

PASTURAS EN TROPICO HUMEDO: Perspectiva Global

José M. Toledo*

14391

31 ENE. 1994

1. INTRODUCCION

Los bosques húmedos tropicales se extienden sobre 1.897 millones de hectáreas, constituyendo el 46% de las tierras tropicales del mundo. De este total, 914 millones corresponden a América tropical, 571 al Africa y 412 al sudeste asiático (FAO, 1970).

Este vasto recurso de tierras es considerado por unos como la frontera agrícola más importante para el futuro de la humanidad, y por otros como el último bastión para la vida silvestre y el eje de equilibrio climático ambiental del planeta. Estas dos posiciones son relativas en tiempo y espacio. En la Tabla 1 se resumen las áreas de bosque total, virgen y en explotación, lo mismo que población humana actual y al año 2000, el Producto Nacional Bruto (PNB) de los 10 países del mundo con mayor área en Bosques Tropicales Húmedos.

Resulta inocente a irreal hablar de conservación de bosques húmedos tropicales en la India, con 73% ya utilizados sobre 46 millones de hectáreas, y una población humana pasando de 684 a 961 millones de 1982 al año 2000 y un PNB de solo 210 US dólares/año/habitante. En el otro extremo, es una exigencia ejecutar la conservación en países como Venezuela con una población de solo 14 millones de habitantes con un alto PNB por habitante (3440 US\$); y donde ya se ha hecho una explotación del 36% de su área de bosques. Más aún, conociendo que existen en este país, amplias fronteras de sabanas tropicales aún por desarrollar a menor costo ecológico y económico.

* Científico Principal, Coordinador del Programa de Pastos Tropicales, CIAT.

Tabla 1. Los Países del mundo con mayor área en bosques Húmedos Tropicales

País	Área Total	Áreas en Bosque		Población		PNB(GNP) x habit.	
		Total <i>Bosque</i>	Virgen/ Improductivo	Proporción en explot.*	Actual		Año 2000
	(Km ² x10 ³)	----- (ha x 10 ⁶) ----- <i>ha x 10⁶</i>	(%)	----- (x 10 ⁶) -----		(US\$/año)	
			<i>%</i>				
Brasil	8.512 ⁰⁰	356	344.0	3	123	187	1.770
Indonesia	1.904 ⁰⁰	114	79.4	30	152	199	370
Zaire	2.345 ⁰⁰	106	105.7	1	28	50	210
Perú	1.285 ⁰⁰	69	63.0	9	18	31	850
Colombia	1.139 ⁰⁰	46	45.1	2	27	38	1.060
India	3.167 ⁰⁰	46	12.6	73	684	961	210
Bolivia	1.099 ⁰⁰	44	31.9	27	6	10	550
Papua-Nueva Guinea	475 ⁰⁰	34	33.8	1	3	5	760
Venezuela	312 ⁰⁰	32	20.4	36	14	27	3.440
Burma	678 ⁰⁰	31	22.0	29	36	55	150

* Utilizadas para explotación forestal y bajo manejo agropecuario.

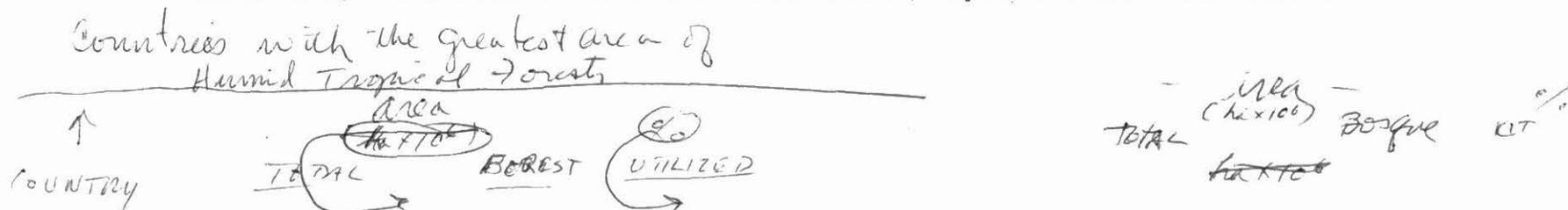
Fuentes: FAO, 1981. Forest types and areas from Tropical Resources Project, Rome

Macmillan, 1983. The Statesman's Yearbook 1983-84, London

IMF 1982, International Financial Statistics Yearbook.

