m^3/ha) Tal como en el caso de los cultivos y pastos, los resultados iniciales son muy halagadores, pero hay que esperar más tiempo para ver si estos rendimientos son estables o no De todas maneras los resultados son impresionantes y sugieren otro tipo de alternativa a la agricultura migratoria ya sea en pequeña o grande escala

Alvim también resalta un punto muy importante y es la extracción selectiva de especies forestales comerciales dentro de la Selva, la cual es una

alternativa atractiva para algunos ecólogos porque no destruye el bosque natural Esto se practica por todas las zonas pobladas de la Amazonía, pero lamentablemente tiene la misma limitación que la agricultura migratoria permite la subsistencia, pero nada más

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA INTENSIVA EN SUELOS ALUVIALES

En suelos de mediana o alta fertilidad natural en donde no haya peligro de inundaciones, la transición de la agricultura migratoria a la continua depende principalmente de la capacidad de controlar malezas La producción puede llegar a niveles muy altos En Alfisoles de Yurimaguas, Perú, se pueden producir tres cosechas de arroz secano al año sin fertilización con un total de 10 ton/ha/año (Sánchez y Nureña, 1972) Al otro extremo de la Amazonía, en Amapá, la compañía Jarí Agroforestal Inc , ha desarrollado "polders" para controlar inundación en suelos de "várzeas", los cuales producen de 10 a 12 ton/ha de arroz inundado con dos cosechas al año (Alvim, 1977)

EL PROBLEMA EN LAS ZONAS DE AGRICULTURA MIGRATORIA EN ZONAS DENSAMENTE POBLADAS

Mi discusión hasta ahora ha sido enfocada a las zonas de selva y otras similares del trópico húmedo bajo Debido a la falta de experiencia directa con los problemas de la agricultura migratoria en las laderas andinas, no me he atrevido a comentar sobre ellas en profundidad Tengo entendido que otros expositores en esta reunión tratarán acerca de los problemas de erosión en

estas zonas

Viajando en estas zonas de Colombia uno observa un hecho muy interesante en donde hay fuertes alicientes económicos, como es el caso de las zonas cafeteras, la agricultura migratoria se convierte rapidamente en una agricultura permanente altamente tecnificada pero aún a base de fincas muy pequeñas La productividad es altísima, la fertilización y manejo sumamente intensos y la erosión nula Aunque tal vez esto sea una simplificación, es obvio que una buena oportunidad de comercialización de los productos puede mejorar mucho la situación

CONCLUSION

Existen pues varias alternativas muy prometedoras para la agricultura migratoria en América Latina Basándose en una selección juiciosa de los tipos de suelo y del sistema de desmonte no dañino, del uso de cultivos adaptados a las zonas y de fertilización y manejo adecuados, muchas zonas pueden pasar de marginales a grandes productoras de cultivos, carne, frutas y maderas Conociendo bien el medio ambiente y cómo manejar el suelo, esto se puede hacer sin causar daño al medio ambiente Es conveniente recordar que una hectárea de buenos cultivos o praderas produce tanto oxígeno de fotosíntesis como una hectarea de bosque tropical Hay espacio de sobra para la producción agrícola intensiva, aún en los suelos Oxisoles y Ultisoles de baja fertilidad natural, para la producción pecuaria, la de cultivos perennes y la forestal, dejando la gran mayoría de la Selva en su estado natural, especialmente las zonas de pendiente fuerte, de suelos poco profundos, muy arenosos o de pantanos

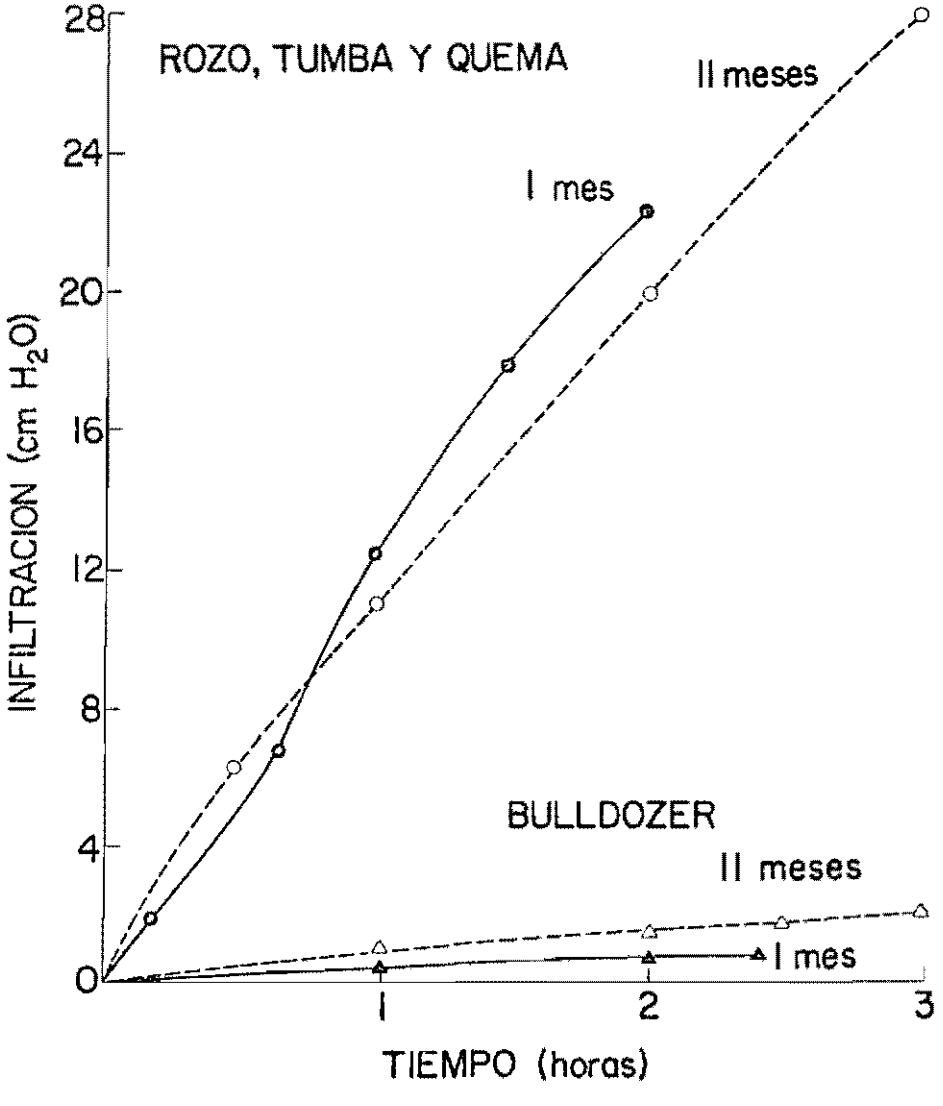


Figura 4 Efecto del método de desmontes en la tasa de infiltración de suelos sin arar a dos épocas después de desmontar un bosque húmedo tropical sobre un Ultisol arenoso en Yurimaguas, Perú Fuente Seubert y otros (1977)

LOS SUELOS DEL TROPICO Y LA CRISIS MUNDIAL DE ALIMENTOS [1/]

Pedro A Sánchez y Stanley W Buol

Seminario del CIAT
21 de Abril, 1977

La expresión "suelos tropicales" tiene los más diversos significados entre los científicos y profesionales de diversas disciplinas Las generalizaciones extremas que se hacen de suelos de áreas tropicales, han conducido a muchos conceptos erróneos acerca del potencial del trópico para la producción de alimentos En las últimas dos décadas se ha aprendido mucho acerca de las propiedades y manejo de estos suelos El objetivo de este artículo es el de esbozar las propiedades sobresalientes de los suelos del tropico y el papel que juegan en la producción mundial de alimentos

Los suelos tropicales se pueden definir cuantitativamente, sólo como aquellos suelos que carecen de variaciones considerables de temperatura del verano al invierno es decir la diferencia entre la temperatura media de verano y la temperatura media del invierno a una profundidad de 50 centímetros es menor de 5°C (1, 2) Además de esto, las condiciones predominantes de la formación del suelo son tan diversas en el trópico

---

[1/] Publicado en Science 188: 598-603 1975

como en las regiones templadas Las rocas, material parental de los suelos, son las mismas en ambas regiones Los patrones de erosión y sedimentación no son marcadamente distintos entre las dos regiones geográficas Tanto en las regiones tropicales como en las templadas, el tiempo de formación del suelo en cualquier superficie geomórfica puede oscilar entre ayer en las planicies inundables o suelos volcánicos recientes, hasta un tiempo indeterminado en las superficies más estables En ambas zonas existen condiciones climáticas áridas y húmedas, calientes y frías En consecuencia, la expresión "suelos tropicales", al igual que su corolario "suelos templados", no da cuenta de la gran mayoría de las propiedades de estos suelos

A pesar de que la formación del suelo en las regiones tropicales no es diferente en tipo de la formación del suelo en las zonas templadas (3), la magnitud de la extensión de ciertos patrones de formación del suelo es significativamente diferente La superficie de gran parte de la zona templada del norte fue trabajada por la glaciación del Pleistoceno y cubierta por mantos gruesos de loess Estos procesos influyeron sobre la edad de los suelos, y al material parental se le adicionó un componente del tamaño del limo (2-30 micrómicrones) que no se encuentra con frecuencia en las áreas tropicales Gran parte de los suelos del trópico se han formado a partir de materiales que han sido trabajados desde el Precambrico por los procesos de erosión superficial y sedimentación que meteorizan el material parental intensivamente A pesar de que la extensión

superficial de los depósitos recientes de cenizas volcánicas es mayor en el trópico, en la región templada existe una mayor proporción de suelos relativamente más jóvenes

Las generalizaciones que se hagan más allá de estas afirmaciones, empiezan a perder precisión Las afirmaciones que indican que la laterita y los suelos lateríticos prevalecen en el trópico, y que los suelos tropicales tienen bajos contenidos de materia orgánica, son dos generalizaciones que tienden a obstaculizar el conocimiento de las condiciones de los suelos tropicales

La Exageración Acerca de la Laterita

Probablemente no existe un concepto más erróneo que la existencia de un proceso único de formación de los suelos tropicales que conduce a la formación laterita Cuando los edafólogos europeos y americanos viajaron al trópico durante el siglo XIX, se intrigaron por la presencia de la laterita De regreso a sus países, escribieron y comunicaron aspectos de este fenómeno A su vez, se ignoraron vastas regiones del trópico con suelos similares a los que se encuentran en las regiones templadas En consecuencia, surgió la idea de que los suelos tropicales son los que tienen un alto contenido de sesquióxidos y que se endurecen irreversiblemente al quedar expuestos Los latosoles y suelos lateríticos erróneamente se conocieron como suelos en el proceso de desarrollo hacia lateritas Incluso en publicaciones relativamente recientes en revistas científicas muy conocidas (4), se concluye que cuando a la gran

Este análisis también recalca la ausencia de una investigación completamente integral, que combine la caracterización y dinámica de suelos, con sistemas de producción de cultivos anuales, pastos y ganadería, con cultivos permanentes y forestales Aunque varios proyectos de investigación han hecho aportes valiosos a nuestros conocimientos actuales, es necesaria la integración de todas las alternativas para estas inmensas zonas de este hemisferio Un ejemplo sería estudiar la sucesión de cultivos anuales, seguidos o intercalados con pastos, y los pastos con cultivos perennes o especies forestales

RESUMEN

La agricultura migratoria predomina en el 49% del área total del trópico americano El sistema de agricultura migratoria tradicional es un sistema eficiente en uso de mano de obra, permite la subsistencia o un poco más, es estable y no hace daño al medio ambiente Cuando la presión demográfica aumenta, el sistema se destruye causando pérdidas serias de productividad y fuertes daños al medio ambiente Los avances en la caracterización del suelo en el trópico húmedo americano permiten ahora la cuantificación de los tipos de suelos predominantes y la determinación de su mejor uso El 87% de los bosques húmedos tropicales de Sur América posee suelos de baja fertilidad natural (Oxisoles y Ultisoles), el 6% son suelos mal drenados, sujetos a la inundación, el 3% son suelos bien drenados de alta a mediana fertilidad natural (Alfisoles) y el resto son poco profundos o excesivamente arenosos, los cuales deben permanecer en su estado natural

El punto claro de partida para la introducción de agricultura continua, es el sistema de desmonte El desmonte tradicional de rozo, tumba y quema resultó muy superior al desmonte con bulldozer en Ultisoles debido al valor fertilizante de la ceniza y a la compactación y arrastre de tierra que causa el desmonte mecanizado La producción intensiva de tres cosechas de granos al año en suelos Ultisoles es factible y económica cuando estos suelos se abonan debidamente y se mantienen sus propiedades físicas en buen estado La producción de ganado de carne en estos suelos, basada en praderas de gramíneas y leguminosas forrajeras debidamente abonadas y con buen manejo animal, es otra alternativa atractiva La producción de cultivos permanentes como cacao y palma aceitera, así como de especies forestales de crecimiento sumamante rápido como Gmelina arborea y Pinus caribaea ha producido resultados espectaculares en la Amazonía brasileña Lo que falta es integrar todos estos diferentes sistemas de producción para estudiar mejor sus interacciones al nivel experimental y luego comercial

BIBLIOGRAFIA

Alvim, P T 1973 Los trópicos bajos de América Latina recursos y ambiente para el desarrollo agrícola pp 43-62 En CIAT Simposio sobre el Potencial del Trópico Bajo, Cali, Colombia

Alvim, P T 1976 El equilibrio entre la conservación y la utilización de los trópicos húmedos con especial referencia a la Amazonía brasilera Desarrollo Rural Américas 8 187-194

Benavides, S T 1973 Mineralogical and chemical characteristics of some soils of the Amazonia of Colombia Ph D Thesis, North Carolina State University, Raleigh 216 pp

Brinkmann, W L F and J C de Nascemento 1973 The effects of slash and burn agriculture on plant nutrients in the Tertiary region of Central Amazonia Turrialba 23 284-290

Bruce, R C 1965 Effect of Centrosema pubescens on soil fertility in the humid tropics Queensl J Agr Anim Sci 22 221-226

Camargo, M N e I Falesi 1975 Suelos del Planalto Central y la Carretera Transamazónica del Brasil pp 25-44 En E Bornemisza y A Alvarado (eds) Manejo de Suelos en la América Tropical North Carolina State University, Raleigh

Cochrane, T T 1973 El potencial agrícola de las tierras de Bolivia un mapa de sistemas de tierra Min de Agricultura, La Paz 826 pp

Conklin, H C 1963 The study of shifting cultivation Pan American Union, Studies and Monographs 6, Washington 165 pp

Cowgill, U M 1962 An agricultural study of the Southern Maya lowlands Amer Anthropologist 64 273-283

Debasi-Schweng, L 1974 Economic aspects of shifting cultivation FAO Soils Bulletin 24 78-98

EMBRAPA 1975 Mapa esquemática dos solos das regiões norte, meio-norte e centro-oeste do Brasil Texto explicativo Divisão de Pesquisa Pedológica Bol Tec 17, Rio de Janeiro 553 pp

Falesi, I C 1972 Solos da rodovía Transamazônica Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuaria do Norte Bol Tec 55, Belém

FAO-UNESCO 1971, 1975 Soil map of the world Vol IV-South America Vol III - Central America, Mexico and the Caribbean UNESCO, Paris

Greenland, D J 1974 Evolution and development of different types of shifting cultivation FAO Soils Bulletin 24 5-13

Greenland, D J 1975 Bringing the green revolution to the shifting cultivator Science 190 841-844

Greenland, D J and R Herrera 1977 Shifting cultivation and other agricultural practices In Patterns of Use of Tropical Forest Ecosystems Chapter 4 UNESCO, Paris (in press)

Goodland, R J A and H S Irwin 1975 Amazon Jungle Green Hell to Red Desert? Elsevier, Amsterdam 155 p

Gourú, P 1961 The Tropical World, its Social and Economic Conditions and Future Status Third edition Trans by E D Laborde Longmans, London

Guerrero, R 1975 Suelos del oriente de Colombia pp 61-92 En E Bornemisza y A Alvarado (eds) Manejo de Suelos en la América Tropical North Carolina State University, Raleigh

Hammond, A L 1977 Remote sensing 1 Landsat takes hold in South America 2 Brazil explores its Amazon wilderness Science 196 511-515

Haney, E B 1968 The nature of shifting cultivation in Latin America Land Tenure Center, Univ of Wisconsin LTC 45 29

Harris, D R 1971 The ecology of swidden cultivation in the upper Orinoco rainforest, Venezuela Geogr Review 61 475-496

Hauck, F W 1974 Introduction Shifting cultivation and soil conservation in Africa FAO Soils Bulletin 24 1-4

IPEAN 1972 Zonamento agrícola da Amazônia Instituto de Pesquisa Agropecuaria do Norte Bol Tec 54, Belém

IVITA 1976 Instituto Veterinario de Investigación del Trópico y Altura Presentación al Sr Ministro de Alimentación Univ Nac Mayor de San Marcos, Lima, Perú 81 p

Kirby, J 1976 Agricultural land use and settlement of Amazonia Pacific Viewpoint 15 105-132

Lal, R 1974 Soil erosion and shifting agriculture FAO Soils Bulletin 24 48-71

Lal, R , B T Kang, F R Moorman, A S R Juo y J C Moomaw 1975 Problemas de manejo de suelos y posibles soluciones en Nigeria Occidental pp 380-417 En E Bornemisza y A Alvarado (eds) Manejo de Suelos en América Tropical North Carolina State Univ , Raleigh

McKenzie, T A 1974 Sistemas de producción agrícola en la Amazonia pp II-J-1 a II-J-29 En IICA Reunión Internacional sobre Sistemas de Producción para el Trópico Americano Informes, Conferencias, Cursos y Reuniones No 41 IICA Zona Andina, Lima

McNeil, M 1964 Lateritic soils Sci Amer 211 (5) 96-102

Miller, E V 1967 The need for fertilizer pp 218-223 In K L Turk and L V Crowder (eds) Rural Development in Tropical Latin America Cornell Univ Ithaca, N Y

North Carolina State University 1973, 1974, 1975, 1976 Agronomic-economic research on tropical soils Annual reports Soil Science Department, North Carolina State Univ , Raleigh

Nye, P H and D J Greenland 1960 The Soil under Shifting Cultivation Comm Bur Soils Tech Commun 51, Harpenden, U K

Popenoe, H L 1960 Effects of shifting cultivation on natural soil constituents in Central America Ph D Thesis, Univ of Florida, Gainesville, 156 pp

Sánchez, P A 1973 Manejo de suelos bajo sistemas de roza En Un Resumen de las Investigaciones Edafológicas en la América Latina Tropical N C Agr Exp Sta Tech Bull 219 51-74

Sánchez, P A 1976 Properties and Management of Soils in the Tropics Wiley, New York 618 p

Sánchez, P A and S W Buol 1974 Properties of some soils of the Amazon Basin of Peru Soil Sci Soc Amer Proc 38 117-121

Sánchez, P A and S W Buol 1975 Soils of the tropics and the world food crisis Science 188 598-603

Sánchez, P A and M A Nureña 1972 Upland rice improvement under shifting cultivation systems in the Amazon of Peru N C Agricultural Exp Sta Tech Bull 210

Sánchez, P A , C E Seubert, E J Tyler, C Valverde, C E Lopez, M A Nureña y M K Wade 1974 Investigaciones sobre el manejo de suelos tropicales en Yurimaguas, Selva Baja del Perú pp II-B-1-II-B-37 En IICA Reunión Internacional sobre Sistemas de Producción para el Trópico Americano Informes Conferencias, Cursos y Reuniones No 41 IICA, Zona Andina, Lima

Santhirasegaram, K 1975a Praderas mejoradas a base de leguminosas forrajeras pp 45-58 En CIAT El Potencial para la Producción de Ganado de Carne en América Tropical, Cali, Colombia

Santhirasegaram, K 1975b Manejo de praderas de leguminosas y gramíneas en un ecosistema de la selva lluviosa tropical del Perú pp 445-466 En E Bornemisza y A Alvarado (eds) Manejo de Suelos en América Tropical North Carolina State Univ , Raleigh

Santhirasegaram, K 1976 Adelantos recientes del desarrollo pratícola en los trópicos peruanos Rev Mundial de Zootécnia 17 34-39

Scott, G A J 1975 Soil profile changes resulting from the conversion of forest to grassland in the Montaña of Peru Great Plains-Rocky Mountain Geogr J 4 124-130

Serrão, E A S 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 (eds) Tropical Forages in Livestock Production Systems Amer Soc Agron Spec Public 25

Seubert, C E , P A Sánchez and C Valverde 1977 Effects of land clearing methods of soil properties and crop performance in an Ultisol of the Amazon Jungle of Peru Trop Agric (Trin) 54 (in press)

Sombroek, W G 1966 Amazon Soils Centre for Agricultural Publications and Documentation, Wageningen, Netherlands 292 p

Tosi, J 1974 Desarrollo forestal del trópico americano frente a otras actividades económicas pp II-F-1-II-F-13 En IICA Reunión Internacional sobre Sistemas de Producción para el Trópico Americano Informes sobre Cursos, Conferencias y Reuniones No 41, IICA Zona Andina, Lima

Tyler, E J 1975 Genesis of soils within a detailed soil survey area in the Upper Amazon Basin, Yurimaguas, Peru Ph D Thesis, North Carolina State Univ , Raleigh

Watters, R F 1971 Shifting cultivation in Latin America FAO Forestry Dev Paper No 17 305 pp

Weert, R van der 1974 Influence of mechanical forest clearing on soil conditions and the resulting effects on root growth Trop Agric (Trinidad) 51 325-331

Zamora, C 1972 Regiones edáficas del Perú ONERN, Lima

Zamora, C 1975 Los suelos de las tierras bajas del Perú pp 45-60 En E Bornemisza y A Alvarado (eds) Manejo de Suelos en América Tropical North Carolina State Univ , Raleigh

Cuadro 1 Distribución de los suelos bajo bosques húmedos tropicales (siempre-verdes y estacionales) en América del Sur, compilado de datos en FAO-UNESCO 1971

Sistema FAO	Equivalente Taxonomía de Suelos	Millones de hectáreas	% del área
Ferralsoles[1/]	Oxisoles	480	68 6
Acrisoles[2/]	Ultisoles	131	18 7
Gleysoles	Aquepts	42	6 0
Litosoles	(Poco profundos)	17	2 4
Luvisoles[3/]	Alfisoles	16	0 9
Arenosoles	Psamments	6	0 8
Fluvisoles	Fluvents	6	0 8
Andosoles	Andepts	1	0 2
Vertisoles	Vertisoles	1	0 1
Total		700	100 0

Notas 1/ Información más reciente indica que muchos suelos mapeados como Ferralsoles en la Amazonía Occidental no son Oxisoles sino Ultisoles

2/ Incluye 7 millones ha de Nitosoles Dístricos

3/ Incluye 9 millones ha de Nitosoles Eútricos

Cuadro 2 Características de los suelos Ultisoles de Yurimaguas y Pucallpa, Selva Amazónica del Perú

Horizonte (cm)	Arcilla %	Arena %	pH (1 1 H_2O)	C Org %	Cationes intercambiables (meq/100 g) Al	Ca	Mg	K	CEC	Sat de Al %
Ultisol, Yurimaguas, Perú Paleudult Típico, franco fino, silíceo, isohipertérmico Perfil YU-13, Estación Experimental de Yurimaguas (Tyler 1975)										
0-5	6	80	3 8	1 3	2 0	84	37	20	3 4	59
5-13	10	70	3 7	0 8	2 6	05	03	04	2 7	96
13-43	15	61	3 9	0 4	3 1	05	03	03	3 2	96
43-77	17	57	4 0	0 3	3 1	03	02	02	3 2	97
77-140	25	51	4 1	0 2	4 5	03	01	03	4 6	98
140-200	24	54	4 4	0 2	3 8	.06	03	-	3 9	96
Ultisol, Pucallpa, Perú Paleudult Aquicos, arcilloso, mixto, isohipertérmico Perfil Pu-2 Instituto Veterinario de Investigaciones del Trópico y Altura (North Carolina State University 1973)										
0-3	27	35	5 2	6 3	0 2	4 2	2 1	52	7 1	3
3-21	45	17	4 3	1 9	4 0	2 2	1 2	40	7 9	51
21-62	59	15	4 2	1 0	8 7	0 8	0 9	32	10 8	81
62 +	59	21	4 1	0 5	11 6	0 4	0 7	24	13 1	89

Cuadro 3 Efecto de dos métodos de desmonte en la producción de cultivos en Yurimaguas (Los rendimientos son el promedio del número de cosechas indicadas en paréntesis)

Cultivos	Nivel de Fertilidad*	Rozo, tumba y quema	Bulldozer	Bulldozer Quema
			– ton/ha** –	%
Arroz secano (3)	O	1 3	0 7	53
	NPK	3 0	1 5	49
	NPKL	2 9	2 3	80
Maíz (1)	O	0 1	0 0	0
	NPK	0 4	0 04	10
	NPKL	3 1	2 4	76
Soya (2)	O	0 7	0 2	24
	NPK	1 0	0 3	34
	NPKL	2 7	1 8	67
Yuca (2)	O	15 4	6 4	42
	NPK	18 9	14 9	78
	NPKL	25 6	24 9	97
Panicum maximum (6)	O	12 3	8 3	68
	NPK	25 2	17 2	68
	NPKL	32 2	24 2	75
Rendimientos relativos promedios	O			37
	NPK			47
	NPKL			48

* 50 kg N/ha, 172 kg P/ha, 40 kg K/ha, 4 ton/ha de cal

** Granos de arroz, maíz, soya, raíces frescas de yuca, materia seca anual de Panicum maximum

Fuente North Carolina State University (1974)

Cuadro 4 Contribución de nutrientes en la ceniza y material parcialmente quemado en un Ultisol de Yurimaguas, Peru , después de quemar una purma de 17 años

Elemento	Composición	Adiciones totales
		Kg/ha
N	1 72 %	67
P	0 14 %	6
K	0 97 %	38
Ca	1 92 %	75
Mg	0 41 %	16
Fe	0 19 %	7 6
Mn	0 19 %	7 3
Zn	137 ppm	0 3
Cu	79 ppm	0 3

Fuente Seubert et al , 1977

Cuadro 5 Análisis económicos de las estrategias de fertilización en la rotación arroz-maíz-soya en Yurimaguas (Costos en soles de 1976 convertidos a razón de S/ 45 por dólar)

	Sin fertilizar	Estrategia 1974	Estrategia 1976
Fertilización (kg/ha/año)			
$N-P_2O_5-K_2O$	Nada	240-180-288	350-480-400
Mg-Cu-B-Zn-Mo	Nada	Nada	135-3-3-3-0 3
Cal adicional (ton/ha)	Nada	1	1
Rendimientos (ton/ha)			
Arroz	0 5	1 5	3 6
Maíz	0 3	1 2	3 6
Soya	0 4	1 6	2 6
Valor de las Cosechas (US$/ha/año)			
Arroz	128	383	920
Maíz	61	245	736
Soya	157	629	1023
Ingresos totales	346	1257	2679
Gastos (US$/ha/año)			
Abonos de N,P,K	0	225	371
Mg + micronutrientes	0	0	96
Cal	0	111	111
Fertilización total	0	336	578
Prácticas culturales	170	170	170
Cosecha, trilla	34	120	274
Transporte de cosechas al mercado	14	52	118
Costo total	218	678	1140
Ganancia (US$/ha/año)	128	579	1539
$Ganancia/$ invertido en fertilizantes y cal	-	1 72	2 66

Fuente North Carolina State University (1976)

Cuadro 6 Efecto de las coberturas (mulches) en tratamientos sin fertilización con relación a los rendimientos obtenidos en tratamientos fuertemente abonados pero sin coberturas (Los números en paréntesis son los rendimientos actuales en ton/ha equivalentes a 100) Yurimaguas, Perú, 1974-1975

Tratamientos sin fertilizante	1a siembra Soya (1 10)	2a siembra Caupí (0 74)	3a siembra Maíz (4 17)	4a siembra Maní (2 88)	5a siembra Arroz (2 74)	Efecto global
Suelo raso	9	59	33	55	64	44
Panicum maximum	14	103	57	52	94	64
Pueraria phaseoloides	-	97	72	63	90	80

Fuente North Carolina State University (1975)

Cuadro 7 Efectos de los diferentes métodos de establecimiento de praderas en Ultisoles de Pucallpa, Perú en los aumentos de peso vivo inicial de novillas Nellore pastoreando a razón de 2 animales/ha

Tratamiento	Aumento de peso vivo anual	Novillas preñadas
	kg/ha	%
Yaragua solo	79	–
Yaragua + Kudzu	120	25
Yaragua + Kudzu + 44 kg P_2O_5/ha/año	159	38
Yaragua + Kudzu + 44 kg P_2O_5/ha/año + suplemento mineral	352	88

Fuente Adaptado de Santhirasegaram (1975 b)

Cuadro 8 Producción de cultivos perennes y especies forestales en algunas localidades de la Amazonía brasileña

Especie	Lugar	Suelo	Producción anual ton/ha	Producción anual m^3/ha
Cacao	Transamazónica	Alfisoles	1 5-2 0	
Palma aceitera	Belém	Oxisoles	20	
Gmelina arborea	Amapá	Oxisoles	28	38
Pinus caribaea	Amapá	Oxisoles	20	27

Fuente Alvim (1976)

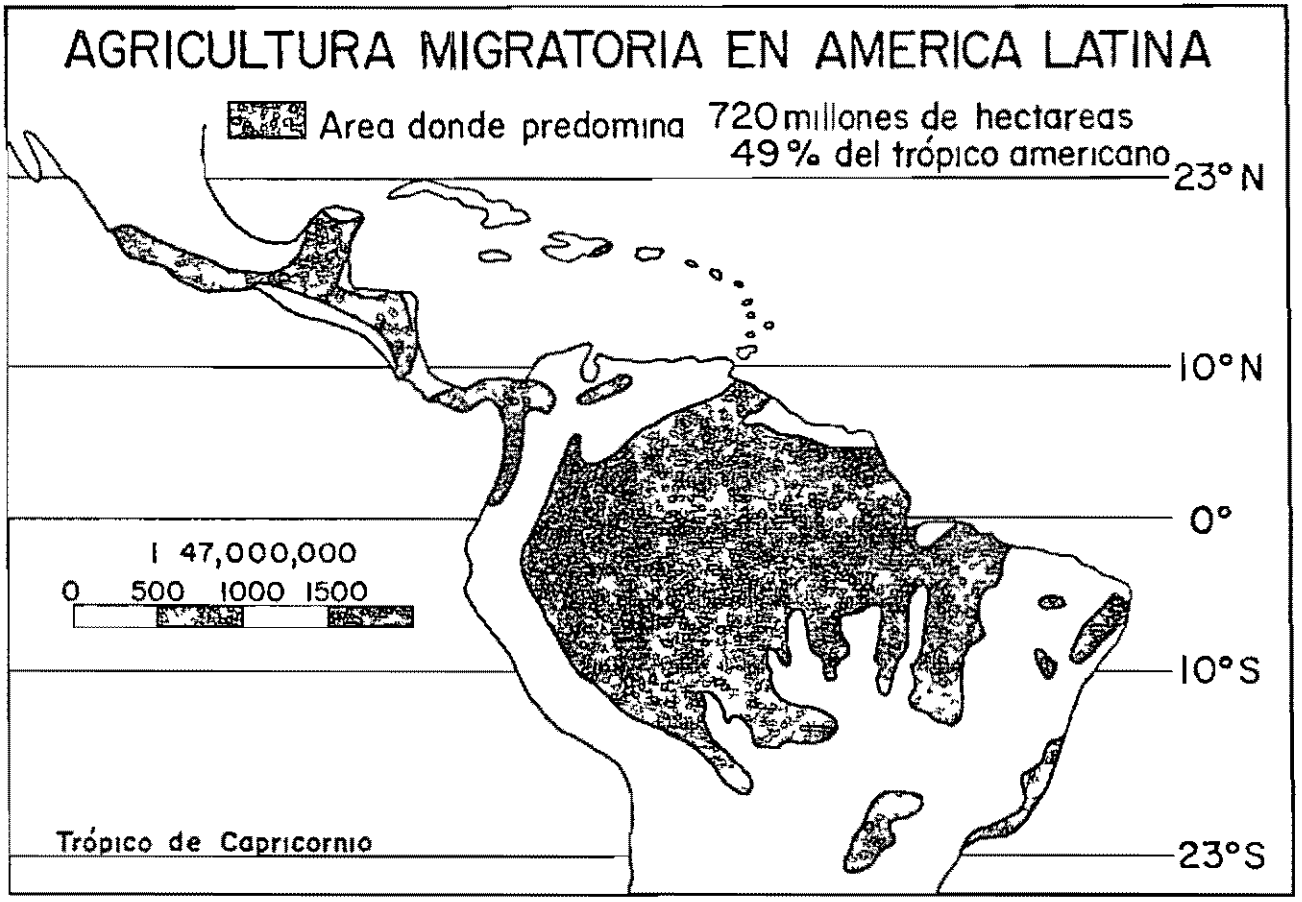


Figura 1 Extensión geográfica donde predomina el sistema de agricultura migratoria en América tropical Adaptado de mapa de Sánchez (1976)

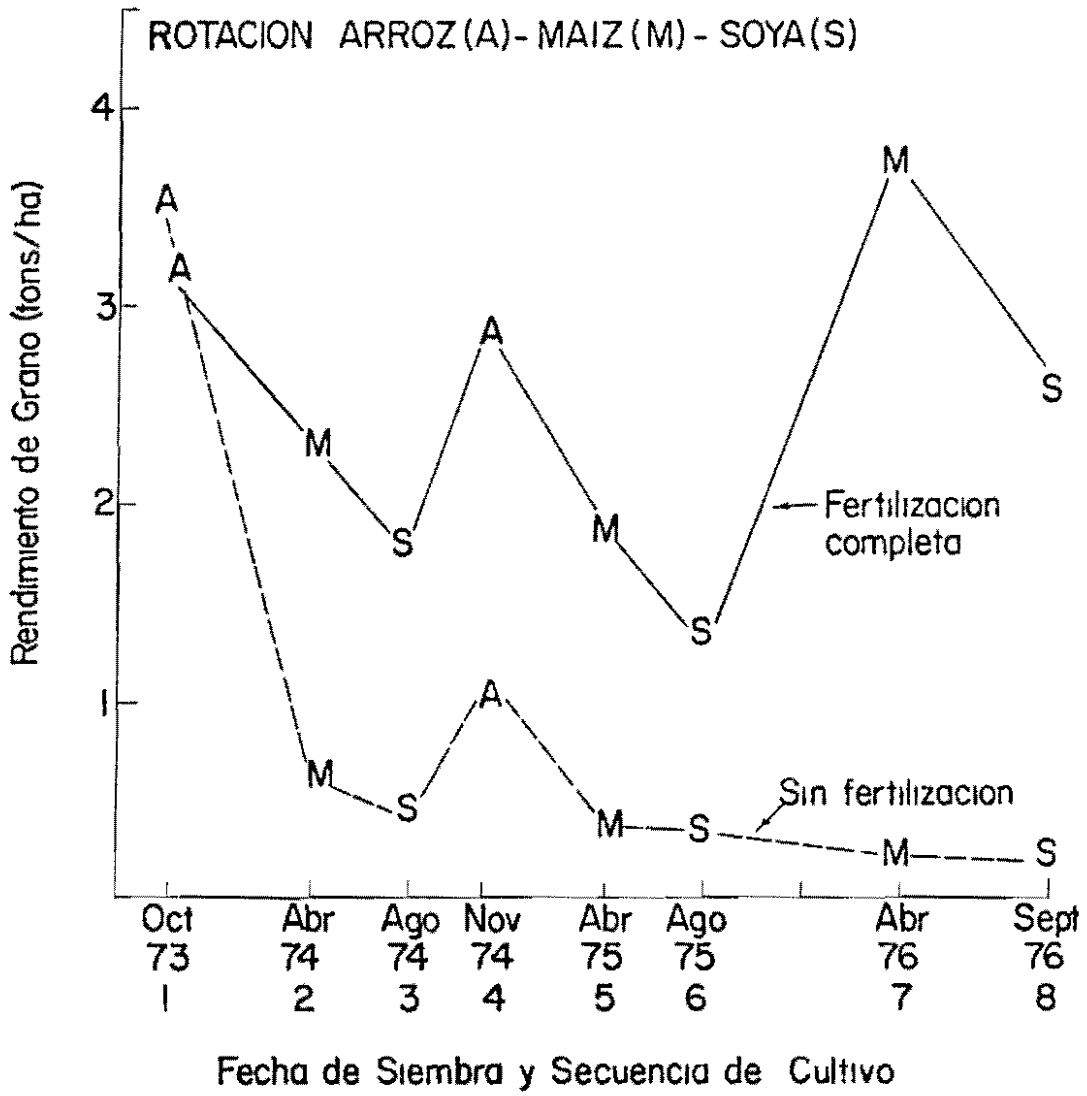


Figura 6 Comportamiento de la rotación anual de arroz-maíz-soya en función de tiempo en Yurimaguas Adaplado de North Carolina State University (1976)

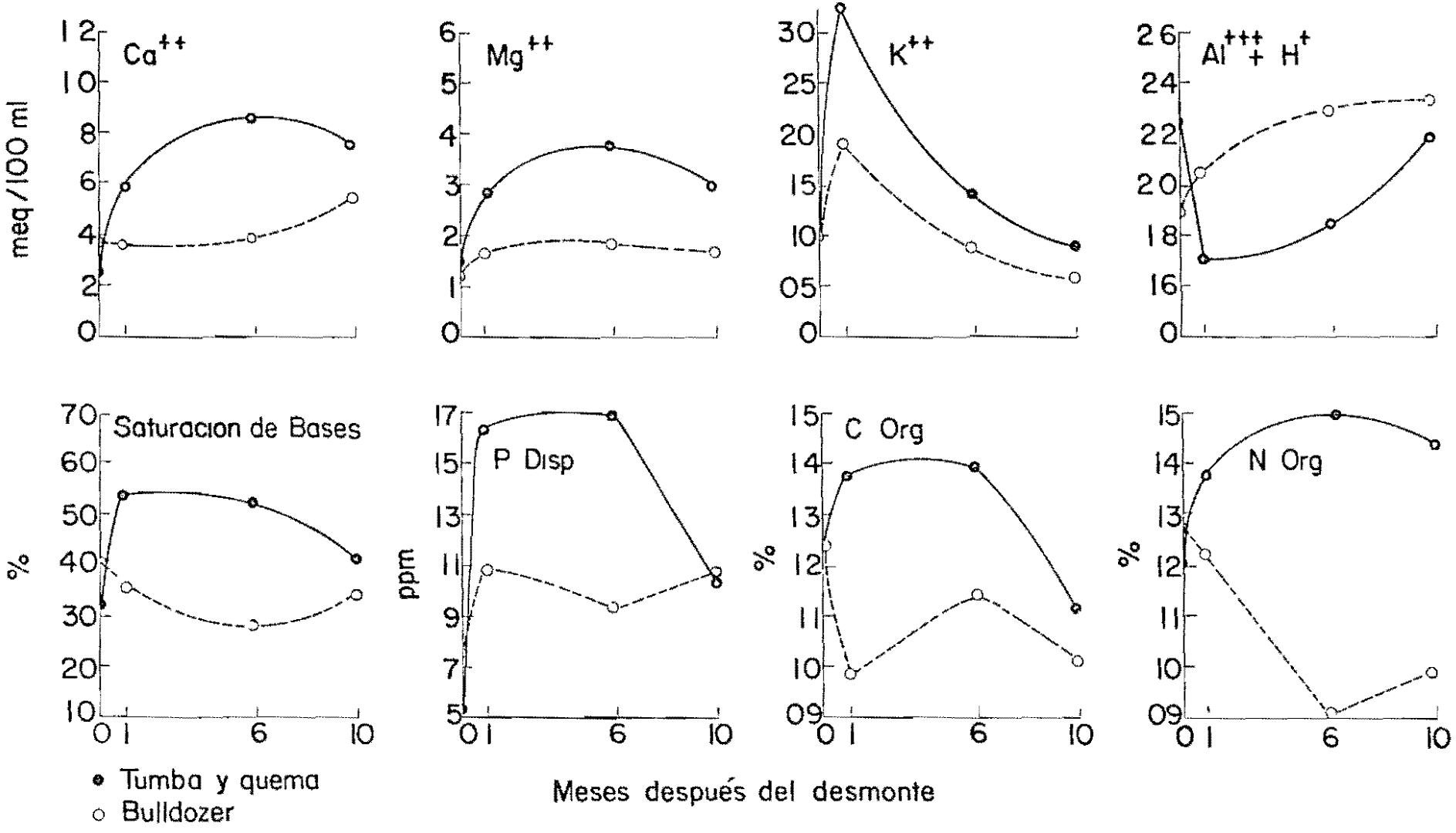
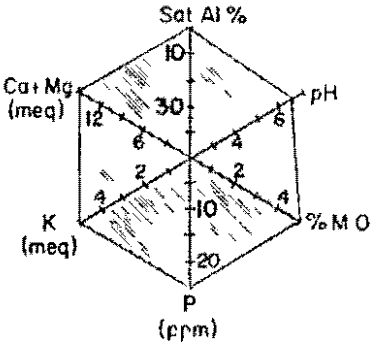


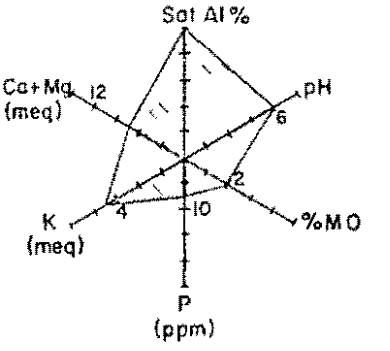
Figura 5 Cambio en la capa arable de un Ultisol arenoso en función del tiempo y método de desmonte en Yurimaguas, Perú Adaptado de North Carolina State University (1974)