UN, 1981, World Population problems as assessed in 1980.

World Bank, 1981, Atlas of Gross National Products, Population and Growth rates.



En América tropical, países como Brasil, Colombia y Perú, con extensiones grandes de su territorio en Bosques Tropicales Húmedos, han hecho hasta la fecha sólo un uso menor de este recurso de tierras. Sin embargo, debido a diferencias en recursos naturales en otras regiones ecológicas y presiones demográficas de cada país, Perú es el país que hoy hace una mayor explotación (9%) de sus áreas de bosques. Brasil y Colombia sólo utilizan un 2 a 3% de este recurso, respectivamente.

En este escrito, se analizan los patrones y causas de la apertura de bosques tropicales húmedos en los diferentes continentes, evaluando el rol e importancia de pasturas y ganadería en los sistemas de producción prevalentes. Igualmente, se llama la atención sobre el problema de degradación de pasturas y se discuten avances y estrategias para, mediante investigación, desarrollar opciones tecnológicas de pasturas compatibles con el ecosistema.

2. APERTURA DE BOSQUES Y UTILIZACION DE TIERRAS

La tasa de apertura de bosques en el mundo tropical varía según los países y continentes; y esta se hace para diferentes propósitos.

Sudeste de Asia: En países de esta región, la tasa de apertura de bosques tropicales húmedos es muy alta, siendo las plantaciones como Jefe, Palma aceitera y cocoteros las que principalmente reemplazan el bosque en países como Malasia (Mohd. Taninb, Y. et al., 1982). Por otro lado, la agricultura intensiva y migratoria es la causa de grandes áreas de nuevas aperturas en Indonesia, Filipinas y Tailandia. Sólo en Tailandia entre 1961 y 1978 (17 años) hubo una apertura de 14 millones de hectáreas, (Myers, 1980). La ganadería sobre pasturas en estos países del sudeste de Asia no constituye un factor de incremento de la apertura del bosque, pues los sistemas de producción predominantes son agrícolas (principalmente arroz), y el ganado es un elemento secundario, constituyendo la fuerza principal de trabajo. Estos

animales vacunos y búfalos son también utilizados para producir carne y leche. Dentro de estos sistemas de producción, el forraje lo constituyen los residuos de cosecha ("rastros") en la época seca y la vegetación herbácea que crece durante las lluvias en los diques en pozas de arroz, lados de los caminos, y en áreas marginales de pastoreo comunal.

La producción de carne se hace bajo diferentes sistemas de producción. Un caso es la producción de carne en base a pasturas de Cyrtococcum patens (L.), gramínea que crece bajo sombra de Hebea brasiliensis (Jebe) en la isla de Hainan, República Popular China (ver Figura 1). Otro caso es el de alimentación forzada de novillos en la región de Batangas, Filipinas, donde el recurso forrajero es colectado de las áreas no utilizadas y lados de los caminos (Imperata cilindrica con leguminosas nativas) y suplementado con hojas de Leucaena leucocephala producidas conjuntamente con cultivos en huertos ("Backyard") detrás de la casa.

Debe, por otro lado, mencionarse que existen en países como Filipinas e Indonesia, vastas extensiones de tierras originalmente de bosque, que en forma creciente vienen convirtiéndose en pasturas de Imperata cilíndrica debido a la actividad de agricultura migratoria sobre suelos ácidos y pobres. Según Sajise (1984) en Filipinas en los límites del área de bosques vive una población humana de más de 5 millones haciendo agricultura migratoria, y ejerciendo una continua presión de tala sobre el bosque, que rápidamente por efecto de quemas frecuentes va quedando en Imperata cilíndrica. Esta misma situación y dinámica es documentada por Dore (1980) para Indonesia.

Africa: Los bosques tropicales húmedos de Africa ocurren en la región ecuatorial oeste de Africa. Las poblaciones de la región talan y hacen aperturas de bosque principalmente dentro de sistemas de agricultura migratoria. En Nigeria, grandes extensiones de bosque vienen siendo taladas cada año. En los años 70, Persson (1975-77) estimó que de aproximadamente



Figura 1. Pastoreo de Cyrtococcum patens (L.) gramínea predominante de cobertura bajo una plantación de Hebea brasiliensis en la Isla de Hainan, República Popular China.