ALFISOLES

CEPEC, Bahía

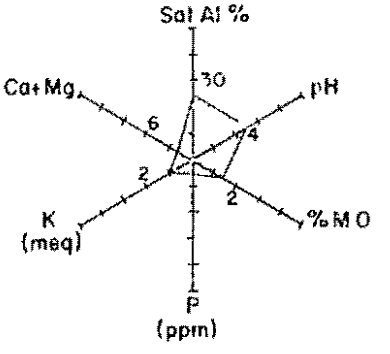


Ouro Prêto, Rondônia

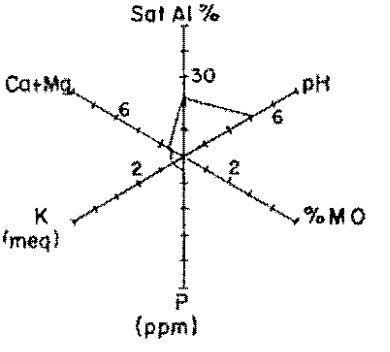


ULTISOLES

Vermelhão, Rondônia

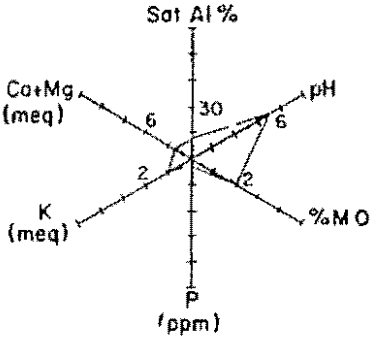


Paraiso, Rondónia



OXISOLES

Colonia, Bahia



Itaituba, Pará

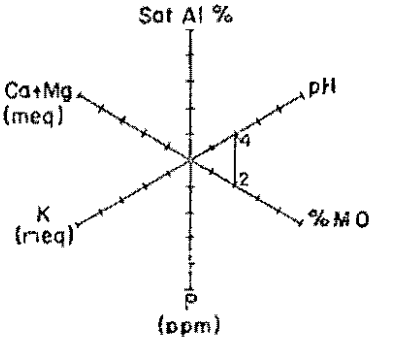


Figura 3 Representacion poligonal de la fertilidad natural de la capa arable de seis suelos del tropico humedo de Brasil Adaptado de Alvim (1973)

mayoría de los suelos tropicales se les despoja de la vegetación, se convierten en pocos años en pavimento de ladrillo inservible Algunos naturalistas se refieren a los suelos ligeramente meteorizados de áreas desérticas de la región templada como lateritas, debido a su color rojizo Muchas de estas conclusiones erróneas se basan en el supuesto de que Buchanan (5) adoptó el término laterita debido al color rojo del suelo, mientras que lo que realmente quiso indicar fue su uso como material de construcción

En 1933, Hardy (6) indicó que las lateritas tienen una extensión limitada en el trópico No se tienen estimativos confiables para la totalidad del trópico que indiquen la extensión de los suelos que se transforman en lateritas al quedar expuestos Apreciaciones regionales indicadas por algunos edafólogos y calculadas con base en mapas, proporcionan los siguientes estimativos de la ocurrencia de lateritas 2 por ciento para América tropical (7), 5 por ciento para Brasil central (8), 7 por ciento para la parte tropical del subcontinente indiano (3), 11 por ciento del Africa tropical (3) y 15 por ciento para el Africa Occidental al sur del Sahara (9) Con base en estos y otros estimativos, se calcula que el área total del trópico en el que se pueden encontrar lateritas en/o cerca de la superficie del suelo es del orden del 7 por ciento Además, la laterita o plinita se presenta en posiciones predecibles en el paisaje, no sólo en el trópico sino también en el sureste de los Estados Unidos (10) Es importante recordar que la laterita sólo se forma en el subsuelo

Marbut (11) indicó que 'En ningún caso se encontró el horizonte de concentración de hierro en la superficie, donde la situación local no fue tal que indicara claramente que había sido expuesto por la erosión" En consecuencia, este problema no afecta a la gran mayoría de los suelos del trópico, e incluso no es un problema a no ser que la erosión esponga la capa de plintita rica en hierro En zonas donde ocurre laterita, esta se usa como un recurso natural para construcción de carreteras

Hace aproximadamente 20 años, Carter y Pendleton (12) afirmaron

> "El concepto de un proceso tropical se enfocó con base en el término "laterita" La laterita fue y es un rasgo, algo específico, y no un proceso El proceso fue inventado por aquellos que nunca habían visto el rasgo y quienes, aún peor, lo aplicaron a toda clase de fenómenos supuestamente, pero no realmente similares a la laterita como se describió originalmente "

En un intento por confinar el término "laterita' a su definición original, actualmente se utiliza en la taxonomía de suelos el término plintita, que significa material de suelo, rico en hierro y con bajo contenido de humus que se endurece por el proceso secuencial de lluvias y sequía (13)

Contenido de Materia Orgánica en el Suelo

El color rojo de los suelos en muchas áreas tropicales contrasta con el color de los suelos en las partes más frías de la zona templada La conclusión inmediata a la que frecuentemente se llega, es que el contenido de materia orgánica en los suelos tropicales es bajo Sin embargo, al comparar el contenido de carbón orgánico de 10 Mollisoles, Alfisoles

y Ultisoles bien drenados de los Estados Unidos y escogidos al azar, con el de un mismo número de Oxisoles, Alfisoles y Ultisoles del Brasil y Zaire también escogidos al azar, se encontraron algunas contradicciones básicas con las creencias comunes El contenido promedio de materia orgánica en el primer metro de profundidad fue de 1,11 por ciento para los Mollisoles negros de los Estados Unidos y 1,05 por ciento para los Oxisoles rojos altamente meteorizados de Brasil y Zaire Los Mollisoles y Oxisoles son los principales suelos de las praderas templadas y tropicales de América, respectivamente Los Alfisoles gris-marrón de los Estados Unidos presentaron 0,52 por ciento de carbón orgánico, en tanto que los Alfisoles rojizos del trópico presentaron 0,54 por ciento de carbón orgánico Los Ultisoles rojizos de la zona templada presentaron 0,40 por ciento de carbón orgánico, y los Ultisoles rojizos del trópico 0,63 por ciento (14) Ninguna de estas diferencias entre los suelos tropicales y templados son agronómica o estadísticamente significativas A pesar de que el contenido de materia orgánica es bajo en muchos suelos africanos, en términos generales es mayor que en suelos del sureste estadounidense o de las áreas desérticas de U S que presentan promedios anuales de temperatura y precipitación similares a los de las regiones africanas

Esta similitud entre los suelos tropicales y templados se puede entender en terminos de los regímenes de temperatura y humedad, y de la regla empírica que indica que por cada aumento de 10°C de temperatura,

la tasa de actividad biológica se duplica En las regiones templadas, las bajas temperaturas del invierno reducen en gran medida la actividad biológica En el 78 por ciento del trópico, que presenta una estación seca pronunciada con una duración de por lo menos 90 días, la ausencia de humedad durante este período ejerce un efecto similar Las temperaturas de la superficie del suelo y del aire durante las estaciones lluviosas en el trópico, son similares a, pero rara vez tan altas como, las temperaturas de verano correspondientes en las regiones templadas Para el 22 por ciento del trópico donde se presenta alta precipitación y sin estación seca, la explicación es algo diferente La mayoría de estas áreas se encuentran cubiertas por bosques húmedos tropicales Las condiciones de temperatura y humedad en ninguna época limitan la acumulación de materia orgánica y su descomposición Estos bosques producen aproximadamente cinco veces la cantidad de biomasa y materia orgánica del suelo por año, que bosques comparativos de la zona templada Sin embargo, la tasa de descomposición de la materia orgánica también es aproximadamente cinco veces mayor que la que se presenta en los bosques templados (15) En consecuencia, los contenidos de equilibrio son similares

Los Suelos del Trópico

Las condiciones climáticas o los patrones de distribución de los suelos no son de manera alguna uniformes en el trópico Se pueden distinguir cuatro zonas ecológicas principales las sabanas y praderas

que cubren aproximadamente el 49 por ciento de la extensión, los bosques siempre verdes que cubren el 24 por ciento, y las áreas desérticas y semidesérticas, que cubren el 16 y 11 por ciento, respectivamente (16) Aproximadamente el 23 por ciento del trópico se encuentra a 900 metros por encima del nivel del mar, estas áreas constituyen las tierras altas tropicales

Dentro de los límites de un sólo artículo, a la discusión de un tema tan amplio como el de los suelos del trópico se necesita hacer algunas generalizaciones Asumiendo este riesgo, se indicarán las principales diferencias entre los suelos en la zona tropical, y algunos ejemplos de las variaciones que se presentan dentro de cada uno de los principales tipos

Las sabanas tropicales son una tentación para el desarrollo agrícola debido a que se pueden despojar fácilmente de su vegetación, y en la actualidad se encuentran subutilizadas En el trópico americano y africano, y en menor grado en el trópico asiático y australiano, se encuentran extensas sabanas, una observación superficial indica que en todas estas regiones se encontrarían problemas similares en los suelos Es común a estas sabanas una estación seca de por lo menos tres meses y una quema anual Un examen más detallado de los suelos indica que las sabanas en Africa Occidental y Oriental presentan un buen contenido de bases, en tanto que las de Sur América por lo general son escasas en bases Las variaciones en el trópico americano frecuentemente resultan

en la presencia de bosques semideciduos entre-mezclados con las sabanas, en regiones donde la roca parental presenta una composición básica y donde se encuentra una gran cantidad de bases en el suelo '

En el trópico americano por lo general se requiere suplementar calcio y fósforo a las praderas para el pastoreo de ganado, con el fin de evitar la ruptura de huesos, debido a que el calcio y fósforo son deficientes en estos suelos y, por consiguiente, en la vegetación de las praderas Mientras que en el trópico americano evolucionaron pocos mamíferos grandes, en Africa y en las praderas templadas evolucionaron vastos hatos de mamíferos grandes Esto sugiere que la deficiencia de calcio y fósforo del suelo en las sabanas del trópico americano imposibilitó la evolución de mamíferos grandes Los proyectos de desarrollo agropecuario en estas sabanas tendrán que poner mayor atención al suministro de bases, que proyectos similares en Africa

Los bosques tropicales frecuentemente se consideran como áreas agropecuarias potencialmente viables Los propone ites de lo anterior se apoyan en las condiciones de precipitación y temperatura o, más ingenuamente, en el volumen de biomasa presente Los suelos de estas áreas varían en gran medida La densidad del bosque húmedo tiende a presentar poca respuesta a las condiciones del suelo, aunque las variaciones en composición frecuentemente se relacionan con las variaciones del suelo Dependiendo de la composición del material parental, las condiciones del suelo son muy similares a las que se encuentran en las

áreas de bosques de la zona templada que no fue afectada por las glaciaciones En las áreas donde los materiales parentales son acidógenos, los suelos son muy similares a los del sureste estadounidense y tienen los mismos problemas de baja retención de cationes, alta acidez y alto contenido de aluminio intercambiable Las áreas donde los suelos se derivan de materiales parentales básicos, tienden a ser menos ácidos y frecuentemente neutros En todas las áreas de bosque, el total de nutrientes disponibles está ligado a la biomasa y altamente restringido en un ciclo cerrado de nutrimentos Son abundantes las planicies inundables recientes que reciben sedimentos fértiles, pero rara vez se encuentran lo suficientemente próximas para sostener algo más que una explotación de subsistencia

La agricultura migratoria es muy común en muchas de estas áreas Los agricultores utilizan la acumulación de nutrimentos de varios años de biomasa en especies resistentes no comerciales, para fertilizar cultivos agrícolas durante 1-3 años El fuego, que se utiliza para limpiar el terreno, acelera la liberación de los nutrimentos que se encuentran orgánicamente ligados, lo cual proporciona a los agricultores lo necesario para la producción rápida del cultivo

Las áreas desérticas y semi-áridas del trópico, donde la precipitación anual es baja, se encuentran en todas las altitudes y bajo una gran diversidad de condiciones de temperatura Los suelos con frecuencia son relativamente fértiles, y la única necesidad apremiante es la del riego

En algunas de estas áreas pueden existir problemas de salinidad y alcalinidad La población de estas áreas se encuentra dispersa, con excepción de los valles irrigados, los cuales muchos sostienen una actividad agrícola intensiva y moderna

Las áreas volcánicas recientes y zonas de ladera en las tierras altas tropicales, son localidades donde prevalece la agricultura intensiva de subsistencia A pesar de que los procesos de formación del suelo y muchas de las propiedades del mismo varían en gran medida, prevalece un principio pedogénico común los materiales del suelo no han estado sujetos a un proceso de meteorización intensiva Por lo tanto, estos suelos suministran suficientes nutrimentos para el crecimiento de un cultivo La erosión que en la mayoría de las áreas esté en detrimento de los suelos, es frecuentemente el mecanismo que despoja de la superficie del suelo el material mineral más meteorizado y escaso en bases, y que expone el material menos meteorizado

Se requiere tener un mayor conocimiento de las similitudes y diferencias entre los suelos de las áreas tropicales y templadas, para valorar sus propiedades y extrapolar las prácticas de manejo El desarrollo del sistema de taxonomía de suelos (2, 10), similar a la más conocida taxonomía animal y vegetal, ha contribuido mucho a esta tarea Actuamente, los suelos se pueden agrupar y denominar con base en sus propiedades medibles, en lugar de las clasificaciones mas viejas que se basan en diversas teorías de la génesis del suelo

En este sistema, muchos suelos templados y tropicales similares se clasifican en las mismas clases a través del quinto nivel jerárquico (la familia del suelo), en el que los criterios de temperatura del suelo los separa Algunas observaciones antiguas, tales como las de Marbut y Manifold en 1926 (17), quienes acertaron en el hecho de que los suelos predominantes en la Cuenca del Amazonas son similares a los del sureste estadounidense, actualmente se pueden comprobar cuantitativamente (18) La FAO también ha desarrollado un sistema abreviado (19) para la preparación del mapa mundial de suelos patrocinado por las Naciones Unidas La nomenclatura es algo diferente para ajustar diversas preferencias nacionales, pero el efecto es similar Actualmente es posible tener un estimativo bastante preciso acerca de la extensión geográfica que ocupan los principales suelos del trópico, con base en mapas a escala pequeña (20, 21)

Suelos con Alto y Bajo Contenido de Bases

En el trópico, la agricultura primero se desarrolló en áreas de suelos con alto contenido de bases Estos suelos, que en la actualidad se denominan Alfisoles, Vertisoles, Mollisoles y algunos Entisoles e Inceptisoles (13), cubren aproximadamente el 18 por ciento del trópico (16) Los centros de población del trópico se encuentran en las áreas que presentan estos suelos El impacto de los programas de la Revolución Verde se limita en gran parte a las áreas de suelo con altos niveles de bases, y especialmente en las que disponen de riego Estos suelos se desarrollan a partir de sedimentos aluviales o cenizas volcánicas ricas en calcio, magnesio y potasio Presentan problemas ligeros o nulos con la acidez, y

en consecuencia, prácticamente no requieren inversión alguna en cal Generalmente, el nitrógeno es el nutrimento más limitante Se presentan deficiencias de fósforo, desordenes micronutricionales y problemas moderados de salinidad, pero todos se pueden corregir a bajo costo En otras palabras, los suelos con alto contenido de bases son casi sinónimos de suelos de alta fertilidad natural y que a un costo relativamente bajo se les pueden suministrar nutrimentos adicionales

Un grupo de suelos más grande en el trópico, son los que presentan un bajo contenido de bases y están altamente lixiviados Actualmente se clasifican como Oxisoles, Ultisoles, algunos Inceptisoles y Entisoles arenosos Ocupan aproximadamente el 51 por ciento del trópico (16), en vastas extensiones del interior de Sur América y Africa Central, y extensiones más pequeñas en las regiones montañosas del sureste asiático Por lo general, estos suelos presentan deficiencias de bases y frecuentemente presentan problemas de toxicidad de aluminio Las deficiencias de fósforo frecuentemente son difíciles de corregir debido a que los fertilizantes fosforados reaccionan con los óxidos de hierro y aluminio y se fijan en formas ligeramente solubles Los problemas micronutricionales y deficiencia de calcio, magnesio y azufre son comunes La corrección de estos problemas nutricionales generalmente implica altas inversiones en fertilizantes y cal En el aspecto positivo, muchos de estos suelos con bajos niveles de bases, y en particular los Oxisoles, poseen excelentes propiedades físicas que facilitan su labranza y reducen los riesgos de la erosión El hecho de que no se encuentren grandes centros de población en estas áreas, se puede

relacionar con la infertilidad de estos suelos, como también con otros factores En la región templada, en áreas tales como el sureste estadounidense y sureste chino, se encuentran suelos similares, principalmente Ultisoles, que sostienen poblaciones altas Estos suelos fueron cultivados intensivamente después de corregir su baja fertilidad con estiércol, fertilizantes y cal

Un tercer grupo principal está formado por suelos con alto contenido de bases denominados Aridisoles, que se encuentran en desiertos tropicales y ocupan aproximadamente el 14 por ciento del trópico Los principales factores limitantes son la disponibilidad de riego y nitrógeno Cuando disponen de riego apropiado, y en consecuencia libres de problemas de salinidad, estos suelos pueden ser altamente productivos

Un cuarto grupo está compuesto por suelos poco profundos y arenas secas, que ocupan el 17 por ciento restante de la extensión superficial del trópico

La discusión se limitará sólo a los dos primeros grupos, el tercero corresponde al dominio de los especialistas en riego, y el potencial del cuarto es muy restringido

No es necesario recordar a los lectores las estadísticas desconsoladoras acerca de la escasez mundial de alimentos Las exportaciones masivas de alimento de los países desarrollados hacia las regiones donde existe el hambre sólo se debe considerar como una medida a corto plazo

En el largo plazo, consideraciones políticas y prácticas dictaminan que los países en desarrollo deben alimentarse por sí mismos Será factible que esto ocurra durante el resto de este siglo? Suponiendo ganancias significativas en el control de la natalidad, existen evidencias de que esto es agronómicamente posible en ciertos países tropicales que presentan algunos suelos con altos niveles de bases, pero también vastas extensiones de suelos con bajos niveles de bases

Se someterán a la discusión dos estrategias fundamentales diferentes para lograr esta meta agricultura intensiva en suelos con altos niveles de bases y agricultura extensiva en suelos con bajos niveles de bases

Producción Intensiva en Suelos con Altos Niveles de Bases

Se ha comprobado la productividad de los suelos con altos niveles de bases, durante siglos han sostenido densas poblaciones humanas y animales grandes La aplicación de un paquete tecnológico (nuevas variedades de trigo y arroz con altos rendimientos, fertilizantes nitrogenados, control químico de malezas y plagas y con frecuencia el riego) ha logrado inducir marcados aumentos en la producción, que se han sostenido (22)

La difusión de la Revolución Verde se encuentra limitada a las áreas de suelos con altos niveles de bases del trópico asiático y americano Se pueden esperar aún más adelantos cuando se desarrollen variedades de altos rendimientos de otros cereales, leguminosas de grano, y especialmente tuberosas Las adaptaciones de manejo de suelos para apoyar futuros

mejoramientos varietales serán relativamente directas El valor de los cultivos y de la tierra probablemente justificarán altas inversiones en fertilizantes, a pesar de los altos precios actuales

Las investigaciones relacionadas con el uso más eficiente de los fertilizantes nitrogenados mediante la utilización de fuentes que liberen lentamente el nitrógeno o mediante el mejoramiento en la manipulación de las dosis, métodos y épocas de aplicación, tienen alta prioridad y se han logrado resultados importantes (23)

Una posibilidad interesante es la de mejorar los sistemas de cultivos asociados que los agricultores de subsistencia han practicado durante siglos Muchos agrónomos estimaron estas prácticas como primitivas, hasta que las investigaciones realizadas por Bradfield y otros (24) atrajeron la atención mundial Muchos edafólogos han cambiado su interés de suministrar nutrimentos a un sólo cultivo, a sostener dos o más sistemas radiculares interactuantes y cosechar dos, o en algunos casos cuatro cultivos al año Esto requerirá un mayor esfuerzo en investigaciones básicas y prácticas Los primeros resultados de este esfuerzo indican que ciertos sistemas de cultivos asociados utilizan los fertilizantes en forma mucho más eficiente y economica que el monocultivo de las especies en una misma extensión de terreno (25)

Los aumentos en la producción de alimentos en los suelos con altos niveles de bases se verán restringidos por la extensión relativamente pequeña y la explotación intensiva actual Es dudoso que la crisis mundial

de alimentos se pueda resolver si el desarrollo se limita a estos suelos.

Producción Extensiva en Suelos con Bajos Niveles de Bases

Las apreciaciones hechas por Kellogg y Orvedal (26) indican que las vastas selvas y sabanas tropicales constituyen el bloque más grande de suelos potencialmente arables en el mundo. Qué se ha hecho con éstos suelos? Los primeros esfuerzos investigativos, hechos por los gobiernos de las colonias europeas en el Africa, intentaron reemplazar el sistema aparentemente primitivo de agricultura migratoria, por la agricultura mecanizada intensiva, similar a la europea. Estos esfuerzos fracasaron debido a que no se tenía un conocimiento adecuado tanto del medio físico como social que prevalecía. Los esfuerzos posteriores hechos en Zaire se concentraron en la racionalización del patrón de desmonte de tierras, mediante la utilización de correctores para conservar la proporción años en cultivo/años en descanso, que es esencial para mantener el sistema de agricultura migratoria (27). En contraste, en el Estado de São Paulo, Brasil, se han desarrollado prácticas agrícolas modernas en suelos con bajos niveles de bases que no son substancialmente diferentes a los suelos de Zaire. Las investigaciones realizadas en São Paulo (28) condujeron a la utilización de fertilizantes, cal e insumos energéticos similares a los utilizados en el Sureste de Estados Unidos. Estos enfoques tan extremadamente diferentes merecen discusión. Los suelos de Zaire, São Paulo y sureste de los Estados Unidos con bajos niveles de bases, presentan limitaciones similares en lo que respecta a los altos contenidos de aluminio intercambiable, bajos contenidos de fosforo y problemas relacionados

La transferencia directa de principios y prácticas estadounidenses y europeas a Zaire y São Paulo, fue posible a nivel de estaciones experimentales, donde la producción excedió a la de los Estados Unidos debido al clima cálido durante todo el año. En Zaire, los factores que evitaron su adopción fueron la falta de infraestructura de transporte, industria y comercialización, y las costumbres sociales arraigadas desde siglos atrás. En São Paulo, las condiciones del transporte, industria (incluyendo la producción de fertilizantes), mercados y población dispersa permitieron su adopción. En São Paulo las altas inversiones que se hicieron en fertilizantes y cal trajeron beneficios considerables.

Con la actual escasez de energía y alto costo del petróleo y fertilizantes, es necesario hacer algunas modificaciones al método aplicado exitosamente en São Paulo. Las investigaciones agronómicas en el trópico gradualmente están dando forma a una estrategia que tiene como base la utilización de un mínimo de insumos.

La primera consideración es la coherencia que se tiene de que la agricultura migratoria es un sistema eficiente para el manejo de los suelos, si se tienen en cuenta los recursos que los agricultores tienen a su disposición en áreas de bosques dispersamente poblados (20). Sin embargo, las presiones demográficas reducen la proporción años en cultivo/años en descanso hasta el punto en que el sistema degenera en una espiral descendente de fertilidad. La necesidad del cultivo continuo es ineludible y requiere esfuerzos investigativos sistemáticos.

En las vastas sabanas de Sur América, donde el pastoreo extensivo por ganado de carne es virtualmente la única forma de actividad agropecuaria, la apertura de nuevas carreteras y mercados trae consigo el establecimiento de nuevos colonos. Por ejemplo, diez años después de la construcción de la carretera de 1 500 kilómetros entre Belém y Brasília, se han asentado dos millones de personas a lo largo de esta. Sin embargo, dependen en gran parte del alimento que viene de otras áreas.

La segunda consideración es que en lugar de modificar el suelo para satisfacer las demandas de la planta, se debe hacer énfasis en la estrategia opuesta, es decir, adaptar las plantas a las condiciones de los suelos con bajos niveles de bases (30). Ciertas especies de cultivos y pastos son más tolerantes que otras a los altos niveles de aluminio intercambiable, bajos niveles de fósforo aprovechable y otros problemas edáficos. Algunos ejemplos de las especies más tolerantes son el arroz de secano, yuca, batata, caupí y diversas gramíneas y leguminosas de pastoreo (31, 32). También se tiene conocimiento de que existen diferencias significativas en tolerancia a estas limitaciones entre variedades de arroz, trigo, fríjol, soya y pastos (30, 33). Las especies y variedades tolerantes probablemente evolucionaron en suelos con bajos niveles de bases, y por lo tanto son el resultado de la adaptación natural a estas condiciones. Estas diferencias se deben a genes específicos recientemente identificados (33). La tolerancia al aluminio intercambiable y a un bajo nivel de fósforo aprovechable en el suelo, pueden ser componentes básicos de los programas de mejoramiento [illegible] al valor nutricional de estas variedades se debe

tener en cuenta El trabajo conjunto de los fitomejoradores y edafólogos debe de producir materiales más tolerantes con otros caracteres deseables, tales como el alto potencial de rendimiento y calidad del grano Tal como lo indicó Jennings (22), es necesario dejar de seleccionar las futuras variedades bajo condiciones óptimas de suelo, agua y control de plagas

Se tienen evidencias de que existe una fijación cuasi-simbiótica del nitrógeno entre las bacterias que sobreviven en los suelos ácidos y ciertas variedades y especies de gramíneas tropicales Dobereiner y Day (34) indican que la selección de especies y variedades de ciertas gramíneas, podría adicionar al suelo una cantidad significativa de nitrógeno, cuando se tenga un mejor conocimiento de las condiciones bajo las cuales sobreviven estos organismos

La adaptación de cultivos a los suelos con bajos niveles de bases no se puede ver como un sustituto de la aplicación de fertilizantes Sin embargo, reduciría significativamente las necesidades de fertilizantes y cal para lograr los rendimientos óptimos El interrogante que se debe tener en cuenta ¿qué es un óptimo rendimiento bajo estas condiciones? Los economistas y edafólogos indican que el óptimo rendimiento es el punto de la curva de respuesta al fertilizante en el que el ingreso marginal por un incremento en el rendimiento es igual al costo marginal de la última unidad de fertilizante aplicado Este concepto debe ser otra víctima de la crisis energética

En las áreas en consideración, la tierra es relativamente barata,

mientras que el costo del fertilizante y su transporte de la fabrica hasta la finca, es alto Los rendimientos óptimos deben ser los que optimizan la utilización de los escasos recursos (fertilizantes y otros insumos energéticos) La mayor eficiencia de los fertilizantes se lográ en el sector inicial de mayor pendiente de la curva de respuesta a los fertilizantes Sin embargo, el análisis marginal recomienda las dosis de fertilizantes que se indican en el sector posterior relativamente plano de la curva Cuando la curva de respuesta a los fertilizantes se representa por dos líneas rectas en el modelo de la respuesta lineal y de la meseta (85), la dosis recomendada es aquella en la que se logra el máximo rendimiento en el punto de mayor eficiencia del fertilizante Las dosis recomendadas por el modelo de la respuesta lineal y de la meseta generalmente son menores a las recomendadas por el análisis marginal Si se tiene en cuenta el efecto residual de muchos insumos (especialmente cal, fósforo y algunos micronutrimentos) y la posibilidad de obtener dos o tres cosechas al año en muchas de estas áreas, la utilización de menores dosis de fertilizantes no necesariamente implica una disminución en la producción de alimentos Lo anterior, junto con la utilización de especies y variedades adaptadas, representa un ajuste a las nuevas realidades económicas y, a largo plazo, un medio para conservar recursos no renovables tales como fósforo

La tercera consideración es la de desarrollar métodos para aumentar la eficiencia del fertilizante y cal que se aplica La eficiencia de la fertilización y encalamiento en América tropical se ha mejorado sustancialmente a través de la utilización de métodos para evaluar la fertilidad del

suelo, incluyendo ensayos de suelos, análisis de plantas, estudios de correlación e interpretación (36)

Muchos suelos con bajos niveles de bases tienen una capacidad extremadamente alta para "fijar" el fósforo en formas relativamente insolubles Las cantidades de superfosfatos para lograr rendimientos adecuados, con frecuencia son antieconómicas, a menos que se disponga de créditos amplios para depreciar su costo a varios años como una inversión de capital (37) El Tennessee Valley Authority y sus colaboradores recientemente fijaron su atención en la aplicación directa de rocas fosfóricas insolubles en agua (23) Muchas rocas fosfóricas de alta reactividad son solubles en suelos ácidos, y son más baratas que los superfosfatos debido a que son materias primas de estos últimos

En ciertos Oxisoles con bajos niveles de bases se aplican comercialmente silicatos (38) En estos suelos, el anión silicato reacciona en forma similar al anión fosfato, y en consecuencia, los silicatos también pueden ser fijados por los óxidos de hierro y aluminio A pesar de que el sílice no está oficialmente aceptado como elemento esencial para los cultivos, se tiene conocimiento de que en cultivos como la caña de azúcar y arroz se presentan respuestas agronómicas favorables a las aplicaciones de sílice (38) También es posible otra combinación Las rocas fosfóricas de baja reactividad se pueden fundir térmicamente con silicato de magnesio (relativamente barato) para obtener una fuente de fósforo más soluble, que además incluye sílice y otros elementos En Europa y Estados Unidos

se estudiaron estos productos durante las décadas de 1930-40 y 1940-50, pero se abandonaron cuando no pudieron competir económicamente con los superfosfatos La vieja literatura volvió a tenerse en cuenta y los descubrimientos se han adaptado a los suelos tropicales Las investigaciones sobre estas y otras fuentes fertilizantes, tales como productos que liberan nitrógeno lentamente, es una actividad emocionante en muchas estaciones experimentales del trópico

El concepto de maximizar la eficiencia de los insumos energéticos en las áreas tropicales, no necesariamente se limita a los fertilizantes Por ejemplo, las investigaciones acerca de los métodos de desmonte de las tierras en la selva del Amazonas, indican que el método tradicional de tumbar y quemar a mano produjo mayores rendimientos a un costo más bajo que el desmonte mecánico con bulldozers (39) Los principales factores que favorecen lo anterior son el alto costo de operación y mantenimiento de las máquinas en los bosques húmedos tropicales y el fertilizante gratis que se obtiene de las cenizas Igualmente, en desmontes de menor magnitud, la transición del cultivo alternado al cultivo continuo se puede hacer gradualmente El desmonte de varios cientos de hectáreas, aunque atractivo para los funcionarios encargados del desarrollo de una región, crea estragos entre los agricultores cuando tienen que enfrentarse con los rebrotes vigorosos de la selva, atrasos en la llegada de fertilizantes y otros serios problemas de manejo en gran escala Con mucha frecuencia estas áreas son eventualmente abandonadas

Pronóstico para el Aumento de la Producción de Alimentos en el Trópico

Somos optimistas de que los suelos del trópico pueden contribuir sustancialmente a la producción mundial de alimentos cuando se caractericen adecuadamente, se tenga un buen conocimiento de ellos y se utilicen sistemas de manejo económicamente realistas La mayoría de las mejoras en un futuro cercano se pueden esperar del aumento en los rendimientos de os suelos con altos niveles de bases, pero en el largo plazo, el asunto fundamental es la conquista de los suelos con bajos niveles de bases Varios proyectos de investigación que se adelantan en diversas regiones del trópico sustentan estas afirmaciones A diferencia de los problemas clásicos del fitomejoramiento, muchos problemas relacionados con los suelos son específicos para una región, y las recomendaciones tienen que ser compatibles con las prácticas a nivel local Por lo tanto, se requieren más sitios para adelantar investigaciones prácticas de manejo de suelos Esto se demostró en un seminario realizado en Colombia en el cual se trataron aspectos del manejo de los suelos (40), y en el cual un delegado proveniente de Nigeria recomendó la eliminación de la quema para el desmonte de los bosques tropicales, en tanto que los trabajos realizados en el Perú demostraron que de la quema se derivan beneficios incalculables Esta discrepancia aparente se explicó a través del hecho de que en Nigeria las cenizas aumentaron el pH del suelo de 6 a 8, lo cual ocasionó deficiencias de hierro, en tanto que en el Perú, las cenizas aumentaron el pH de 5 a 4 5, lo cual le proporcionó al suelo las bases necesarias

Las afirmaciones acerca de la efectividad de las prácticas de manejo

de los suelos se deben evaluar cuidadosamente de acuerdo con las propiedades del suelo en particular No se dispone de una fórmula única para los suelos tropicales

RESUMEN

Es poco el conocimiento que se tiene acerca de las propiedades y potencial de los suelos del trópico La vieja idea de que la fertilidad se forma cuando los suelos tropicales se deforestan, es cierta sólo para una pequeña parte del área En la gran mayoría de los casos, los suelos tropicales son similares o equivalentes a los suelos de las regiones templadas Específicamente, los contenidos de materia orgánica del suelo, que comúnmente se creían bajos en el trópico, son similares a los de los suelos de las regiones templadas Por lo tanto, los conceptos básicos acerca del comportamiento físico y químico que se desarrollo en las regiones templadas que no fueron afectadas por las glaciaciones son directamente aplicables al trópico Sin embargo, el desarrollo de prácticas de manejo del suelo para mantener la producción de alimentos, requiere el concurso de diferentes estrategias debido a las limitaciones medio ambientales y económicas Se hace una distinción fundamental entre el desarrollo de suelos con alto contenido de bases y suelos con bajo contenido de bases En los primeros, las prácticas de manejo de suelos se deben enfocar hacia la maximización del potencial de las variedades con altos rendimientos y el mejoramiento de los sistemas de cultivos asociados mediante la utilización de fertilizantes en forma relativamente intensiva En los suelos con bajos niveles de bases de las vastas áreas de sabanas y selva, se deben optimizar los insumos energéticos

mediante (i) la selección de variedades y especies más tolerantes a las deficiencias o toxicidades nutricionales, (ii) la aplicación de fertilizantes en dosis más bajas de las recomendadas por el clásico análisis marginal y (iii) aumentar la eficiencia de los fertilizantes aplicados a estos suelos

REFERENCIAS

1 Buol, S W 1973 N C Agricultural Experiment Station Tech Bull 219, pp 1-38

2 Smith, G D 1965 Pédologie (special issue 4)

3 Prescott, J A and R L Pendleton 1952 Commonwealth Bur Soil Sci Tech Commun 47

4 McNeil, M 1964 Sci Am 211 (No 5)

5 Buchanan, F 1807 A Journey from Madras through the Countries of Mysore, Camara and Malabar, etc (1800-1801) (East India Company, London)

6 Hardy, F. 1933 Emp J Exp. Agric 1, 103

7 Van Wambeke, A Personal communication

8 Feuer, R 1956 Thesis, Cornell University

9 Segalen, P 1970 In Pedologie et Developpment Techniques Rurales en Afrique, No 10 (Secretariat d'Etat aux Affaires Extrangeres, Paris)

10 Daniels, R B , E E Gamble, J G Cady 1970 Soil Sci Soc Am Proc 34, 648

11 Marbut, C F 1930 In Proceedings of the Second International Congress on Soil Science (Leningrad), Vol 5, p 72

12 Carter, G F and R L Pendleton 1956 Geogr Rev 46, 488

13 Soil Survey Staff 1973 Soil Taxonomy (Soil Conservation Service, Department of Agriculture, Washington, D C)

14 Wade, M K and P A Sánchez, unpublished data

15 Greenland, D J and P H Nye 1959 J Soil Sci 9, 284

16 President's Science Advisory Committee 1967 The World Food Problem (Government Printing Office, Washington, D C)

17 Marbut, C F and C B Manifold 1926 Geogr Rev 16, 414

18 Sánchez, P A and S W Buol 1974 Soil Sci Soc Am, Proc 38, 117

19 Dudal, R 1968 FAO (Food Agric Orgn U N) World Soil Resour Rep 33

20 Soil Geography Unit 1971 Soil Map of the World Distribution of Orders and Principal Suborders and Great Soil Groups (Soil Conservation Service, Department of Agriculture Washington, D C

21 Aubert, G and R Tavernier 1972 In Soils of the Humid Tropics (National Academy of Sciences, Washington, D C) pp 17-44

22 Jennings, P R 1974 Science 186, 1085

23 Englestad, O P and D A Russell Advan Agron , in press

24 Bradfield, R 1970 In Research for the World Food Crisis, D G Aldrich, Jr , Ed (AAAS, Washington, D C) pp 229-242

25 Palada, M C and R R Harwood 1972 "The relative return of corn-rice intercropping and monoculture to nitrogen applications" (mimeographed) (International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines)

26 Kellogg, C E and A C Orvedal 1969 Advan Agron 21, 109

27 Jurion, F and J Henry 1969 Can Primitive Farming Be Modernized? (Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo, Brussels)

28 Mikklesen, D S , L M M De Freitas, A C McClung 1963 IRI Res Inst Bull 29

29 Sánchez, P A 1973 N C Agric Exp Stn Tech Bull 219, pp 46-67

30 Spain, J M , C A Francis, R H Howeler, E Calvo 1976 In Soil Management in Tropical America E Bornemisza, Ed (Consortium on Soils of the Tropics, North Carolina State Univ , Raleigh) pp 308-330

31 Andrew, C S and M F Robins 1971 Aust J Agric Res 20, 665 (1969), ibid 22, 693

32 Salinas, J G and P A Sánchez 1976 "Soil-Plant relationships affecting varietal and species differences in tolerance to low available soil phosphorus" Ciencia e Cultura 28 155-168

33 Foy, C D 1974 In The Plant Root and its Environment, E W Carson, Ed (University Press of Virginia, Charlottesville), pp 601-642

34 Dobereiner, J and J M Day 1974 Associate Symbiosis in Tropical Grasses Characterization of Microorganisms and Nitrogen Fixing Sites (Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuarias do Centro-Sul, Rio de Janeiro, Brazil

35 Waugh, D L , R B Cate, Jr , L A Nelson 1973 Technical Bulletin No 7 (International Soil Fertility Evaluation and Improvement Program, North Carolina State Univer , Raleigh

36 Fits, J W 1972 Acad Scient Scripta Varia 38 (No 1), 5 Also see annual reports, International Soil Fertility Evaluation and Improvement Program North Carolina State Univ , Raleigh, 1966-1973

37 Fox, R L , S M Hassan, R C Jones 1971 Proc Int Symp Soil Fertil Eval (New Delhi) 1, 857

38 Plucknett, D L 1972 Univ Queensl Pap Dep Agri 1 (No 6), 203

39 "Research on tropical soils " 1973 In annual report for 1973, Soil Science Department, North Carolina State University, Raleigh

40 Seminar on Soil Management and the Development Process in Tropical America, held at Centro Internacional de Agricultura Tropical 1974 Cali, Colombia, 10 to 14 February

F I S I O L O G I A

PHOTOSYNTHETICA 9 (1) 96—105 1975

REVIEW

The Occurrence of C_4 Photosynthesis Among Plants*

W J S DOWNTON

CSIRO Division of Horticultural Research, Merbein, Victoria, Australia 3505

Abstract

The C_4 pathway of photosynthesis occurs in at least 13 families, 117 genera and 455 species of the *Angiospermae*. Families with C_4 representatives include the *Aizoaceae*, *Amaranthaceae*, *Boraginaceae*, *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae*, *Compositae*, *Convolvulaceae*, *Cyperaceae*, *Euphorbiaceae*, *Gramineae*, *Nyctaginaceae*, *Portulacaceae* and *Zygophyllaceae*. The genera *Alternanthera*, *Atriplex*, *Bassia*, *Cyperus*, *Euphorbia*, *Froelichia*, *Heliotropium*, *Kochia*, *Mollugo*, *Panicum* and *Streptoglossa* contain both C_3 and C_4 species.

The C_4 dicarboxylic acid pathway of photosynthesis seemingly restricted to flowering plants includes many important economic plants, e.g. sugarcane, maize and sorghum as well as such weed pests, e.g. nutsedge (*Cyperus rotundus*), johnsongrass (*Sorghum halepense*) and crabgrass (*Digitaria sanguinalis*). The first compilation of C_4 plants (prepared in 1970) appeared in a perspective volume on C_4 photosynthesis and photorespiration (Downton 1971b, Hatch *et al.* 1971). The reader is referred to this volume for a detailed discussion of C_4 photosynthesis and its associated anatomical and physiological characters. A number of publications since this time have shown the existence of C_4 photosynthesis in other families of the *Angiospermae* and have greatly extended the list of species with an established C_4 genera. C_4 photosynthesis has now (to 1974) been reported within the *Aizoaceae*, *Amaranthaceae*, *Boraginaceae*, *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae*, *Compositae*, *Convolvulaceae*, *Cyperaceae*, *Euphorbiaceae*, *Gramineae*, *Nyctaginaceae*, *Portulacaceae* and *Zygophyllaceae*. In addition both C_3 and C_4 representatives have been found in the following genera: *Alternanthera*, *Atriplex*, *Bassia*, *Cyperus*, *Euphorbia*, *Froelichia*, *Heliotropium*, *Kochia*, *Mollugo*, *Panicum* and *Stylosanthes*.

Various criteria can be used to establish the type of photosynthesis present in leaves (Downton 1971a). Leaf anatomy is perhaps the one most often used since all C_4 plants have the Kranz type arrangement of leaf tissue in which the vascular bundles are surrounded by a chlorenchymatous sheath of relatively thick walled, starch sheathed cells which contain chloroplasts for starch. The chloroplasts are often restricted to the bundle sheath cells. Other criteria useful for identifying C_4 plants include a low CO_2 compensation point, a low level of photorespiration, a high C_4 dicarboxylic acids as initial products of photosynthetic CO_2 fixation and a low discrimination against ^{13}C compared to C_3 plants. The highest $^{13}C/^{12}C$ ratios found in C_4 plants are in those species with Crassulacean acid metabolism (CAM). The lack of discriminating CAM in leaves however permits a wide range of $^{13}C/^{12}C$ ratios and gives the best separation for C_4 photosynthesis among the C_4 species (Smith and Brown 1973).

The C_4 species shown to occur on the basis of at least one of the above criteria are listed in each of the species sections of the following, followed by the reference used to designate those plants as restricted to C_4. In instances where a species has been studied by several workers the reference selected generally is the historical priority.

* Received 15 September 1974

Table 1

The taxonomic distribution of C_4 photosynthesis (The number in brackets represents always the respective item in the list of references.)

DICOTYLEDONEAE

1 *Aizoaceae*	
Cypselea humifusa	(46)*
Gisekia pharnaceoides	(35)
Mollugo cerviana	(28)
M. nudicaulis	(35)
Trianthema decandra	(35)
T. portulacastrum	(28)
2 *Amaranthaceae*	
Acanthochiton wrightii	(46)
Alternanthera ficoidea	(20)
A. pungens	(20)
A. repens	(46)
Amaranthus acanthochiton	(46)
A. albus	(42)
A. arenicola	(46)
A. blitoides	(42)
A. californicus	(46)
A. caudatus	(42)
A. chlorostachys	(46)
A. cruentus	(46)
A. deflexus	(46)
A. edulis	(42)
A. fimbriatus	(46)
A. gracilis	(20)
A. graecizans	(46)
A. hybridus	(46)
A. hypochondriacus	(42)
A. lividus	(46)
A. melancholicus	(42)
A. palmeri	(18)
A. paniculatus	(46)
A. patulus	(42)
A. polygamus	(35)
A. powellii	(46)
A. retroflexus	(42)
A. spinosus	(20)
A. tamariscinus	(46)
A. tricolor	(42)
A. tuberculatus	(46)
A. viridis	(42)
Bravulinea densa	(46)
Froelichia arizonica	(46)
F. campestris	(46)
F. floridana	(46)
F. gracilis	(42)
Gomphrena caespitosa	(46)
G. celosioides	(23)
G. decumbens	(35)
G. dispersa	(46)
G. globosa	(42)
G. haageana	(42)
G. nitida	(46)
G. sonorae	(46)
Gossypianthus lanuginosus	(46)
C. rigidiflorus	(46)
Lithophila vermiculares	(46)
Tidestromia lanuginosa	(46)
T. oblongifolia	(2)
T. suffruticosa	(46)
3 *Boraginaceae*	
Heliotropium scabrum	(35)
H. zeylanicum	(35)
4 *Caryophyllaceae*	
Polycarpaea aurea	(35)
P. corymbosa	(35)
5 *Chenopodiaceae*	
Atriplex acutibractea	(34)
A. acutiloba	(34)
A. angulata	(35)
A. argentea	(26)
A. bonnevillensis	(46)
A. breweri	(46)
A. buchanani	(45)
A. burburyana	(34)
A. canescens	(26)
A. confertifolia	(46)
A. corrugata	(46)
A. cordifolia	(34)
A. coulteri	(46)
A. crassipes	(34)
A. cryptocarpa	(34)
A. cuneata	(46)

* Consult this Reference for criteria used to establish C_4 photosynthesis for the plant

Table 1 (Continued)

A decumbens	(46)	*A pusilla*	(46)
A drummondii	(34)	*A quadrivalvata*	(34)
A cardleyae	(34)	*A quinii*	(6)
A eichleri	(34)	*A rhagodioides*	(43)
A elaeophylla	(34)	*A rosea*	(42)
A elegans	(46)	*A saccaria*	(46)
A falcata	(46)	*A semibaccata*	(23)
A fissivalvis	(34)	*A semilunaris*	(34)
A gardneri	(46)	*A serenana*	(46)
A garrettii	(46)	*A sibirica*	(43)
A halimus	(43)	*A spinibractea*	(34)
A holocarpa	(43)	*A spongiosa*	(32)
A humilis	(34)	*A stipulata*	(34)
A hymenelytra	(26)	*A suberecta*	(44)
A hymenotheca	(34)	*A tatarica*	(44)
A hypoleuca	(34)	*A tenuissima*	(46)
A inflata	(33)	*A torreyi*	(46)
A intermedia	(34)	*A tridentata*	(46)
A isatidea	(34)	*A truncata*	(46)
A kochiana	(34)	*A turbinata*	(34)
A lentiformis	(26)	*A vallicola*	(46)
A leptocarpa	(34)	*A velutinella*	(34)
A leucocladum	(46)	*A vesicaria*	(33)
A leucophylla	(46)	*A wolfii*	(46)
A limbata	(34)	*Bassia hyssopifolia*	(43)
A lindleyi	(33)	*Halogeton glomeratus*	(46)
A linearis	(46)	*Haloxylon salicornicum*	(1)
A lobativalvis	(34)	*Kochia childsii*	(42)
A macropterocarpa	(34)	*K scoparia*	(42)
A microcarpa	(34)	*Salsola foetida*	(1)
A moquiniana	(34)	*S kali*	(42)
A morrisii	(34)	*Suaeda californica*	(46)
A muelleri	(34)	*S fruticosa*	(1)
A muricata	(46)	*S nigra*	(46)
A navajoensis	(46)	*S suffrutescens*	(46)
A nummularia	(44)	*S torreyana*	(46)
A obovata	(46)	6 *Compositae*	
A paludosa	(6)	*Pectis leptocephala*	(36)
A papillata	(34)	7 *Convolvulaceae*	
A parvi	(46)	*Evolvulus alsinoides*	(46)
A pentandra	(46)	8 *Euphorbiaceae*	
A polycarpa	(26)	*Chamaesyce buxifolia*	(37)
A prostrata	(34)	*Euphorbia albomarginata*	(46)
A pseudocampanulata	(34)	*E armonica*	(46)
A pterocarpa	(34)	*E australis*	(**)

** PATE J S personal communication (Kranz type leaf anatomy and low CO_2 compensation point)

Table 1 (Continued)

E. buxifolia	(46)	*E. tomentulosa*	(46)
E. capitellata	(46)	*E. vermiculata*	(46)
E. chamaesyce	(46)	*E. villifera*	(46)
E. cinerascens	(46)	*E. wheeleri*	(13)
E. drummondii	(13)	*E. zygophylloides*	(46)
E. fendleri	(46)	9 *Nyctaginaceae*	
E. florida	(46)	*Allionia choisyi*	(46)
E. geyeri	(46)	*A. crisata*	(46)
E. gyptosperma	(31)	*A. incarnata*	(46)
E. hildebrandtii	(46)	*Boerhaavia carbaea*	(46)
E. hirsuta	(46)	*B. coulteri*	(46)
E. hirta	(46)	*B. diffusa*	(35)
E. hirtula	(46)	*B. erecta*	(46)
E. hooveri	(46)	*B. gracillima*	(46)
E. humistrata	(46)	*B. intermedia*	(46)
E. hypericifolia	(20)	*B. linearifolia*	(46)
E. hyssopifolia	(46)	*B. megaptera*	(46)
E. lata	(46)	*B. paniculata*	(8)
E. maculata	(31)	*B. purpurascens*	(46)
E. melanadenia	(46)	*B. ternifolia*	(46)
E. micromera	(46)	*B. torreyana*	(46)
E. missurica	(31)	*B. wrightii*	(46)
E. neomexicana	(46)	10 *Portulacaceae*	
E. nutans	(46)	*Portulaca grandiflora*	(42)
E. parryi	(46)	*P. mundula*	(46)
E. pediculifera	(46)	*P. oleracea*	(42)
E. petaloidea	(46)	*P. parvula*	(46)
E. polygonifolia	(46)	*P. pilosa*	(46)
E. revoluta	(46)	*P. quadrifida*	(35)
E. serpens	(46)	*P. suffrutescens*	(46)
E. serpyllifolia	(31)	*P. tuberosa*	(35)
E. serrula	(46)	11 *Zygophyllaceae*	
E. setiloba	(46)	*Kallstroemia grandiflora*	(46)
E. stictospora	(46)	*Tribulus hystrix*	(13)
E. supina	(31)	*T. terrestris*	(8)
E. thymifolia	(35)		

MONOCOTYLEDONEAE

12 *Cyperaceae*		*C. flabelliformis*	(20)
Cyperus albomarginatus	(14)	*C. globosus*	(20)
C. bowmannii	(2[illegible])	*C. iria*	(20)
C. compressus	(20)	*C. javanica*	(20)
C. cyperinus	(20)	*C. kyllingia*	(20)
C. cyperoides	(20)	*C. malaccensis*	(20)
C. eragrostis	(14)	*C. odoratus*	(1)
C. esculentus	(31)	*C. pedunculatus*	(20)
C. filicalmis	(1)	*C. polystachyos*	(2[illegible])

100 Table 1 (Continued)

C rotundus	(23)	*Cenchrus ciliaris* ✓	(7)
Fimbristylis cymosa	(20)	*C echinatus*	(7)
F cymosa	(20)	*C incertus*	(38)
F ferruginea	(20)	*C myosuroides*	(24)
F miliacea	(20)	*Chloris cucullata*	(38)
Kyllinga brevifolia	(6)	*C distichophylla*	(5)
K monocephala	(23)	*C gayana* ✓	(14)
Scirpus lateriflorus	(20)	*Chrysopogon gryllus*	(5)
Scleria lithosperma	(20)	*C montanus*	(38)
13 *Gramineae*		*Coix lacryma jobi* ✓	(10)
Achlaena pipto chiva	(41)	*Cymbopogon excavatus*	(39)
Andropogon gayanus ✓	(10)	*C tortilis*	(40)
A glomeratus	(1)	*Cynodon dactylon* ✓	(14)
A perforatus	(38)	*Dactyloctenium aegyptiacum*	(7)
A saccharoides	(24)	*Danthoniopsis dinteri*	(38)
A scoparius	(7)	*Dichanthium aristatum* ✓	(10)
A virginicus	(7)	*Digitaria adscendens*	(20)
Anthaenantia rufa	(38)	*D argyrograpta*	(10)
Anthephora crinita	(24)	*D decumbens* ✓	(19)
A elegans	(38)	*D pentzii*	(7)
A elongata	(38)	*D rhopalotricha*	(20)
A hermaphrodita	(38)	*D seriata*	(14)
A pubescens	(24)	*D smutsii*	(10)
Aristida adscensionis	(3)	*Distichlis spicata*	(7)
A glauca	(38)	*Echinochloa colonum*	(7)
A longiseta	(24)	*E crus-galli*	(14)
A purpurea	(38)	*E stagnina*	(10)
A stipes	(24)	*E utilis*	(6)
A uniplumis	(44)	*Eleusine coracana*	(10)
Arthropogon schaberioides	(41)	*E indica*	(7)
A villosus	(38)	*Eragrostis brownii*	(17)
A xerachne	(41)	*E chloromelas*	(10)
Aristida adscensionis	(38)	*E cilianensis*	(1)
A heteromera	(38)	*E curvula* ✓	(5)
A diffusa	(38)	*E intermedia*	(24)
A lanata	(44)	*E mexicana*	(14)
Astrebla pectinata	(10)	*E pilosa*	(14)
Axonopus affinis ✓	(38)	*E rigidior*	(10)
A argentinus	(14)	*E tef*	(21)
A compressus ✓	(44)	*Fremontodendron californicum*	(24)
Botriochloa ischaemum	(38)	*Fraxinus gigantea*	(21)
Bouteloua curtipendula	(10)	*F maximus*	(17)
B hirsuta	(38)	*F ravenelae*	(21)
B gracilis	(1)	*Eriochloa gracilis*	(5)
Brachiaria nigropedata ✓	(20)	*Fuchsia mexicana*	(27)
B platynota	(5)	*F perennis*	(38)
B subquadripara	(20)	*Garrotia stricta*	(38)
Buchloe dactyloides	(1)	*Gymnopogon ambiguus*	(38)

Table 1 (Continued)

Heteropogon contortus	(10)	*P. prolutum*	(31)
Hilaria belangeri	(38)	*P. purpurascens* ✓	(38)
H. mutica	(24)	*P. ramisetum*	(38)
Imperata arundinacea	(37)	*P. repens*	(20)
Jouvea pilosa	(38)	*P. reptans*	(38)
Lasiurus hirsutus	(22)	*P. reticulatum*	(25)
Leptochloa dubia	(7)	*P. stapfianum*	(31)
L. fusca	(7)	*P. teretum*	(38)
L. panicea	(5)	*P. texanum*	(25)
Leptoloma cognatum	(38)	*P. turgidum*	(31)
Leptochloa racemosa	(38)	*P. urvillei*	(38)
L. repens	(38)	*P. virgatum*	(31)
Lycurus phleoides	(38)	*Pappophorum bicolor*	(24)
Manisuris altissima	(5)	*Paspalum commersonii*	(20)
Melinis minutiflora ✓	(10)	*P. conjugatum* ?	(20)
Miscanthus sinensis	(28)	*P. dilatatum* ✓	(17)
Monanthochloe littoralis	(39)	*P. distichum*	(14)
Muhlenbergia emersleyi	(38)	*P. howardianum*	(24)
M. lindheimeri	(36)	*P. notatum* ✓	(10)
M. racemosa	(25)	*P. pubiflorum*	(38)
M. schreberi	(1)	*P. urvillei*	(8)
Neostapfia colusana	(38)	*Pennisetum ciliare* ✓	(38)
Orcuttia californica	(38)	*P. clandestinum* ✓	(***)
Panicum antidotale ✓	(31)	*P. glaucum* (= *P. typhoides*)	(14)
P. bergii	(5)	*P. pedicellatum*	(10)
P. bulbosum	(11)	*P. purpureum* ✓	(7)
P. capillare	(14)	*P. setaceum*	(21)
P. coloratum ✓	(31)	*P. villosum*	(21)
P. crusgalli	(25)	*Rottboellia penicillata*	(38)
P. decompositum	(25)	*Reimarochloa acuta*	(38)
P. decumbens	(25)	*Reynaudia filiformis*	(38)
P. dichotomiflorum	(31)	*Rhynchelytrum repens*	(21)
P. filipes	(24)	*R. roseum*	(38)
P. gouinii	(38)	*Saccharum officinarum* ✓	(29)
P. halii	(31)	*S. robustum*	(29)
P. indicum	(20)	*S. sinense*	(17)
P. lanciflorum	(31)	*S. spontaneum*	(17)
P. maximum ✓	(31)	*Schedonnardus paniculatus*	(24)
P. miliaceum	(14)	*Schizachyrium scoparium*	(21)
P. minus	(31)	*Setaria barbata*	(20)
P. obtusum	(31)	*S. fabevii*	(30)
P. plenum	(31)	*S. glauca*	(30)
P. polygonatum	(25)	*S. italica*	(14)
		S. lutescens	(14)
		S. scheelei	(38)
		S. sphacelata	(10)

*** Downton, W. J. S. unpublished (Kranz type leaf anatomy)

Table 1 (Continued)

S viridis	(7)	*S poiretii*	(1)
Snowdenia polystachya	(38)	*S spicatus*	(24)
Sorghastrum nutans	(24)	*S wrightii*	(38)
S pellitum	(5)	*Stenotaphrum secundatum*	(9)
Sorghum aethiopicum	(9)	*Themada australis*	(10)
S almum	(14)	*T arenacea*	(***)
S arundinaceum	(9)	*T triandra*	(38)
S bicolor	(7)	*Thuarea involuta*	(20)
S halepense	(17)	*Trachys muricata*	(38)
S intran	(9)	*Tragus australianus*	(10)
S propinquum	(18)	*Trichachne californica*	(7)
S stipoideum	(9)	*T insularis*	(7)
S sudanense	(14)	*T saccharifloa*	(5)
S verticilliflorum	(9)	*Tridens albescens*	(38)
S virgatum	(9)	*T pilosus*	(38)
S vulgare	(14)	*Tripsacum dactyloides*	(7)
Spartina alterniflora	(39)	*Uniola paniculata*	(15)
S cynosuroides	(1)	*Urochloa moseri bicensis*	(24)
S foliosa	(28)	*Vaseyochloa multinervosa*	(25)
S pectinata	(1)	*Xerochloa ciliaba*	(20)
S townsendii	(21)	*Zea mays*	(29)
Spinifex littoralis	(20)	*Zoysia japonica*	(38)
Sporobolus asper	(38)	*Z matrella*	(38)
S caroli	(13)	*Z tenuifolia*	(***)
S cryptandrus	(25)		

*** DOWNTON W J S unpublished (Kranz type leaf anatomy)

REFERENCES

(References to this paper are numbered to simplify their citation in Table 1. The references are completed with the criteria used to designate the plants as C_4.)

(1) PENDER M M Variations in the $^{13}C/^{12}C$ ratios of plants in relation to the pathway of photosynthetic carbon dioxide fixation — Phytochemistry 10 1239—12 1971 [Low ^{13}C discrimination]

(2) BERRY J A The compartmentation of reactions in β carboxylation photosynthesis — Carnegie Inst Year Book 69 649—655 1971 [Kranz type leaf anatomy]

(3) BISALPUTRA T DOWNTON W J S TREGUNNA E B The distribution and ultrastructure of chloroplasts in leaves differing in photosynthetic carbon metabolism I Wheat *Sorghum* and *Aristida* (*Gramineae*) — Can J Bot 47 15—21 1969 [Kranz type leaf anatomy]

(4) BJORKMAN O GAUHL L Carboxydismutase activity in plants with and without β carboxylation photosynthesis — Planta 88 197—203 1969 [Kranz type leaf anatomy and no effect of low O_2 on rate of photosynthesis]

(5) BROWN R H GRACEN V L Distribution of the post illumination CO_2 burst among grasses — Crop Sci 12 30— 1972 [No effect of low O_2 on rate of photosynthesis]

(6) BROWNELL P F CROSSLAND C J The requirement for sodium as a micronutrient by species having the C_4 dicarboxylic photosynthetic pathway — Plant Physiol 49 794—797 1972 [Kranz type leaf anatomy]

(7) CHEN T M BROWN R H BLACK C C CO_2 compensation concentration rate of photosynthesis and carbonic anhydrase activity of plants — Weed Sci 18 399—40 1970 [Low CO_2 compensation point]

(8) CROOKSTON R K MOSS D N The relation of carbon dioxide compensation and chlorenchymatous vascular bundle sheaths in leaves of dicots — Plant Physiol 46 564—567 1970 [Kranz type leaf anatomy]

(9) DOWNES R W Relationship between evolutionary adaptation and gas exchange characteristics of diverse *Sorghum* taxa — Aust J biol Sci 24 847—852 1971 [Kranz type leaf anatomy]

(10) DOWNES R W HESKETH J D Enhanced photosynthesis at low oxygen concentrations *Differential response of temperate and tropical grasses* — Planta 78 79—84 1968 [No effect of low O_2 on rate of photosynthesis]

(11) DOWNTON J BERRY J TREGUNNA E B Photosynthesis Temperate and tropical characteristics within a single grass genus — Science 163 78—79 1969 [C_4 acids as initial products of $^{14}CO_2$ fixation and low CO_2 compensation point]

(12) DOWNTON W J S Adaptive and evolutionary aspects of C_4 photosynthesis — In HATCH M D OSMOND C B SLATYER R O (ed) Photosynthesis and Photorespiration Pp 5—17 Wiley Interscience New York—London—Sydney—Toronto 1971a

(13) DOWNTON W J S Check list of C_4 species — In HATCH M D OSMOND C B SLATYER R O (ed) Photosynthesis and Photorespiration Pp 554—558 Wiley Interscience New York —London —Sydney—Toronto 1971b

(14) DOWNTON W J S TREGUNNA E B Carbon dioxide compensation — its relation to photosynthetic carboxylation reactions systematics of the *Gramineae* and leaf anatomy — Can J Bot 46 207—215 1968 [Low CO_2 compensation point and Kranz type leaf anatomy]

(15) GRACEN V L JR HILLIARD J H BROWN R H WEST S H Peripheral reticulum in chloroplasts of plants differing in CO_2 fixation pathways and photorespiration — Planta 107 189 to 204 1972 [Kranz type leaf anatomy]

(16) HATCH M D OSMOND C B SLATYER R O (ed) Photosynthesis and *Photorespiration* — Wiley Interscience New York— London—Sydney—Toronto 1971

(17) HATCH M D SLACK C R JOHNSON H S Further studies on a new pathway of photosynthetic carbon dioxide fixation in sugar cane and its occurrence in other plant species — Biochem J 102 417—422 1967 [C_4 acids as initial products of $^{14}CO_2$ fixation]

(18) HESKETH J Enhancement of photosynthetic CO_2 assimilation in the absence of oxygen as dependent upon species and temperature — Planta 76 371—374 1967 [No effect of low O_2 on rate of photosynthesis]

(19) HILLIARD J H WEST S H Starch accumulation associated with growth reduction at low temperatures in a tropical plant — Science 168 494—496 1970 [Kranz type leaf anatomy]

(20) HOESTRA J J AKSORNKOAE S ATMOWIDJOJO S DANAAG J I SANTOSA SASTROHOETOMO R A THU T T N A study on the occurrence of plants with a low CO_2 compensation point in different habitats in the tropics — Ann bogor 5 143—157 1972 [Kranz type leaf anatomy and low CO_2 compensation point]

(21) HOLDEN M Chloroplast pigments in plants with the C_4 dicarboxylic acid pathway of photosynthesis — Photosynthetica 7 41—49 1973 [Kranz type leaf anatomy]

(22) HUBER W SANKHLA N ZIEGLER H Eco physiological studies on Indian arid zone plants I Photosynthetic characteristics of *Pennisetum typhoides* (Burm f) STAPF & HUBBARD and *Fasiurus sindicus* HENR — Oecologia 13 65—71 197 [Kranz type leaf anatomy and C_4 acids as initial products of $^{14}CO_2$ fixation]

(23) JOHNSON H S HATCH M D Distribution of the C_4 dicarboxylic acid pathway of photo

synthesis and its occurrence in dicotyledonous plants. — Phytochemistry 7: 375—380, 1968. [C_4 acids as initial products of $^{14}CO_2$ fixation.]

(24) JOHNSON, SR., M. C.: An Electron Microscope Study of the Photosynthetic Apparatus in Plants with Special Reference to the *Gramineae*. — Ph. D. Thesis, Univ. Texas, Austin 1964. [Kranz type leaf anatomy.]

(25) KRENZER, E. G., JR., MOSS, D. N.: Carbon dioxide compensation in grasses. — Crop Sci. 9: 619—621, 1969. [Low CO_2 compensation point.]

(26) LAETSCH, W. M.: Chloroplast specialization in dicotyledons possessing the C_4 dicarboxylic acid pathway of photosynthetic CO_2 fixation. — Amer. J. Bot. 55: 875—882, 1968. [Kranz type leaf anatomy.]

(27) LAETSCH, W. M.: Relationship between chloroplast structure and photosynthetic carbon fixation pathways. — Sci. Progr. (Oxford) 57: 323—351, 1969. [Kranz type leaf anatomy.]

(28) LAETSCH, W. M.: Chloroplast structural relationships in leaves of C_4 plants. — In: HATCH, M. D., OSMOND, C. B., SLATYER, R. O. (ed.): Photosynthesis and Photorespiration. Pp. 323—342. Wiley Interscience, New York—London—Sydney—Toronto 1971. [Kranz type leaf anatomy.]

(29) MOSS, D. N.: The limiting carbon dioxide concentration for photosynthesis. — Nature 193: 587, 1962. [Low CO_2 compensation point.]

(30) MOSS, D. N.: Relation in grasses of high photosynthetic capacity and tolerance to atrazine. — Crop Sci. 5: 774, 1965. [Low CO_2 compensation point.]

(31) MOSS, D. N., KRENZER, E. G., JR., BRUN, W. A.: Carbon dioxide compensation points in related plant species. — Science 164: 187—188, 1969. [Low CO_2 compensation point.]

(32) OSMOND, C. B.: β-carboxylation during photosynthesis in *Atriplex*. — Biochim. biophys. Acta 141: 197—199, 1967. [C_4 acids as initial products of $^{14}CO_2$ fixation.]

(33) OSMOND, C. B.: C_4 photosynthesis in the *Chenopodiaceae*. — Z. Pflanzenphysiol. 62: 129—132, 1970. [C_4 acids as initial products of $^{14}CO_2$ fixation.]

(34) OSMOND, C. B.: Leaf anatomy of Australian saltbushes in relation to photosynthetic pathways. — Aust. J. Bot. 22: 9—14, 1974. [Kranz type leaf anatomy.]

(35) RAMA DAS, V. S., RACHAVENDRA, A. S.: A screening of the dicotyledonous weed flora for the occurrence of C_4 dicarboxylic acid pathway of photosynthesis. — Proc. Indian Acad. Sci. Sec. B 77: 93—100, 1973. [Kranz type leaf anatomy, low CO_2 compensation point and no effect of low O_2 on rate of photosynthesis.]

(36) SCHOCH, E.: Malat und Aspartat als Hauptprodukte der $^{14}CO_2$-Kurzzeit-Fixierung nun auch bei einer Composite. — Z. Pflanzenphysiol. 64: 267—268, 1971. [C_4 acids as initial products of $^{14}CO_2$ fixation.]

(37) SCHOCH, E., KRAMER, D.: Korrelation von Merkmalen der C_4-Photosynthese bei Vertretern verschiedener Ordnungen der Angiospermen. — Planta 101: 51—63, 1971. [Kranz type leaf anatomy, low CO_2 compensation point and C_4 acids as initial products of $^{14}CO_2$ fixation.]

(38) SMITH, B. N., BROWN, W. V.: The Kranz syndrome in the *Gramineae* as indicated by carbon isotopic ratios. — Amer. J. Bot. 60: 505—513, 1973. [Kranz type leaf anatomy and low ^{13}C discrimination.]

(39) SMITH, B. N., EPSTEIN, S.: Two categories of $^{13}C/^{12}C$ ratios for higher plants. — Plant Physiol. 47: 380—384, 1971. [Low ^{13}C discrimination.]

(40) TATEOKA, T.: Reexamination of anatomic Characteristics of leaves in *Zoysiodeae* and *Panicoideae* (*Poaceae*). — J. Jap. Bot. 31: 210—218, 1956. [Kranz type leaf anatomy.]

(41) TATEOKA, T.: Notes on some grasses. XV. Affinities and species relationship of *Arthropogon* and relatives with reference to their leaf structure. — Bot. Mag. (Tokyo) 76: 286—291, 1963. [Kranz type leaf anatomy.]

(42) TREGUNNA, E. B., DOWNTON, J.: Carbon dioxide compensation in members of the *Amaranthaceae* and some related families. — Can. J. Bot. 45: 2385—2387, 1967. [Low CO_2 compensation point.]

(43) TREGUNNA E B DOWNTON J JOLLIFFE P Genetic and environmental control of photo respiration — In METZNER H (ed.) Progress in Photosynthesis Research Vol. I Pp. 488—493 Tubingen 1969 [Low CO_2 compensation point and Kranz type leaf anatomy.]

(44) TREGUNNA E B SMITH B N BERRY J A DOWNTON W J S Some methods for studying the photosynthetic taxonomy of the angiosperms — Can. J. Bot. 48 1209—1214 1970 [Kranz type leaf anatomy; low CO_2 compensation point and low ^{13}C discrimination.]

(45) TROUGHTON J. H. HENDY C. H. CARD K. A. Carbon isotope fractionation in *Triplex* spp. — Z. Pflanzenphysiol. 65 401—406 1971 [Low ^{13}C discrimination.]

(46) WELSH G. W. CALDWELL M. Leaf anatomy of species in some dicotyledon families as related to the C_3 and C_4 pathways of carbon fixation — Can. J. Bot. 48 2135—2146 1970 [Kranz type leaf anatomy.]

AGRONOMIA DE GRAMINEAS

3943

PRINCIPIOS DE PROPAGACION DE ESPECIES DE PASTOS MEJORADOS*

I E TERGAS

INTRODUCCION

Una vez realizada la selección de especies de pastos mejor - adaptada y productiva en una region determinada, la decisión - más importante a tomarse debería estar relacionada con métodos mas adecuados d propagación de estas especies mejoradas para - asegurar su disponibilidad al productor Desde luego, los metodos de propagación estarían relacionados con las caracteristicas de buena producción de semillas viables, lo cual debería considerarse como un aspecto importante en el proceso de selección o en algunos casos presentarse como alternativa en el uso de material vegetativo o esencialmente estar limitado a este ultimo tipo de- propagación

METODOS DE PROPAGACION

una propagacion rápida inicial podria ser muy importante con el objeto de aprovechar la disponibilidad de material para producir semillas de fundacion o para el establecimiento de semilleros en estos casos podria considerarse las ventajas de los métodos de propagación con material vegetative para alcanzar estos objetivos Sinembargo antes de tomar una decisión, deberiamos considerar alguna desventajas tales como

a) Limitaciones en la seleccion de material de propagacion
b) Costo inicial en el manejo y establecimiento de material vegetativo
c) Riesgos de la protagación de enfermedades, plagas y aun nemátodos

---

* I Curso Produccion de Pastos Tropicales
Febrero, 1979

PRODUCCION DE SEMILLAS

Cuando se cuenta con semillas de las especies deseables a nivel comercial, posiblemente la mejor recomendación sería usarlas en vez de tratar de producir nuestra propia semillas entre las posibles ventajas tendríamos

a) Calidad certificada
b) Disponibilidad de cantidades acumuladas Sinembargo, es posible que los precios iniciales sean muy altos, la disponibilidad de semillas menor que la demanda y en algunos casos tengamos que depender de importaciones, o del interes de las empresas locales productores de semillas y/o tomar riesgos en cuanto a la calidad de la semilla comercial por no existir regulaciones con lo relacionado a certificación También es posible que al seleccionar una especie de pasto para una región, sus caracteristicas de buena productora de materia seca, y valor nutritivo adecuado no sean compatibles con una buena producción de semillas en la misma area, y tengamos que seleccionar sitios adecuados para la producción de semillas

ESTABLECIMIENTO DE SEMILLEROS

Se puede considerar como una alternativa en el caso de no disponer de semillas certificadas en cantidades y precios adecuados, con tal que las condiciones locales para la producción sean satisfactorias y exista una tecnología de fácil adopción que no requiera grandes inversiones en equipos para cosechas y procesamiento

Como parte de la estrategia en el establecimiento de semilleros a nivel regional podriamos considerar la utilización de propagación vegetativa inicialmente y el uso de riego en la estación seca para ganar tiempo durante la propagación El establecimiento aprovechamiento del fertilizante residual utilizado en el cultivo y beneficios secundarios de las practicas culturales que se realizan en el cultivo La combinación de cultivo y riego podría resultar en buenas cosechas de semillas de pastos a un corte relati-

vamente bajo si tomamos en cuenta el precio del producto Estas consideraciones serían posiblemente de un beneficio más marcado en el caso de especies que se propagan en forma vegetativa, sin- embargo existen condiciones para producción de semillas botani - cas, las cuales tendrían similar aplicación a nivel regional y de productor

Tropical Grasslands Vol 9 No 3,November 1975

UNA RESEÑA DE PASTO GUINEA (Panicum maximum) PARA LOS TROPICOS HUMEDOS DE AUSTRALIA

T H McCOSKER* AND J K TEITZEL*

Traducido por LUIS E TERGAS**

RESUMEN

Guinea común o cultivar Riversdale es la gramínea forrajera más importante para las tierras bajas tropicales de Australia Su productividad en general, compatibilidad con leguminosas, libertad de plagas y enfermedades importantes, relativamente alto valor nutritivo y requerimientos agronómicos y de pastoreo no precisos, son razones importantes de su popularidad Su principal debilidad es la falta de tolerancia a condiciones de pobre drenaje y un crecimiento estacional muy marcado El cultivar Hamil crecerá en suelos más húmedos que Riversdale y Makueni presenta un mejor crecimiento durante la estación fría Coloniao y Embu son relativamente improductivos y el Guinea tosco es considerado una maleza

INTRODUCCION

El pasto Guinea (Panicum maximum) está bien establecido a través de los países tropicales en ambos hemisferios donde desempeña un papel importante en la producción de carne y leche Parsons (1972) ha marcado su dispersión desde la costa de Guinea en Africa occidental a Barbados durante el Siglo XVII y Brasil en el Siglo XVIII, vía los barcos de esclavos

En escala global, el pasto Guinea está concentrado en Africa, América Central y Sur América, Norte de Australia, India, sureste de Asia, y las Islas del Pacífico (Motta, 1953) entre 20°S y 20°N y por encima de la isoyeta de 1300 mm de lluvia Fluctúa entre el nivel del mar hasta aproximadamente 2000 m (Motta, 1953, Bogdan, 1965) principalmente en praderas con pocos árboles distribuídos,(Edwards y Bogdan, 1951) claros abiertos en bosques de árboles altos, regiones costeras y

* Queensland Department of Primary Industries, South Johnstone Research Station, 4859

** Programa Ganado de Carne, CIAT, Cali, Colombia

vegetación arbustiva (Motta, 1953)

Las especies son extremadamente variables (Bogdan, 1955, Ramaswamy y Raman, 1971) y desde el punto de vista taxonómico y fitogénico son muy pobremente entendidas (Jouhar y Joshi, 1966)

La experiencia australiana sugiere que un agrupamiento agronómico y ambiental sensible es dividir las variedades comerciales disponibles de P maximum en 2 grupos las "Guineas" y los "panicos" Los panicos (Petrie, Sabi y Gatton) son apropiados para los sub-trópicos y trópicos húmedos de altura, mientras que las 'Guineas" son más productivas en tierras bajas tropicales con alta precipitación El manejo al pastoreo y los requerimientos agronómicos de cada grupo son bastante distintos Bajo este agrupamiento los únicos pastos Guinea de significado comercial en Australia son Riversdale (Guinea común), Hamil, Coloniao, Embu, Makueni y Guinea tosco

ORIGEN Y DISTRIBUCION DE LAS VARIEDADES AUSTRALIANAS DE PASTO GUINEA

Riversdale, Guinea común (Panicum maximum var típica) se parece a razas ecológicas introducidas del este y centro de Africa mientras que Hamil y Coloniao son similares a introducciones de la costa oeste de Africa (Grof y Harding, 1970) Fué introducido en Australia en los años de 1880 por W dill y distribuído ampliamente de la Finca Experimental Wollongbar en los años 1890 pero nunca se volvió popular en esa área (Breakwell,1923) Se ha distribuído hacia la costa tropical en 1920 (Brooks, 1921) y desde esa época Guinea se ha convertido en el pasto más ampliamente usado en las tierras bajas de alta precipitación Es, sin embargo, un tipo algo variable (Hopkinson, comunicación personal) y una linea morfológicamente uniforme de Guinea común (cultivar Riversdale) fué seleccionada por C H Middleton y entregada por la Queensland Herbage Plant Liaison Committee (Comité Estatal de Control de Plantas Forrajeras) en 1975

Hamil es un cultivar registrado, derivado de semillas suministradas a Jack Hamil de Daintree, Queensland del Norte en 1935 por C T White, Botánico Gubernamental de Queensland No existe registro de su fuente original Se ha distribuído rápidamente en el área de Daintree y fué advertido y nombrado por D O Atherton, Director de Agricultura Tropical (Barnard, 1967) Desde entonces se ha distribuído por otras partes de la costa húmeda tropical

Coloniao se cree es el pasto Guinea, al cual se refirió Parsons (1972) en su trabajo sobre la dispersión de las gramíneas africanas, y esto es apoyado por T G Graham (datos inéditos) y Grof y Harding (1970) Se sospecha que Coloniao fué identificado por Hans Sloane en 1684 en Barbados Se ha distribuído a través de las Antillas menores durante los años de 1700, y fué introducido a Brasil durante ese siglo por barcos de esclavos directamente de la costa de Guinea en Africa occidental (Parsons, 1972) La primera introducción australiana (Q 1202) fué recibida de la isla Molokai en Hawaii, donde había sido introducido de Brasil (Grof y Harding, 1970) Fué propagado en la Estación Experimental South Johnstone en los años de 1930 y desde entonces se ha encontrado con uso limitado en la costa tropical húmeda

Embu (Guinea rastrera) se originó de una simple planta encontrada por P Strange a lo largo del camino del bosque cerca de Embu, Kenya (Bogdan, 1965) Las semillas fueron introducidas desde Kitale a Queensland, independientemente por J Redrup y B Grof en Enero, 1965 Embu es el único cultivar con hábito de crecimiento decumbente y esto es tan poco usual que Bogdan (1965) considera que pudiera pertenecer a otro grupo taxonómico Aunque ha sido cultivado en el sureste de Queensland y en la costa tropical húmeda, no ha sido una especie con exito (Ostrawski, comunicación personal, Mellor, Hibberd y Grof, 1973)

Makueni fué primeramente sembrada por J Knight en Makueni en el distrito Machakos de Kenya, procedente de semillas recolectadas localmente. Fué traída a la Estación Experimental de Kitale en 1962 y multiplicada como K 6221 Makueni fué recolectada de Kitale y traída a Australia independientemente por J Redrup y B Grof en 1965 Fué entregada en Australia para su producción comercial en Julio 1974, y es recomendada como una alternativa a otros pastos 'Guineas" en las tierras bajas húmedas de la costa y tierras altas adyacentes de la parte tropical más al norte en Queensland (Middleton y McCosker, 1975)

Guinea tosco es un tipo indeseable cuyo origen fué el resultado de la contaminación de semillas importadas o un escape de cepa del semillero Ha estado en la costa tropical húmeda del norte de Queensland por lo menos 20 años Las aguas de inundación, los pájaros, máquinas niveladoras de caminos y las cosechadoras de semillas comerciales han ayudado a distribuirlo por muchas áreas del norte de Queensland (Teitzel y Harding, 1972)

DESCRIPCION BOTANICA

Bogdan (1955) clasificó 47 variedades de P maximum en 4 amplios grupos

a) Tipo alto vigoroso Plantas robustas con hojas grandes y tallos mas bien gruesos Un tipo forrajero de alta productividad

b) Tipo variedad trichoglume Plantas de vigor medio con numerosos tallos finos Hojas numerosas un tanto anchas y cortas Las hojas basales y del tallo son numerosas Un tipo para pastoreo principalmente

c) Tipo de mediano tamaño Hojas estrechas principalmente basales, usualmente abundantes en tallos aunque algunos tipos son de follaje abundante

d) Tipo anual

Coloniao, Hamil y Guinea tosco parece que encajan en el grupo (a) mientras que Guinea común y Makueni parecen pertenecer al grupo (c) de la clasificación de Bogdan

Jauhar y Joshi (1966) trabajando con 20 introducciones en India han definido 5 tipos basados en características morfológicas Todas las introducciones procedentes de Australia fueron del Tipo 2, lo cual esta de acuerdo con la descripción morfológica del Guinea común, Middleton y Mc Cosker (1975) Hamil y Guinea tosco parecen encajar en el Tipo 4 pero Makueni, Coloniao y Embu no encajan en ninguna de sus agrupaciones

Mientras que todas las accesiones incluídas en el estudio de Jauhar y Joshi (1966) mostraron el caracter rugoso de la lema superior, lo cual es considerado como lo típico o caracter clave del P maximum, estas representaban un grupo altamente heterogéneo en relación con muchos otros caracteres de valor de diagnóstico Los autores, por lo tanto ponen mayor énfasis en las características florales, tales como forma, textura endentadura y nervadura de cada parte constituyente de la espiguilla

Para la conveniencia práctica de distinguir los tipos principales de pasto Guinea de Queensland las diferencias morfológicas registradas por Middleton y McCosker (1975) se reproducen en el Cuadro 1

ADAPTACION AMBIENTAL

Clima

La distribución del pasto Guinea está regulada por un requerimiento

de altas temperaturas y precipitación mayor de 1300 mm El pasto Guinea es muy sensitivo a las heladas el crecimiento meristemático se quema y las plantas pueden aún morir (Motta, 1953) Las tasas de crecimiento de Rivesdale, Hamil y Coloniao son muy sensitivas a la temperatura y la producción en invierno de las tres es muy pobre Aún en las áreas libres de heladas en las tierras húmedas y bajas del trópico de Queensland, el punto máximo en la tasa de crecimiento del Guinea común (>150 kg/ha/día) durante el verano es por lo menos 5 veces mayor que las tasas de crecimiento durante el medio del invierno (<30 kg/ha/día) (Middleton, Mellor, y McCosker, 1975) Makueni es una mejoría en el hecho de que combina una producción relativamente buena durante el invierno con una producción adecuada en el verano (Grof y Harding, 1970) Su mejor producción durante el invierno también ha extendido su rango ambiental para incluir las tierras altas tropicales (Quinlan, Edgley y Shaw, 1975, Middleton y McCosker, 1975)

Riversdale, Hamil y Coloniao, están por lo tanto mejor adaptados para las áreas costeras más húmedas del trópico del norte de Queensland (Humphreys 1974, Abbott y Mellor, 1974b), aunque ellos se comportan satisfactoriamente en áreas tropicales con una precipitación menor y más errática donde comunmente se experimentan períodos secos de invierno y primavera (T G Graham, datos inéditos, Motta 1953)

Todas las variedades son usadas en las áreas de la costa sub-tropical de Queensland pero nunca han sido populares principalmente porque son menos tolerantes a las temperaturas bajas que otras gramíneas, tales como las setarias (Setaria anceps) y los "panicos" (Middleton, comunicación personal)

Datos experimentales en más detalles son escasos con la mayoría de los estudios en ambientes controlados recalcando las grandes diferencias entre gramíneas y leguminosas tropicales Sin embargo, t'Mannetje and Pritchard (1974) colocaron a Hamil en el grupo de los menos tolerantes al frío que panico Petrie (P maximum var trichoglume), el cual esta de acuerdo con el agrupamiento agronómico comercial, usado en este trabajo

Suelos

El pasto Guinea se adapta a un amplio rango de suelos (Motta, 1953) pero la producción en situaciones infértiles es pobre y la respuesta a fertilizantes muy marcada Riversdale y Coloniao no toleraran condiciones de inundación mientras que Hamil, el cual prefiere lugares bien drenados crecerá en lugares un poco más húmedos Muy poco se conoce del comportamiento de Embu y Makueni en

condiciones de mal drenaje (Teitzel, Abbott y Mellor, 1974b)

CARACTERISTICAS AGRONOMICAS

Establecimiento

Debido a que parecia establecer pocas semillas viables (Motta, 1953) y a que las técnicas de cosecha eran muy pobres, el pasto guinea fué plantado vegetativamente en Queensland hasta 1945 (Winders, 1945) Era tan dificil obtener semilla de buena calidad que la germinación mínima que se recetaba era solamente 3% (Humphreys, 1974) mientras que el mínimo es ahora 20% en Queensland Esta mejoría en la calidad de la semilla fué debido al mejoramiento en las técnicas de cosecha y manejo Como resultado, las tasas de siembra ahora recomendadas fluctúan entre 2-7 kg/ha dependiendo de la calidad, edad de la semilla y el propósito de la pradera (Humphreys 1974 Teitzel, Abbott y Mellor, 1974b) Por otro lado, en Uganda, Olsen y Tiharuhondi (1972) disminuyeron significativamente los rendimientos totales de materia seca con nada y altas tasas de siembra de Desmodium intortum (5 6 kg/ha) al aumentar las tasas de siembra de P maximum (tipo no específico) desde 0 56 kg/ha a 2 24 kg/ha No hubo diferencias en rendimientos totales de materia seca entre tasas de siembra de P maximum altas y bajas con tasas de siembra de leguminosas bajas (1 12 kg/ha) y medianas(3 36 kg/ha)

Los métodos de siembra han flucutado desde distribución de la semilla al voleo en las cenizas de arbustos quemados (Humphreys, 1974 en Queenslans, Motooka et al, 1967 en Hawaii) hasta la preparación plena de la sementera fina y firme (Teitzel, Abbott y Mellor, 1974a), siendo esto último preferible en Queensland Debido a que la semilla es pequeña se deberá tener mucho cuidado para no sembrar muy profundo El método más común es remover los zapatos de una sembradora combinada y dejar caer la semilla directamente sobre la superficie rugosa de la sementera Esto es seguido por un rolo Cambridge para romper los terrones y comprimir el suelo alrededor y encima de la semilla Las épocas de siembra varían pero la primavera y el comienzo del verano son las favoritas por lo que es suficientemente seco para quemar los árboles derivados y trabajar el suelo, seguido de lluvias razonablemente seguras El pasto Guinea, sin embargo, ha sido establecido con éxito en cualquier otra época del año en la costa húmeda donde el rolo Cambridge ha sido usado (Teitzel, Abbott y Mellor, 1974a)