200 km² de bosque original éste había sido reducido a 45.000 km². En Ghana, con un área de bosque original de aproximadamente 100.000 km² la mayor causa de la apertura del bosque ha sido la agricultura migratoria, que ha venido reduciendo sus períodos de "barbecho" ("Fallow") de 20 años en los años 40, a 10 años en los años 70 y, más recientemente, llegando a ser sólo de 3 años en algunas áreas de mayor población. Persson (1975-77) estima que la agricultura migratoria en Ghana abre cada año unas 500.000 ha de bosque.

Más o menos, la misma situación ocurre en Costa de Marfil, donde la agricultura migratoria, plantaciones industriales y la extracción maderera, son responsables de la reducción del bosque original de 150.000 km² a 30.000 km² (Persson, 1975-77; y Bernhard-Reversat et al., 1978).

El ganado en Africa ecuatorial es de muy poca importancia, debido a la enfermedad Tripanosomiasis transmitida por la mosca tse-tse. "Esta enfermedad cubre cerca de 10 millones de km² o aproximadamente 1/3 del Africa. La enfermedad ocurre en casi todos los países comprendidos entre los desiertos del sur de Africa y el Sahara" (Trial et al., 1984). Los ovinos enanos ("Dwarf sheep") y cabras tolerantes a tripanosomiasis son las predominantes en la zona húmeda de Africa ecuatorial. Estos rumiantes menores son mantenidos alrededor de la casa de los agricultores frecuentemente en forma no integrada y compitiendo con los cultivos (Sumberg, 1984).

De los 11 millones de cabezas en la zona húmeda de Africa, 8 millones se encuentran en Nigeria (ILCA, 1979). Dentro del proyecto de trópico húmedo, ILCA* e IITA** vienen trabajando en la utilización de leguminosas arbustivas como Leucaena leucocephala y Glericidia sepium, tanto como forraje

* International Livestock Center for Africa.

** International Institute for Tropical Agriculture

de alta calidad para cabras y ovinos, como material de cobertura muerta ("mulch") de alto contenido de N para cultivos.

América tropical: La tala de bosques tropicales en América es causada principalmente por la extracción maderera y las pasturas y ganadería (Myers, 1980). Contrastando con lo que sucede en el sudeste de Asia y Africa, la agricultura migratoria y plantaciones, si bien importantes en algunas áreas específicas, no son en términos globales de importancia.

La importancia mayor de la ganadería puede explicarse por varios factores como: 1) El poco potencial de los suelos para sostenida productividad agrícola; (2) Densidades de población humana bajas; (3) falta de infraestructura de transporte; (4) alto nivel de demanda regional e internacional por carne. Por otro lado, el ganado es de fácil mercadeo bajo condiciones de frontera y requiere poca mano de obra.

En la Amazonia Brasileña y en Centro América, la ganadería sin lugar a dudas es responsable de la mayoría de la apertura del bosque. En Centro América entre 1950 y 1975, el área de pasturas a partir de bosque primario, se duplicó en área, duplicándose también el número de ganado. Sin embargo el consumo regional de carne por habitante declinó, siendo los excedentes exportados a Norteamérica y Europa. En la Amazonia Brasileña entre 1966 y 1978, ocho millones de hectáreas de bosque fueron convertidos en 336 grandes ranchos ganaderos, sosteniendo 6 millones de cabezas de vacunos, como producto de un programa vigoroso y agresivo de subsidios e incentivos a la ocupación territorial en la Amazonia establecido por el Gobierno a través de SUDAM (Superintendencia para el Desarrollo de la Amazonia) (Myers, 1980).

Contrastando con Brasil y Centroamérica, en los países andinos como Colombia, Ecuador y Perú la colonización también activa se moviliza hacia las áreas de bosque amazónico, principalmente en forma espontánea y en algunos casos con financiamiento oficial restringido. Los sistemas de producción en la amazonia peruana luego de la apertura de bosque son predominantemente sobre

áreas pequeñas (menores de 100 ha), en una combinación de agricultura migratoria, plantaciones y ganadería de doble propósito (Riesco, 1982).

En general, las explotaciones ya sean en grandes extensiones como en Brasil o en pequeñas áreas en Perú, se van haciendo antieconómicas debido a la disminución de la productividad y capacidad de carga de las pasturas sembradas. Esto, ligado al crecimiento del hato a nivel de la finca, obliga al finquero a seguir abriendo más bosque produciendo algo así como una "ganadería migratoria" en amplia escala, pero donde el daño ecológico puede ser mayor.