Las leguminosas han sido sembradas con éxito en el cesped de praderas dominantes de pasto Guinea en el norte de Queensland (Teitzel, Abbott y Mellor, 1974a)

Requerimientos Generales de Fertilizantes

Motta (1953) sugirió que sería bastante probable que el pasto Guinea se beneficiara de la fertilización con fósforo (P) Esto ha sido mostrado por Teitzel (1969), el cual midió grandes respuestas a fertilización con fósforo y potasio en términos de materia seca y mostró una mayor respuesta del pasto Guinea que de la leguminosa asociada (Stylosanthes guianensis)en suelos de origen granítico El mostró un aumento del 261% en rendimientos de materia seca de la aplicación de 72 kg de P/ha en pasto Guinea comparado con un aumento del 62% de la gramínea y con un 28% de aumento de la leguminosa con aplicación de 121 kg de potasio (K)/ha Para el establecimiento de una pradera asociada de guinea/leguminosa en el trópico húmedo de Queensland, Teitzel y Bruce (1972) recomendaron P y molibdeno (Mo) en suelos basálticos, P, K, Cobre (Cu) Zinc (Zn) y Azufre (S) en suelos graníticos, P, K, Mo y S en suelos metamórficos, y P, K, Cu, Zn y Boro (B) en suelos derivados de arenas de playas

Para las praderas más viejas, la respuesta inicial a P adicional fué de la leguminosa pero esto fué seguido más tarde por una respuesta de la gramínea (Bruce, 1972) conduciendo a una mezcla balanceada o aún a una dominancia de la gramínea Un patrón similar ha sido reportado de Puerto Rico (Caro-Costas y Vicente-Chandler, 1963, Vicente-Chandler et al, 1964), en otras palabras, un patrón clásico de acumulación de nitrógeno de la leguminosa seguido de una respuesta de la gramínea

Respuesta a Fertilizantes Nitrogenados

Como una alternativa al nitrógeno de la leguminosa, fertilizantes nitrogenados han sido usados en el pasto Guinea por muchos años Los resultados varían y no son concluyentes Aunque la extrapolación es difícil, parece que el pasto Guinea responde marcadamente a la fertilización nitrogenada en la mayoría de las situaciones (Vicente-Chandler, Silva y Figarella, 1959, Grof y Harding, 1970, Mott, Quinn y Bisschoff, 1970, Quinn et al, 1970) y que la aplicación en invierno provee una utilización más eficiente del nitrógeno que la aplicación de verano (Quinn et al, 1970) Sin embargo, algunas gramíneas tales como pasto brachiaria (Brachiaria decumbens), pangola (Digitaria decumbens) y pasto pará (Brachiaria mutica) han producido mayor cantidad de materia seca por un nivel de nitrógeno dado (Grof y Harding, 1970)

Productividad Vegetal

Los rendimientos anuales de materia seca de 10 variedades de pasto Guinea en experimentos bajo corte conducidos por más de 2 años en South Johnstone fluctuaron de 15,700 (Embu a 28000 (Hamil) kg/ha con un insumo de 224 kg de nitrógeno y cinco cortes por año (Crof y Harding, 1970) Esta producción varía con la estación del año y la variedad Las formas más altas, Hamil y Coloniao, producen la mayoría de los rendimientos de materia seca durante el período húmedo del verano Hamil (24500 kg/ha) siendo más productivo que Coloniao (20700 kg/ha) Las formas más pequeñas, Makueni en particular y hasta cierto punto Riversdale y Embu, fueron superiores durante la estación fría

En Puerto Rico, Vicente Chandler, Silva y Figarella (1959) midieron rendimientos mucho más altos en pasto Guinea Cuando fué cortado a 90 días de intervalo con insumos de 1792 kg N/ha, se produjeron rendimientos promedios de 54,000 kg de materia seca por año comparado con 43,900 kg/ha con pasto pará (B mutica) y 77,900 kg/ha (1,344 kg N/ha) con pasto Napier (Pennisetum purpureum) En Australia, Middleton y McCosker (1975) bajo condiciones de mayor precipitación pero menores insumos de nitrógeno (300 kg N/ha) obtuvieron 62,400, 62,300 62,500, 52,400 y 24,600 kg de materia seca/ha con Guinea común y Makueni, Setaria splendida, B decumbens, y pangola (D decumbens), respectivamente, cuando fueron cortados a intervalos de 12 semanas a una altura de 10 cms del suelo

Mayores rendimientos de pasto Guinea en respuesta a intervalos menos frecuentes de corte han sido ampliamente registrados a través del mundo (Oyenuga (1960) en Nigeria, Vicente-Chandler, Silva y Figarella (1959) en Puerto Rico, Infante (1970) en Cuba, va Voorthuizen (1972) en Tanzania, y Watkins y Lewy (1951) en San Salvador) Middleton y McCosker (1975) han confirmado respuestas similares en el trópico húmedo de Australia donde un incremento en el período de muestreo de 3 a 12 semanas aumentó los rendimientos anuales de materia seca de 22,700 kg/ha a 62,400 kg/ha en Guinea común y 23,300 kg/ha a 62,500 kg/ha en Guinea Makueni

El efecto de la altura de corte en los rendimientos es menos clara Se afirma comunmente e g Grof y Harding (1970) que el corte bajo (6 cms) reduce los rendimientos Sin embargo, existe evidencia experimental mostrando que el pasto Guinea puede tolerar defoliación severa Caro-Costas y Vicente-Chandler (1961) encontraron que cortado a 8 cm no hubo efectos severos en los rendimientos

en Puerto Rico Richards (1965) reportó resultados similares de Jamaica En experimentos de frecuencia x altura de corte, ambos autores van Voorthuizen (1972) y Middleton y McCosker (inédito) obtuvieron los rendimientos más altos cuando se cortó en los intervalos más largos (12 semanas) y a la altura más baja (5 y 10 cms, respectivamente) Sin embargo, van Voorthuizen sugirió que la siega constante parece reducir la población de pasto Guinea

Producción de Semillas

El pasto Guinea es apomíctico facultativo con cerca del 1% de reproducción sexual (Bogdan, 1965) de manera que en todo caso la planta se propaga con las mismas características de la planta madre Sin embargo, Smith (1972) aisló con éxito plantas completamente sexuales y espera hacer uso de toda la variabilidad genética dentro de especie de P maximum para desarrollar variedades apomicticas más productivas

En South Johnstone (17°36'S) el Guinea común florece normalmente durante Noviembre-diciembre y la semilla está lista para la cosecha al final de diciembre o principios de enero Hamil y Coloniao florecen en febrero-marzo y la cosecha principal de semillas está lista en abril (Harding, comunicación personal) En Colombia, Coloniao requiere 32 días desde la floración hasta el establecimiento de la semilla (Alarcón, Lotero y Escobar, 1969) La maduración desuniforme de las semillas y la caída de las semillas según maduran hace que se dificulte la cosecha (Anon, 1965)

En Kenya los rendimientos de semilla cosechada pueden ser tan bajos como el 5% del potencial debido a la floración prolongada dentro de una panícula dada, pobre establecimiento de la semilla, poco número de tallos florales, baja retención de semillas, enfermedades y daños de los pájaros (Boonman, 1971) El hábito de crecimiento alto también puede presentar problemas en la cosecha Es mejor mantener las plantas consumidas por los animales durante el verano y luego sacar el ganado lo suficientemente temprano para permitir a las plantas alcanzar una rápida madurez Se ha encontrado que las combinadas modernas que usan una segadora alta son bastante eficientes y se han obtenido rendimientos de 100-200 kg/ha de semilla en el Norte de Queensland

Anterior a la llegada de las combinadas, la mayoría de la semilla de pasto Guinea en Queensland era cosechada a mano separando las inflorescencias completamente, las cuales eran acumuladas en estado fresco y sudadas por

tres días Una creencia de que la semilla sudada era de superior cualidad condujo a una investigación, la cual ha resaltado dos efectos obviamente consistentes y un tercer efecto inconsistente Los efectos consistentes fueron el desprendimiento de la semilla de la espiga y longevidad superior El efecto inconsistente fué la rotura de la latencia temprana (Hopkinson, comunicación personal)

Las semillas de Guinea común estan contenidas en una cáscara lisa , y sin pelos y se encuentran de 1,800,000 a 2,200,000 semillas/ha (Anon, 1965, Humphreys, 1974) La calidad mejora con la edad y Alarcón, Lotero y Escobar (1969) encontraron en Colombia que la mayor germinación ocurre 160-190 días después de la cosecha Las mejores condiciones de almacenamiento son 10°C con humedad relativa baja (Alarcón, Lotero y Escobar, 1969) La luz y la temperatura influyen marcadamente en la germinación, la cual aumentó del 12 5% sin luz a 25 y 40% con 12 y 16 horas de luz respectivamente, y de 25% con una temperatura constante de 30 a 32°C, a 50% cuando la temperatura se redujo por la noche a 22°C (Binard, 1958) Febles y Padilla (1971) sostienen que la germinación del pasto Guinea se mejorará si la semilla se somete a temperaturas fijas entre 6 y 50°C o temperaturas alternas en el mismo rango y que el efecto de la temperatura no es acumulativo y por lo tanto, el tiempo de exposición, no es crítico Ellos también expresan que una temperatura más alta que aquella del suelo, inducida por tratamientos termales previos(hasta 50°C) es indispensable para romper la latencia de semillas de pasto Guinea

La Oficina encargada de supervisión de la industria "The Queensland Department of Primary Industries Standards Branch bajo el reglamento " Agricultural Standards Acts" 1952 a 1963, especifica una germinación mínima del 20% con un mínimo de pureza del 70%

Plagas y Enfermedades

En Australia el pasto Guinea esta libre de plagas y enfermedades de importancia económica, pero en el Congo Belga las plantaciones jóvenes han sido atacadas por varios insectos del orden Ortoptera y el establecimiento ha sido mejorado con la aplicación de cebos del insecticida BHC (Kesler, 1961) Gramalote, una raza de P maximum que crece extensivamente en América Central y Sur América muestra una infección de mancha de la hoja (Cercospora fusimaculosus) en las plantas maduras (Warmke, 1951)

Conservacion de Forraje

Ensilajes satisfactorios (Motta, 1953 en Jamaica) y heno (Motta, 1953 en Jamaica, Owen, 1964 en Tanganica) han sido producidos con pasto Guinea En el norte de Queensland la alta humedad usualmente conduce al rápido deterioro del heno, pero Teitzel, Abbott y Mellor (1974c) reportaron que se puede hacer ensilaje de buena calidad con pasturas de Guinea-centro aunque este método de conservación de forraje no es popular y posiblemente no económico

Valor Nutritivo

Muchos estudios del valor nutritivo del pasto Guinea han sido revisados por Motta (1953) y Mahendranathan (1971). Otros estudios similares han sido reportados por Reyes (1972) en Cuba, Van Voorthuizen (1971) y Miller y Blair Rains (1963) en Tanzania, Olsen (1972) y Reid et al (1973) en Uganda, Silva y Gomide (1967) en Brasil, Minson (1971), Minson y Laredo (1972) y Laredo y Minson (1973) en Australia

Estos estudios indican que la proteína cruda disminuye con la edad y ha fluctuado de 19%, en rebrote de 2 semanas con un insumo alto en nitrógeno, a 9% menos al alcanzar la madurez Después de rebrote de 3 meses el contenido de proteína cruda pudiera ser tan bajo como 5% Recíprocamente el contenido de fibra cruda aumenta con la edad En suelos fértiles el pasto Guinea tiene niveles adecuados de fósforo para los requerimientos de mantenimiento del ganado, pero en suelos pobres en fósforo alcanza niveles por debajo del mantenimiento Otros nutrientes también variarán de acuerdo con la edad del rebrote y el tipo de suelo

El Cuadro 2 muestra la relación entre el estado de madurez y la digestibilidad de la materia seca (DMS) de gramíneas tropicales en Uganda También ilustra una diferencia entre la DMS del cultivar Makueni y Embu, según el último tiene una mayor DMS pero una tasa de descenso más rápida que el anterior Reid et al (1973) colocaron el P maximum en un grupo de gramíneas mejoradas, e g Brachiaria, Chloris y Setaria sp, las cuales tienen un DMS mayor que el grupo no mejorado e g Cymbopogon, Hyparrhenia y Themeda sp Diferente a muchas otras especies, se encontró que la DMS del P maximum

decrece en una forma curvilinea en relación al tiempo (Reid et al 1973)

Laredo y Minson (1973) encontraron que los promedios de consumo voluntario de las hojas fueron 46% mayores que el de los tallos (57 7 vs 39 6 g/kg $^{0\ 75}$), a pesar de una menor DMS de la fracción hojas (52 6 vs 55 8%) El mayor consumo de la fracción de hojas fué asociado (r=0 74, P<0 01) con un período de una menor retención de la materia seca en el retículo-rumen Con el porcentaje de hojas fluctuando de 39% al 68% el consumo voluntario fluctuó de 52 a 81 g/kg$^{0\ 75}$) (Minson y Laredo 1972)

En estudios de evaluación de plantas dentro del rango de las especies de P maximum, Minson y Laredo (1972) sugieren que el forraje sea un parámetro para estimar el consumo voluntario pero indican que este caracter pierde su valor cuando se evalúan otras especies

MANEJO DE PRADERAS Y PRODUCCION ANIMAL

Manejo de Praderas

El manejo cuidadoso después de la germinación es esencial para las praderas de pasto Guinea (Teitzel, Abbott y Mellor 1974b) El pastoreo muy temprano o muy tarde puede arruinar la pradera o por lo menos reducir enormemente su vida productiva La regulación e intensidad de un pastoreo temprano varía con factores tales como, clima, tipo de suelo, estado de crecimiento y la leguminosa asociada Por ejemplo, stylo no es muy palatable en los primeros estados de crecimiento y es muy sensible a sombra Consecuentemente, las pasturas de Guinea-Stylo pueden ser pastoreadas ligeramente, relativamente temprano en la fase de establecimiento sin producir daños a la leguminosa Por otro lado, centro y kudzu son mucho más palatables y se debe tener mucho más cuidado para prevenir daños debido al pastoreo selectivo Pastoreos ligeros, rápidos e intermitentes son de regla general durante este período (Teitzel, Abbott y Mellor, 1974b)

Una vez establecido, la dificultad está en encontrar un balance entre prevenir que el pasto Guinea se convierta en calidad tosca de baja palatabilidad durante el verano y no sea sobre pastoreado durante el invierno (Teitzel, Abbott y Mellor 1974c) La práctica normal es establecer las cargas animales de acuerdo con la capacidad de la pastura de soportar animales a través del invierno y el verano Estas tasas son, sin embargo, irremediablemente inadecuadas para controlar la masa de forraje producido durante el verano El

efecto pudiera ser removido cortando o machucando con un rollo el crecimiento maduro y los autores anteriormente mencionados enfatizan la importancia de que el corte no sea demasiado bajo Ellos también consideran que el corte es un proceso de desperdicio y para vencer el desbalance causado por la pobre producción del invierno, se propuso un sistema en el cual 25% de la finca se siembra con B, decumbens o D decumbens fertilizada con nitrógeno Estas pasturas se consideran como áreas de equilibrio, las cuales sirven para aliviar la presión de las praderas de Guinea-leguminosas, las cuales son más vulnerables, pero a la vez más rentables, durante los períodos de urgencia Estas últimas podrían entonces ser utilizadas a mayor capacidad durante el verano

La literatura no es muy clara sobre el efecto de diferentes sistemas de pastoreo Anon (1965) expone que las praderas de pasto Guinea no deberían ser sometidas a pastoreo continuos intensos y Grof y Harding (1970) en South Johnstone reportaron un 16% de ganancia de peso vivo mayor durante un periodo de 2 años con pastoreo rotacional en pasto Guinea comparado con pastoreo continuo Sin embargo, Humphreys (1974) reportó que el pasto Guinea ha soportado pastoreos continuos pesados por largos períodos de tiempo y considera que cualquier ventaja que se gane del pastoreo rotacional no pudiera justificar siempre los costos adicionales que estan involucrados En Uganda, Tiharuhondi, Olsen, y Musangi (1973) produjeron altas ganancias de peso vivo usando un sistema de pastoreo rotacional con un período de rebrote que no excedía 3 semanas, mientras que en el Valle Lajas en Puerto Rico, Rivera-Brenes et al, (1958), reportaron resultados satisfactorios con intervalos de pastoreo rotacional que fluctuaron entre 6 y medio a 10 días Tiharuhondi, Olsen y Musangi (1973) recomendaron pastoreo rotacional rápidos como un sistema de manejo, ya que pareciera ofrecer la mejor utilización de la gramínea en su estado óptimo de crecimiento, especialmente con la presencia de nitrógeno y humedad del suelo adecuada

Productividad Animal

El pasto Guinea tiene la capacidad de causar una producción animal alta En los años más productivos de un ensayo usando pasto Guinea-leguminosas, desarrollado durante un período de tres años en el trópico húmedo de Queensland, Mellor, Hibberd y Grof (1973) registraron ganancias de peso anual de 904 kg/ha con Riversdale, 758 kg/ha con Hamil, y 736 kg/ha con Coloniao El Embu no tuvo éxito en soportar la carga animal impuesta de 4 94 cabezas/ha durante la estación húmeda y 2 47 cabezas/ha durante el resto del año La producción por

animal en el área también es alta y con buenas pasturas promedia alrededor de 0 7 kg/animal/día durante el año (Teitzel, Abbott y Mellor, 1974c) La producción de leche de pasturas de 8 años de pangola, Guinea y Napier (elefante) fertilizadas con 600 kg/ha de N, P, y K (14 13 10) a intervalos de 3 meses, en un área de 1650 mm de lluvia en Puerto Pico, fué 2,330, 3,240, y 2,520 kg de leche por vaca, respectivamente (Caro-Costas y Vicente-Chandler, 1969)

En pasturas de Guinea fiertilizadas con nitrogeno, la producción varía ampliamente dependiendo del nivel de nitrógeno empleado Quinn, Jott y Bisschoff (1961) registraron en Brasil ganancias de peso anuales de 300, 500,y 700 kg/ha con tratamientos de 0, 100 y 300 kg de N/ha, respectivamente Bajo riego, la productividad se puede empujar aún más alto, y Richards (1965) en Jamaica indicó ganancias de peso anual fluctuando de 800 a 1 250 kg/ha con pasto Guinea irrigado y fertilizado con 160 kg de N/ha/año

En Uganda, Thinaruhondi, Olsen y Musangi (1973) con una pradera mezcla de P maximum, Setaria sphacelata y Chloris gayanus produjeron ganancias de peso vivo fluctuando entre 279 kg/ha (con riego, sin fertilización N) a 1 360 kg/ha (con riego, 672 kg N/ha) bajo un sistema rotacional Donde el nitrógeno se aplicó a razón de 224, 448 y 672 kg/ha la producción de la pradera irrigada fué mayor que el área sin riego con incrementos en ganancias de peso vivo del orden de 331, 352, y 370 kg/ha/año, respectivamente Stobbs (1969) también trabajando en Uganda midió 791 kg/ha de ganancia de peso vivo por año con pasturas de P maximum var likoni-Stylosnathes guianensis en parcelas pequeñas

Conclusiones

Motta (1953) en su revisión soore el pasto Guinea sugirió cuatro áreas donde se necesitaba mayor información de la investigación (1) el valor potencial de las variedades y ecotipos existentes bajo diferentes condiciones ambientales tanto desde el punto de vista de producción de forrajes como de semillas (2) métodos de incorporar leguminosas acompañantes adecuadas en praderas establecidas, (3) una evaluación del verdadero valor de esta gramínea como mejorador del suelo y su fertilidad en condiciones de barbecho, (4) los mejores métodos de manejo y utilización de esta gramínea sola o asociada con leguminosas durante todo el año de una estación a la otra

Con la posible excepción de (3), lo cual no es un aspecto muy importante en Australia, estas lagunas en el conocimiento han sido llenadas ampliamente

con el resultado de que el potencial del pasto Guinea reconocido por Motta (1953) se ha realizado en términos de producción de carne y leche en los países tropicales del mundo El área de mayor problema actual del pasto Guinea parece estar relacionado con la taxonomía Existe una necesidad de diseñar una clave práctica y mostrar los pastos Guineas del mundo de acuerdo con esa clave, de modo que los investigadores de diferentes partes del mundo conozcan a cual P. maximun se refiere la literatura en el futuro

REFERENCIAS

1 Alarcón, M E Lotero, C J Escobar,R (1969) - Production of seed from Angleton grass, Jaragua grass and Guinea grass Agricultura Tropical 25 206-14

2 Anon (1965)- Pasture legumes and grasses (Bank of New South Wales Sydney)

3 Barnard, C (1967)- Australian Herbage Plant Register (CSIRO Division of Plant Industry, Canberra)

4 Binard, L (1958)- Results from some trials on the germination of Panicum maximum Agricultura, Louvain, 6 305-10

5 Bogdan, A V (1955) - Herbage plants at the Grasslands Research Station, Kitale, Kenya East African Agricultural and Forestry Journal 20 151-65

6 Bogdan, A V (1965) - Cultivated varieties of tropical and sub-tropical herbage plants in Kenya East African Agricultural and Forestry Journal 30 330-8

7 Boonman, J G (1971)- Experimental studies and seed production of tropical grasses in Kenya 1 General introduction and analysis of problems Netherlands Journal of Agricultural Science 19 23 36

8 Breakwell, E J (1923)- 'The Grasses and Fodder Plants of New South Wales' (Government Printer, Sydney)

9 Brooks, G B (1921) The dissemination of introduced pasture grasses in Central Queensland Queensland Agricultural Journal 16 242

10 Bruce, R C (1972)- The effect of topdressed superphosphate on the yield and botanical composition of a Stylosanthes guyanensis pasture Tropical Grasslands 6 135

11 Caro-Costas, R , and Vicente Chandler, J (1961)- Effects of two cutting heights on yields of five tropical grasses Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 45 46 9

12 Caro-Costas, R , and Vicente-Chandler, J (1963)- Effect of liming and fertilization on productivity and species balance of a tropical kudzu-molasses grass pasture under grazing management Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 47 231 42

13 Caro-Costas, R and Vicente-Chandler, J (1969)- Milk production with all grass rations from steep, intensively managed tropical pastures Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 53 251-8

14 Edwards, D C and Bogdan, A V (1951) Important Grassland Plants of Kenya Isaac Pitman and Sons

15 Febles, G and Padilla, C (1971)- Effect of temperature on Germination of guinea grass seed (Panicum maximum Jacq) Revista Cubana de Ciencia Agrícola 5 77

16 Grof, B and Harding, W A T (1970)- Dry matter yields and animal production of Guinea grass (Panicum maximum) on the humid tropical coast of North Queensland Tropical Grasslands 4 85-95

17 Humphreys, L R (1974) - A guide to better pastures for the tropics and subtropics Revised 3rd Edition (Uright Stephenson and Co Ptv Ltd Melbourne)

18 Jauhar, P P , and Joshi, A B (1966)- Cytotaxoromic Investigations in the Panicum maximum Jacq Complex 1 Morphological Studies Bull Bot Sur India 8 287-295

19 Kesler, W (1961) - The possibilities of establishing by sowing, pastures of perennial grasses in the Yangambi region (Congo) Bulletin of Information I N E A C 10 295-308

20 Laredo, M A and Minson, D J (1973) The voluntary intake, digestibility and retention time by sheep of leaf and stem fractions of 5 grasses Australian Journal of Agricultural Research 24 875-888

21 Mahendranathan, T (1971) Potential of tapioca (Manihot utilissima Pohl) as a livestock feed - A review - Malaysian Agricultural Journal 48 77-89

22 Mannetje, L 't and Pritchard, A J (1974) - The effect of daylength and temperature on introduced legumes and grasses for the tropics and subtropics of Coastal Australia 1 Dry matter production, tillering and leaf area Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 14 173-181

23 Mellor, W Hibberd, M J , and Grof, B (1973) Beef cattle liveweight gains from mixed pastures of some guinea grasses and legumes on the wet tropical coast of Queensland Journal of Agriculture and Animal Sciences 30 259-266

24 Middleton, D H and McCosker, T H (1975) - Makuen. - A new guinea grass for North Queensland Queensland Journal of Agriculture and Animal Sciences 101 351-355

25 Moddleton, D H , Mellor W , and McCosker, T H (1975) - Agronomic Limitations to Pasture and Animal Performarce in the Wet Tropics Australian Conference on Tropical Pastures, Vol 1, 1(C)-25

26 Miller, T B and Rains, A B (1963) - The nutritive value and agronomic aspects of some fodders in northern Nigeria 1 Fresh herbage Journal of the British Grasslands Society 18 158

27 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

28 Minson, D J and Laredo, M A (1972)- Influence of leafiness on voluntary intake of tropical grasses by sheep Journal of the Australian Institute of Agricultural Science 38 303-5

29 Mott, G O , Quinn, J R , and Bisschoff, W V A (1970) - The retention of nitrogen in a soil-plant-animal system in guinea grass (Panicum maximum) pastures in Brazil Proceedings of XIth International Grassland Congress, Surfers Paradise, 414-6

30 Motta, H S (1953) - Panicum maximum Empire Journal of Experimental Agriculture 21 33-41

31 Mottoka, P S , Plucknett, D L , Saiki, D F and Younge, O R (1967) - Pasture establishment in tropical bushlands by aerial and seeding treatment on Kauai Technical Progress Report 165 Hawaii Agricultural Experiment Station p 18

32 Olsen, F J (1972) - Effect of large applications of nitrogen fertilizer on the productivity and protein content of four tropical grasses in Uganda Tropical Agriculture 49 251-260

33 Olsen, F J and Tiharuhondi, E R (1972)- The productivity and Botanical Composition of Some selected grass/legume mixtures at different seeding rates East African Agricultural and Forestry Journal 38 16-22

34 Owen, M A (1964) -A note on the effect of a late application of nitrogenous fertilizer on hay quality East African Agricultural and Forestry Journal 29 322-5

35 Oyenuga, V A (1960)- Effect of stage of growth and frequency of cutting on the yield and chemical composition of some Nigerian fodder grasses- Panicum maximum Jacq Journal of Agricultural Science Cambridge 55 339-50

36 Parsons, J J (1972) - Spread of African Grasses to the American Tropics Journal of Range Management 25 12-17

37 Perez Infante, F (1970)- Effect of cutting interval and N fertilizer on the productivity of eight grasses Revista Cubana de Ciencia Agrícola 4 137-148

38 Quinlan, T J , Edgley, W H R and Shaw, K A (1975)- Dairy Pastures for Atherton Tableland Queensland Agricultural Journal 101 23-36

39 Quinn, L R , Mott, G O , Bisschoff, W V A , and Freitas, L M M colonial guinea grass pastures and beef production with Zebu steers IBEC Research Institute, Bulletin 24

40 Quinn, L R , Mott, G O , Bisschoff, W V A , and De Freitas, L M M (1970)- Production of beef from winter vs summer nitrogen-fertilized colonial guinea grass (Panicum maximum) pastures in Brazil Proceedings of the XIth International Grasslands Congress Surfers Paradise, 832-835

41 Ramaswamy, K R and Raman, V S (1971) Investigations on Intra-specific Chromosomal, and Morphological variations in Panicum maximum The Madras Agricultural Journal 58 865 870

42 Reid, R L , Post, Amv, J , Olsen, F J , and Mugerwa, I S (1973) Studies on the nutritional quality of grasses and legumes in Uganda 1 Application of in-vitro digestibility techniques to species and stage of growth effects Tropical Agriculture 50 1-15

43 Reyes, Y (1972) Determination of the nutritive value of some grasses commonly used in Cuba Revista Cubana de Ciencia Agrícola 6 215-222

44 Richards, J A (1965)- Effects of fertilizers and management on three promising tropical grasses in Jamaica Experimental Agriculture 1 281-8

45 Rivera-Brenes, L , Colon Torres, E Gelpi, F , and Torres Dias, J (1958) Influence of nitrogenous fertilizer on Guinea grass yield and carrying capacity in Lajas Valley Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 42 239-47

46 Silva, J F C D A and Gomide, J A (1967)- Effect of maturity stage on intake and apparent digestibility of dry matter of three tropical grasses Revista Ceres 13 255-75

47 Smith, R L (1972) - Sexual reproduction in Panicum maximum Jacq Crop Science 12 624-627

48 Stobbs, T H (1969) The use of liveweight-gain trials for pasture evaluation in the tropics 5 Type of stock Journal of the British Grasslands Society 24 345-348

49 Teitzel, J K , Abbott, R A and Mellor, W (1974c)- Beef cattle pastures in the wet tropics - 4 Queensland Agricultural Journal 100 204-210 3 43 48

50 Teitzel, J K and Bruce, R C (1972)- Pasture fertilizers for the wet tropics Queensland Agricultural Journal 98 13-22

51 Teitzel, J K and Harding, W A T (1972)- Coarse guinea grass is a weed Queensland Agricultural Journal 98 295

52 Teitzel, J K , Abbott, R A , and Mellor, W (1974a)- Beef cattle pastures in the wet tropics - 2 Queensland Agricultural Journal 100 149-155

53 Teitzel, J K , Abbott, R A , and Mellor, W (1974b)- Beef cattle pastures in the wet tropics - 3 Queensland Agricultural Journal 100 185-189

54 Teitzel, J K , Abbott, R A , and Mellor, W (1974c)- Beef cattle pastures in the wet tropics - 4 Queensland Agricultural Journal 100 204-210

55 Tiharuhondi, E R , Olsen F J and Musangi, R S (1973)- Application of Nitrogen and irrigation to pasture to enhance cattle production during the dry seasons in Uganda East African Agricultural and Forestry Journal 38 383-393

56 Vicente-Chandler, J , Silva, S , and Figarella, J (1959)- The effect of nitrogen fertilization and frequency of cutting on the yield and composition of three tropical grasses Agronomy Journal 51 202-206

57 Vicente-Chandler, J , Caro-Costas, P,, Pearson, R W , Abruna, F , Figarella, J , and Silva, S (1964)- The intensive management of tropical forages in Puerto Rico, University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station Bulletin No 187

58 Voorthuizen, E G Van (1971) A quality evaluation of four widely distributed native grasses in Tanzania East African Agricultural and Forestry Journal 36 384-91

59 Voorthuizen, E G Van (1972) The effects of cutting frequency and cutting height on four naturally occurring pasture grasses in Tanzania East African Agricultural and Forestry Journal 37 258-264

60 Warmke, H E (1951) - Cytoplasmic investigations of some varieties of Panicum maximum and of P purpurascens in Puerto Rico Agronomy Journal 43 143-149

61 Watkins, J M and Lewy-Van Severen, I (1951) Effect of Frequency and Height of cutting on Yield Stand, and Protein content of some forages in El Salvador Agronomy Journal 43 291-6

62 Winders, C W (1945) Establishing grasses in coastal districts Queensland Agricultural Journal 61 69

CUADRO 1

DIFERENCIAS BOTANICAS ENTRE SEIS PASTOS GUINEA DEL NORTE DE QUEENSLAND

(MIDDLETON & McCOSKER, 1975)

CARACTERISTICA	COMIN	MAKUENI	HAMIL	COLONIAO	COARSE	EMBU
Forma de crecimiento	Altura media (1 8-2 0m) cobertura erecta tallos finos	Altura media (1 8-2 4m)hojas menos erectas que las otras Tallos moderadamente gruesos	Tipo gigante robusto Tallos delgados Cobertura de 3 0-3 5m	Tipo gigante robusto Tallos delgados carnosos Cobertura de 2 5-3 0 m	Gigante robusto Tallos delgados amaderados Cobertura 2 5-3 0 m	Semi-erecto hábito trepador raíces libres de los nudos, produce raíces aéreas de los nudos inferiores Cobertura 1 0-1 5 m
Hojas -color	Verde	Verde claro	Verde oscuro	Verde azulado carac	Verde oscuro	Verde claro/verde
-longitud	70-80 cm	80-90 cm	70-80 cm	80-90 cm	80-90 cm	20-30 cm
-anchura	15-18 mm	18-22 mm	24-26 mm	25-30 mm	25-30 mm	12-16 mm
-pelos de la lámina	esparcidos en la superficie superior varios en la superficie inferior	Suaves, densamente en ambas superficies, blanquecinos, Mayor cantidad que en los otros	Esparcidos sobre la superficie superior	Nada	esparcidos a moderadamente densos rígidos y cortos dando aspereza a la hoja	pelos cortos ocasionales sobre la superficie en la hoja
-pelos de la vaina	moderadamente velludo sobre la superficie externa incrementándose densamente hacia el nudo	densamente velloso incrementándose en longitud hacia el nudo Pelos en ambas superficies de la vaina	esparcidos aumentando la densidad sobre las vainas hacia la base de la planta	liso excepto por varios pelos cortos sobre el margen de la vaina hacia la unión de la vaina/lámina	moderadamente densos largos rígidos frágiles sobre la superficie externa,aumentando en densidad hacia la unión en la vaina y la hoja haciéndola difícil de manejar	Cortos esparcidos sobre el lado exterior de la vaina cerca a la unión del nudo
Vellosidades alo descubierto	nada	densas moderadamente, particularmente sobre el lado inferior de los nudos	nada	nada	nada	Ocasionales sobre los nudos inferiores
Panícula -tamaño (Inflorescencia)	15-40 cm largo 12-30 cm ancho	15-40 cm largo 12-30 cm ancho	40-60 cm largo 15-30 cm ancho	20-50 cm largo 15-30 cm ancho	20-60 cm largo 15-40 cm ancho	15-20 cm largo 12-15 cm ancho
-color	verde	verde matizado de púrpura	verde oscuro	verde oscuro	café oscuro característico	verde
Espiguilla- vellos externos en la gluma (semilla)	nada	densamente vellosa	nada	nada	nada	nada

CUADRO 2

COEFICIENTE DE LA DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LA MATERIA SECA (/) PARA GRAMINEAS SELECCIONADAS COSECHADAS EN DIFERENTES ESTADOS DE MADUPEZ Y LA RELACION ENTRE LA DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA Y NUMERO DE DIAS DE CRECIMIENTO EN UGANDA (REID ET AL, 1973)

ESPECIES	SEMANAS DE CRECIMIENTO														ECUACION DE REGRESION*	ERROR STAND SYX
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16		
	DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LA MATERIA SECA (/)															
Brachiaria decumbens		78 2	72 8	73 0	71 9	71 0+	66 7	66 9	61 6	63 7	58 9	54 8		48 9	Y=84 75-0 29X	1 68
Digitaria decumbens		77 0	78 1	75 8+	75 0	70 4	66 0	59 5	62 4	59 8		56 3	55 2	56 3	Y=83 21-0 25	3 01
Hyparrhenia rufa	60 1	59 6	62 8+	63 2	64 1	56 2	61 1	57 9	57 5	59 2		48 7	42 0	39 5	Y=69 52-0 21X	4 17
Panicum maximum cv "Embu rastrero"		82 2	77 2	74 8	69 8+	70 6	61 2	59 6	55 8	54 6	53 8	48 6		38 4	Y=91 33-0 45X	2 06
Panicum maximum cv "Makueni"	76 4	75 2		60 5+	52 4	46 1	52 5	49 6	53 8	47 1		49 8	41 6	42 0	Y=71 23-0 27X	5 87
Setaria splendida	71 8	67 8	68 2	63 5	62 6	60 0	60 9	60 6	61 7	54 4+		56 7	52 6	37 4	Y=75 08-0 24X	3 68

*Y= % IN VITRO DE LA DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA, X= NUMERO DE DIAS DE CRECIMIENTO DESPUES DE CORTAR LAS PARCELAS EN FEBRERO 2,1970

\+ ESTADO DE FLORACION TEMPRANA EN LAS GRAMINEAS

BRACHIARIA DECUMBENS (Pasto Signal)

UNA REVISION CON REFERENCIA PARTICULAR A AUSTRALIA

D S Loch*

Traducido por L E Tergas**

ABSTRACTO

Brachiaria decumbens (Pasto Signal) es una gramínea estolonífera de alto rendimiento adaptada a un amplio rango de suelo bien drenado en las áreas húmedas tropicales No presenta plagas o problemas de enfermedades importantes y está generalmente mejor adaptada a tales áreas que Digitaria decumbens (Pasto Pangola)- la alternativa más importante para la formación de pasturas- excepto donde se presenta condiciones de inundación o de drenaje pobre

En el norte de Queensland los pastizales de Pasto Signal puro que reciben fertilización nitrogenada se recomiendan para el uso estratégico como pastizales de emergencia en sistemas predominantes de asociaciones de gramíneas y leguminosas Esta especie se adapta bien a condiciones intensivas de utilización porque es muy eficiente en usar nitrógeno del fertilizante y soporta cargas elevadas Sin embargo, es una gramínea agresiva y el Desmodium heteophyllum es la única leguminosa que se reconoce por formar un sistema asociado productivo estable con Brachiaria decumbens a largo plazo

La situación taxonómica es algo confusa Distinciones entre las diferentes especies de Brachiaria que se usan commmente en los pastizales no es muy clara y se necesitan estudios detallados en cuanto a su morfología y variaciones agronómicas

* Department of Primary Industries, P O Box 33, Gympie, Qld 4570

** Programa Ganado de Carne, CIAT, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia

INTRODUCCION

El género Brachiaria incluye un número de especies que son utilizadas por los forrajeros en los trópicos Además de algunas especies anuales ampliamente distribuidas en Africa tropical, seis especies perennes- Brachiaria brizantha, B decumbens, B dictyoneura, B humidicola, B mutica, y B ruziziensis - han sido usadas en pastos tropicales con varios grados de éxito Brachiaria decumbens es una de las más ampliamente usadas y en años recientes se ha mostrado un aumento en su interés en numerosos países Es por lo tanto apropiado revisar la información disponible y evaluar su potencial en pastos tropicales

ORIGEN Y DISTRIBUCION GEOGRAFICA

B decumbens está ampliamente distribuída en los pastizales abiertos y aquellos parcialmente sombreados en la meseta de los grandes lagos en Uganda y países adyacentes de Africa del este y central (21, 28, 40, 55, 90, 101, 111) Se considera como una especie nativa valiosa que provee buen pastoreo tanto para el ganado como para los animales silvestres (41, 42, 44, 45, 57, 90)

En Uganda ocurre en una variedad de climax y de comunidades de plantas derivadas- matorral, monte, sabana con árboles, sabana con monte y pastizales, y pastizales con bosque (70, 71, 72, 73, 74, 75) Estos se encuentran sobre un amplio rango de condiciones ambientales altitudes que varían desde alrededor de 650 a 2 300 metros, promedios anuales de precipitación que van desde aproximadamente 700 a 1 600 mm con estaciones secas de entre 1 y 5 1/2 meses de duración, suelos en pendientes bien drenadas incluyen suelos pobres y desde arenas hasta arcilla, mientras en los valles que se inundan periódicamente incluye suelos arenosos,arcillas y suelos aluviales sin diferenciar La mayoría de las comunidades se queman anualmente o regularmente

Las especies se han mostrado promisorias en un sinnúmero de países tropicales en Africa, Centro y Sur América, Sur de Asia y la región del Pacífico Estos incluyen Malawi (5, 9), Jamaica (2, 92), Trinidad (46, 65), Guyana (4), Guyana Francesa (22), Surinam (3, 16, 35, 36, 37, 66), Venezuela (84, 119), Colombia (19), Perú (96), Brasil, India (69), Sarawak (12, 13, 43), Sabah (10, 11), Papua y Nueva Guinea (7, 62), Fiji (93) y el norte de Australia (18, 78 102, 115)

HISTORIA EN AUSTRALIA

Las semillas fueron introducidas a Queensland desde el Departamento de Agricultura de Kampala, Uganda en 1930 (C P I 1694) y en 1937 (C P I 6798)18) Esta última introducción fue multiplicada y luego evaluada bajo condiciones de pastoreo en Fitzroyvale en la costa central de Queensland por el C S I R (83)

La introducción original fué multiplicada por el C S I R en Gatton en el sur de Oueensland y luego en Fitzroyvale (18), Durante los años 30 se mostró alrededor de Brisbane por el Departamento de Agricultura de Queensland y Stock at Lawnton, St Lucia, y Moggill, y se ha mantenido naturalizada en partes de Brisbane En base a los buenos resultados en la costa sur y central de Queensland, C P I 1694 se consideró como útil (79)

Desde 1936 C P I 1694 fue sembrada por el Departamento de Agricultura y Ganadería en South Johnstone en la costa tropical húmeda del norte de Queensland (52) aunque ha producido relativamente altas cantidades de materia seca durante los experimentos bajo corte (97) su amplia utilización en forma comercial no ha sido posible en este estado la germinación de la semilla ha sido invariablemente pobre, los problemas de manejo fueron previstos y no hubo una leguminosa acompañante que encaje con una gramínea tan agresiva (T G Graham, comunicación personal)

Su alta productividad fue demostrada ampliamente en experimentos bajo corte y pastoreo en los comienzos de 1960 (51, 54) Sin embargo, no fue hasta que Brachiaria decumbens fue mostrada funcionalmente como un pasto fértil (50) que el Comité de Coordinación de Plantas Forrajeras de Queensland dió a conocer C P I 1694 para su uso comercial en 1966 (18) El nombre común Pasto Signal fue aprobado por la autoridad de registro de plantas forrajeras pero el status de cultivar (Basilisk) fue retenido hasta diciembre de 1973 (78)

El nombre Pasto Signal se refiere al arreglo de los racimos como una señal de ferrocarril, pero esta selección como nombre común oficial de Brachiaria decumbens en Australia puede encaminar a una confusión porque es usado por algunos investigadores en el exterior (64, 114) en referencia a una especie relacionada muy cercanamente como es Brachiaria brizantha Diferentes nombres comunes han sido aplicados al B decumbens en otros países por ejemplo Pasto de ovejas en Surinam (16, 35, 66) Pasto de ovejas pequeña en Trinidad (27, 49) y Pasto Surinam en Jamaica (86, 92)

TAXONOMIA

La distinción entre varias especies de Brachiaria usadas en pastizales no es muy clara y la confusión es bastante común Sin embargo, no hay una solución simple a tantas especies que están interrelacionadas

La descripción de B eminii (como Panicum Emini) (81) precede la descripción de Stapf's (101) de B decumbens por 15 años Robyns, el cual transfirió subsecuentemente la especie original hacia B eminii (94) consideró que ambas especies eran idénticas y por lo tanto trató al Brachiaria decumbens como su sinónimo (94, 95) Su punto de vista ha influído,desde entonces, en otros autores (ej. 87, 114), pero la opinión actual en Kew es que B decumbens y B eminii son dos especies separadas, la primera siendo perenne decumbente con 2 a 4

racimos y espigas de 4 a 5 mm de largo y la última siendo más delgada, anual erecta con 7 a 12 racimos y espigas de 3 a 4 mm de largo (S A Renvoize, comunicación personal)

B brizantha y B decumbens se integran completamente en todas sus características morfológicas y las descripciones de estas dos especies representan no más de los dos extremos de un rango de variación (S A Renvoize, comunicación personal) Sin embargo, ya que estos dos extremos son muy diferentes parece conveniente mantenerlas como especies separadas que se pueden distinguir en la siguiente forma

B. decumbens Perenne decumbente, tallo hasta cerca de 1 5 m de largo, lámina de las hojas lanceolada,de 10 a 15 mm de ancho y menos de 20 cm de largo, 2 a 4 racimos hasta de 6 cm de largo, rara vez más, el raquis es plano, a veces en forma de cinta, ciliado alrededor de los ángulos, las espiguillas continuas muy de cerca y generalmente en dos rangos, las glumas superiores presentan 7 nervosidades con pelos plateados

B brizantha Es una planta perenne macollada con tallos corpulentos hasta cerca de dos metros de altura, las hojas lineales(6) 8 - 14 mm de ancho con más de 20 cms de largo, 2-8 racimos 6 a 20 cms de largo, el raquis con cilia basal alrededor de las márgenes, las espiguillas espaciadas más ampliamente de tal manera que parece estar situadas en ur solo rango en el raquis, el cual es velloso en la base, las glumas superiores con 7 a 11 nervios usualmente lampiños

Especímenes de B decumbens recolectado de praderas comerciales y establecimientos naturalizados en Queensland se diferencian de la forma típica er tallos

más largos y racimos más largos y mas numerosos (2-7), ellos estan al final de un rango de variación en B decumbens y dentro de un rango de introgresión con B brizantha (S A Renvoize, comunicación personal) En vista de esto no es sorpredente que el material naturalizado alrededor de Brisbane y aceptado como B decumbens fue hasta recientemente confundido con B brizantha

DESCRIPCION MORFOLOGICA

Stapf (101) ha provisto una descripción detallada de B decumbens, la cual ha sido reproducida en gran escala por Barnard (18) y Mackay (78)

Brevemente B decumbens es una gramínea vigorosa y estolonífera con hojas cortas, verde claro que desarrolla raíces desde los nódulos inferiores de los tallos erectos Estos se desarrollan desde una base larga estolonífera de 30 a 45 cms de altura en estado vegetativo y hasta un metro de altura en estado de floración La inflorescencia es una panícula secundaria de 2-4 racimos más o menos curvados ligados en angulos rectos al raquis de la panícula y distribuidos horizontalmente Las espiguillas tienen una florecilla masculina inferior y una florecilla fertil hemafrodita superior y estan colocadas en una forma continua muy de cerca y generalmente se arreglan en dos rangos

VARIACION GENETICA

B decumbens es tetraploide con 36 cromosomas (89, 118) y por lo menos en el caso de Basilisk es apomíctica, aposporosa (89) No hay evidencia disponible que sugiera que Basilisk (C P I 1694) y C P I 6798 tienen algunas características distintivas, pero esto no es sorprendente debido a que C P I 6898 puede que no sea nada más que una reintroducción de C P I 1694 procedente de Kampala

Aunque no hay información publicada relacionada con la variabilidad dentro de las especies esto puede que se presente en un futuro Ha habido muchas introducciones de material de Brachiaria en Australia (Vea la lista de introduc-

ción de plantas del Commonwealth) particularmente en años recientes De las líneas catalogadas como Brachiaria decumbens y Brachiaria eminii y quizas Brachiaria brizantha y Brachiaria sp , puede ser ahora posible seleccionar el rango adecuado de material con mayor o menor afinidad a B. decumbens para el estudio de la variación morfológica y agronómica

ADAPTACION AL AMBIENTE

El pasto Signal se adapta mejor al ambiente húmedo tropical (por eje la costa tropical húmeda del norte Queesland, Surinam) donde la estación seca no es más prolongada de 4 a 5 meses (114) En tales casos, usualmente se describe como resistente a sequía (16, 32, 66) o teniendo una capacidad de permanecer verde bajo condiciones adversas de clima (48), bajo un regimen de lluvia de alrededor de 1400 mm y una estación seca de 4 meses en Serere en Uganda (63), sin embargo, no fué considerada lo suficientemente tolerante a las condiciones de la estación seca (64) El pasto Signal es considerado más resistente a sequía que Digitaria decumbens (pasto pangola) (104, 108) y B mutica (pasto pará),los cuales crecen muy bien en las pendientes empinadas y en suelos superficiales que se secan rápidamente, mientras que las últimas especies no se comportan muy bien en estas condiciones (B Grof, comunicación personal)

Brachiaria decumbens es afectado fácilmente por las heladas Sin embargo, en la ausencia de heladas, la producción durante el invierno se considera tan superior como la del pasto pangola (104, 108) aunque este último se prefiere en condiciones de inundación o anegamiento, la cual no es tolerada por el pasto Signal (52, 66, 104, 108) En Surinam el Brachiaria decumbens creció en materas donde el nivel de agua fue mantenido a unos 25 cms debajo de la superficie del suelo por cuatro semanas, pero murió dentro de 3 semanas en un suelo saturado (112)

En cultivo, el pasto Signal ha crecido con mucho éxito en un amplio rango de suelos bien drenados (16, 52, 66, 108) Esto incluye suelos arenosos (35), suelos Podzólicos infértiles (38, 112) y suelos superficiales (15 a 60 cms de profundidad) esparcido sobre tierra reclamada después de una explotación minera de bauxita (86).

CONTRIBUCION EN PRADERAS

En el norte de Queensland se recomiendan praderas de pastos y cultivos puros con fertilización nitrogenada y cubriendo hasta cerca del 25% de la hacienda, para un uso estratégico con el objeto de aliviar la presión en cuanto a la capacidad de carga de las asociaciones de gramíneas y leguminosas que son más vulnerables durante su período de crecimiento lento, durante la estación fría y seca (105, 107) El pasto Signal utiliza eficientemente la fertilización nitrogenada y soporta presiones altas de pastoreo, de tal manera de que está bien acondicionado para tal sistema Er suelos bien drenados es la especie preferida para este papel, debido a que el pasto pangola, una planta estolonífera que se considera como alternativa, es menos tolerante a sequía y menos productiva durante el invierno (104)

La agresividad de este pasto, sin embargo, es menos deseable en praderas asociadas A largo plazo, el crecimiento denso y vigoroso del pasto Signal reprime el crecimiento de la mayoría de las leguminosas asociadas La única leguminosa capaz de formar una asociación estable y productiva con esta gramínea durante un período largo de tiempo es la leguminosa estolonífera Desmodium heterophyllum (hetero) sv Johnstone (53, 77, 104)

Las asociaciones con otras leguminosas han tenido menos éxito En algunos experimentos tempranos en South Johnstone, el pasto Signal probó ser un compañero no satisfactorio para el Stylosanthes guianensis (stylo) cv Schofield bajo condiciones intermitentes de pastoreo, el crecimiento

denso y estolonífero nunca fue bien pastoreado y sombreó la leguminosa stylo asociada, de tal forma que, dos años después del establecimiento muy pocas plantas de stylo sobrevivieron (99) Los cultivares de stylo, recientemente comerciales Cook y Endeavour, son más competitivos que Schofield y se han combinado razonablemente con el pasto Signal en período corto de tiempo (53, 116, 117) El Centrosema pubescens (centro) ha formado una asociación satisfactoria por corto tiempo con el pasto Signal, en el norte de Queensland (113) En Sarawak,las asociaciones del pasto Signal con Stylo o Centrosema han dado los mejores rendimientos de forraje y de proteína cruda en corto plazo, ambos fueron muy superiores a las mezclas con Pueraria phaseoloides (puero) (14, 15)

ESTABLECIMIENTO

Grof (50) mostró que el Brachiaria decumbens puede ser una gramínea funcionalmente fértil y que la germinación de las cariopses está impedida por una capa impermeable en la semilla La escarificación de semilla cosechada y fresca con ácido sulfúrico concentrado por 10 a 15 minutos, ha apresurado e incrementado significativamente la germinación (Cuadro 1) Todos los tres períodos de tratamiento con ácido resultaron en una completa remoción de la vaina de las semillas, pero los períodos más largos (10 a 15 minutos), los cuales han mutilado severamente la capa de las semillas fue necesario para mejorar la germinación inmediatamente después de la cosecha El almacenamiento de semilla sin tratar a temperatura ambiente por 10 meses también mejoró la germinación, pero mejorías adicionales fueron aún posibles con la escarificación con ácido sulfúrico (aunque un período más corto fue necesario que en el caso de la semilla fresca) La semilla almacenada por lo menos por 10 meses usualmente germina razonablemente bien (52) Sin embargo, algunas muestras germinarán en pruebas de laboratorio

mucho más temprano que ésto

Con la excepción de Hoskeen y Stephens (64) el pasto Signal había sido corsiderado previamente como una planta que produciría semillas de muy poca viabilidad En muchas partes del mundo (por ejemplo, Uganda, Venezuela, Surinam, Papua y Nueva Guinea, Australia), los métodos recomendados de establecimiento fueron por lo tanto establecimiento con material vegetativo, procedente de tallos v estolones (6, 16, 23, 31, 33, 34, 35, 37, 66, 113, 114, 119) Los métodos de establecimiento con material vegetativo aún están en uso en la ausencia de la disponibilidad de semillas (30, 112) y es un método rápido En Surinam praderas sembradas con material vegetativo pueden ser pastoreadas dentro de cuatro o cinco meses (34) y algunas veces dentro de 10 semanas (76) Establecimientos exitosos con material vegetativo, sin embargo, son muy dependientes de las lluvias (33) y en el material usado Algunos fracasos se han experimertado con material vegetativo que no ha enraizado, lo cual no produce raíces en los nudos (6, 62, 112) y fracasos ocasionales aún han ocurrido con material enraizado (112)

La necesidad de establecimiento con material vegetativo restringe severamente el uso del pasto Signal en praderas y sólo recientemente en la última década recomendaciones de cantidades de semilla de alrededor de 2 kg/ha (103) y 4,5 kg/ha (104) han sido hechas en el norte de Queensland Hay aproximadamente 220 000 semillas/kg (R L Harty, comunicación personal) Esta cantidad relativamente grande de semilla permite el establecimiento en camas de semillas ásperas, aunque se pueden esperar mejores resultados cuando se usan camas de semillas bien preparadas El crecimiento de las plantitas recién germinadas es rápido y bajo buenas condiciones de crecimiento una alta población inicial puede proveer un completo crecimiento del terreno en tres meses.

CUADRO 1

Efecto de tres períodos de escarificación ácida en la germinación de semillas de Brachiaria decumbens recien cosechadas (izq) y almacenadas (der) (50)

Semanas después de siembra	Porcentaje promedio de plantitas emergidas							
	Testigo sin tratar	Período de escarificación ácida (minutos)			Testigo sin tratar	Período de escarificación ácida (minutos)		
		5	10	15		5	10	15
1	0	0	2 8	3 4	0.04	7 1	9 5	16 5
2	0	1	17.2	21 0	14 2	51 2	51 4	54.1
3	1	2 8	30 0	33.2	21.7	51 4	52 6	54 1

Escarificación ácida > > sin tratar, 10–15 minutos escarificación ácida > > 5 minutos escarificación ácida

5–15 minutos escarificación ácida > > testigo

En el distrito de Atherton al norte de Queensland el pasto Signal ha mostrado un alto grado de tolerancia a las aplicaciones de atrazina como preemergente, lo cual aún en aplicaciones relativamente de bajas dosis produce un buen control de un amplio rango de malezas anuales (61) Atrazina ha sido desde entonces utilizada con mucho éxito en el establecimiento de cultivos comerciales para producción de semillas

PRODUCCION DE MATERIA SECA

La producción de materia seca puede variar grandemente dependiendo de la precipitación y las condiciones de fertilidad de suelos En particular la producción con un rendimiento de materia seca del pasto Signal puede aumentar marcadamente con una fertilización nitrogenada (54,88) Consecuentemente, los datos comparativos de producción son más importantes que los rendimientos actuales de materia seca

En experimentos tempranos realizados bajo condiciones de corte en South Johnstone, el pasto Signal se comportó muy bien comparado con 18 gramíneas perennes (97) Ha continuado su buen comportamiento bajo condiciones de corte y consistentemente ha producido rendimientos superiores al pasto pangola (51, 82) Los mayores rendimientos de materia seca son obtenidos con intervalos de corte más largos (82, 97) En una comparación con 12 gramíneas en el norte de la península de Cape York, Basilisk, fué consistentemente la gramínea que produjo los mayores rendimientos, principalmente como resultado de una gran producción en la segunda parte de la estación lluviosa (115)

Rendimientos altos de materia seca también han sido registrados en experimentos bajo corte en Colombia (30)Sarawak (88) y Fiji (93) En este último experimento el pasto Signal produjo mucho más rendimiento que otras siete gramíneas estudiadas

COMPOSICION QUIMICA Y VALOR NUTRITIVO

Resultados sobre contenido de proteína cruda y fibra cruda, así como el coeficiente de digestibilidad de la materia seca y de la proteína cruda están disponibles en un gran número de fuentes (Cuadro 2) De esto es evidente que el contenido de proteína cruda en particular pueda variar considerablemente

Proteína Cruda

Los niveles críticos de proteína cruda requeridos en una pradera antes del consumo se reducen con una deficiencia de nitrógeno y ha sido estimado alrededor de 6,0 a 8,5% (85), y un gran número de determinaciones de proteína cruda en el Cuadro 2 están ya sea dentro de este rango crítico o debajo del él Sin embargo, mientras que el valor nutritivo es parcialmente una función de las especies involucradas, también es el resultado de otros factores, tales como los niveles de nutrientes en el suelo (especialmente nitrógeno) y el tiempo del año y la tasa de crecimiento durante el muestreo y la edad del rebrote

Los contenidos de proteína cruda de pasto Signal responden marcadamente a la fertilización nitrogenada (29, 54, 88) Fuentes de información en el Cuadro 2, sin embargo, difieren marcadamente a este respecto, las tasas de fertilización con un rango de cero (54, 88) a 1 460 kg de N/ha/año (54) y un número de medidas fueron hechas en praderas naturales (24, 25, 76, 80)

Así como ocurre con otras gramíneas tropicales, los valores mínimos de proteína cruda ocurren durante el período de mayor crecimiento y los valores máximos durante el período de menor crecimiento (54, 98) El momento más efectivo para aumentar el contenido de proteína cruda con la aplicación de fertilizante nitrogenado es por lo tanto, cuando las plantas no son capaces de un crecimiento rápido

Contenido de proteína cruda, fibra cruda, y coeficiente de digestibilidad de la materia seca y la proteína cruda para Brachiaria decumbens, recopilado de varias fuentes

Referencia	Fertilización Nitrogenada (kg N/ha/año)	Observaciones		Proteína Cruda* %	Fibra Cruda %	Digestibilidad Materia seca %	Digestibilidad Proteína cruda %
27		Floración		7 8	35 0	61 0	33 5
		Floración durante el ensayo		8 2	33 4	62 5	46 9
49	33 antes del ensayo	Rebrote 3 semanas (inmaduro)		13 1		60 0	74 4
		Rebrote 4 semanas (inmaduro)		11 9		68 5	70 8
		Rebrote 5 semanas (floración)		9 1		71 3	70 5
24	Pradera nativa	Rebrote sin disturbar **		3 7- 6 2(4 8)	27 0-30 0(28 8)		
	" "	" " **		5 2- 7 5(5 9)	31 0-34 0(32 5)		
25	" "	Planta entera		5 4	36 1		
		Hoja		8 3	25 8		
76	" "	Examen de 200 muestras**		2 8-18 8(7 3)	21 8-39 5(30 5)		
80	" "	Examen de 10 muestras al azar		7 8		53 9	
119		Floración		4 1	30 1		
19		Seis meses de establecimiento		12 4	41 1		
20		Pradera comercial muestreada en Dic antes de la estación lluviosa		6 0	37 1		
66		Parte aéreas frescas					
		14 días de crecimiento		9 8		82	
		28 " "		8 2		82	
		42 " "		8 0		79	
		56		4 2		66	
		70		3 6		64	
		84 " "		3 4		71	
		98 " "		3 5		64	
		112 "		3 2		67	
98	12 antes de la siembra y remplazo de nutrientes en el segundo año	30 días de rebrote	1940/41	10 0			
		30	1941/42	8 9			
		60 "	1940/41	5 6			
		60 " "	1941/42	7 0			
		90 "	1940/41	4 2			
113		Intervalo corte 90 días		4 9			
88	0	6-14 semanas de rebrote		4 6			
	112	(promedios pesados)		5 3			
	224			5 9			
	448			5 8			
	896			8 3			
54	0		1962/63	7 7			
	0		1963/64	10 6			
	365		1962/63	10 8			
	365	4 semanas de rebrote	1963/64	11 3			
	730		1962/63	13 8			
	730		1963/64	15 0			
	1460		1962/63	17 5			
	1460		1963/64	17 1			

* % N x 6 25

** Promedios indicados en parentesis

CUADRO 3

Coeficiente de digestibilidad de la materia seca in vitro (%) para 6 gramíneas tropicales cosechadas en diferentes estados de madurez (91)

	Especies	Semanas de Crecimiento													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16
1	B decumbens		78 2	72 8	73 0	71 9	71 0*	66 7	66 9	61 6	63 7	58 9	54 8		48 9
2	B mutica		75 6	78 9	76 4	71 2		59 5	61 1	53 8*	43 5		47 3		38 7
3	B ruziziensis	82 5	81 2	79 7	73 9*	72 1	72 1	69 2	66 2	68 6	64 0		54 8	54 5	49 8
4	D decumbens		77 0	78 1	75 8*	75 0	70 4	66 0	59 5	62 4	59 8		56 3	55 2	56 3
5	P maximum cv Embu rastrero		82 2	77 2	74 8	69 8*	70 6	61 2	59 6	55 8	54 6	53 8	48 6		38 4
6.	P maximum cv Makueni	76,4	75 2		60 5*	52 4	46 1	52 5	49 6	53 8	47 1		49 8	41 6	42 0

° Estado de formación temprana de panículas

Los niveles de proteína cruda del pasto Signal disminuyen según aumente la edad del rebrote (23, 24, 68, 98) y ésto está acompañado por un incremento en fibra cruda (23, 24) Esta especie es palatable durante el crecimiento vegetativo (16), pero no son muy bien aceptados por el ganado, materiales toscos, leñosos con tallos (113)

Digestibilidad

Tal como es esperado, la digestibilidad in vitro del pasto Signal disminuye durante los períodos largos de crecimiento a medida que según aumenta la madurez, pero es aún así comparable con la de otras gramíneas que están adaptadas a las condiciones húmedas de las áreas tropicales (68, 91) (Cuadros 2 y 3) Sin embargo, en otros experimentos, donde se ha evaluado forrajes de tres a cinco semanas de edad, la digestibilidad de materia seca de B decumbens aumentó sobre un período corto de dos semanas (Cuadro 2-49), pero la digestibilidad de la materia seca de la mayoría de las otras especies evaluadas (i e pasto pangola, Digitaria pentzii, B. ruziziensis) también aumentaron, sugiriendo que otros factores además de las especies pueden haber influído en los resultados de este experimento

Consumo

Experimentos con ovejas en jaulas en Trinidad mostraron que el promedio de consumo diario de materia seca (g/kg $LW^{0.75}$) de pasto Signal (68,2) fueron significativamente mayores que los consumos de D pentzii (62,7) y pasto pangola (55,6) (49).

Calcio y Fósforo

Schofield (100) colocó al pasto Signal en una escala en la cual presenta relativamente bajos rendimientos de calcio y fósforo Sin embargo, debido a que fue colocada en la parte superior del grupo de gramíneas para los

rendimientos anuales de ambos elementos, ésto probablemente refleja su alta producción relativa de materia seca y los bajos niveles de fertilización aplicada Trabajos más recientes (ej 49) han registrado contenidos de calcio y fósforo para pasto Signal, los cuales se consideran adecuados para las clases mayores de los animales rumiantes y comparables con aquellos del pasto pangola y materiales de Setaria sphacelata

PRODUCCION ANIMAL Y COMPORTAMIENTO BAJO PASTOREO

El pasto Signal soporta altas capacidades de carga y pisoteo (10, 11, 16, 107, 113) En un experimento bajo pastoreo en el norte de la península de Cape York, Basilisk fué más persistente que Panicum maximum (pasto guinea común) cuando se le cargó fuertemente con bajos niveles de fertilización con fósforo (116) Este es por lo tanto, tratable de pastoreos frecuentes pesados o cortes necesarios para mantener tales pastos en un estado altamente productivo y aceptable (113, 114)

Experimentos bajo pastoreo en South Johnstone han mostrado que la producción de carne que es posible bajo condiciones de uso intensivo de praderas de pasto Signal con fertilización nitrogenada Con una tasa de capacidad de carga alta y constante de 4,55 cabezas/ha y 196 kg de N/ha/año, las ganancias de peso vivo han sido de 1 030 y 869 kg/ha, los cuales fueron registrados en 1965-66 y 1967-68, respectivamente, éstos datos comparados con 740 y 693 kg/ha con 3,45 cabezas/ha y el mismo nivel de fertilización, y 592 y 553 kg/ha con 3,45 cabezas/ha sin fertilización nitrogenada (54) Como comparación, pastizales de guinea pura cerca de South Johnstone (con una carga de 3,2 animales/ha) produjeron ganancias de peso vivo animal de 460 y 313 kg/ha sin fertilización nitrogenada en 1963-64 y 1964-65, respectivamente, y 596 y 725 kg/ha cuando se añadió 168 kg de N/ha/año (51).

En experimentos recientes en terrenos arenosos amarillos en el sector norte de la península de Cape York, pastizales asociados (los cuales se han mantenido notablemente estables entre años con un promedio de 58% de gramínea, 34% stylo Endeavour, y 8% de Macroptilium atropurpureum cv Siratro) fueron cargados con 0 7, 1 2, 1.7 y 2 2 (reducido después de nueve meses a 1 9) animales/ha (116). La carga óptima fue entre 1 7 y 1 9 animales/ha y B decumbens se comparó favorablemente con el pasto guinea común, especialmente con las cargas más altas y los niveles bajos de fertilización de fósforo donde las praderas de pasto guinea fueron sobrepastoreadas y requirieron una disminución de la carga durante el experimento (117) Las ganancias de peso vivo (hasta 500-600 kg/ha sobre aproximadamente 34 meses) no fueron tan altas como aquellas en experimentos en pastoreos con gramíneas-leguminosas (51) o praderas de gramíneas fertilizadas con nitrogeno (51, 54) cerca de South Johnstone, porque se usaron animales más grandes en este experimento y porque hubo un período más largo de 4-4 5 meses en este sitio cuando los animales perdieron peso o ganaron moderadamente (117)

Altos rendimientos también han sido encontrados en Colombia En el Valle del Cauca, pasto Signal irrigado (recibiendo 100 kg de N/ha inicialmente y 50 kg de N/ha después de cada período de pastoreo) en parcelas de 0 35 ha fue pastoreado rotacionalmente (10 días con animales, 30 días sin animales) por alrededor de 6 animales injertados de Brahmans de unos dos años por ha, se registraron ganancias de peso vivo de 1 78 kg/ha/día (o alrededor de 1 700 kg/ha anualmente) (30)

En el distrito Ankole de Uganda, B decumbens ocurre en las praderas de sabana con especies muy poco palatables como Cymbopogon afronardus Esta última especie limita la productividad animal (110), pero puede ser controlada por manejo Cuando la quema es deseable, una quema tardía causará

el mínimo daño a las características deseables de la pradera (56) El pasto Signal es relativamente favorecido por pastoreo pesado y fertilización nitrogenada (60) Después de la limpieza, C afronardus se reestablece más rápido bajo sistemas de pastoreo rotacionales, lo cual es por lo tanto, menos productivo que el sistema de pastoreo continuo (58) Las presiones de pastoreo de 0 8, y 0 6 ha/animal (300 kg de peso vivo) estimulan el crecimiento del pasto Signal (59), pero 0 8 ha/ cabeza parece óptimo para una producción a largo plazo de tales pastos cuando se limpien de C afronardus (58)

TRASTORNOS EN LOS ANIMALES

El pastoreo continuo de praderas puras de pasto Signal en Jamaica ha causado una forma de trastornos de la piel, lo cual ha resultado en un pobre comportamiento animal (92) Esto no ha sido experimentado en el norte de Queensland en praderas de pastos puros Signal fertilizadas con nitrógeno (107) El único reporte desfavorable concerniente a especie de Brachiaria bajo pastoreo en Australia es la fotosensibilidad de ovejas en el distrito Lawes en la parte sur de Queensland cuando pastoreaban praderas puras de material clasificado como B brizantha (26)

Análisis de cuatro especies de Brachiaria en Brasil mostraron que, mientras B radicans (pasto Tanner) tenía altos niveles de nitrato (0 550-0 900% de nitrato de potasio), B decumbens fue sumamente seguro y tuvo únicamente 0 025%, lo cual fué ligeramente menor que Brachiaria ruziziensis (0 037%) y Brachiaria brizantha (0 058%) (1)

MALEZAS Y POTENCIAL DE MALEZAS

La respuesta marcada del pasto Signal a la fertilización con nitrógeno y su rápida recuperación después de cargas pesadas y su agresividad inherente la hace muy valiosa en situaciones de problemas con malezas Esta es la

gramínea ideal para ahogar a las malezas (3, 16, 50, 66, 113) y se han recomendado praderas puras de pasto Signal con fertilización nitrogenada para aquellas áreas severamente infestadas con Hyptis capitata (malezas de nudo) en la costa húmeda tropical de Queensland (17)

La agresividad inherente del pasto Signal, sin embargo, no es deseable cuando se convierte en una planta que se encuentra fuera de lugar En Surinam, esta planta invade las plantaciones de café y se ha demostrado que es muy difícil de erradicar (8) También ha invadido praderas establecidas y también las ha ahogado (113) Esto ha ocurrido en Cootharaba (promedio de lluvia anual aproximadamente de 1 700 mm) en el sur de Queensland donde el pasto Signal se ha distribuído rápidamente de pequeñas siembras comerciales en la última década, y ha colonizado praderas que se encuentran asociadas en mezclas con la virtual exclusión de las especies originales

PLAGAS Y ENFERMEDADES

Aunque existen ataques esporádicos de salivazo, lo cual ha sido registrado en varios países de Suramérica (B Grof, comunicación personal), el pasto Signal está relativamente libre de plagas y problemas de enfermedades, particularmente cuando se compara con el pasto pangola Una enfermedad que causa achaparramiento y es de origen viral en el pasto pangola (además de numerosas plagas y enfermedades) en Jamaica y Surinam condujo a aumentar el interés por el pasto Signal, el cual parece ser resistente (39, 66, 67, 92) Desde 1971, el pasto Pangola que crece en el área Ingham-Cooktown en el norte de Queensland ha sufrido severos ataques localizados por un amplio rango de plagas y enfermedades (47, 105, 106, 109), con el resultado que el interés en el pasto Signal se ha incrementado

PRODUCCION DE SEMILLA

En años recientes, la producción de semilla en el norte de Queensland (desde la región de Atherton Tableland, East Palmerston, y el área de Tully) ha aumentado rápidamerte en respuesta a la creciente demanda de semillas tanto a nivel local como en el exterior Pequeñas cantidades de semilla han sido cosechadas en la parte sur de Queensland, y la producción de semilla también se está desarrollando en Brasil En años recientes la demanda ha excedido a la oferta Desde 1974, sin embargo, la situación se ha estabilizado un poco con la producción de Australia dirigida a satisfacer las demandas internas y también a suplir ura gran parte de amplio mercado de exportación

El cultivo de semilla puede ser obtenido en cualquier momento durante los meses más calientes en el norte de Queensland, dependiendo de las lluvias v la práctica de manejo En años en que se inicia la estación lluviosa ha sido posible realizar dos cosechas, la primera (y la mayor) que se cosecha temprano en el año calendario y la segunda que madura después del final de la estación lluviosa o sea alrededor de Mayo Sin embargo, cuando la estación lluviosa es relativamente corta, una producción de cultivo de semilla por año es lo más usual Cosechando con una combinada del tipo "multi-cultivo", los rendimientos comerciales promedio están en el orden de 100-200 kg/ha/cultivo El tiempo de cosecha es una decisión difícil debido a (a) una producción progresiva de inflorescencia, así como una distribución de la madurez dentro de las inflorescencias individuales, y (b) la ausencia de cambios distintivos en la coloración de las semillas según van madurando Sin embargo, la calidad de las muestras cosechadas pueden evaluarse en una forma aproximada usando los dientes

la presencia de cariopsis inmediatamente aparente debido a la resistencia de las semillas

EXPECTATIVAS

En la última década, el pasto Signal ha llegado a ser cada vez más importante en el trópico húmedo, particularmente en aquellas condiciones de praderas de gramíneas puras que reciben fertilización nitrogenada y que son usadas estratégicamente para proteger las praderas en sistemas predominantes de gramíneas-leguminosas Está mejor adaptado a tales áreas que el pasto pangola, excepto cuando se encuentran condiciones de inundación o de pobre drenaje Su alta productividad, su tolerancia a condiciones de baja fertilidad, y su relativa ausencia de plagas y enfermedades explica gran parte del interés actual

Aunque el pasto Signal se ha convertido en natural en la región costera del sur y central de Queensland (notablemente alrededor de Brisbane y Cootharaba), éste no ha sido plantado o sembrado comercialmente en grandes extensiones en áreas subtropicales, aún en aquellas con alta incidencia de lluvias y precipitaciones libres de heladas Como una comparación el pasto pangola que es la principal alternativa para la formación de césped en el trópico - ha recibido mucha más atención tanto en condiciones experimentales como comerciales Las razones posibles incluyen la superioridad del pasto pangola en situaciones de drenaje pobre (i e las tierras bajas costeras del sur de Queensland) y la disponibilidad de un rango de especies alternativas satisfactorias, particularmente antes de que la producción de semilla de pasto Signal estuviera ampliamente disponible

Experimentos en pastoreo en el norte de Queensland y Colombia han mostrado que las praderas de pasto Signal pueden ser altamente productivas en términos de carne, pero hasta ahora, el único trabajo con ganado de leche ha registrado una producción de leche de cuatro sistemas de praderas (incluyendo praderas de B decumbens recibiendo fertilización nitrogenada) (96) Experimentos bajo pastoreo para medir la producción de leche serían altamente valiosos, porque Basilisk que ha sido sembrado en fincas lecheras en el área de Atherton Tableland y East Palmerston

Desafortunadamente, nuestro conocimiento actual (y particularmente nuestro conocimiento publicado) de muchos aspectos de B decumbens está muy lejos de ser detallado y comprensivo Aún la situación taxonómica es confusa, el uso de un mismo nombre en dos lugares no garantiza similitud, tampoco el uso de diferentes nombres garantiza diferencias, y la aplicación de cualquier nombre por cualquier persona que no sea un botánico especialista entrenado en la flora del este tropical de Africa debe ser tratada con mucha precaución, por lo menos hasta que una revisión final de Brachiaria para la flora del área tropical del este de Africa esté disponible

RECONOCIMIENTOS

Estoy muy agradecido con muchas personas, las cuales me dieron consejos libres e información, a los señores D M Loch, L E Brands y G J Cassidy por su asistencia con las traducciones, y al Australian Meat Research por el respaldo financiero

REFERENCIAS

1 ANDRADE S O RITZ I and MARMO O (1971)—Estudos sobre *Brachiaria* sp (Tinner Gr ss) III—Ocorrencias de intoxicaçoes de bovinos durante um ano (1970 1971) e niveis de nitrato em amostras de gramineas *Arquivos do Instituto biologico São Paulo* **38** 239 252

2 ANON (1951)—Jamaica Annual Report of the Department of Agriculture for the Year ended 31st March 1951

3 ANON (1957)—Department van Landbouw, Veeteelf, en Visserij, Suriname, Jaarverslag over 1954

4 ANON (1958)—British Guiana Annual Report of the Director of Agriculture for the Year 1955

5 ANON (1967)—Malawi Government Annual Report of the Department of Agriculture (Part II) for the Year 1963/64

6 ANON (1965)—Territory of Papua and New Guinea Department of Agriculture, Stock and Fisheries Annual Report 1965 66

7 ANON (1969)—Territory of Papua and New Guinea Department of Agriculture, Stock and Fisheries Annual Report 1966 67

8 ANON (1970a)—Tien jaar proefturn Brokopondo (1959 1969) *De Surinaamse Landbouw* **18** 5 43

9 ANON (1970b)—Malawi Government Annual Report of the Department of Agriculture (Part II) for the year 1965/66

10 ANON (1971)—State of Sabah Annual Report of the Department of Agriculture for the Year 1969

11 ANON (1972)—State of Sabah Annual Report of the Department of Agriculture for the Year 1970

12 ANON (Undated a)—Sarawak Ministry of Agriculture & Forestry Annual Report of the Research Branch Department of Agriculture for the Year 1968

13 ANON (Undated b)—Sarawak Ministry of Agriculture & Forestry Annual Report of the Research Branch Department of Agriculture for the Year 1969

14 ANON (Undated c)—Sarawak Ministry of Agriculture & Drainage and Irrigation Annual Report of the Research Branch Department of Agriculture for the Year 1971

15 ANON (Undated d)—Sarawak Ministry of Agriculture & Drainage and Irrigation Annual Report of the Research Branch Department of Agriculture for the Year 1972

16 ALLEMAN H and DIRVEN J G P (1962)—Slachtvee in Suriname Verslag van onderzoekingen door de dienst veeteelt 1940 1962 *Landbouwproefstation Suriname Mededeling* No 30

17 BAILEY D R (1969)—Knobweed control in tropical pastures *Queensland Agricultural Journal* 95 540 545

18 BARNARD C (1969)— Herbage Plant Species Division of Plant Industry C S I R O Canberra

19 BLASCO L M and BOHORQUEZ A N (1967)—Composicion quimica de plantas forrajeras (gramineas) comunes en el Valle del Cauca *Acta Agronomica Palmira* 17 13 19

20 BLASCO L M and BOHORQUEZ A N (1968)—Pastos en el Amazonas I Analisis de algunos componentes quimicos *Agricultura Tropical* 24 175 177

21 BOGDAN A V (1958)— A Revised List of Kenya Grasses Government Printer Nairobi

22 BORGET M (1966)—Rendements et caracteristiques de cinq graminees fourrageres sur sables cotiers a Cayenne *Agronomie Tropicale Paris* 21 250 259

23 BREDON R M and HORRELL C R (1961)—The chemical composition and nutritive value of some common grasses in Uganda—I General pattern of behaviour of grasses *Tropical Agriculture Trinidad* 38 297 304

24 BREDON R M and HORRELL C R (1962)—The chemical composition and nutritive value of some common grasses in Uganda—II The comparison of chemical composition and nutritive values of grasses throughout the year with special reference to the later stages of growth *Tropical Agriculture Trinidad* 39 13 17

25 BREDON R M TORELL D T and MARSHALL B (1967)—Measurement of selective grazing of tropical pastures using esophageal fistulated steers *Journal of Range Management* 20 317 320

26 BRITON N W and PARTRIDGE T B (1941)—Preliminary note on photosensitisation of sheep grazed on *Brachiaria brizantha* *Proceedings of the Royal Society of Queensland* 52 121 122

27 BUTTERWORTH M H (1963)—Digestibility trials on forages in Trinidad and their use in the prediction of nutritive value *Journal of Agricultural Science Cambridge* 60 341 346

28 CATFORD J R (1952)—Pasture management in Uganda in relation to western Equatoria *East African Agricultural Journal* 17 183 187

29 CROWDER L V (1965)—Nitrogen fertilization of grasses in Colombia *Proceedings of the Ninth International Grassland Congress* Brazil pp 1533 1536

30 CROWDER L V CHAVERRA H and LOTERO J (1970)—Productive improved grasses in Colombia *Proceedings of the XI International Grassland Congress* Australia pp 147 149

31 DAVIDSON R P (1950)—Pasture work at Ngetta farm Uganda Protectorate Annual Report of the Department of Agriculture for the period 1st April 1947 31st March 1948 Part II—Experimental pp 78 80

32 DIRVEN J G P (1959)—Grassen collecties Landbouwproefstation Suriname Jaarverslag 1958 p 60

33 DIRVEN J G P (1960)—Grassen collecties Landbouwproefstation Suriname Jaarverslag 1959 p 79

34 DIRVEN J G P (1962a)—Aanleg en onderhoud van grasland Landbouwproefstation Suriname Jaarverslag 1961 pp 70 71

35 DIRVEN J G P (1962b)—Grasland *Landbouwproefstation Suriname Mededeling* No 29

36 DIRVEN J G P and ALLEMAN H (1962)—Slachtveebedrijf Waneweg Landbouwproefstation Suriname Jaarverslag 1961 pp 77 78

37 DIRVEN J G P GLAVIMANS L J H and HENDRIKS J A H (1956)—Gras landverbeteringen op het Lelydorpplan in 1955 *De Surinaamse Landbouw* 4 113 115

38 DIRVEN J G P and VAN AMSON J W (1972)—Grasland op de gepodzoliseerde gronden van het Lelydorpplandschap *De Surinaamse Landbouw* 20(2) 2 22

39 DIRVEN J G P and VAN HOOF H A (1960)—A destructive virus disease of pangola grass *Tijdschrift over Plantenziekten* 66 344 349

40 DOUGALL H W and BOGDAN A V (1958)—The chemical composition of the grasses of Kenya—I *East African Agricultural Journal* 24 17 21

41 DRAPER L A A and HARRINGTON G N (1972a)—Seasonal crude protein content of samples obtained from a tropical range pasture using oesophageal fistulated steers *Tropical Agriculture Trinidad* 49 15 21

42 DRAPER L A A and HARRINGTON G N (1972b)—Seasonal crude protein content of samples obtained from a tropical range pasture using oesophageal fistulated steers *East African Agricultural and Forestry Journal* 38 56 61

43 DUNSMORE J R and ONG C B (1969)—Preliminary work on pasture species and beef production in Swaziland Malawi *Tropical Grasslands* 3 117 121

44 FIELD C R (1970)—A study of the feeding habits of the hippopotamus (*Hippopotamus amphibius* Linn.) in the Queen Elizabeth National Park Uganda with some management implications *Zoologica Africana* 5 71 86

45 FIELD C R HARRINGTON G N and PRATCHETT D (1974)—A comparison of the grazing preferences of buffalo (*Syncerus caffer*) and Ankole cattle (*Bos indicus*) on three different pastures *East African Wildlife Journal* 11 19 29

46 FORSTER R H WILSON P N and BUTTERWORTH M H (1960)—Pasture grass investigations in Trinidad with special reference to pangola grass (*Digitaria decumbens*) *Proceedings of the Eighth International Grassland Congress* England pp 390 392

47 FRANZMANN B A (1973)—Field studies of a *Schizaphis* on pangola grass in north Queensland *Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences* 30 85 89

48 GRAHAM T G (1951)—Tropical pasture investigations *Queensland Agricultural Journal* 73 311 326

49 GRIEVE C M and OSBOURN D F (1965)—The nutritional value of some tropical grasses *Journal of Agricultural Science Cambridge* 65 411 417

50 GROF B (1968)—Variability of seed of *Brachiaria decumbens* *Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences* 25 149 152

51 GROF B and HARDING W A T (1970)—Dry matter yields and animal production of Guinea grass (*Panicum maximum*) on the humid tropical coast of north Queensland *Tropical Grasslands* 4 85 95

52 HARDING W A T (1972)—The contribution of plant introduction to pasture development in the wet tropics of Queensland *Tropical Grasslands* 6 191 199

53 HARDING W A T and CAMERON D G (1972)—New pasture legumes for the wet tropics *Queensland Agricultural Journal* 98 394 406

54 HARDING W A T and GROF B (1977)—Effect of fertilizer nitrogen on yield nitrogen content and animal productivity of *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk on the wet tropical coast of north Queensland *Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences* 34 (in press)

55 HAKER K W and NAKER D (1960)— An Illustrated Guide to the Grasses of Uganda Government Printer Entebbe Uganda

56 HARRINGTON G N (1974)—The effects on a Uganda savanna grassland *Tropical Grasslands* 8 87 101

57 HARRINGTON G N and PRATCHETT D (1972)—Cattle diet on Ankole range land at different seasons *Tropical Agriculture Trinidad* 50 211 219

58 HARRINGTON G N and PRATCHETT D (1974a)—Stocking rate trials in Ankole Uganda I Weight gain of Ankole steers at intermediate and heavy stocking rates under different management regimes *Journal of Agricultural Science Cambridge* 82 497 506

59 HARRINGTON G N and PRATCHETT D (1974b)—Stocking rate trials in Ankole Uganda II Botanical analysis and oesophageal fistula sampling of pastures grazed at different stocking rates *Journal of Agricultural Science Cambridge* 82 507 516

60 HARRINGTON G N and THORNTON D D (1969)—A comparison of controlled grazing and mineral hoeing as means of reducing the incidence of *Cymbopogon afromarginatus* Stapf in Ankole pastures Uganda *East African Agricultural and Forestry Journal* 35 154 159

61 HAWTON D (1976)—Atrazine for weed control in the establishment of *Brachiaria decumbens* and *Pennisetum maximum* *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 42 (in press)

62 HILL G D (1970)—Improved pastures for Papua and New Guinea *Papua and New Guinea Agricultural Journal* 22 31 58

63 HORRELL C R (1958)—Herbage plants at Serere Experiment Station Uganda 1954 1957—I Grasses *East African Agricultural Journal* 24 41 46

64 HOSKING H R and STEPHENS A L (1941)—Pastures and grasses on the Serere Experiment Station Uganda *East African Agricultural Journal* 6 213 219

65 HOWES J R and CAMPBELL I S (1953)—Grass and its utilization in Trinidad *Tropical Agriculture Trinidad* 30 3 14

66 HUNKAR A L S (1965)—Three *Brachiaria* spp adapted to well drained soils Bulletin No 52 Landbouwproefstation Suriname pp 193 196