3. DEGRADACION DE PASTURAS

Este es el factor común a las explotaciones pecuarias en áreas originalmente en bosques tropicales húmedos. Toledo (1977), Alvim (1978), Serrao (1979) y reconocen el fenómeno, y hacen una descripción del proceso de degradación explicando que para especies de mayores necesidades de nutrientes, entre ellos Axonopus scoparius, Digitaria decumbens, Hyparrhenia rufa, Panicum maximum, la fertilidad del suelo y específicamente el fósforo, son responsables de la pérdida de productividad de las pasturas. Durante los últimos 15 años, la gramínea Brachiaria decumbens adaptada a la baja fertilidad de los suelos son adoptadas rápidamente reemplazando las gramíneas tradicionales arriba mencionadas. Sin embargo, dada su alta susceptibilidad a la "Cigarrinha" o "Mion" (Aneolamia spp., Zulia spp., Mahanaroa spp.), la estabilidad de estas pasturas es fuertemente afectada cayendo fácilmente en el proceso de degradación. Más recientemente (6 últimos años) el Brachiaria humidicola, un material aún más tolerante a condiciones de baja fertilidad vino vigorosamente siendo adoptado en la Amazonía de Brasil por su aparente mayor tolerancia al problema de "Cigarrinha"; sin embargo, a nivel de productores no sólo ha mostrado

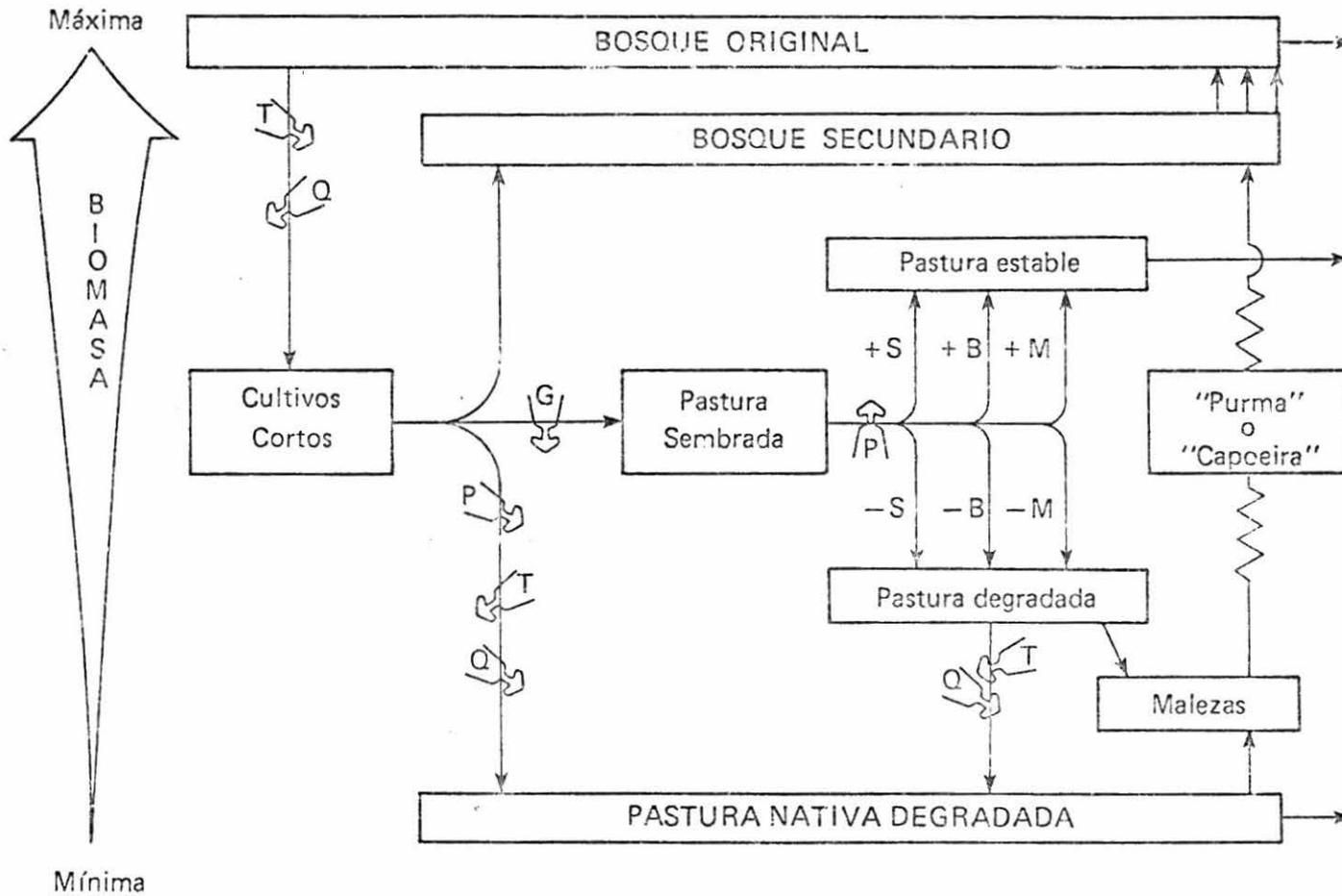
susceptibilidad al insecto sino también problemas de baja productividad debidos a su menor calidad nutritiva y bajo nivel de consumo (Salinas y Gualdrón, 1982; Lascano et al., 1982; Tergas et al., 1982).