67 HUNKAR A L S (1969)—Grasland onderzoek *De Surinaamse Landbouw* 17 37 40

68 JOHNSON W I and PIZO D (1975)—Cell wall fractions and *in vitro* digestibility of Peruvian feedstuffs *Journal of Animal Science* 41 185 197

69 JUDD B I (1975)—New world tropical forage grasses and their management 6 Baltigrass Vetgrass Rivergrass Signalgrass *World Crops* 27 175 177

70 LANGDALE BROWN I (1959a)—The vegetation of the Eastern Province of Uganda Uganda Department of Agriculture Memoirs of the Research Division Series 2—Vegetation No 1

71 LANGDALE BROWN I (1959b)—The vegetation of Buganda Uganda Department of Agriculture Memoirs of the Research Division Series 2—Vegetation No 2

72 LANGDALE BROWN I (1960a)—The vegetation of the West Nile Acholi and Lango districts of the Northern Province of Uganda Uganda Department of Agriculture, Memoirs of the Research Division Series 2—Vegetation No 3

73 LANGDALE BROWN I (1960b)—The vegetation of the western province of Uganda Uganda Department of Agriculture Memoirs of the Research Division Series 2—Vegetation No 4

74 LANGDALE BROWN I (1960c)—The vegetation of Uganda (excluding Karamoja) Uganda Department of Agriculture Memoirs of the Research Division Series 2—Vegetation No 6

75 LANGDALE BROWN I OSMASTON H A and WILSON J G (1964)—The Vegetation of Uganda and its bearing on land use Government Printer Entebbe

76 LOCH M H I THORNTON D D and MARSHALL B (1969)—Nutritive value of grasses in Ankole and the Queen Elizabeth National Park Uganda II—Crude protein crude fibre and sugar nitrogen *Tropical Agriculture, Trinidad* 46 31 42

77 MACKAY J H E (1973)—Register of Australian herbage plant cultivars B Legumes 2 Desmodium cv *Desmodium heterophyllum* DC (H [illegible]) cv Johnstone (Reg No B 2[illegible] 1) *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 39 147 148

78 MACKAY J H E (1974)—Register of Australian herbage plant cultivars A Grasses 16 Brachiaria cv *Brachiaria decumbens* Stapf (Signal grass) cv Basilisk (Reg No A 16[illegible] 1) *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 40 91 93

79 MCTAGGART A (1942)—Plant introduction I A review with notes on outstanding species Council for Scientific and Industrial Research Pamphlet No 114 pp 5 14

80 MARSHALL B LONG M J E and THORNTON D D (1969)—Nutritive value of grasses in Ankole and the Queen Elizabeth National Park Uganda III—In vitro dry matter digestibility *Tropical Agriculture Trinidad* 46 [illegible]

81 MEZ C (1904)—Gramineae africanae V *Ahlingler Botanische Jahrbücher für Systematik Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie* 34 131 148

82 MIDDLETON C H and MCCOSKER T H (1975)—Mbuni—a new guinea grass for North Queensland *Queensland Agricultural Journal* 101 [illegible] 355

83 MILES J E (1949)—Plant introduction trials in central coastal Queensland 1936 46 Divisional Report No 6 Division of Plant Industry, C S I R O Melbourne

84 MILLER J L (1974)—Plant collection in Mexico Venezuela and Colombia for the high rainfall zone of the Northern Territory *Plant Introduction Review* 10(1) 13 19

85 MINSON D J (1971)—The nutritive value of tropical pastures *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 37 255 63

86 MORGAN G W (1974)—Crop productivity as affected by depths of topsoil spread for reclaiming bauxite mined lands in Jamaica *Tropical Agriculture Trinidad* 51 332 346

87 NAPPER D M (1965)—Grasses of Tanganyika, Ministry of Agriculture, Forests and Wildlife Tanzania Bulletin No 18

88 NG T T (1972)—Comparative responses of some tropical grasses to fertilizer nitrogen in Sarawak E Malaysia *Tropical Grasslands* 6 229 236

89 PRITCHARD A J (1967)—Apomixis in *Brachiaria decumbens* Stapf *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 33 264 265

90 RATTRAY J M (1960)—The Grass Cover of Africa F A O Agricultural Studies No 49 Food and Agriculture Organization Italy

91 REID R L POST A J OLSEN F J and MUGERWA J S (1973)—Studies on the nutritional quality of grasses and legumes in Uganda I—Application of *in vitro* digestibility techniques to species and stage of growth effects *Tropical Agriculture Trinidad* 50 1 15

92 RICHARDS J A (1970)—Productivity of tropical pastures in the Caribbean *Proceedings of the XI International Grassland Congress Australia* pp A49 A56

93 ROBERTS O T (1970)—A review of pasture species in Fiji I Grasses *Tropical Grasslands* 4 129 137

94 ROBYNS W (1932)—Contribution a l'etude des graminees du Congo Belge et du Ruanda Urundi II—Paniceae *Bulletin du Jardin botanique de l'etat Bruxelles* 9 171 202

95 ROBYNS W (1934)—Flore Agrostologique du Congo Belge et du Ruanda Urundi II Paniceae Goemaere Bruxelles

96 SANTHIRASEGARAM K DIEZ J PETERSEN N E and FRIGUEROS M V (1974)—Milk production from four tropical pasture systems *Proceedings of the XII International Grassland Congress, U S S R Sectional Papers Grassland Utilization II* pp 599 605

97 SCHOFIELD J L (1944)—The effects of season and frequency of cutting on the productivity of various grasses under coastal conditions in northern Queensland *Queensland Journal of Agricultural Science* 1(4) 1 58

98 SCHOFIELD J L (1945a)—Protein content and yield of grasses in the wet tropics as influenced by seasonal productivity frequency of cutting and species *Queensland Journal of Agricultural Science* 2 209 243

99 SCHOFIELD J L (1945b)—Preliminary grazing trials with *Stylosanthes guianensis* grass mixtures *Queensland Journal of Agricultural Science* 2 250 255

100 SCHOFIELD J L (1946)—Mineral content and yield of grasses in the wet tropics as influenced by seasonal productivity frequency of cutting and species *Queensland Journal of Agricultural Science* 3 44 79

101 STAPF O (1919)—Vol IX Gramineae (Maydeae Paniceae) pp 385 576 *In* Flora of Tropical Africa (Ed D Prain) L Reeve & Co Ltd England

102 STURTZ J D HARRISON P G and FARVEY L (1975)—Regional pasture development and associated problems II Northern Territory *Tropical Grasslands* 9 83 91

103 TEITZEL J K (1969)—Pastures for the wet tropical coast—3 *Queensland Agricultural Journal* 95 464 467

104 TEITZEL J K ABBOTT R A and MELLOR W (1974a)—Beef cattle pastures in the wet tropics—3 *Queensland Agricultural Journal* 100 185 189

105 TEITZEL J K ABBOTT R A and MELLOR W (1974b)—Beef cattle pastures in the wet tropics—4 *Queensland Agricultural Journal* 100 204 210

106 TEITZEL J K FRANZMANN B A BROADLEY R A and PONT W (1972)—Bad year for pangola grass *Queensland Agricultural Journal* 98 601 603

107 TEITZEL J K McTAGGART A R and HIBBERD M J (1971)—Pasture and cattle management in the wet tropics *Queensland Agricultural Journal* 97 25 0

108 TEITZEL J K and MORTISS P D (1971) Pastures for the Ingham coast *Queensland Agricultural Journal* 97 155 160

109 TEITZEL J K and WILSON R J (1974)—An observation on the reaction of six grasses to aphids and rust in the wet tropics *Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences* 31 31 32

110 THORNTON D D and HARRINGTON G N (1971)—The effect of different stocking rates on the weight gain of Ankole steers on natural grassland in Western Uganda *Journal of Agricultural Science Cambridge* 76 97 106

111 THORNTON D D LONG M I E and MARSHALL B (1968)—Nutritive value of grasses in Ankole and the Queen Elizabeth National Park Uganda I—Collection sites soils and grasses *Tropical Agriculture Trinidad* 45 257 267

112 VAN AMSON F W DULDER J G H, and DORN R H A (1970)—Een onderzoek naar de mogelijkheden van schapegrass (*Brachiaria decumbens*) op de witte zanden van de Zanderij formatie *Landbouwproefstation Suriname Mededeling* No 45

113 WALSH S R (1959)—Improved pastures will fatten cattle in far north *Queensland Agricultural Journal* 85 576 592

114 WHYTE R O MOIR T R G and COOPER J P (1959) – Grasses in Agriculture F A O Agricultural Studies No 42 Food and Agriculture Organization Rome

115 WINTER W H (1976)—Preliminary evaluation of twelve tropical grasses with legumes in northern Cape York Peninsula *Tropical Grasslands* 10 15 20

116 WINTER W H EDYE L A MCCARRIE R G and WILLIAMS W T (1977)—Effects of fertilizer and stocking rate on pasture and beef production from sown pastures in northern Cape York Peninsula I Botanical and chemical

composition of the pastures *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 17 66 74

117 WINTER, W H EDYE L A and WILLIAMS W T (1977)—Effects of fertilizer and stocking rate on pasture and beef production from sown pastures in northern Cape York Peninsula 2 Beef production and its relation to blood faecal and pasture measurements *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 17 187 196

118 ZERPA D M DE (1952)—*Agron Trop Venez* 2 215 (Cited in DARLINGTON C D and WYLIE A P (1955)— Chromosome Atlas of Flowering Plants Allen Unwin London)

119 ZERPA H and VILLALOBOS H (1952)—Gramineas forrajeras nuevas en Venezuela para la instalacion de potreros *Brachiaria decumbens* *Agronomia Tropical Maracay* 2 117 121

E S T A B L E C I M I E N T O

1133

ESTABLECIMIENTO DE PASTOS EN ZONAS TROPICALES

James M. Spain

INTRODUCCION

El establecimiento exitoso de pastos depende del uso de semilla apropiada de las especies deseadas cuyos requerimientos en germinacion y crecimiento inicial correspondan a las condiciones del ambiente en su forma natural ó alteradas mediante practicas de manejo.

Estas condiciones ambientales son relativamente faciles de suministrar durante una parte del año en tierras ya trabajadas o faciles de cultivar, si se dispone de los recursos requeridos. En el campo real de la mayoria de las zonas tropicales en via de desarrollo, algunos y en determinadas circunstancias todos los recursos son restringidos. La semilla puede ser muy escasa y/o costosa. Los fertilizantes y la cal, la maquinaria apropiada y hasta la mano de obra son a menudo factores limitantes. La vegetacion nativa junto con la topografía y las condiciones fisicas del suelo influyen la capacidad del agricultur de suministrar un ambiente optimo para el establecimiento del pasto, utilizando sistemas tradicionales de labranza.

El objetivo de la investigacion en la Seccion es el de desarrollar sistemas eficientes, económicos y accesibles en el medio para el establecimiento de especies forrajeras adaptables a las condiciones climaticas, edaficas y bioticas que se encuentran en regiones de suelos álicos en America Latina.

El Ambiente

El primer paso a dar es el estudio del ecosistema con el fin de caracterizarlo con respecto a los factores que influyen en el establecimiento de pastos. Se pueden determinar fácilmente los parametros edaficos pero los factores climaticos y bioticos son rara vez bien conocidos en areas en desarrollo y podrian requerir varios años de observacion para caracterizarlos en detalle.

Con un conocimiento adecuado del ecosistema, se pueden escoger especies o ecotipos que se adapten bien al ambiente ó que requieran poca modificacion del mismo para su buen establecimiento. Muchos parámetros edáficos y algunos climáticos y bioticos son sujetos a modificacion a travez del manejo, pero frecuentemente, el factor economico no permite el cambio deseado. De tal manera en suelos muy acidos y de baja fertilidad comunes a la mayoría de las regiones de sabana en America Latina, la politica del Programa Ganado de Carne ha sido de trabajar con especies que son tolerantes a la acidez en lugar de encalar el suelo para combatir el problema. Por otro lado la respuesta de los pastos a la adicion de nutrimentos, especialmente al fosforo, es tan grande que casi siempre

Ganado de Carne CIAT
Preparado para el II Curso de Producción de Pastos Tropicales
Febrero 22 de 1 979

se aplica algo de fertilizante por lo menos en la etapa de establecimiento. Los investigadores han tenido mucho mas exito en la selección de especies y ecotipos de alto rendimiento que toleran la acidez que en la selección de especies tolerantes a bajos niveles de P y K en el suelo.

Trabajando con las especies y ecotipos más promisorios para Carimagua, con base en conocimientos previos y en un programa de pruebas a nivel de campo, se está procediendo al desarrollo de sistemas de establecimiento. La mayoría del trabajo se hace, comenzando con sabana nativa. Los pastos tropicales pueden establecerse en cualquiera de las siguientes situaciones en el area de interés para el programa de Ganado de Carne del CIAT.

1.- Despues de destruir la sabana nativa

2.- Con las especies nativas

3.- En praderas ya establecidas

4.- Despues de un ciclo de cultivos

5.- Semorando conjuntamente con cultivos

6.- Despues de tumbar y quemar el bosque ó vegetación arbustiva

Las primeras cinco situaciones se estan estudiando actualmente en Carimagua. Hasta el presente no se tienen trabajos en establecimiento de pastos despues de la tumba y quema de bosque ó vegetacion de cerrado.

La Semilla

La calidad de la semilla es talvez el eslabón mas debil en el proceso de establecimiento de pastos tropicales. Se quisiera siempre tener una semilla de alto procentaje de viabilidad pero frecuentemente es necesario compensar la mala calidad de la semilla comercial por cantidades exageradas al sembrar. Ademas de la baja viabilidad de semilla de pastos tropicales se presentan dos problemas adicionales Latencia de la semilla y, en el caso de leguminosas, semillas duras. La latencia se puede romper mediante el almacenamiento o por tratamientos con calor o frio y por el uso de estimulantes de crecimiento (Crof, 1968, Ramos 1975). La escarificación es frecuentemente necesaria para solucionar el problema de semillas duras de leguminosas aunque a menudo se recomienda un cierto porcentaje minimo de estas para ser incluidas en la siembra en áreas en donde el patron de clima es poco predecible y son frecuentes las sequias largas (Cook y Lowe, 1977).

La mayoria de los pastos tropicales son de semillas pequeñas, por lo tanto se deben sembrar muy superficialmente. En Carimagua, se han sufrido perdidas en gramineas como Melinis minutiflora (15×10^6 semillas kg^{-1}), debido a una siembra demasiado inmediata a la preparacion de la tierra. Las lluvias que han caido despues de la siembra han alcanzado a tapar demasiado la semilla no pudiendo esta emerger. Se recomienda la siembra con gramineas de semillas muy pequeñas tan solo despues de varias lluvias siguiendo a la preparacion de la tierra para que la superficie se compacte y se llenen algunos de las microdepresiones de la superficie del suelo. Humphreys (1974), recomienda la siembra hasta profundidades de 1 cm. para la mayoria de las leguminosas y gramineas forrajeras de semilla pequeña. En el caso de "Townsville" stylo, la siembra se hace siempre sobre la superficie. Las reservas de nutrimentos en la semilla son insuficientes para su emergencia de mayores profundidades.

El Establecimiento del Pasto

Comenzando con semilla de buena calidad, los factores ambientales más importantes que influyen en la germinacion y establecimiento son La presencia siempre de humedad adecuada, aireacion suficiente, cordiciones físicas del suelo que permitan la penetracion de las raices y la salida de la plantula, nutrimentos suficientes, pH adecuado, temperaturas optimas para el crecimiento rápido de la planta y la ausencia (o control) de patógenos ó predatores y de vegetacion que compita con la nueva siembra. Algunas semillas requieren luz para su germinacion (Leach et al, 1976).

Humedad Los pastos que se siembran sobre la superficie son especialmente susceptibles a la falta de humedad aun cuando el suelo disponga de ella a poca profundidad. McWilliam et al (1970) encontraron grandes diferencias entre especies de zonas templadas con respecto a su requerimiento de humedad. La compactacion del suelo que se encuentra demasiado poroso y suelto puede solucionar el problema de secamiento. Willard (1962), recomienda el uso de dos rodillos corrugados, uno inmediatamente antes de la salida de semilla de la semboradora y el otro inmediatamente detras. Los suelos en Carimagua son a menudo demasiado porosos despues de una preparacion tradicional de la tierra y se han perdido siembras debido a sequias de corta duración cuando no se ha compactado la superficie, al menos sobre las hileras.

El uso de rastrojo de un cultivo o de la misma sabana puede ser muy util en el control del secamiento de la superficie del suelo. Esta práctica alcanza a moderar las temperaturas en la superficie, conservar la humedad y mejorar el ambiente de la plantula en la primera etapa de su desarrollo.

En base a que la temperatura y la duración del dia no varian mucho a traves del año en las latitudes bajas, las fechas de siembra se pueden escoger para lograr condiciones mas favorables en cuanto a humedad durante

la etapa de establecimiento. Humphreys (1974) recomienda la siembra antes de las primeras lluvias, asegurando una humedad adecuada, pero admite lo dificil que es predecir la fecha en que van a caer.

Aireación La mayoría de los Ultisoles y Oxisoles son suficientemente bien drenados con una aireación adecuada a no ser que hayan sido cultivadas o sobre preparados (un caso demasiado frecuente en parcelas experimentales).

Condiciones Fisicas del Suelo Las raices de la planta recien germinada tienen que penetrar el suelo para darle anclaje, obtener la humedad y los nutrimentos requeridos. Semillas sembradas sobre tierras no preparadas son a veces incapaces de penetrar la superficie compactada, en parte por la alta resistencia del suelo, la carencia de poros y además por la falta de anclaje de la semilla que puede ser empujada sobre la superficie del suelo por las raices en crecimiento (Barley, et al 1965, Campbell and Swain, 1973a). Este problema se ha presentado en pruebas que se han sembrado sobre sabana nativa sin ninguna preparación en Carimagua. Sin embargo, es poco frecuente el problema en tierra preparada. La formacion de costra es raramente un problema a no ser que la semilla se siembre demasiado profunda o sea sepultada por la erosión causada por la lluvia. Problemas de condiciones fisicas en el suelo son mas comunes en areas que se han cultivado o que están siendo renovadas despues de varios años de pastoreo. Las propiedades físicas de los Oxisoles recien cultivados son excelentes.

Rugosidad de la Superficie (microrelieve) Es un aspecto muy importante en la preparacion del suelo para la siembra y a veces se pasa por alto. Una sobrepreparacion (demasiado pulverizacion) es frecuentemente la causa del sellamiento de la superficie y la formación de una costra endurecida que puede resultar en una erosion severa (perdida de semilla, fertilizante y suelo) y una escasa proteccion para las plantulas que alcanzan a sobrevivir. Una superficie rugosa con bastante microrelieve, que contenga terrones, restos de tallos y raices y abundantes depresiones, da protección al suelo contra la erosion, suministra pequeñas depresiones donde se acumulan los granos finos para una buena germinacion de la semilla creando un micro-ambiente mucho mas favorable para la pequeña planta.

Nutrimentos Un suministro adecuado de nutrimentos se requiere para el crecimiento óptimo de la planta. Algunos elementos son especialmente criticos para la germinacion de la semilla y su desarrollo inicial, y rara vez se encuentran en cantidades adecuadas en los Oxisoles y Ultisoles del tropico. La planta recién germinada acaba con las reservas de la semilla en muy poco tiempo pero aún antes de que se acaben, algunas especies responden a los nutrimentos en el medio de crecimiento (McWilliam et al 1970).

El fósforo es especialmente importante en Oxisoles de Carimagua (CIAT, 1976). El nitrógeno lo es para las gramíneas y para las leguminosas que no tienen nódulos efectivos. El potasio, magnesio, calcio y el azufre son muy a menudo deficientes en suelos álicos.

Es factible lograr concentraciones adecuadas de nutrimentos en la zona de la plántula mediante aplicaciones en banda de un fertilizante apropiado. Dosis bajas son mas efectivas aplicadas en esta forma. Una vez establecida, la planta generalmente tiene requerimientos mas bajos que recién nacida.

pH del Suelo Las especies tropicales varían mucho en su tolerancia a la acidez del suelo (Andrew, et al. 1973, Spain et al, 1975, Spain and Andrew, datos no publicados). En base a que la cal es escasa y costosa en la mayoría de las zonas tropicales en vía de desarrollo la política del CIAT ha sido buscar especies que sean tolerantes a condiciones de acidez fuerte. Suelos extremadamente ácidos son casi siempre bajos en calcio y magnesio. Por lo tanto, generalmente se incluyen estos elementos en la siembra de pastos (todas las fuentes comerciales de fósforo contienen calcio).

Temperatura Las altas temperaturas del trópico tienen como efecto la disecación rapida de la superficie del suelo y de las semillas y plantas recién germinadas, sembradas superficialmente. El problema es especialmente grave en lotes en donde el suelo es demasiado fino y plano ofreciendo así muy poca protección a la planta. El uso de rastrojo como una posible solución del problema se ha mencionado. Bajas temperaturas pueden ser limitantes estacionalmente en el crecimiento de las plantas en zonas subtropicales.

Patógenos Las semillas de pastos son tratadas a veces con fungicidas y/o bactericidas para el control de patogenos. Sin embargo, en el programa se depende de la resistencia ó tolerancia genetica a las enfermedades que afectan la semilla o la plántula.

Predatores Las semillas de pastos son especialmente susceptibles a la remoción de hormigas cosechadoras. El tratamiento de semillas con insecticidas o repelentes puede reducir las perdidas (Russell et al. 1967). La fumigacion completa del area podria ser económica en algunas situaciones. Según un trabajo hecho por Campbell y Swain (1973b), la remocion no continua después de su germinación.

Un gran numero de insectos junto con hormigas arrieras (CIAT, 1974) causan daños muy serios en lotes recien sembrados de gramíneas y leguminosas en Carimagua. Es sin duda, uno de los problemas más graves a enfrentar en el establecimiento de pastos en sabanas.

Vegetacion que compita con los pastos La eliminación de especies nativas y malezas que compiten con el pasto durante el periodo de establecimiento y crecimiento es tal vez uno de los factores mas importantes en todo el proceso en suelos de sabana. El control en si, no es dificil y se logra en forma completa con una labranza adecuada. Si no se aplican abonos ni cal, la tierra puede mantenerse hasta más de un año sin que aparezcan malezas, factor que representa una gran ventaja en el establecimiento de pastos, comenzando con la sabana nativa. Pero el costo de la labranza tradicional es alto en terminos de maquinaria, combustible y tiempo y el riesgo de erosión en pendientes aun muy suaves bajo las condiciones climaticas en la zona de Carimagua es grande. Por lo tanto, y a pesar de que existen sistemas para el establecimiento de pastos que son bien conocidos y probados, se requieren sistemas nuevos, adaptados a estas condiciones, que sean mas eficientes, económicos y accesibles para los agricultures en el medio en que se trabaja y que resulten de menor riesgo en cuanto a la erosion del suelo.

En zonas selvaticas o de cerrado, el proceso de tumbar y quemar los arboles y arbustos alcanza a mover el suelo y deja condiciones favorables para el establecimiento de muchas especies forrajeras. Las mismas condiciones naturales que existen en el bosque son mucho mas favorables para el establecimiento de pastos que las que se presentan en sabanas. En la quema de la sabana no hay mayor acumulacion de cenizas ni movimiento del suelo y la superficie muchas veces se mantiene compacta, poco porosa y muy inhospita para las siembras superficiales de pastos. Se tiene dos años de experiencia trabajando con un sistema de labranza basado en el uso de palas de cultivadora que alcanzan a cortar las especies de la sabana a una profundidad de cuatro a cinco cms que efectúan un control adecuado de la vegetacion (CIAT, 1976). Las palas dejan todo el rastrojo en la superficie, alcanzan a separar la planta de su sistema radicular dando un control muy adecuado si las condiciones climaticas después de la labranza son apropiadas. La mejor epoca parece ser hacia finales de la estacion lluviosa cuando se presentan dias de sol, viento y calor en que la planta se seca rapidamente y no vuelve a rebrotar como ocurre en épocas mas lluviosas. El sistema tiene varias ventajas Por un lado el costo es mucho más bajo que para una labranza tradicional. En segundo lugar, el rastrojo en la superficie da buena protección a la semilla y la planta recién germinada y alcanza a moderar las temperaturas y las fluctuaciones en el contenido de humedad en la superficie del suelo. Otra ventaja es la protección que da al suelo contra la erosion.

Métodos de Siembra La siembra en banda tiene varias ventajas comparada con la siembra al voleo. En suelos de baja fertilidad se permite la aplicacion en banda de pequeñas cantidades de fertilizantes para favorecer la germinacion y crecimiento inicial de la planta sin estimular demasiado

el crecimiento de las malezas. Además la práctica reduce la fijación de fosforo en suelos acidos. Es facil compactar el suelo sobre la hilera favoreciendo la germinacion del pasto, dejando la superficie entre hileras suelta para reducir la germinacion de malezas.

En la siembra de asociaciones a nivel experimental, se separa la leguminosa de la gramínea, sembrando en hileras intercaladas o en franjas. Se tiene un ensayo bajo pastoreo en que el "Kudzu" (Pueraria phaseoloides) fue sembrado en franjas de 2,5 m. intercalados con franjas de gramineas del mismo ancho. La esperanza es de darle mas oportunidad a la leguminosa, especialmente cuando se siembra con gramineas muy agresivas como Brachiaria decumbens. Comercialmente, seria más fácil sembrar por separado en franjas que en hileras. El factor distribucion espacial de los diferentes componentes de una asociación requiere mas estudio. Cabrales (1975), informa de una siembra exitosa de Kudzu en un potrero establecido de pasto Para (Brachiaria mutica) sembrando en franjas.

Es conveniente utilizar una sembradora-abonadora combinada para una aplicación precisa de la semilla con respecto a la banda de fertilizantes. La semilla normalmente se cubre con una capa muy superficial mediante ruedas de compactacion ó cadenas arrastradas detras de la sembradora. Algunas semillas son dificiles de manejar solas, y conviene mezclarlas con algun material inerte ó con fertilizante como Escorias Thomas, para así facilitar su manejo y el control de la tasa de siembra. Comunmente se mezcla Melinis minutiflora e Hyparrhenia rufa con Escorias Thomas, efectuando la siembra en una abonadora de tolva.

Humphreys (1974), presenta recomendaciones en cuanto a cantidades de semillas a sembrar. Las recomendaciones se basan en semillas de buena calidad y es esencial conocerla en el material a usar y compensar la falta de germinacion por tasas ajustadas de siembra.

Enfoques Actuales de Nuestro Programa

En los Informes Anuales de CIAT (1976, 1977, 1978) se encuentran relatos de progreso con respecto a la investigacion en el establecimiento de pastos. Se tiene interes especial en reducir los costos de preparacion del terreno, la cantidad de semilla ó material vegetativo requerida para una siembra adecuada, un uso más eficiente de la mano de obra en la siembra y mas seguridad en cuanto al establecimiento de poblaciones adecuadas de las especies forrajeras mas promisorias para la zona de interes al Programa.

BIBLIOGRAFIA

Andrew, C. S., A. D. Johnson and R. L. Sundland. 1973. Effect of aluminum on the growth and chemical composition of some tropical and temperate pasture legumes. Aust. J. Agric. Res. 24 325-339.

Barley, K. P., D. Farrell and E. L. Greacen. 1965. The influence of soil strength on the penetration of a loam by plant roots. Aust. J. Soil Res. 3 69-79.

Cabrales, Roberto A. 1975. Establecimiento de las leguminosas Kudzu Tropical (Pueraria phaseoloides) y Camboanita Azul (Clitoria ternatea) en potreros establecidos de pasto Para o Admirable (Brachiaria mutica). Informe del XIII Reunión del Programa de Pastos y Forrajes y Curso de Metodología de Investigacion ICA-IICA (OEA) Cali, Colombia.

Campbell, M. H. and I. G., Swain 1973a. Effect of strength, tilth and heterogenity of the soil surface on radicle entry of surface sown seeds. J. British Grassld. Soc 28 41-50.

_____and_____, 1973b. Factors causing losses during the establishment of surface sown pastures. J. Range Mgt. 26 355-359.

CIAT Annual Report. 1974. p 10-11.

CIAT Annual Report. 1976. p c-14-22.

Cook, S. J. and K. F. Lowe. 1977. Establishment of Siratro pastures. Trop. Grassld. 11 41-48.

Grof, B. 1968. Viability of seed of Brachiaria decumbens. Qld. J. Agric. Anim. Sci. 25 150-152.

Humphreys, L. R. 1974. A guide to better pastures for tropics and sub-tropics. Wright, Stephenson & Co. Melbourne.

Leach, G. J., R. M Jones and R. J. Jones. 1976. The agronomy and ecology of improved pastures. 277-307. In N. H. Shaw and W. W. Bryan, (eds) "Tropical Pasture Research, Principles and Methods". C. A. B. Bull51. Commonwealth Bur. of Past. and Fld. Crops. Hurley.

McWilliam, J. R., R. J. Clements and P. M. Dowling. 1970. Some factors influencing the germination and early seedling development of pasture plants. Aust. J. Agric. Res. 21. 19-32.

Ramos, Nestor, 1975. Factores que influyen en la germinacion del pasto Brachiaria. Tesis de Grado M.S. Univ. Nacional, Inst. Col. Agrop. Bogotá.

Russel, M. J., J. E. Coaldrake and A. M. Sanders. 1967. Comparative effectiveness of some insecticides, repellants and seed pelleting in the prevention of ant removal of pasture seeds. Trop.Grassld. 1 153 166.

Spain, J. M., C. A. Francis, R. H. Howeler and F. Calvo. 1975. Differential species and varietal tolerance to soil acidity in tropical crops and pastures p 309-329. In W. Bornemisza and A. Alvarado (eds.) Soil Management in Tropical America. Soil Sci. Dept. N. C. State Univ. Raleigh.

Willard, C. J. 1962. Establishment of new seedings. p368-381. In H. D. Hughes, M. E. Heath, D. S. Metcalf (eds) Forages. Iowa St. Univ. Press, Ames.

Debemos sorprendernos si la inoculación no aumenta la produccion?

No' Si estuvieramos trabajando en Australia o en los Estados Unidos, sembrando variedades comerciales de leguminosas, tratadas con inoculantes comerciales o adquiridos localmente, recientemente fabricadas y recomendadas específicamente para esas variedades, entonces si podemos quedar sorprendidos Pero, trabajando bajo condiciones latinoamericanas, el inoculante importado de Australia o los Estados Unidos puede haber estado sometido a altas temperaturas, frío intenso, descomprensión (en la bodega de un avión) o a largas demoras en aduana o sanidad vegetal Por consiguiente, la viabilidad del inoculante, al momento de ser aplicado, puede estar por debajo del niver crítico En Australia, los inoculantes son ensayados, en el campo, por varias estaciones experimentales bien localizadas y pueden ser aplicados con confianza, dentro de la línea de tipos de suelo en que se encuentran las estaciones En América Latina las condiciones adversas de suelo que son de importancia para la sobrevivencia y habilidad de infección de la cepa de inoculantes (pH y saturación básica elevada), son mucha más rigurosas que en el caso de Australia Además de que no se dispone de una inoculante comercial específico para la variedad o especies que mejor se adaptan a las condiciones del suelo local

El fracaso de un inoculante fué un hecho común en América Latina y, por consiguiente, es muy poca la confianza que se tiene en la tecnologia de inoculación Se enfrenta a un círculo vicioso la producción comercial de inoculantes dentro de un país no se iniciará hasta que exista un beneficio más apreciable de la inoculación y una confianza en su tecnología Continuara siendo muy difícil generar confianza en la tecnología de la inoculacion para estimular producción comercial local mientras que se siga importando un producto de calidad variable y dudosa en el momento de la aplicacion

El propósito de este curso corto sobre inoculación de leguminosas con *Rhizobium* es el de suministrar a ustedes, como usuarios en potencia de inoculaciones, suficientes conocimientos generales sobre la producción de éstos, para permitirles evaluar la posibilidad de éxito, dentro de una serie dada a circunstancias y demostrar aquellos pasos que pueden ser dados para asegurar que el potencial del inoculante, al momento de la siembra es el efectuado

INOCULACION DE LEGUMINOSAS CON *RHIZOBIUM*

Qué es inoculación de leguminosas?

La filosofía que forma la base de la tecnología de inoculación es cargar a cada semilla sembrada una alta población de una cepa de *Rhizobium* genéticamente compatible con la variedad de la especie hospedera para que todos los nódulos formados contengan una cepa muy efectiva al respecto para fijar biológicamente cantidades significativas de nitrógeno atmosférico

Por qué inocular?

Inoculamos las semillas de leguminosas porque esperamos aumentar su productividad en forma más económica que empleando fertilizantes nitrogenados

En qué se fundamenta esta pretensión?

Las leguminosas poseen el potencial de entrar en relacion simbiótica con las bacterias del suelo (*Rhizobium* spp) en la cual la bacteria suministra el nitrógeno fijado, brindando a las leguminosas una ventaja competitiva en condiciones empobrecidas de suelo ("*fijado*" significa la conversion de moléculas de nitrógeno estable, las que forman del 80 por ciento de la atmósfera, pero que no son aprovechables por las plantas, en iones de amoníaco que son facilmente asimilados como aminoácidos y, posteriormente, como proteína, para el desarrollo de la planta) Muchas leguminosas son altamente específicas en sus necesidades de cepa de *Rhizobium* y, si se siembran por primera vez en un determinado suelo, pueden beneficiarse considerablemente de la inoculación Aún aquellas que estan expuestas a rizobios compatibles suelen responder a la aplicación localizada de un número muy elevado de una cepa de *Rhizobium* altamente efectiva (inoculación), ya que es probable que la población de rizobios en el suelo sea pequeña y/o incluya muchas cepas no efectivas

Cuál es el costo del nitrógeno fijado biológicamente?

Con cierta frecuencia se dice que la fijación biológica de nitrógeno es gratuita Esto no es verdad La inversión de carbono fijado fotosinteticamente en el metabolismo respiratorio de sus nodulos, representa una pérdida directa en la productividad general de una leguminosa, comparada, por ejemplo, con pastos que no soportan esta carga energética Ocurre, también una pérdida indirecta, debida a que la productividad potencial es desviada hacia organos subterráneos y no disponibles para pastoreo Sin embargo, al considerarse el costo relativo de energía requerida para proveer una cantidad equivalente de nitrógeno, en forma sulfato de amonio o de úrea, se demuestra, claramente que la fijación biológica de nitrógeno es fundamentalmente mas eficiente y ambientalmente más aceptable que la reducción química de nitrógeno

UTILIZACION DE PRADERAS

1127

SISTEMAS DE PRODUCCION GANADERA EN EL TROPICO DE AMERICA

Osvaldo Paladines
CIAT, Cali, Colombia

A pesar de que el ganado era extraño a las tierras del trópico americano antes de su ocupación por las civilizaciones europeas, en un plazo relativamente corto se convirtió en un acompañante inevitable de la nueva civilización que se fue creando Actualmente es un componente importante en toda actividad agrícola, sin distinción de área geográfica o tamaño de explotación y contribuye en forma significativa, en la mayoría de ellas, al ingreso neto de la explotación

Por el hecho de que el ganado está siempre presente en las explotaciones agrícolas y por la diversidad de condiciones ecológicas y culturales en que se desarrolla esta actividad, hay gran diversidad de sistemas de producción pecuaria

La fertilidad del suelo y el clima son las características físicas que tienen mayor influencia sobre el tipo de explotación pecuaria que predomina en un área y ésta no es modificada fácilmente al menos que primen condiciones estructurales y sociales de gran influencia como la cercanía a las ciudades y el desarrollo relativo de estructuras que faciliten el acceso y el intercambio

En el Cuadro 1 se resumen algunas cifras que demuestran la situación de la ganadería en América Latina Tropical En primer lugar se observa que el stock de ganado por habitante es alto y al nivel de los Estados Unidos La América Latina templada tiene, desde luego, un stock ganadero bastante mayor Cuando se mira la producción por habitante o por animal, la situación es mucho menos favorable, comparando el trópico con América Latina templada o con los Estados Unidos Las canales que se producen con el ganado en el trópico son mucho más livianas que en otras áreas de América Las primeras cuatro columnas del Cuadro 1 nos indican que la población ganadera en el trópico de América Latina, globalmente considerada, es alta, superior a la de los Estados Unidos, por ejemplo, pero que la productividad por animal es muy baja, resultando en una disponibilidad de carne por habitante de solamente 18 kg/año, comparado con 76 para la América Latina templada y 51 para los Estados Unidos

La última columna del Cuadro 1 contiene cifras muy preocupantes, porque indican que el crecimiento de la producción de carne en el período 1960-1974 ha sido muy inferior al crecimiento en la demanda La América Central es una excepción Las razones pueden ser muchas, pero podría imaginarse que la principal razón está en la estabilidad del mercado de los Estados Unidos para carne de esta zona libre de aftosa, lo cual actúa como un factor de equilibrio y estímulo para la inversión en la industria ganadera También podría tomarse esto como indicación de las razones por las cuales la producción de carne en el resto de

América Latina tropical no ha crecido al ritmo de la demanda.