Además de falta de adaptación al suelo y resistencia a plagas y enfermedades el ganadero enfrenta el problema grave de invasión de malezas, considerado por muchos como otra causa de la degradación; cuando realmente es el efecto de la pérdida de productividad y capacidad competitiva de las especies forrajeras sembradas.

El modelo de la Figura 2 muestra una secuencia de eventos en cambios de la vegetación y cantidades de biomasa, que ocurren luego de la apertura del bosque. Partiendo del bosque original, luego de la tala (T) y quema (Q) del bosque, el productor siembra normalmente cultivos (1 ó 2 cosechas) como arroz de secano o maíz, la invasión de malezas en un sistema de cultivos anuales, rápidamente incrementa. Si no se hace nada el área vuelve, aumentando su biomasa, a un bosque secundario, que eventualmente regenera el bosque primario, a menos que luego de 10 ó 15 años sea nuevamente abierto para cultivos en el sistema de agricultura migratoria.

Cuando el destino de la apertura del bosque es el establecimiento de pasturas, ya sea con las cosechas o después de ellas, el área es sembrada con especies forrajeras disponibles (G). Normalmente, el establecimiento es exitoso; se inicia el pastoreo (P) y dependiendo de las condiciones de fertilidad del suelo (S), tolerancia de la pastura a factores bióticos (B) y la calidad del manejo (M), la pastura puede efectivamente ir aumentando su productividad y estabilizarse a un nivel que económicamente sea rentable y ecológicamente justificable; contrariamente pueden rápidamente, iniciar el proceso de degradación tan común con la tecnología hoy disponible. Este proceso de degradación incluye la invasión de malezas que eventualmente constituyen las áreas de "Purma" o "Capoeira", las que lentamente vuelven a

Figura 2. Modelo de la dinámica de la vegetación después de la apertura del Bosque Húmedo Tropical.



T = Tala ó Control de malezas, Q = Quema; G = Germoplasma forrajero; P = Pastoreo;
 S = Condición del suelo, B = Factores bióticos, M = Manejo; + = Favorable; - = Desfavorable.

al bosque secundario. Si la presión de pastoreo continúa y el productor ejecuta efectivos controles de maleza (T) y quemas (Q) la pastura se degrada aún más en términos de biomasa, llegando a lo que llamamos en este modelo "pastura nativa degradada". Este nivel de degradación puede ocurrir también directamente, sin pasar por la siembra de pasturas, cuando luego de cultivos el productor inicia el pastoreo acompañado de un efectivo control de malezas y quemas.

En base a observaciones preliminares de las comunidades de vegetación en pasturas nativas degradadas, en diferentes condiciones climáticas, la Tabla 2 muestra que en áreas con menor precipitación y principalmente períodos más largos de época seca, la comunidad vegetal en el último estado de degradación es dominada por la gramínea Imperata spp. Cuando el clima tiene períodos secos más cortos (< 3.5 meses), la comunidad de gramíneas es dominada por Homolepis aturensis.

La Figura 3 expande el modelo (Figura 2) en lo referente a la degradación de las pasturas sembradas. El proceso de degradación se inicia con el pastoreo del área sembrada con especies comerciales que no tienen la adaptabilidad y agresividad suficientes. La invasión de malezas se inicia y si no es controlada dominan el área convirtiéndola en "Purma o Capoeira". Si el control de malezas (T) es efectivo y el pastoreo continúa, con el tiempo, el área es invadida por la comunidad de gramíneas nativas dominada por Axonopus compressus y Paspalum conjugatum. En los climas con sequías más largas, el Paspalum notatum es también dominante, y en climas con períodos secos cortos y drenaje menor, el Panicum laxum se constituye en una especie importante en la comunidad.

Si el área bajo pastoreo es mantenida libre de malezas y quemada (Q) periódicamente en climas con períodos largos de sequía, la comunidad vegetal es dominada por Imperata spp. y Pteridium spp. Si el clima es de períodos

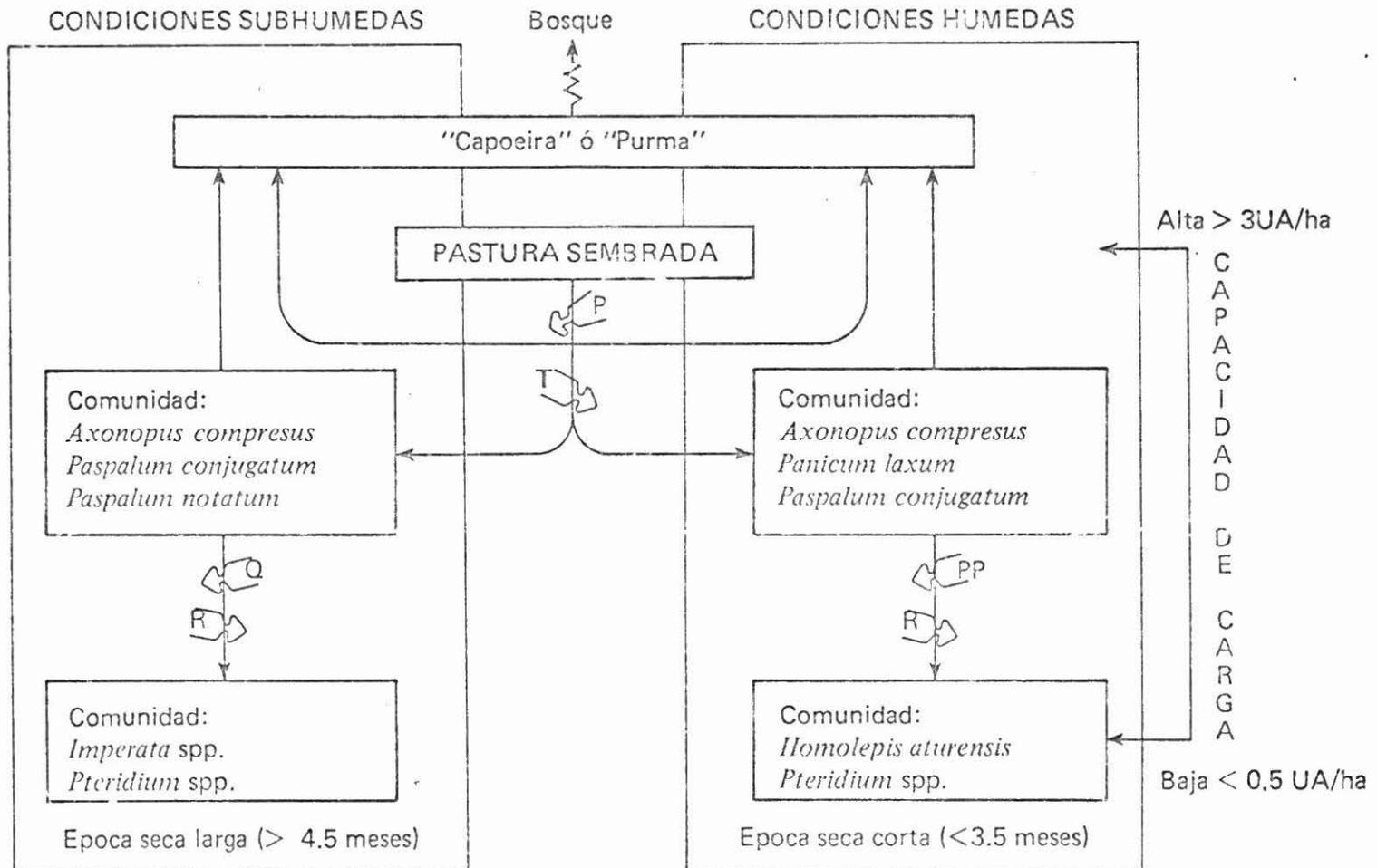
Tabla 2. Comunidades de vegetación nativas en pasturas degradadas en relación a factores precipitación