De la exposición que procede se podrán extraer algunos de los problemas que afectan los sistemas ganaderos de América Latina tropical

I Grandes zonas ecológicas para la producción de ganado en el trópico americano

En base a las condiciones de fertilidad del suelo y de la fitopoblación predominante que resulta del suelo y el clima, se pueden reconocer las siguientes zonas de producción ganadera en el trópico americano sabanas nativas, campos cerrados, bosque húmedo y semihúmedo tropical en el cual se reconocen dos tipos, el primero el bosque que desarrolla sobre suelos infértiles y el segundo el bosque sobre suelos medios y fértiles

La Figura 1 presenta una generalización publicada por Sánchez e Isbel (1978) sobre los suelos del trópico americano en que resaltan la predominancia de suelos Oxisol y Ultisol (suelos infértiles) encontrándose áreas esparcidas y pequeñas de los suelos más fértiles como Alfisoles, Inseptisoles, Vertisoles y Molisoles En el Cuadro 2 se detalla el área que cada país tiene de suelos infértiles Ocho países, incluyendo los de mayor superficie (Brasil, Bolivia, Colombia, Venezuela) tienen más del 50% del área en este tipo de suelos y la América Tropical en total tiene 51% América del Sur tiene algo más, 69% y América Central y el Caribe sólo el 23% La gran importancia de la ganadería en América Tropical, sobre todo en América del Sur, está explicada en la elevada proporción de sus suelos que por ser muy infértiles no permiten el desarrollo de cultivos sin el uso de elevadas cantidades de cal y fertilizante

La Figura 2 presenta una generalización de las zonas ecológicas descritas y a las cuales nos referiremos en adelante

A Sabanas nativas, las cuales corresponden con las áreas de praderas naturales, característica de los Llanos de Colombia y Venezuela, los "Campos Limpos" de Brasil, las sabanas de Guyana y como una modificación fisiográfica de éstas, las zonas de sabanas inundables de los Llanos de Apure, Arauca y Casanare de Venezuela y Colombia, y el Beni de Bolivia El Pantanal del Brasil es fisiográficamente similar, pero los suelos son más fértiles Las caracterizan los suelos ácidos, bajos en niveles de todos los elementos mayores y de un buen número de elementos menores y que sufren además frecuentemente de niveles excesivamente altos de aluminio o manganeso, lo cual hace más críticas las deficiencias de nutrientes, particularmente de fósforo

Los pastos nativos en estas áreas tienen baja productividad y muy bajo valor nutritivo, con problemas graves de carencia energética y protéica en una parte del año El largo del período de sequía, inevitable en áreas de sabana tropical, determina hasta qué punto la pérdida de valor nutritivo limita la producción ganadera Como es de esperar en un área tan extensa, los períodos de lluvia y sequía varían ampliamente desde condiciones de lluvia intensa por 8 o más meses en el año, hasta áreas de 5 a 6 meses de sequía La sequía se convierte en estas condiciones en un modificador preponderante de los sistemas de producción

La producción ganadera es principalmente extensiva, altamente extractiva pero muy estable porque la remoción de productos primarios está bien balanceada por la reposición de elementos al suelo por las lluvias y la lenta descomposición orgánica La baja carga animal que se emplea es, desde luego, lo que permite el mantenimiento del equilibrio biológico Los intentos de intensificación de la producción, con el solo aumento de la carga animal, tienen como consecuencia final la perturbación del balance ecológico y la disminución de la productividad, ya inicialmente baja (Vilela 1977, Paladines y Leal 1978) La corrección de los problemas minerales del suelo permite alcanzar un nivel superior de productividad, por lo menos inicialmente, a base del cambio de la vegetación original por especies forrajeras más productivas y de mayor valor nutritivo Sin embargo, es evidente que para lograr estabilizar el sistema biológico, es necesario el influjo continuo de fertilizantes, lo cual limita grandemente la factibilidad de la intensificación A pesar de eso, en áreas de mayor desarrollo urbano y en las cuales la estructura de precios aumenta la demanda por productos del ganado, se desarrollan explotaciones intensivas Cualquier sistema que intensifique la producción ganadera por medio de la fertilización únicamente, intensifica inevitablemente las deficiencias alimenticias de la época seca, porque la sola corrección de las deficiencias minerales del suelo no puede contrarrestar los efectos limitadores de la falta de lluvia, en tal forma que el desnivel de efectividad biológica y económica del sistema se

agranda en la medida que la capacidad de producción aumenta en la época de lluvia únicamente Para reducir la distancia entre la producción de las dos épocas se requiere la implementación de técnicas de producción aún no desarrolladas y menos aún solventadas económicamente

En las áreas de sabana inundable, el problema tiene características similares en su efecto sobre la productividad, con la diferencia de que la época de baja receptividad de los campos es durante las lluvias, porque la lámina de agua presente impide el pastoreo y los animales se limitan a las áreas altas, no inundadas Tecnológicamente hablando, las soluciones para estas áreas son más costosas y pueden envolver obras de ingeniería más elaboradas

La acción modificadora que tiene el precio de la tierra sobre el desarrollo e intensificación de la industria pecuaria, debe ser mencionada aquí, no porque sea peculiar de las áreas de sabana nativa y por ende de los sistemas extensivos, sino porque en estos se puede evidenciar más claramente su efecto El precio de la tierra es en este caso usado solamente como un reflejo del efecto de la infraestructura y el desarrollo relativo del área con relación a las zonas urbanas

La productividad de estos campos es baja y es fuertemente influenciada por la carga animal y la época del año En el Cuadro 3 se reune la información de dos experimentos, de los pocos registrados, y en los dos se observan esas tendencias La vegetación presente fue diferente en cada caso En el "campo limpo" predominaron

Eragrostis solida, Aristida palens, Aristida setifolia, Andropogon acuminatus, Paspalum urvillei y Echinolaena inflexa y en el "llano" Trachypogon vestitus, Leptochoritium lanatus, Paspalum pectenatum, Andropogon semiberbis, Axonopus pulcher, Panicum versicolor También se observan diferencias en la disponibilidad de forraje, encontrándose en el campo limpo promedios de 770, 670 y 430 kg de M S / ha y en el llano 2700, 3150 y 2580 kg de M S /ha No es posible afirmar que las diferencias en ganancia de peso se deban a la disponibilidad de forraje, pero hay ciertamente una indicación a ese respecto

En este tipo de praderas la quema juega un papel importante, siendo costumbre quemar las praderas durante la época seca para conseguir un rebrote tierno, en esta forma se consigue aumentar el crecimiento de los animales hasta en 250% (Paladines y Leal 1978)

La llanura inundable constituye un caso importante en algunas áreas Sus características varían notoriamente de acuerdo al grado de inundación que sufran anualmente Corrales y González (1973) reconocen tres unidades fisiográficas para las llanuras de Apure y Barinas en Venezuela "banco bajo", "bajío" y "estero", representando una situación de inundación creciente del "banco" al "estero" A cada uno de ellos corresponden especies y sistemas de utilización diversos En el "banco" predominan especies de los géneros Paspalum, Hyparrhenia, Andropogon, Sporobolus, Trachypogon y otros, en el "bajio" se encuentran los géneros Leersia (Leersia hexandra), Hydrolea, Panicum, Cassia y otras y en el "estero" Hymenachne

amplexicaulis, Panicum, Thalia, Ipomoea, etc

Es característico de las sabanas la presencia de un bosque de galería formado a partir del material de arrastre hacia las vías de desagüe de la sabana Estas formaciones son de gran importancia para el desarrollo de las explotaciones ganaderas porque sirven de asiento para los núcleos humanos que aprovechan el agua de los caños y la mejor fertilidad del suelo para la producción de los alimentos básicos de la familia campesina, la yuca y el plátano También los caños son el abrevadero natural para el ganado y de la permanencia del agua en ellos, durante la época seca, depende en gran parte el éxito de la ganadería El difícil acceso al agua de los caños causa muchas pérdidas de animales que mueren enterrados en las tierras fangosas en su afán por llegar al agua

La carga animal empleada en las llanuras es baja y varía de acuerdo a la cercanía hacia las ciudades y al tamaño de la explotación La tendencia común es a disminuír la carga a medida que aumenta el tamaño En Monagas, Venezuela, Martínez (1975) encontró que la carga animal bajó de 1 09 unidades animal/ha en fincas de 31-100 has a 0 36 unidades animal/ha en fincas de más de 2000 ha

El producto animal que se obtiene está relacionado con la carga animal e indirectamente con el tamaño de la explotación En Barinas (Corrales y González 1963a) las explotaciones con 0-300 ha tienen una carga animal de 0 45 animales/ha y una productividad de 120 kg de ganancia de peso/ha/año en tanto que en el estrato 300-901 ha la

carga es de 0 20 animales /ha y la ganancia de peso de 47 kg/ha/año

B. Campos cerrados, constituyen una modificación ecológica de la sabana nativa o "campo limpo", caracterizados por la presencia de una vegetación herbácea-arbustiva-arbórea en diferentes grados de degradación Los campos cerrados son característicos de áreas grandes del Brasil Central, principalmente en los estados de Goias, Minas Gerais y Mato Grosso

Desde el punto de vista del uso que se da al Cerrado, Saturnino y colaboradores (1976) presentan un esquema (Figura 3) que describe las transformaciones más comunes que sufre el Cerrado Brasileño, en una secuencia de intensificación que a la vez implica un paulatino aumento del empleo de insumos El método más sencillo y a la vez más común, es el uso directo del cerrado Este sistema requiere el empleo del fuego en la época seca para conseguir el rebrote de material tierno Así mismo, en la época seca las hojas de los arbustos son importantes, pasando a formar parte proporcionalmente elevada de la dieta consumida por el ganado bovino (Simão Neto 1976, Medina 1976)

El sistema que emplea el paso intermedio de fabricación de carbón es más común en ciertas áreas de los estados de Goias y Minas Gerais de Brasil y relativamente desconocido en otras áreas del trópico

Particularmente en áreas de suelos más privilegiados es bastante común la combinación cultivo-pradera o cultivo-cultivo-pradera

El número de cultivos depende de la riqueza del suelo El cultivo más frecuente es el arroz, en cuyo caso las semillas se siembran juntas quedando una pradera formada después de la cosecha del cultivo En general se estima que la producción agrícola cubre los costos de establecimiento de la pradera Cosa similar ocurre en áreas selváticas como se verá más adelante

El tipo de explotación ganadera y la productividad por unidad de área cambian de acuerdo al sistema de utilización del Cerrado En los casos de uso directo, las explotaciones son principalmente de cría extensiva, aumentando su productividad a medida que se elimina la vegetación natural También de sistema de cría pasan las explotaciones a cría y engorde y a la producción de carne y leche a medida que se incorporan las praderas cultivadas

El Cuadro 4 presenta un resumen de los parámetros de producción según la intensidad de la producción encontrados por Saturnino y colaboradores (1976) en el Cerrado de Goias, Brasil

En los casos 1 y 2 del Cuadro 4, predomina la pradera natural, con presencia de Melinis minutiflora en tanto que en el caso 3 por condiciones de suelo se siembran cultivos seguidos por praderas La introducción del pasto Brachiaria decumbens es importante en estas áreas, en asociación con arroz al momento de la siembra Las especies predominantes son Panicum maximum e Hyparrhenia rufa El pasto M minutiflora, no es nativo de la América, pero se encuentra

actualmente naturalizado en el Cerrado y es parte importante de casi todas sus praderas nativas Este, sin embargo, no es el caso en otras áreas de sabana del trópico americano Tradicionalmente en el Cerrado se siembran praderas de P maximum var colonião, variedad que se desarrolló en Brasil y que domina la escena ganadera del Brasil Apenas en los últimos años han aparecido especies del género Brachiaria (B decumbens y B humidicola) que son sembradas rápidamente Inicialmente la atención se concentró en B decumbens por ser la mejor adaptada a suelos infértiles de sabana, pero por los ataques del insecto "salivita", "cigarinha", al cual es muy susceptible y por los riesgos de fotosensibilización se está usando B humidicola el cual se reconoce como menos susceptible al insecto y aparentemente sin problemas de toxicidad

La situación del Cerrado de Goias es bastante típico de una situación generalizada en el Brasil Central

Las ganancias de peso registradas en el Cerrado en estado natural son del orden de 41 kg/ha/año en el mejor de los casos, la productividad aumenta a 100 kg/ha/año cuando se realiza una limpieza manual de los arbustos, se aplican 76 kg P_2O_5/ha y se siembra con Stylosanthes guianensis y M minutiflora En condiciones de pradera cultivada con 2 toneladas de cal, 100 kg P_2O_5, 70 kg K_2O y 25 kg de FTE-Br-10/ha al establecimiento y dosis de mantenimiento de 0, 20 y 40 kg P_2O_5/ha/año se produjo en el segundo año 170, 340 y 449 kg de aumento de peso/ha/año en praderas de P maximum con S

guianensis y Macroptilium atropurpureum (Vilela 1977)

Este ejemplo ilustra bien la dependencia que se crea sobre el uso de fertilizantes cuando se intensifica el uso del suelo y se emplean especies más productivas como son las leguminosas tropicales y el P maximum También nos indica que una vez corregidas las limitaciones del suelo las especies tropicales empleadas en praderas cultivadas son capaces de niveles altos de producción animal Algo más, muy importante para la producción animal, es el aumento en la ganancia de peso de la época seca que se obtiene con la transformación de la vegetación natural hacia especies introducidas y fertilizadas Los resultados resumidos en el Cuadro 5 indican un incremento en la ganancia por animal principalmente en la época más crítica del año, la cual es a su vez la más limitante para la producción del ganado, cuando se introdujeron especies de mayor producción en el Cerrado y más aún cuando se reemplazó totalmente la vegetación natural con una pradera cultivada

C Bosque húmedo y semi-húmedo tropical Se reconoce un área muy extensa en el trópico americano que corresponde al bosque tropical La selva Amazónica y las áreas de influencia de otros grandes ríos de América del Sur, el Orinoco, Magdalena y la parte norte del río Paraná, corresponden a la descripción del bosque húmedo tropical, también en México, el bosque húmedo tropical del Sureste está asociado con algunos de los ríos más caudalosos del país Los árboles

altos y siempre verdes caracterizan esta vegetación que contrario a las sabanas no tiene gramíneas naturales que sobrevivan bajo el tupido manto de los árboles Sin embargo, en todos los casos, cuando se derriba el bosque y se permite el desarrollo de la vegetación sub-arbórea, aparecen las gramíneas Paspalum conjugatum y Axonopus compresus que también son el resultado del sobrepastoreo en las más diversas condiciones ecológicas del trópico (Paladines 1975)

La ganadería en el bosque tropical comienza con la tumba de los árboles y depende de la siembra de especies forrajeras para su subsistencia En general los métodos y sistemas de tratamiento de esta vegetación son muy parecidos en todas las áreas y varían solamente las especies que se plantan Las especies están asociadas a su capacidad para sobrevivir a las condiciones de fertilidad del suelo En general, la selva mantiene un nivel aceptable de fertilidad mientras está de pie, por el intercambio de nutrientes a través de la descomposición de las hojas estimándose principalmente que en un bosque húmedo del Africa reciclán 268 kg de N, 15 kg de P, 303 kg de K, 332 kg de Ca y 75 kg de Mg por hectárea y por año (Nye and Greenland 1960, Nye 1961) Cuando se corta el bosque el suelo deja de recibir una fertilidad apreciable que tendría que ser aplicada en forma de fertilizante para mantener la misma capacidad de producción En la práctica, esto no sucede y las praderas implantadas sobre la selva tumbada aprovechan la fertilidad inicial para desarrollar especies de buen crecimiento y valor nutritivo En este punto se diferencian dos tipos de

bosque tropical bosque asentado sobre suelos de baja fertilidad natural (principalmente Ultisoles) y bosques asentados sobre suelos de mayor fertilidad Los suelos pobres se caracterizan por niveles deficitarios de todos los elementos mayores N, P, K, Ca, Mg, S y varios micronutrientes entre ellos Zn, B, Mo y Cu Así mismo, con frecuencia presentan niveles tóxicos para las plantas de Al y Mn (Sánchez 1977)

La selva Amazónica cae globalmente dentro de los Ultisoles así como otras áreas de bosque húmedo tropical de Centroamérica, Norte de Venezuela, del Pacífico de Colombia y Ecuador, Bolivia y Brasil

Para el desarrollo de praderas y como asiento para la industria ganadera, la gran diferencia entre los dos tipos de suelos están en que las gramíneas plantadas sobre Ultisoles, que no reciben fertilización adicional, son solamente capaces de mantener un cierto nivel de producción por pocos años para declinar paulatinamente, debiendo las especies sembradas más productivas, ceder el paso a las gramíneas nativas de muy baja producción y si no hay control de malezas finalmente termina dominando el bosque secundario que elimina totalmente la pastura (Toledo y Morales 1978)

El establecimiento de praderas en el bosque tropical sigue dos métodos principales a) corte a mano de los árboles y la vegetación accesoria y quema de los troncos y ramas En la gran mayoría de los casos, se siembra inmediatamente un cultivo de grano al voleo,

que puede ser arroz, maíz y en menor escala soya La pradera se siembra al mismo tiempo por semilla o por material vegetativo Este método requiere de una cantidad elevada de mano de obra disponible y transhumante, pero se entiende que es la forma más barata de transformar la montaña en pradera (Toledo y Morales 1978, Moore 1976) Con este método, en efecto el único usado extensamente desde hace varios siglos, se ha formado la ganadería de los trópicos b) Tumba de los árboles por medio de tractor de oruga, alineamiento de la vegetación en hileras las cuales pueden o no ser quemadas Este sistema permite trabajar el suelo con máquina para la siembra de cultivos o pastos desde el primer año El método envuelve el grave peligro de remover la capa vegetal del suelo por arrastre con la máquina y de compactar el suelo por el peso de la máquina Sin embargo, con respecto a esto último, Toledo y Morales (1978) indican que la presión ejercida por una máquina de oruga entre 180 y 385 HP es de 0 51 a 0 95 kg/cm^2 en tanto que la presión de un equino es de 1 00 a 4 00 kg/cm^2 y un vacuno de 0 88 a 3 50 kg Incluso un hombre tiene valores tan altos de presión como 0 23 a 0 47 kg/cm^2 La máquina gigante demoledora de la selva (tree-crusher) con un peso de 45 toneladas, ejerce una presión sobre el suelo calculada en 1 37 kg/cm^2 o menos

Los efectos negativos de tumbar la montaña con tractor parecen estar más bien asociados con la pérdida de la fertilidad agregada al suelo por la ceniza del bosque quemado ya que este efecto negativo se compensa, por lo menos parcialmente, con la adición de fertilizante

N-P-K Los síntomas de compactación agregada por el uso del tractor pueden ser también culpables de una parte de la reducción en producción de los cultivos y pastos (Sánchez, 1977) En cualquier caso la reducción es importante

Toledo y Morales (1978) consideran que el uso del tree-crusher debe ser estudiado con mayor cuidado porque éste deja la vegetación tendida en el suelo pero puede ser quemada y de acuerdo a sus cálculos la presión ejercida sobre el suelo es poco mayor que con un tractor En su análisis de costos el tree-crusher resultó aún más económico que el trabajo con hacha y machete y los dos mucho más baratos que el trabajo con tractor de oruga

Hasta aquí hay poca diferencia entre la explotación del bosque tropical de suelos infértiles y suelos fértiles En adelante, las especies utilizadas, los sistemas de producción prevalentes y la producción animal obtenida cambian de acuerdo a la fertilidad original del suelo y serán por tanto discutidos por separado

1 Bosque tropical sobre suelos infértiles

Está representado por la gran cuenca del Amazonas y corresponde por esa razón a unos 550 millones de hectáreas, de las cuales una pequeña parte está localizada en las costas de Suramérica El desarrollo ganadero es apenas incipiente habiendo prevalecido el sistema de cultivo migratorio, en el cual el ganado no forma tradicionalmente parte Sin embargo, con el aumento de la población humana, en unos casos, el desarrollo de otros recursos en el área o el interés

de los gobiernos por desarrollar esa fuente potencial de riqueza, aumentan cada día los asentamientos en la selva Amazónica En algunos casos, se han registrado grandes proyectos comerciales que han tenido poco éxito Los fracasos han tenido su razón de ser precisamente por desconocer la fragilidad de la fertilidad del suelo una vez que ha desaparecido la foresta y el efecto residual de su quema

Se estima que hay 2 millones de hectáreas de pastos en la Selva Amazónica (Sánchez 1977) muchos de los cuales disminuyen su productividad en el lapso de 4-6 años por pérdida de la fertilidad del suelo (Toledo y Morales 1978)

Las especies que predominan son H rufa, como la menos exigente en fertilidad y P maximum en suelos de mayor fertilidad

En una prueba de pastoreo de varios años de duración en Pucallpa, Perú (Morales y Santhirasegaram 1977) se ha demostrado la posibilidad de mantener una asociación de leguminosa-gramínea (S guianensis - H rufa) con la aplicación de 200 kg de superfosfato/ha/año con carga animal de 2 4-3 0 novillos/ha y una producción superior a los 300 kg de ganancia de peso/ha/año Con el mismo nivel de fertilización las praderas de la gramínea sola producen menos de la mitad Este rendimiento de la gramínea sola es consistente con la tasa de reproducción de 59% encontrada por Vaccaro y colaboradores (1977) en la misma área sobre praderas de H rufa y especies nativas y con la conclusión de que con esa tasa de reproducción no se pagan los costos de tumbar la selva y establecer una pradera Es de esperar que con la

inclusión de una leguminosa el balance resulte más positivo

Finalmente, se debe recalcar el hecho de que la ganadería en el área amazónica no es tradicional y que en ella están todavía por decantar los sistemas de producción ganadera que perdurarán

2 Bosque tropical sobre suelos de fertilidad media a alta

En este grupo de condiciones ecológicas se agrupan áreas de una gran diversidad geográfica y de climas Por facilidad de descripción ecológica conviene separar éste en dos grupos grandes de acuerdo a la lluvia en regiones húmedas y regiones secas La división entre unas y otras está en los 1 000 mm de lluvia anual aproximadamente

En las regiones húmedas se incluyen áreas del Sureste de México que incluye las regiones fisiográficas de la Costa Sur del Golfo de Yucatán y la Planicie Costera del Sur, con un área de aproximadamente 27 6 millones de hectáreas (Zambrano 1976) En Centroamérica y Panamá la región húmeda está localizada principalmente hacia la costa del Caribe con precipitaciones superiores a los 1000 mm y en ocasiones con niveles superiores a los 3 000 mm la mayoría de los suelos en esta vertiente son Ultisoles bordeados hacia la costa por suelos de mayor fertilidad natural

En Colombia la gran mayoría de sus áreas de bosque tropical caen sobre la isoheith de los 1000 mm, incluyendo las Llanuras del Caribe, el Magdalena Medio y Alto, el Valle del río Cauca y la Región

Sur, que sumadas ocupan aproximadamente 20 millones de hectáreas (Rivas 1973)

Hacia el Sur, por la Costa del Océano Pacífico, se continúa la región húmeda por la costa del Ecuador para terminar antes de llegar al Perú

Por la vertiente del Océano Atlántico encontramos una estrecha franja de suelos de depósito, sobre todo hacia la zona de desagüe del Orinoco que se prolonga al Sur por la costa de las Guyanas hasta unirse al gran delta del Amazonas Esta franja delgada se continúa por la costa nororiental del Brasil bordeando la "Catinga" del Noreste

La región seca está formada por cuatro áreas tropicales más o menos bien demarcadas la Huasteca seca de Mexico, con un área estimada en 1 5 millones de hectáreas entre selva baja espinosa caducifolia y bosque caducifolio (Garza y Sandoval 1976), la vertiente del Océano Pacífico en Centroamérica de lluvia estacional bien demarcada y gran vocación ganadera, la costa norte del Perú, semi-desértica, que presenta una vegetación espinosa y baja alfombrada por pastos de temporada que desarrollan rápidamente con las lluvias permitiendo así mismo una ganadería de temporada, y la extensa área seca del Noreste brasileño llamada "Catinga"

Precisamente porque las áreas están geográficamente tan distribuídas en el continente, son las áreas de suelos medios y fértiles las que presentan la mayor variabilidad en producción y en eficiencia

productiva Es importante anotar aquí que es en estas áreas en las que se produce casi la totalidad de la leche del trópico americano y más de la mitad de la carne vacuna Raun (1976) estima que hay 75 millones de cabezas de ganado vacuno en las áreas de Oxisoles y Ultisoles y 50 millones en áreas de suelos fértiles y medios del trópico americano (Stonaker 1975) Si bien el número de cabezas de ganado es inferior, la productividad es más alta en las áreas de mejores suelos También esto nos indica una competencia cada día mayor con la agricultura que va tomando para el cultivo los mejores suelos Esta tendencia, que debe ser estimulada, nos indica que la ganadería, sobre todo la ganadería de carne, en el trópico deberá desplazarse hacia áreas de suelos infértiles

En el bosque tropical húmedo, como ocurre con su equivalente en los suelos pobres, no existe una población herbácea nativa, de tal manera que para desarrollar cualquier tipo de ganadería vacuna, es necesario primero talar el bosque y luego sembrar una pradera Los métodos empleados para trabajar esta vegetación ya fueron discutidos al referirnos a la selva La gramínea de mayor difusión es el P maximum alcanzando entre el 35 y 45% del área sembrada en el trópico de Mexico (Garza y Sandoval, 1976, Zambrano, 1976) y a cerca del 100% en el Ecuador Este pasto es sobrepasado en área en zonas de menor calidad del suelo y de menos lluvia por H rufa En Guatemala se estima que el 70 6% del área de pastos está cubierta por H rufa en tanto que P maximum cubre solamente el 5 1% (IICA 1969) Una

situación similar ocurre en otros países de Centroamérica (Rattray 1972) excepción hecha talvez de El Salvador, en que la alta densidad de ganado ha obligado un cambio En el trópico húmedo de Brasil, Serrão y colaboradores (1978) estiman que el P maximum ocupa 90% de las pasturas cultivadas y H rufa el 7%

Resulta interesante pensar en las razones que favorecen el establecimiento de una de estas dos especies, que sin duda son las dominantes en el trópico americano Se observa claramente que en un área de P maximum no hay H rufa y viceversa Parecería que la fertilidad del suelo es uno de los factores importantes, pero parece que no se trata solamente de los niveles de P y K del suelo, sino talvez también del nivel de saturación de bases con Al, habiéndose demostrado que H rufa es muy susceptible a niveles altos de Al, mientras que el P maximum presenta mayor resistencia (CIAT 1977) Esto podría explicar por qué en algunas áreas de suelos muy pobres del Cerrado brasileño, por ejemplo, se encuentra P maximum y no H rufa

Llama la atención el hecho de que los niveles de eficiencia reproductiva sean iguales o muy similares en estos dos pastos Así, Rivas (1973) encontró que los nacimientos eran del orden de 55 al 62% en poblaciones de ganado cruzado Criollo x Cebú en las llanuras de H rufa del Caribe colombiano y Egas (1974) encontró que la natalidad era entre 59 y 62% en ganado de tipo similar en la zona Santo Domingo-Quevedo, del Ecuador, que tiene sólo P maximum La capacidad de producción medida como ganancia de peso, sin embargo, es mucho

mayor en P maximum que en H rufa, en áreas en las cuales la fertilidad del suelo no es limitante (Santillán 1971, INIAP 1977)

En algunas áreas del trópico, sobre todo Centroamérica y las islas del Caribe, el pasto D decumbens tuvo mucho auge en las décadas de 1930 a 1950 Pero debido a sus elevados requisitos de N y por las enfermedades y plagas que lo atacan está siendo reemplazado por especies del género Cynodon, en áreas de suelos medios y fértiles Algunas investigaciones indican que el C nlemfuensis, cuando es debidamente fertilizado produce más carne por hectárea que D decumbens (Caro-Costas et al 1973 y 1976) Sin embargo en otras áreas parecería no haber tenido el mismo éxito de Puerto Rico (de Alba 1976)

En el manejo de las praderas establecidas en zonas de bosque tropical, sea cual fuere la especie empleada, el control de la maleza toma gran importancia Algunos estudios han demostrado que el control de malezas, realizado comúnmente a machete, toma entre el 30 y 50% del dinero invertido en el manejo de la empresa ganadera (Nestle 1964, Rivas 1973) Los sistemas de control de maleza disponibles son variados y consideran en muchos casos el empleo de herbicidas y el fuego, sin embargo, el método más común y posiblemente el menos efectivo es el corte de la maleza a mano, que debe repetirse por lo menos una vez al año En un experimento realizado en Turipaná, Colombia, en praderas de Brachiaria mutica infestadas con Mimosa pudica se aplicó el herbicida Tordón en dosis de 6 y 12 litros por hectárea, obteniéndose desde el primer año un aumento en la producción de carne del 53 %

También el fuego ha sido empleado con éxito para mantener la maleza controlada en praderas de P maximum, quemando la pradera cada tres años, al final de la época seca luego de que ha semillado y permitiéndole luego su recuperación por 3-5 meses de la época de lluvia En un sistema de pastoreo de 4 potreros, se puede establecer este sistema muy efectivamente (Betancourt 1976)

II Descripción de los sistemas de producción más comunes

Una descripción como la que se intentará a continuación envuelve inevitables generalizaciones que pueden ser combatidas en casos específicos pero que en forma global representan los sistemas en uso más común en el trópico de América

Cualquiera que sea el sistema, la característica general es su aparente ineficiencia y sus niveles bajos de producción con relación a las ganaderías de las zonas templadas y de acuerdo a los niveles de producción que se obtienen en las Estaciones Experimentales Con frecuencia se menciona que el nivel de extracción de carne global en el trópico es de solamente el 13% según Raun (1976), 12-15% según Plasse (1974), 10-11% según Stonaker (1975) y cuando en países de climas templados alcanza niveles superiores al 24% Es necesario recordar, antes de pasar juicio sobre estos valores, que en el trópico americano la ganadería está aún activamente en un proceso de "expansión horizontal" (Moore 1976) porque no se han ocupado aún todas las tierras susceptibles de ser ocupadas por el ganado y que por tanto en forma global la demanda por la tierra ocupada por el ganado es muy baja,

como lo es la necesidad de eliminar las hembras improductivas Del análisis de las explotaciones ganaderas del trópico americano se puede concluír que en ellas se hace uso racional del capital humano, monetario y de conocimientos si se consideran las condiciones de medio ambiente, sociales y económicas y que el ganadero está, en la mayoría de los casos, empleando la tecnología que resulta en ingreso estable y seguro Para cambiar esos sistemas de producción se precisa la introducción de incentivos económicos duraderos y de suficiente alcance (Paladines 1974)

Todos los sistemas de producción descritos se pueden encontrar en cada una de las áreas ecológicas del trópico Sin embargo, los sistemas mas extensivos están generalmente asociados con las áreas de sabana y con los suelos de baja fertilidad, en tanto que en suelos de mayor fertilidad se encuentra la lechería especializada y las explotaciones de engorde La distancia a los centros urbanos es un factor modificador que, al aumentar el precio de la tierra, impulsa la intensificación y el desarrollo de lecherías especializadas Finalmente, la finca pequeña y el minifundio que contribuyen numéricamente en forma significativa, se distribuyen aparentemente en forma poco lógica, en todas las regiones ecológicas, desde luego con tendencia a aumentar en las áreas cercanas a la ciudad, pero sin relación con la fertilidad del suelo

A Sistemas extensivos

Se incluyen en los sistemas extensivos aquellos dedicados casi exclusivamente a la cría de ganado de carne y a las explotaciones

que crían y recrían La cría sola implica la venta de terneros al destete y la recría la venta de novillos o toretes entre los 2 y 3 años de edad o cuando han alcanzado 250-300 kg de peso

Estos sistemas son los más difundidos en las áreas de sabana nativa y se encuentran también muy frecuentemente en suelos de fertilidad media y en algunos casos de fertilidad alta Las características de producción son muy comunes a pesar de compararse países diferentes o áreas diferentes

En un estudio realizado en los Llanos de Colombia (sabana nativa) Stonaker y colaboradores (1976) examinaron la producción de hatos ganaderos localizados en dos áreas diferentes, la una en la sabana abierta, de suelos más pobres y menos lluvia (1500 a 3000 mm/año) y la otra adyacente pero adherida a la Cordillera Oriental de los Andes, con suelos de fertilidad algo superior y mayor lluvia (3000 a 4 500 mm/año) Tanto por las diferencias en fertilidad del suelo y régimen de lluvias, como por el hecho de que las explotaciones del "pie de monte" están cercanas a los mayores sitios poblados del área, en ésta se encuentra una proporción elevada de praderas cultivadas que se emplean fundamentalmente para engorde La sabana del "pie de monte" se considera como de mejor calidad y por ende de receptividad más elevada (1-3 ha/cabeza contra 3-8 ha/cabeza en la sabana abierta) Sin embargo, las explotaciones de cría tuvieron en las dos zonas características de producción muy similares (Cuadro 6) Las diferencias principales parecen ser las que obedecen a la cercanía a la ciudad

Casos similares se presentan en muchos lugares del trópico Otro ejemplo importante es el presentado por Saturnino y colaboradores (1976) cuando estudian las características de producción del Cerrado en sus tres Estados principales Goias, Minas Gerais y Mato Grosso En este caso, se reconoce que en el estado de Minas Gerais, la producción ganadera es bastante más intensiva que en los otros dos Estados y sin embargo la productividad es muy parecida Las diferencias son realmente mayores dentro de un mismo estado que entre estados (Cuadro 7) y estas diferencias responden al grado de intensificación de los hatos

Lo que resulta interesante es el hecho de que en todos los países del trópico americano, independientemente del suelo o del clima, predominan las explotaciones extensivas y que todas ellas presenten aproximadamente las mismas características de baja productividad

La baja fertilidad del suelo, que está asociada con las explotaciones más extensivas, ocasiona en los pastos niveles deficitarios de los minerales esenciales para el ganado, principalmente de P y Ca, pero muy posiblemente de otros elementos La carencia mineral es, entonces, un común denominador de las explotaciones extensivas Los resultados de la suplementación sobre el crecimiento y sobre la reproducción en América Tropical está documentándose rápidamente (Fick et al 1976), encontrándose efectos muy positivos Así, en los Llanos de Colombia, la natalidad aumentó del 59% al 76% con la provisión de una mezcla mineral completa y en el crecimiento de terneras se consiguió

un aumento del 16 al 26% hasta los 18 meses de edad (CIAT 1977) Resultados similares se han encontrado en áreas muy variadas del trópico Panamá (IDIAP 1977), Nordeste del Brasil (Tokarnia et al 1970), en la Selva del Perú (Santhirasegaram 1976, IVITA 1975) Paradógicamente, a pesar de que técnicamente pueden demostrarse deficiencias, particularmente de P y Ca, en todo el trópico de América, con pequeñas excepciones y más, a pesar de que la gran mayoría de los productores aceptan los efectos benéficos de la suplementación mineral, hay áreas extensas en las cuales no se suplementa al ganado Esta situación puede deberse en algunos casos al costo demasiado elevado del suplemento, a la distancia de los centros poblados para la compra del suplemento y las vías de comunicación poco efectivas pero en algunos casos esto no parecía ser un factor (Stonaker et al 1976) Además parece haber gran variación entre áreas en el uso del suplemento En el Cerrado de Brasil, donde las deficiencias de P y Ca son marcadas, se encontró que la suplementación con minerales variaba entre 0% a 80% de las explotaciones de Goias, entre 10% y 30% en Minas Gerais, 5 a 95% en Mato Grosso (Saturnino et al 1976) Pero es en cambio curioso observar que la mayoría de las explotaciones de los tros estados empleaban sal común (70-100% en Goias, 80-90% en Minas Gerais, 5-100% en Mato Grosso) a pesar de que sería muy difícil demostrar una deficiencia por Na o Cl

B Sistemas intermedios

Los sistemas intermedios se refieren a las explotaciones

ganaderas que "extraen" leche de las vacas de cría en los hatos de ganado de carne y a los hatos de doble propósito

La importancia de los sistemas de "extracción de leche a vacas de cría" es evidente y ha conseguido finalmente interesar a los técnicos en producción animal que por décadas, y creo yo que debido a influencias externas, se negaban a admitir no sólo la lógica de esta práctica sino aún su existencia Finalmente se ha llegado al punto de montar proyectos de investigación basados en esta práctica (INIAP, 1977)

Como su nombre indica el sistema consiste simplemente en ordeñar algunas, nunca todas, las vacas del hato y extraer una parte (generalmente 2 cuartos) de la leche en un ordeño La cantidad de leche extraída varía mucho, pero desde luego es siempre en pequeña cantidad (Rivas 1973, Muñoz et al 1977, García et al 1977), a pesar de que la cantidad es pequeña, el ingreso monetario que representa la venta de esta leche es muy importante y sirve como dinero de caja para la operación diaria del hato

En el Cerrado de Minas Gerais, la venta de leche contribuyó al ingreso total de las empresas, en las cuales se producían cultivos y se mantenían hatos ganaderos, en los siguientes porcentajes según tamaño promedio de la finca 49 5%-12 6 ha, 39 6% - 57 4 ha, 31 2% - 237 8 ha, 21 9% - 1 550 ha (Butteri et al 1972) En la zona ganadera de la Costa del Caribe de Colombia, en la cual se encuentra el 51% de la población ganadera del país y por eso mismo es el área ganadera más importante,

Rivas (1973) encontró que la venta de leche "extraída" al ganado de carne aportó al ingreso bruto en 33 4% en fincas de 0-200 ha, 29 6% en 201-500 ha y 13 0% en fincas de más de 500 ha Estas cifras concuerdan con las presentadas por Butteri y colaboradores (1972) para Brasil Los dos grupos de datos demuestran claramente la importancia de la "extracción" sobre la economía de la finca y nos indica la razón económica para esta práctica considerada irracional por la técnica Pero no solamente la racionalidad económica de los ganaderos ha mantenido esta práctica, sino que está claro que los mecanismos biológicos de compensación del crecimiento la favorecen En un estudio realizado en Pichilingue, Ecuador (INIAP 1977) en el cual midieron el efecto de ordeñar 4 cuartos, 2 cuartos o no ordeñar las vacas, sobre la reproducción y el crecimiento de terneros, se encontró que el peso al destete fue 12% inferior en los lotes de vacas ordeñadas (147 vs 167 kg), a los doce meses de edad los terneros en pastoreo de P maximum tenían pesos de 209, 184 y 198 kg para los grupos ordeñados 4, 2 y 0 cuartos de la ubre (Muñoz et al 1977), a los 18 meses los respectivos pesos fueron 270, 267 y 257 kg (INIAP 1977) Por otro lado el comportamiento reproductivo al año siguiente fue elevado (87 5% de preñez) e igual en los tres grupos de vacas (INIAP 1977) Mientras que no es posible generalizar estos resultados, principalmente porque en el experimento de Pichilingue las praderas fueron de un excelente P maximum sobre suelos fértiles, por otro lado es posible esperar que

la disminución en la provisión de leche obligue al ternero tierno a convertirse rápidamente en un rumiante funcional y utilice más y mejor el pasto

En lo que se refiere a los sistemas de doble propósito, la situación difiere un tanto, porque en este caso se hace un intento planificado de producir leche a base de la introducción de una raza lechera, generalmente en cruzamiento con ganado criollo o Cebú El mosaico de ganado que se encuentra a medida que se viaja por el campo, es un reflejo de la búsqueda de los ganaderos por obtener mayor producción lechera Los logros son variados y han tropezado en general con el problema de que una vez superado el nivel de 3/4 de raza lechera, el ganado tiene problemas de adaptación En otros casos, parecía que cuando los animales reciben alimentación y cuidados sanitarios adecuados no hay diferencias entre animales puros Pardo Suizos o Holstein o sus cruces con Cebú (La Hoz y Rosemberg 1977) en animales Pardo Suizo por Criollo (raza Carora) o Pardo Suizo por Limonero (Abreu et al 1977) o en animales Jersey y sus cruces con criollo (Alvarez et al 1977)

C Sistemas intensivos

Son por mucho, los menos frecuentes en el trópico americano y cuando los hay se presentan en áreas muy específicas Dividiremos a estos en dos lechería y engorde

1 Lechería

La actividad especializada de lechería se realiza

generalmente cerca de las ciudades medias y grandes y en ellas hay tendencia al uso de ganado de cruce con razas especializadas de lechería, al empleo de concentrado, sobre todo durante la época seca y al manejo especializado de los animales usando instalaciones especiales

Los ejemplos más importantes del desarrollo especializado de la lechería en el trópico americano se encuentran en dos islas del Caribe, Cuba (Elías 1976) y Puerto Rico (Vicente-Chandler 1976) en las que la ganadería lechera, sobre todo a base de ganado Holstein ha alcanzado un grado alto de desarrollo Sin embargo, es necesario considerar que el clima, modificado por la latitud y el mar que le rodea, es menos riguroso que en otras áreas del trópico Estos ejemplos y otros que van presentándose, demuestran que una vez que se provee de las praderas adecuadas al ganado lechero, es posible conseguir una buena adaptación y niveles de producción aceptables Por praderas adecuadas entendemos praderas secas de gramíneas de valor nutritivo alto, como son P maximum, D decumbens, C nlemfuensis, C dactylon cruza 1 (coast-cross 1), C ciliaris, manejadas en tal forma que estén en estado de prefloración y recibiendo fertilizante que incluya más de 100 kg N/ha/año Con este tipo de gramínea ha sido posible producir entre 9 y 12 kg de leche sin recibir concentrado (McDowell et al 1975, Combellas 1977, Caro-Costas y Vicente-Chandler 1976, Martínez et al 1976, Southcombe et al 1977, Aronovich et al 1973, Perez Infante y Camejo 1977)

En las explotaciones especializadas de leche en el trópico ha

sido costumbre depender en alto grado de los suplementos concentrados, sobre todo en la época seca La suplementación tiene siempre un efecto positivo sobre la producción de leche Combellas (1977) estima que en praderas tropicales de buena calidad y con buen manejo se obtienen 0 33 kg de leche por cada kg de concentrado suministrado Es de esperar que en las explotaciones comerciales esta conversión mejore La economía en el uso de concentrado dependerá entonces de la relación de precio de los dos productos En años recientes la relación ha sido muy desfavorable por el aumento en el precio de los concentrados

Es de esperar que con la introducción de leguminosas en las praderas tropicales la lechería especializada reciba un gran estímulo porque se lograría mejorar la calidad del forraje y se reduciría en alguna medida la carencia de forraje en la época seca (Pérez Infante y Camejo 1977) Con todo, es difícil visualizar una industria especializada de leche en el verdadero trópico húmedo, en el que la carga de enfermedades y plagas, el clima, la humedad excesiva del suelo y los forrajes de calidad baja y variable a través del año, actúan en contra del organismo en delicado equilibrio de la vaca lechera de alta producción

Los sistemas de producción de doble propósito, aún con los métodos más sofisticados de alimentación actualmente en investigación (Preston 1977), parecen ofrecer la vía intermedia en la provisión de leche en los países tropicales que sin excepción son importadores de leche

2 Engorde

La actividad de engorde se lleva a cabo en el trópico americano en forma relativamente extensiva Las razones principales por las cuales un área de la finca, o un área de una región se dedica al engorde son mayor fertilidad del suelo y por tanto pastos de mejor capacidad productiva y valor nutritivo, tierras que por esa razón o la cercanía a las ciudades tiene un precio más elevado, mayor facilidad a centros de mercadeo y mejor distribución de la lluvia en el año

En la mayoría de las praderas nativas del trópico, la calidad nutritiva del pasto es tan baja que no permite el engorde, requiriéndose 4 o más años de pastoreo para que el animal obtenga 450 kg de peso (Paladines y Leal 1978) En estos casos los animales son vendidos como destetos o más tarde a los 2-3 años Cuando se realiza el engorde en la misma finca, los novillos usan las praderas cultivadas y en la época seca las partes bajas Hay tendencia a incorporar el engorde en las explotaciones de cría porque el productor sabe que es la actividad más rentable y porque provee una forma de rápido movimiento de caja Como en el caso de la producción intensiva de leche, en el engorde se ha estudiado la posibilidad de emplear la fertilización para elevar la receptividad de las praderas y aumentar la producción Con el empleo de niveles superiores a los 200 kg de N/ha y los otros elementos según sea el caso específico se puede producir más de una tonelada de peso/ha/año (Paladines y Forero 1977, Vicente-Chandler 1977) Estos sistemas intensivos han sido estudiados últimamente llegándose a la

conclusión de que si bien es posible obtener una rentabilidad aceptable con los sistemas que usan fertilizante nitrogenado, por otro lado la rentabilidad es muy sensible al precio del ganado flaco con relación al gordo y es también muy sensible a los precios del N, lo cual los hace muy frágiles (Estrada y Paladines 1977) Considerando que la tierra no es, en forma global, una limitante en el trópico de América no se deben recomendar estos sistemas

Los sistemas de engorde varían mucho en el trópico, teniendo siempre como base el pastoreo Si bien no es posible recoger cifras al respecto, los sistemas de engorde comercial en corral son prácticamente inexistentes y las aventuras que han comenzado esta modalidad pronto han terminado en fracaso, lo mismo cuando la alimentación ha sido a base de granos o forraje fresco Experimentalmente se ha demostrado que se pueden producir dos toneladas de ganancia de peso o más con el forraje de una hectárea de Penisetum purpureum o caña de azúcar (Moore, C P 1976, Preston 1975) pero estos sistemas requieren de la provisión de aproximadamente 1 kg de proteína suplementaria, que puede ser una torta de oleaginosa o forraje de yuca o de una leguminosa (Moore, C P 1976), por cada kg de proteína animal producida Es posible que estos sistemas de engorde intensivo con forrajes de caña de azucar y yuca sean utilizados en el futuro en algunas áreas del trópico, pero la difusión de estos sistemas estará limitada por la justificación económica, en condiciones en las cuales no hay "verdadera necesidad para complicarse la vida" con sistemas delicados y de mucho mayor riesgo

D Participación del ganado en la granja familiar

No es posible dar cifras del número de cabezas de ganado que están en manos de los pequeños productores agrícolas, no ganaderos, aquellos que son prácticamente de autoconsumo Las estadísticas ganaderas normalmente ignoran productores de menos de 10-20 hectáreas Sin embargo, una vez sobrepasado el límite de área que una familia campesina puede manejar en cultivos tropicales con sus machetes y su fuerza física, estimada en 2-3 hectáreas, el resto del área es inevitablemente sembrada con pasto, o los pastos naturales entran en las áreas de cultivos abandonados

Dos ejemplos, muy distantes el uno del otro, ilustran este punto En el Cerrado Minero de Minas Gerais, Brasil (Butteri et al 1972) se encontró que el 24% de las explotaciones tenían un área de menos de 20 hectáreas (promedio 12 ha) En estas fincas, 3 0 hectáreas se emplearon para cultivos y 6 9 para praderas (66 3% del área), habiendo 13 5 cabezas de ganado bovino por explotación y una carga animal de 1 54 unidades bovinas/ha La ganadería contribuyó con 28% al ingreso bruto de la empresa estando distribuído igualmente entre la venta de leche y de animales En una encuesta realizada en cinco regiones de Colombia (Cardozo et al 1977) correspondiente al bosque seco y muy seco tropical, se encontró que la finca promedio tenía 19 8 ha (rango de 4 45 a 54 9 ha) y se mantenían entre 5 5 y 19 8 cabezas de ganado bovino En estas fincas, la venta de productos de la ganadería contribuyó entre 26 7 y 62 9% del ingreso bruto de las fincas La

producción de leche por vaca fluctuó entre 2 y 3 7 litros diarios

Los dos ejemplos presentados dan una clara idea de la abundante cantidad de ganado vacuno que se produce, aún si en forma ineficiente, en las pequeñas explotaciones familiares del trópico

Para el pequeño productor, la ganadería y en este concepto se incluyen los cerdos, constituye su caja de ahorro y fondo de emergencia que reemplaza a los Bancos, entidades que no conocen o en las que no confían Socialmente es un factor de estabilidad familiar y la base de confianza en el futuro económico También socialmente, dentro de la comunidad, es un factor de prestigio

El aumento en el número de cabezas ocasiona con frecuencia carencia de forraje y rastrojos de cultivos que sirven para la alimentación del ganado, debiendo el pequeño productor recurrir a las orillas de los caminos para pastar su ganado Esta "ganadería de la carretera" es en el trópico una escena común y por la frecuencia con que ocurre impresiona como una fuente importante de forraje para el ganado

III Razas de ganado vacuno

La base de la ganadería vacuna del trópico americano es el ganado "criollo", que se desarrolló al pasar del tiempo con base en el ganado ibérico Este ganado desarrolló gran adaptación a las condiciones del clima y en general presenta dos características, la primera es su elevada fecundidad y segundo la lentitud de su crecimiento Si se analizan estas dos características aparentemente contradictorias, las dos responden a la necesidad de adaptarse a las condiciones de clima

y alimentación prevalentes

La información disponible indica que la raza criolla tiene consistentemente niveles de natalidad superiores al 80% cuando las condiciones de alimentación son adecuadas Este nivel de reproducción es superior al de razas europeas en el trópico (Muñoz y Deaton 1976)

Se han intentado muchas introducciones de ganado al trópico desde otros continentes en los últimos 100 años De éstos el único intento plenamente exitoso ha sido de las razas Cebuinas, al nivel de que actualmente es difícil encontrar núcleos criollos puros La introducción de sangre Cebú ha aumentado la velocidad de crecimiento, pero ha reducido la tasa de natalidad, aun cuando algunos trabajos han demostrado que los niveles de reproducción aumentan a niveles del 80% o más, también en razas cebuinas cuando se ejerce un debido nivel de selección de hembras fértiles (Plasse 1973, INIAP 1977, IICA 1969)

En el ganado destinado a la producción lechera se ha introducido con más persistencia sangre europea especializada entre ellas Holstein y Pardo Suizo, como las más frecuentes Parecería, como se dijo antes, que los animales 1/2 sangre y 3/4 europeo pueden ser animales productivos y bien adaptados Sin embargo, la gran masa ganadera de la cual se obtiene leche en el trópico de América es mezclada de criollo con Cebú Algunos intentos de seleccionar ganado criollo puro para producción de leche han tenido éxito modesto (Deaton 1975, Abreu et al 1977) pero han sido igualmente efectivos los cruzamientos

entre Cebú y razas especializadas (Muñoz y Deaton 1976) En uno que otro caso las razas puras especializadas han sido igualmente efectivas (Deaton 1975)

LITERATURA CITADA

Abreu, F , O , Labbe, S y Perozo, N L 1977 El ganado criollo venezolano puro y mestizado en la producción de leche y carne Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias Centro de Investigaciones Agropecuarias - Región Zuliana Boletín Técnico No 1 Maracaibo, Venezuela 77 pp

Alvarez, J , Dealon, O y Muñoz, H 1977 Veinte y cinco años de selección en un hato lechero del trópico húmedo VI Reunión de ALPA Habana, Cuba p 28

Aronovich, S , Vater Faria, E , Alvim Dusi, G 1973 O uso de concentrados na alimentação de vacas leiteras em boas pastagens de capim Pangola II Resultados de invierno Pesquisa Agropecuária Brasileira Serie Zootecnia 7 67-70

Betancourt, R 1076 Manejo de potreros INIAP Centro de Capacitación Ganadera Estación Experimental Tropical Pichilingue Ecuador Mimeografiado 10 pp

Butteri, R , Teixeira, T D , Bandeira, A L , de Magalhães, C A 1972 Características técnico-económicas das empresas agrícolas da região do Cerrado Mineiro - Estado de Minas Gerais Experientiae 14 (12) 265-302

Cardozo, A , Salazar, J J y González, A 1977 Factores de producción animal en la economía del campesino VI Reunión de ALPA La Habana, Cuba p 165

Caro-Costas, R y Vicente-Chandler, J 1969 Milk production by Holstein cows fed only on grass during five consecutive lactations Journal of Agriculture, University of Puerto Rico 60 (3) 436-438

Caro-Costas, R R , Abruña, F and Vicente-Chandler, J 1973 Comparison of heavily fertilized Pangola grass and Star grass pastures under humid tropical conditions Agronomy Journal 65 (1) 132-133

Caro-Costas, R R , Vicente-Chandler, J , Abruña, F 1976 Comparison of heavily fertilized Congo, Star and Pangola grass pastures in the humid mountain of Puerto Rico Journal of Agriculture, University of Puerto Rico 60 (2) 179-185

CIAT 1977 Informe Anual Centro Internacional de Agricultura Tropical Cali, Colombia

Combellas, J 1977 Studies on the herbage intake and milk yield of dairy cows Ph D Thesis University of Reading Reading, England

Corrales, F y González, H 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

Corrales, F y González, H 1973a Situación actual del recurso pastizal en el Estado de 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

De Alba, M , J 1976 Panorama actual de la ganadería Mexicana Memoria del Seminario Internacional de Ganadería Tropical Secretaría de Agricultura, Banco de México, FIRA Acapulco, México, pp 41-62

Deaton, O W 1973 Breeding to improve milk production in the tropics Activities at Turrialba 1 (3) 6-7 1973

Egas, J 1974 Evaluación económica de las haciendas participantes del crédito del Banco Mundial en las Zonas de Santo Domingo y Quevedo Publicación Miscelánea No 15 Departamento de Economía Agrícola Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias Ecuador 30 pp

Elías, A 1976 Adelantos en la producción de leche en Cuba Memoria del Seminario Internacional de Ganadería Tropical Secretaría de Agricultura y Ganadería, Banco de México, FIRA, Acapulco, México pp 239-248

Estrada, R D y Paladines, O 1977 Evaluación económica de la producción de carne en pasto Pangola con aplicación de nitrógeno VI Reunión de ALPA La Habana, Cuba p 102

Fick, K P , McDowell, L R and Houser, R H 1976 Atual situação da pesquisa de minerais na America Latina Simposio Latino Americano sobre pesquisa em Nutrição Mineral da Rumiantes em Pastagens Belo Horizonte, M G , Brasil

García, M , Pezo, D , Bazan, O y Meini, G 1977 Producción de leche y crecimiento pre-destete en ganado Nellore VI Reunión de ALPA Resúmenes Tomo I La Habana, Cuba p 41

Garza Treviño, Rolando y Sandoval Rosas, Ignacio 1976 Producción de bovinos de carne en la zona tropical del Noreste de Mexico Memorias del Seminario Internacional de Ganadería Tropical Secretaría de Agricultura, Banco de Mexico, FIRA Acapulco, Mexico, pp 111-133

IDIAP 1977 Suplementación mineral (P) Carta Informativa Pecuaria 1(3) 5

IICA 1969 Reunión técnica sobre Programación de investigación en ganado de carne, pastos y forrajes para América Central y Panamá Managua, Nicaragua

INIAP 1977 Estación Experimental Tropical Pichilingue Programa de Pastos y Ganadería Bovina 'nforme Técnico Anual Quevedo, Ecuador

IVITA 1975 Informe Anual Contrato entre el Ministerio de Alimentación y la Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima, Perú 463 pp (Mimeografiado)

La Hoz, E y Rosemberg, M 1977 Capacidad productiva de las razas Holstein y Brown Swiss en el trópico peruano VI Reunión de ALPA La Habana, Cuba, p 34

Martínez, M 1975 Diagnóstico técnico económico de las explotaciones ganaderas del Estado Monagas Proyecto MAC-FAO Ven 17 Caracas, Venezuela 81 pp (Mimeografiado)

Martínez, R O , Venereo, A y Serrano, M 1976 Suplementación con concentrados y producción de leche Revista Cubana de Ciencias Agrícolas 10 275-282

McDowell, R E , Cestero, H , Rivera Anaya, J E , Román-García, F , Arroyo-Aguilú, J A , Berrocal, C M , Soldevila, M , López-Alberty, J C and Metz, S W 1975 Tropical grass pastures with and without supplement for lactating cows in Puerto Rico University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station, Bulletin 28 36 pp

Medina, A R 1976 Tesis de Maestría, presentada a la Escola de Veterinária de UFMG Belo Horizonte 84 pp

Morales, V y Santhirasegaram, K 1977 Producción animal en base a pasturas en el trópico de Pucallpa, Peru VI Reunión de ALPA La Habana, Cuba 1977 (Compendios)

Moore, C P 1976 Uso del forraje de yuca en la alimentación de rumiantes Memoria del Seminario Internacional de Ganadería Tropical Secretaría de Agricultura y Ganadería, Banco de México, FIRA Acapulco, México pp 47-62

Moore, Guillermo 1976 Ganado de Carne en el trópico Transmisión de tecnología Memoria del Seminario Internacional de Ganadería Tropical Secretaría de Agricultura, Banco de México, FIRA Acapulco, México pp 181-198

Muñoz, H y Deaton, O 1976 El uso del ganado criollo en cruzamientos para la producción de leche en el trópico americano Memoria del Seminario Internacional de Ganadería Tropical Secretaría de Agricultura y Ganadería, Banco de México, FIRA Acapulco, México pp 171-182

Muñoz, K , de la Torre, R A y Bishop, J P 1977 Ordeño de vacas de carne Brahman x Criollo VI Reunión de ALPA Resúmenes Tomo I La Habana, Cuba p 44

Nestel, B L 1964 Animal Production studies in Jamaica IV The costs of developing and mantaining pangola grass pastures The Journal of Agricultural Science 62(2) 179-186

Nye, P H and Greenland, D G 1960 The soil under shifting cultivation CAB, Technical Communication No 51 England 156 pp

Nye, P H 1961 Organic and nutrient cycles under a moist tropical forest Plant and soil 13 333-346

Paladines, Osvaldo 1974 Los sistemas de producción como fundamento de la investigación ganadera Memorias de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal 9 181-189

Paladines, Osvaldo 1975 El manejo y la utilización de las praderas naturales en el Trópico Americano In El Potencial para la producción de ganado de carne en América Tropical CIAT, Cali, Colombia Serie CS-10 pp 23-44

Paladines, Osvaldo 1976 Función de la tecnología en el desarrollo agrícola Memoria del Seminario Internacional de Ganadería Tropical Secretaría de Agricultura y Ganadería, Banco de México, FIRA Acapulco, México 1976 pp 73-82

Paladines, O y Forero, O 1977 Producción de carne en pasto Pangola con riego y fertilización nitrogenada VI Reunión de ALPA La Habana, Cuba p 113

Paladines, O y Leal, J A 1978 Manejo y productividad de las praderas en los Llanos Orientales de Colombia In Seminario sobre Producción y Utilización de Forrajes en Suelos Acidos Infértiles del Trópico CIAT, Cali, Colombia

Pérez Infante, F y Camejo, R 1977 Producción de leche con gramíneas tropicales y mezclas con leguminosas VI Reunión de ALPA La Habana, Cuba p 102

Plasse, D 1973 Eficiencia reproductiva de vacas criollas, Cebú y sus cruces IV Reunión de ALPA Resumen

Plasse, D 1975 Sistemas genéticos para el mejoramiento de la producción pecuaria en el trópico In Potencial para la producción de ganado de carne en América Tropical CIAT, Cali, Colombia Serie CS-10, pp 95-110

Preston, T R 1975 Sistemas de engorde intensivo de ganado en el trópico In El potencial para la producción de ganado de carne en América Tropical CIAT, Cali, Colombia Serie CS-10 pp 143-175

Preston, T R 1977 A strategy for cattle production in the tropics World Animal Review 21 11-17

Rattray, J M 1972 Pasture improvement in Panama United Nations Development Programme Food and Agriculture Organization of the United Nations AGP SF 323/PAN 10 Technical Report 3 48 pp (Mimeograph)

Raun, N S 1976 Beef cattle production practices in the lowland American tropics World Animal Review 19 18-23

Rivas, Ríos, Libardo 1973 Aspectos de la ganadería vacuna en las llanuras del Caribe en Colombia Centro Internacional de Agricultura Tropical Folleto Técnico No 3 148 pp

Sánchez, P A 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 Tokio, Japan pp 535-566

Sánchez, P A and Isbell, R F 1978 A comparison of the Soils of Tropical Latin America and Tropical Australia Paper presented at the Seminar on Forage Production and Utilization on Acid, Infertile Tropical Soils, CIAT, Cali, Colombia, April 17

Santhirasegaram, K 1976 Recent advances in pasture development in the Peruvian tropics World Animal Review 17 34-39

Santillan, Q R 1971 Capacidad de carga en el pasto puntero (Hyparrhenia rufa Ness, Stapf) sometido a pastoreo continuo Tesis Ingeniero Agrónomo Facultad de Agronomía y Veterinaria Universidad de Quayaquil, Ecuador, 39 pp

Saturnino, H M , Mattoso, J y Correa, A S 1976 Sistema de produção pecuaria nos cerrados IV Simposio sobre o Cerrado Brasilia, Brasil 33 pp (Mimeografiado)

Simão Neto, M 1976 Tesis de Maestria presentada a la Escola de Veterinária da UFMG Belo Horizonte 62 pp

Southcombe, F J , Fox, C E C y Canto, J C 1977 Unidad lechera de Divisa Resumen de la Investigación pecuaria del Centro Experimental de Gualaca Instituto de Investigaciones de Panamá pp 42-43

Stonaker, H H 1975 Beef production systems in the tropics I Extensive production systems on infertile soils Journal of Animal Science 4(4) 1218-1227

Stonaker, H H , Villar, Jaime, Osorio, Gustavo and Salazar, Jairo 1976 Differences among cattle and farms as related to beef cow reproduction in the Eastern Plains of Colombia Tropical Animal Health and Production 8 (3) 147-154

Tokarnia, C H , Canella, C F C , Guimaraes, J A , Doberainer, J , Langenagger, J 1970 Deficiencia de fósforo em bovinos no Piaui Pesquisa Agropecuária Brasileira 5 483-494

Toledo, José M y Morales, Victor 1978 Establecimiento y manejo de praderas mejoradas en la Amazonia Peruana In Seminario sobre Producción y Utilización de Forrajes en Suelos Acidos Infértiles del Trópico CIAT, Cali, Colombia

Vaccaro, Lucia de, García, M , Bazán, O and Bardales, E 1977 Fertility and body weight at first mating of Zebu cattle grazing cleared jungle land in the Amazon basin Tropical Agriculture (Trinidad) 54(3) 223-227

Vicente-Chandler, J 1976 Meat and milk production from intensively managed tropical grasslands in Puerto Rico Memoria del Seminario Internacional de Ganadería Tropical Secretaría de Agricultura y Ganadería, Banco de México, FIRA Acapulco, México, pp 221-238

Vilela, H 1977 Manejo de pastagens en Cerrados Mimeografiado 48 pp

Zambrano Quintero, Tomás 1976 Características de la producción del ganado de carne en el sureste de México Memoria del Seminario Internacional de Ganadería Tropical Secretaría de Agricultura, Banco de México, FIRA Acapulco, México, pp 217-229

Cuadro 1 Indicativos de la situación de la industria ganadera de carne en América Latina Tropical
(Adaptado de Rivas y Nores) 1/

País o región	Stock per capita	Producción(1970-74) per capita	Producción(1970-74) por animal	Peso promedio de canal	Crecimiento (1960-74) Demanda	Crecimiento (1960-74) Producción
	cabezas	kg/año		kg/animal	%	
U S A	0 57	51	90	265	-	-
América Latina tropical	0 67	18	27	182	5 6	3 6
América Central	0 58	16	28	182	5 2	5 8
Caribe	0 22	6	28	177	4 5	2 3
América Latina templada	1 72	76	44	221	2 0	0 3

1/ La información contenida en este cuadro fue extraída de un resumen preparado por Rivas y Nores a base de la información mundial y presentado como documento interno de trabajo al CIAT, Cali, Colombia

Cuadro 2 Distribución de suelos Oxisoles y Ultisoles por país en América Latina Preparado por Dr P A Sánchez

	País	Millones de hectáreas	% del país
1	Brasil	572 71	68
2	Colombia	67 45	57
3	Perú	56 01	44
4	Venezuela	51 64	58
5	Bolivia	39 54	57
6	Guyana	12 25	62
7	Surinam	11 43	62
8	Paraguay	9 55	24
9	Ecuador	8 61	23
10	Guyana Fr	8 61	94
11	Mexico	4 42	2
12	Panama	3 59	63
13	Honduras	3 13	29
14	Nicaragua	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	Haití	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	Puerto Rico	0 16	18
26	Guadalupe	0 09	47
27	Martinica	0 05	43
TOTALES 1/			
América Latina		851 10	42
América Tropical		848 45	51
Sur América Tropical		828 21	59
América Central y Caribe		15 80	23

Fuente Calculado del Mapa de Suelos del Mundo de la FAO-UNESCO Vol 4 Sur América (1971) y Vol 3 México, América Central y Caribe (1975)

1/ Incluye los siguientes países en donde no se presentan Oxisoles ni Ultisoles Uruguay, El Salvador, Antigua, Bahamas, Barbados, Curazao y otras Antillas Menores

Cuadro 3 Ganancias de peso en el Campo Limpo del Cerrado de Brasil (Vilela 1977) y en la Sabana Nativa de los Llanos de Colombia (Paladines y Leal 1978)

Carga animal animales/ha	Epoca del año					
	Sequia		Lluvias		Anual	
	Brasil	Colombia	Brasil	Colombia	Brasil	Colombia
	kg/animal					
0 1	18	-	40	-	58	-
0 2	12	15	32	60 0	44	75
0 3–0 35	1	-7	20	73 0	21	67
0 5	-	-24	-	55 0	-	31

Cuadro 4 Características productivas de las explotaciones de Goias, Brasil según su nivel de intensificación Adaptado de Saturnino et al 1976

Características de producción	Nivel de intensificación relativa		
	1	2	3
Nacimientos, %	35-40	55	65
Edad al primer parto, meses	48	36-48	48
Intervalo entre partos, meses	24	20-24	16-18
Edad al sacrificio, meses	-	-	42
Destete, %	30	45-50	60
Suplementación			
con sal	70	100	80
con sal mineralizada	0	0	80
Pradera natural, %	80-90	80-90	10-20

Cuadro 5 Efecto del cambio en la vegetación del Cerrado sobre la ganancia estacional de novillos Adaptado de Vilela 1977

	Epoca del año	
	Lluvia	Sequía
	------ kg/día/animal---	
Pastoreo natural de Cerrado*	0 585	0 141
Pastoreo de Cerrado mejorado**	0 502	0 210
Pastoreo de asociación leguminosa-gramínea***	0 600	0 338

* Carga animal de 0 30 animales/ha durante todo el año

** El mejoramiento constituyó limpieza manual de malezas, fertilización con fósforo y siembra de S guianensis y M minutiflora La carga animal fue de 0 30 animales/ha durante todo el año

*** La pradera fue sembrada previo cultivo total del suelo, aplicación de Cal, P, K, Mg, S y elementos menores y la siembra de P maximum, S guianensis y M atropurpureum La carga animal fue de 2 45 y 1 15 animales/ha en las épocas de lluvia y de sequía, respectivamente

Cuadro 6 Características de producción de hatos de cría en dos zonas de los Llanos Orientales de Colombia Adaptado de Stonaker et al 1976

	Pie de monte	Sabana abierta
Hectáreas (promedio)	456	1816
Parición, %	55	52
Peso de vacas, Cebú, kg	309	304
Criollas, kg	303	312
Mestizas, kg	302	309
Propietarios residentes, %	80	50

Cuadro 7 Características de producción de hatos ganaderos de los tres estados principales del Cerrado, Brasil Adaptado de Saturnino et al 1976

	Estado		
	Goias	Minas Gerais	Mato Grosso
Nacimientos, %	35-65	35-60	40-50
Edad al primer parto, meses	36-48	36-48	48-54
Intervalo entre partos, meses	16-24	16-28	24-30
Edad de machos al sacrificio, meses	?	38-60	48-54
Destete, %	30-60	32-57	35-45
Hatos de cría, %	80	60	65
cría y recría, %	20	35	30
cría y recría y engorde, %	?	5	5

Figura 1 Mapa de suelos de América Tropical Tomado de Sánchez e Isbel 1978

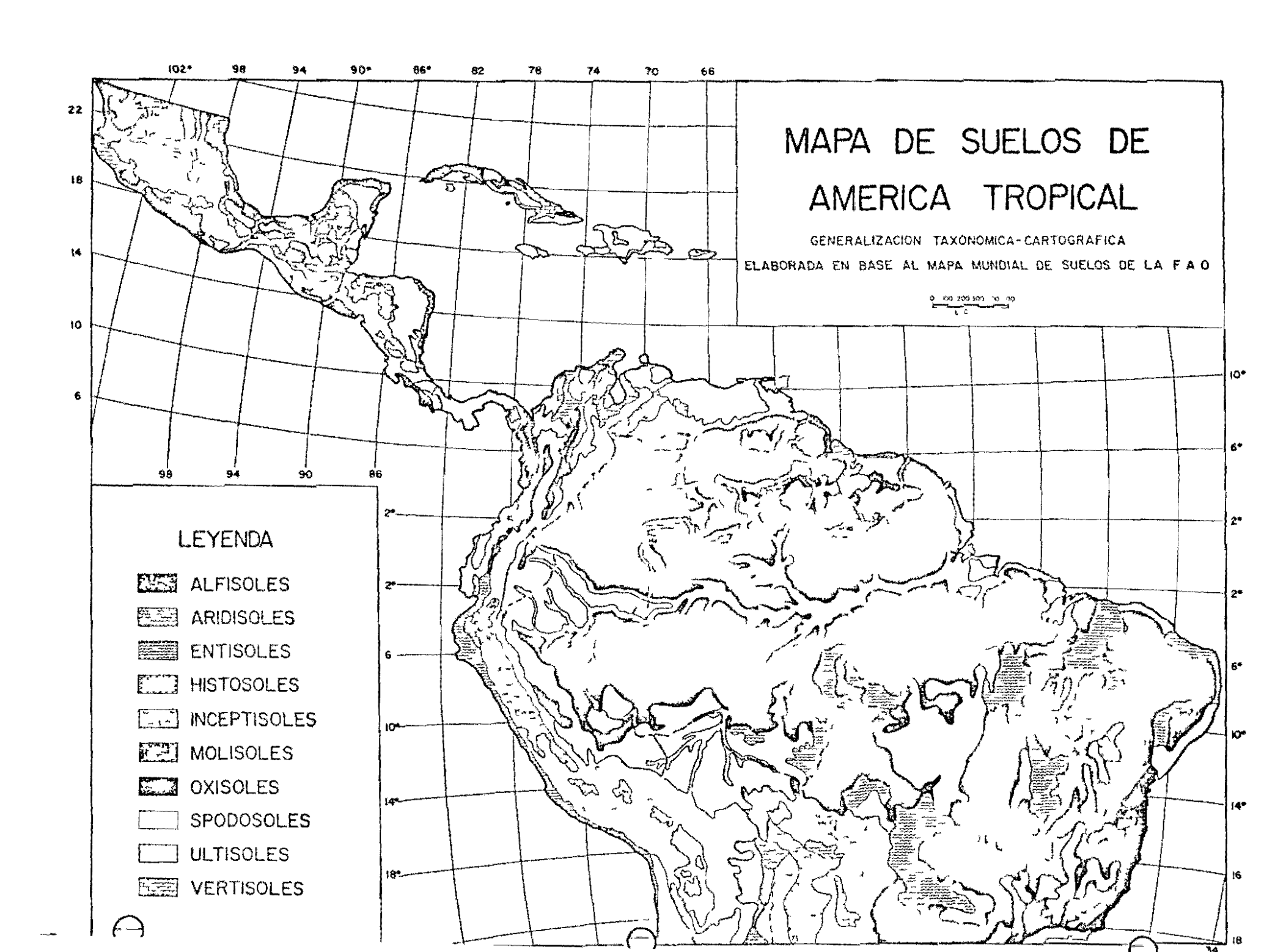

MAPA DE SUELOS DE AMERICA TROPICAL
GENERALIZACION TAXONOMICA-CARTOGRAFICA
ELABORADA EN BASE AL MAPA MUNDIAL DE SUELOS DE LA F A O
LEYENDA
ALFISOLES
ARIDISOLES
ENTISOLES
HISTOSOLES
INCEPTISOLES
MOLISOLES
OXISOLES
SPODOSOLES
ULTISOLES
VERTISOLES

Figura 2 Distribución de sabanas y selvas en América Tropical

Preparado por P A Sánchez, CIAT

SABANAS Y SELVAS EN AMERICA TROPICAL

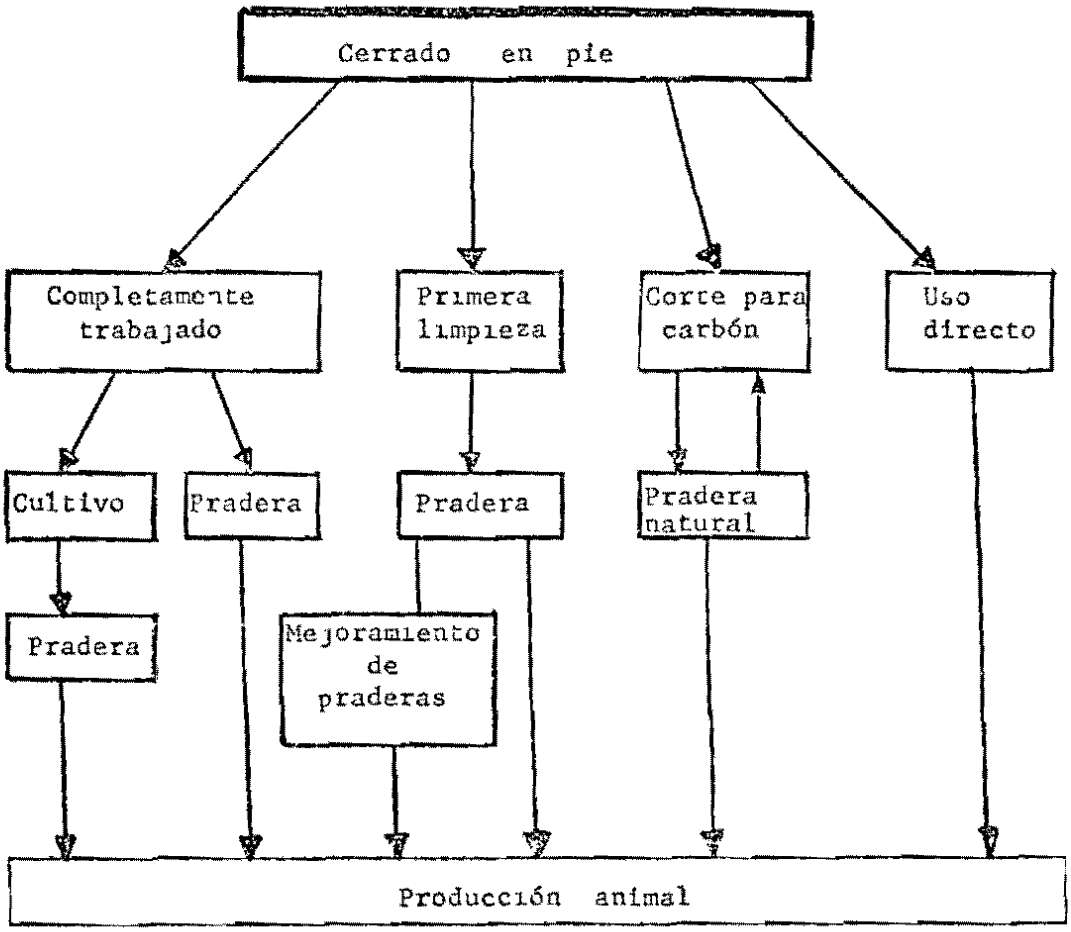
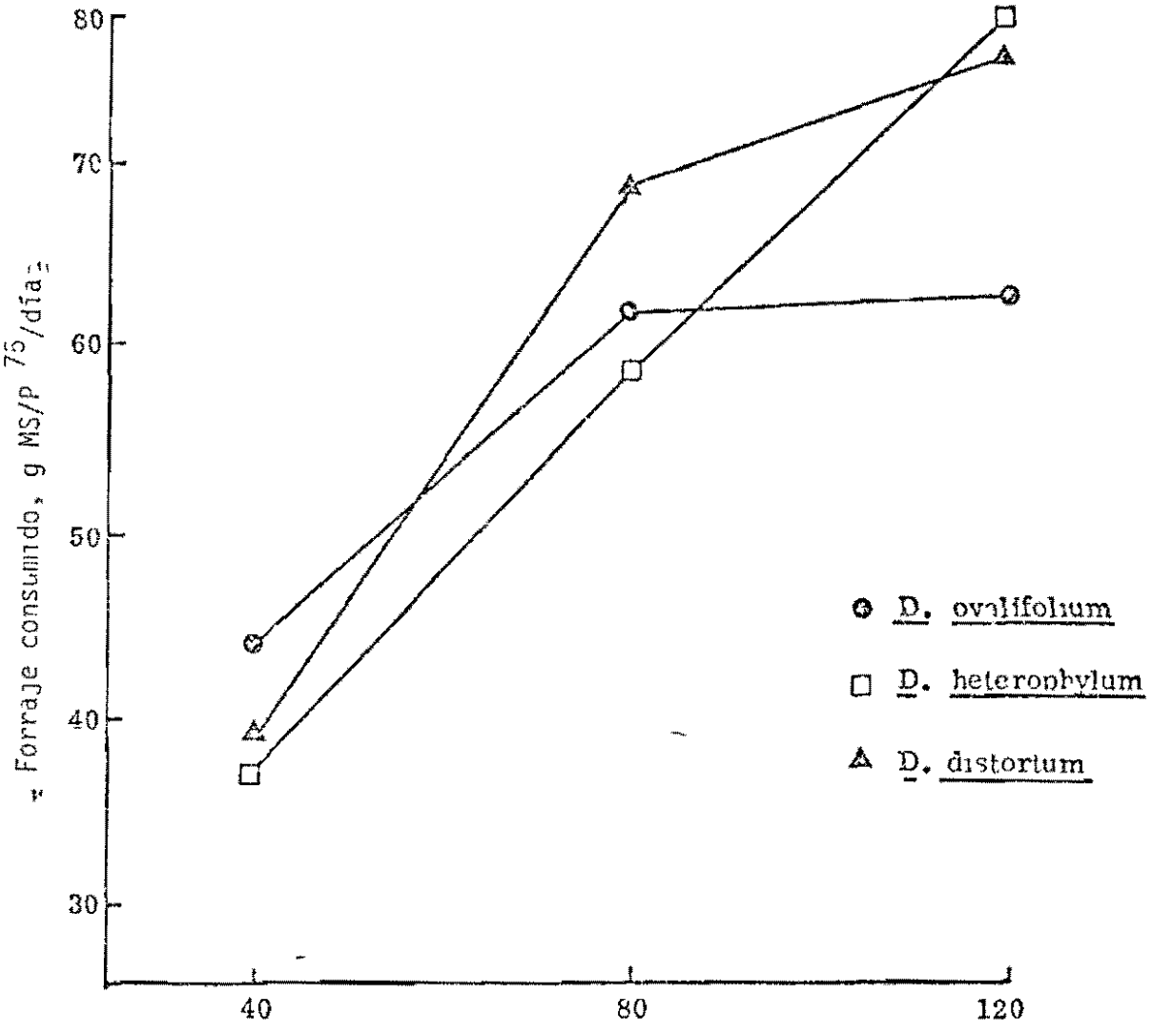
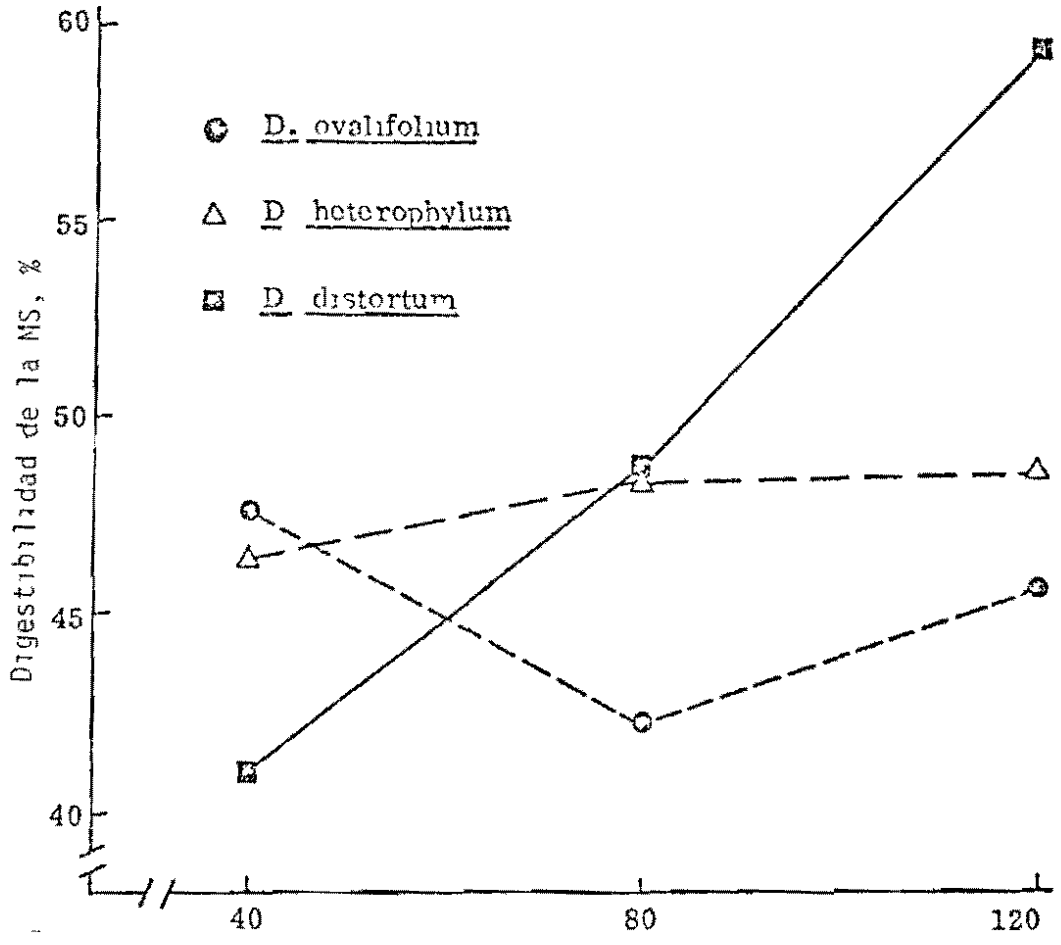


Figura 3. Alternativas de uso del Cerrado Brasileño para la producción animal Adaptado de Saturnino et al., 1976

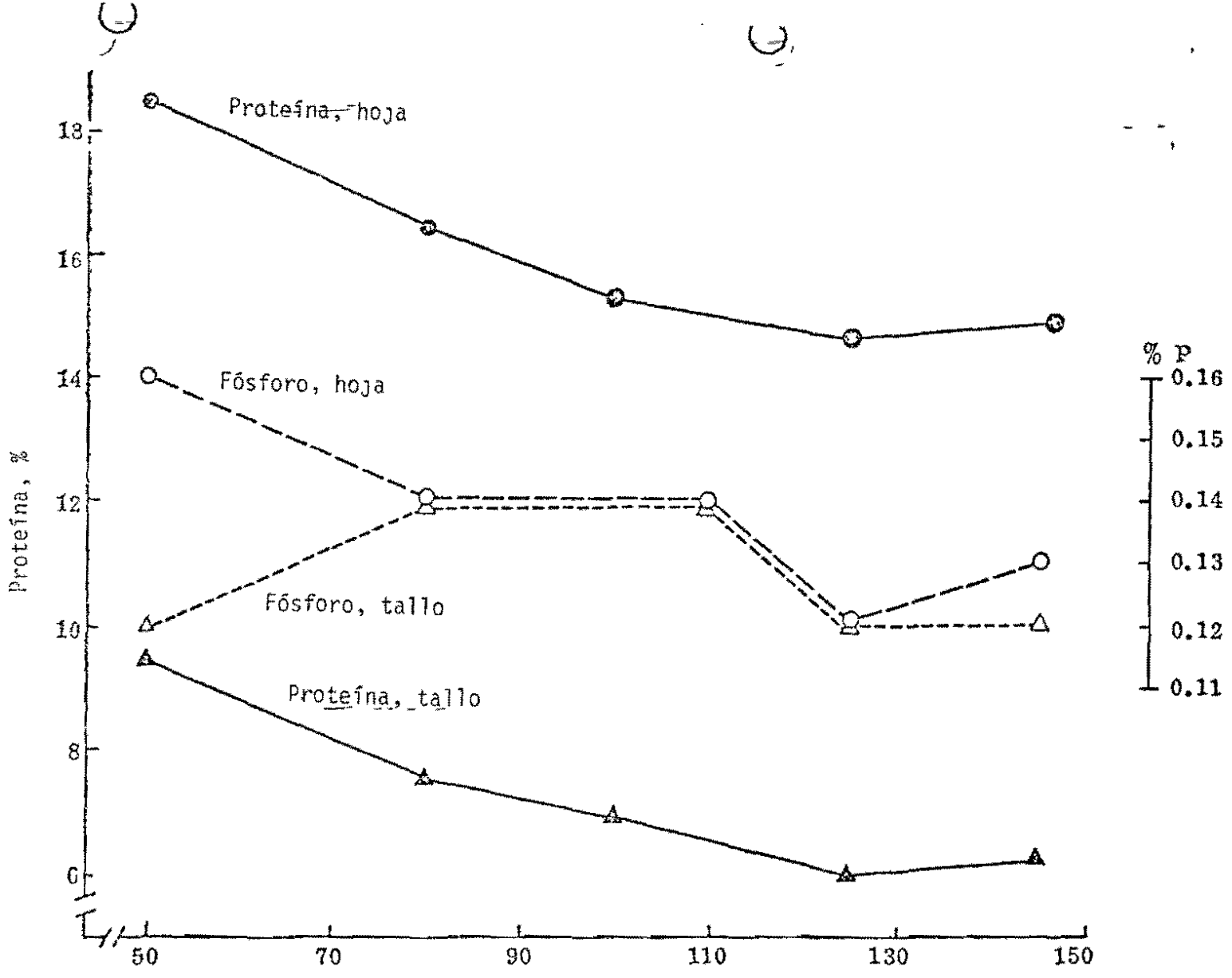


Forraje ofrecido, g MS/P ^{75}/ día

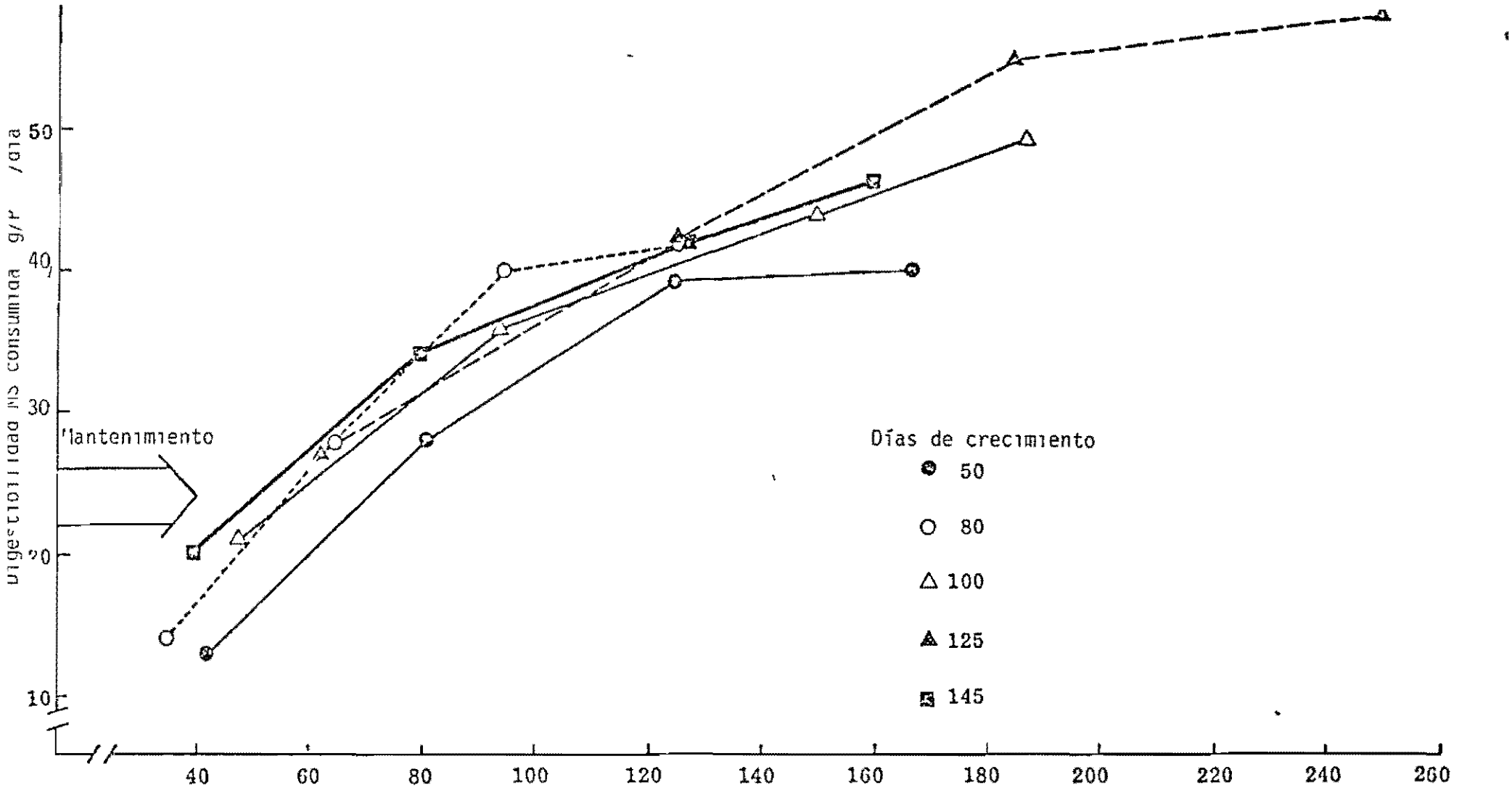
CONSUMO DE LOS HENOS DE DESMODIUM OVALIFOLIUM, D DISTORTUM Y D HETEROPHYLUM



DIGESTIBILIDAD DE LOS HENOS DE TRES ESPECIES DE DESMODIUM



CONTENIDO DE PROTEINA Y FOSFORO DE DESMODIUM OVALIFOLIUM
CIAT 350



Forraje ofrecido, g MS/P ^{75}/día

CONSUMO DE MS DIGERIBLE DE DESMODIUM OVALIFOLIUM CIAT 350