Localidad	Precipitación	Duración sequía	Comunidad
	(mm)	(meses)	
Paragominas, Pará, Brasil	1.774	6.5	<u>Imperata</u> spp
Itabela, Bahía, Brasil	1.500	6.0	<u>Imperata</u> spp
Tarapoto, San Martín, Perú	1.158	6.0	<u>Imperata</u> spp
Leticia, Amazonas, Colombia	2.800	1.0	<u>Homolepis aturensis</u>
Yurimaguas, Loreto, Perú	2.376	2.0	<u>Homolepis aturensis</u>
Pucallpa, Ucayali, Perú	1.770	3.5	<u>Homolepis aturensis</u>

Fuente: Datos climáticos de J.K. Handock y G.H. Hargreaves (1978)

Figura 3

Modelo de la dinámica de comunidades de plantas en el proceso de degradación de pasturas en suelos pobres bajo dos ambientes climáticos en la Amazonía.



P = Pastoreo; PP = Sobrepastoreo; T = Tala; y/o Control de malezas; Q = Quema; R = Radiación solar.

secos cortos y mayor humedad, el sobrepastoreo y control de malezas resultan en dominancia de Homolepis aturensis y Pteridium spp. Debe mencionarse también que las especies dominantes en el último estado de degradación de la pastura (Imperata spp., Homolepis aturensis y Pteridium spp.) son de muy baja palatabilidad y prefieren áreas abiertas con mayor radiación solar que la comunidad intermedia de Axonopus spp. y Paspalum spp.

El entendimiento completo de este proceso de degradación aún requiere de mucha investigación sobre la ecología de pasturas en su relación con el bosque. Sin embargo, estos modelos basados en observaciones preliminares pueden servir de base para la identificación de limitantes que afectan la estabilidad de las pasturas en el ecosistema y definir estrategias de investigación para su solución.

4. ESTRATEGIAS DE INVESTIGACION

Ante el panorama generalizado de degradación de pasturas en áreas de bosques tropicales húmedos, necesitamos pasturas no sólo capaces de mantener una productividad estable, sino también capaces de establecerse en áreas ya degradadas. Igualmente, pasturas para explotación integradas con plantaciones.

Adaptación. En la Figura 3 reconocemos cómo los 3 factores claves y definitivos de la degradación de la pastura, la fertilidad natural del suelo, la incidencia de plagas y enfermedades y el manejo.

Sabemos que los suelos dominantes de la Amazonia son Oxisoles y Ultisoles (FAO, 1971 y 75) extremadamente ácidos y de baja fertilidad. La tolerancia a suelos ácidos y con altos porcentajes de saturación de aluminio es esencial para el germoplasma de pasturas en trópico húmedo. El aluminio afecta negativamente el desarrollo radicular en plantas no adaptadas, impidiendo la eficiente utilización de los escasos nutrientes en estos

suelos; siendo un sistema radicular eficiente para una actividad de reciclaje razonable. Luego de la tala y quema de bosque, el suelo está temporalmente modificado debido a la incorporación de cenizas y nutrientes de la biomasa del bosque no volatilizados por la quema, bajo estas condiciones inclusive germinoplasma no adaptado a la alta saturación de Al y acidez es capaz de establecerse exitosamente. El problema ocurre después, cuando el nivel de Nitrógeno (N) y Fósforo (P) decrecen y el área comienza a quedar descubierta y expuesta a la lixiviación que agrava los problemas de acidez e incrementa los niveles de saturación de Aluminio (Al).

Por suerte, obtener materiales con tolerancia a la acidez y altos niveles de saturación de Al, es relativamente fácil. Es más, especies como Hyparrhenia rufa, Panicum maximum tienen tolerancia a estos factores limitantes, sin embargo sus mayores requerimientos por nutrientes los hacen poco adaptados.

El otro factor de adaptación a la fertilidad del suelo es el de requerimientos de nutrientes como P, Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S). La Tabla 3 muestra diferencias en requerimientos nutricionales en el tejido de varias gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales. Las especies del género Brachiaria spp. tienen en general requerimientos de P, K y Ca menores que P. maximum e H. rufa. Entre las gramíneas erectas, el A. gayanus es similar en requerimientos de P que los Brachiaria spp., teniendo requerimientos de Ca y Mg inclusive menores que éstos. Entre las leguminosas S. humilis requiere 2 veces los niveles de P y Ca que los otros Stylos considerados; por otro lado, latifolia y ovalifolium claramente requieren menos P que los materiales de Centrosema spp. y Pueraria phaseoloides considerados.

Menores requerimientos de nutrientes es una característica esencial para pasturas en suelos pobres, pues la industria ganadera difícilmente pagará niveles de fertilización alta para el mantenimiento de pasturas. Es

Tabla 3. Requerimientos Nutricionales de P, K, Ca, Mg y S en el tejido de algunas gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales.

Especies	P	K	Ca	Mg	S
GRAMINEAS					
<u>Erectas</u>					
<u>Panicum maximum</u>	0.17	1.15	0.60	0.20	0.15
<u>Hyparrhenia rufa</u>	0.16	1.06	0.34	0.22	0.14
<u>Andropogon gayanus</u>	0.10	0.95	0.23	0.13	0.13
<u>Decumbentes</u>					
<u>Brachiaria brizantha</u>	0.09	0.82	0.37	0.24	0.12
<u>Brachiaria dictyoneura</u>	0.13	0.98	0.25	0.22	0.12
<u>Brachiaria decumbens</u>	0.08	0.83	0.37	0.21	0.12
<u>Brachiaria humidicola</u>	0.08	0.74	0.22	0.16	0.11
LEGUMINOSAS					
<u>Stylos:</u>					
<u>Stylosanthes humilis</u>	0.27	0.60	2.00	0.25	0.14
<u>Stylosanthes guianensis</u>	0.16	0.82	0.85	0.30	0.14
<u>Stylosanthes capitata</u>	0.12	1.13	0.97	0.22	0.12
<u>Stylosanthes macrocephala</u>	0.10	0.93	0.78	0.20	0.14
<u>De cobertura:</u>					
<u>Puerara phaseoloides</u>	0.22	1.22	1.04	0.20	0.17
<u>Centrosema pubescens</u>	0.18	1.40	0.98	0.24	0.16
<u>Centrosema macrocarpum</u>	0.16	1.24	0.72	0.22	0.16
<u>Zornia latifolia</u>	0.12	1.16	0.82	0.20	0.14
<u>Desmodium ovalifolium</u>	0.10	1.03	0.74	0.21	0.12

Fuente: CIAT (1980-83). Informes Anuales, Programa Pastos Tropicales Salinas, J.G. and Gualdrón, R. (1984)

probable que bajo condiciones específicas en tiempo, debido a situaciones del mercado o decisiones estatales de subsidio, la fertilización podría ser económica; sin embargo, estas condiciones son fluctuantes y al trabajar con pasturas, tenemos que visualizar los requerimientos de fertilización, no como lo haríamos para cultivos cortos, sino con una concepción más permanente y de largo plazo. Las plantas ideales para nuestro problema, deben ser capaces de sostener una productividad aceptable sin fertilización, al mismo tiempo siendo eficiente en aprovechar la mayor fertilidad temporal del suelo, ya sea debida a la tala y quema de biomasa previa o fertilización.

Los mecanismos de adaptación de plantas a suelos de baja fertilidad pueden ser múltiples: (1) menores requerimientos internos; (2) sistemas radiculares profusos y extensos; (3) mecanismos de aprovechamiento de nutrientes del suelo propios a nivel de membrana en las células de la raíz; (4) asociaciones simbióticas con microorganismos del suelo como Micorrizae, Rhyzobium, etc.; (5) mecanismos de conservación de nutrientes en el suelo y el sistema en general; (6) disminución de productividad de Materia Seca (MS) y calidad. En la misma forma que el sorgo puede crecer con una disponibilidad de agua que sería de extrema limitación (deficit) para un cultivo como arroz o maíz, nos interesan, plantas que sean capaces de producir más y ser competitivas en un suelo de baja fertilidad.

La adaptación o tolerancia a factores bióticos, hasta ahora resulta ser el problema más difícil de solucionar, especialmente en el caso de Brachiaria decumbens o Brachiaria humidicola, materiales de gran adaptación a las condiciones limitantes de acidez, Al y fertilidad del suelo; sin embargo, susceptibles a la "Cigarrinha" o "Mion". No tenemos aún solución a este problema aunque debemos reconocer que hasta la fecha sólo hemos explorado en América tropical un rango muy reducido de variabilidad en

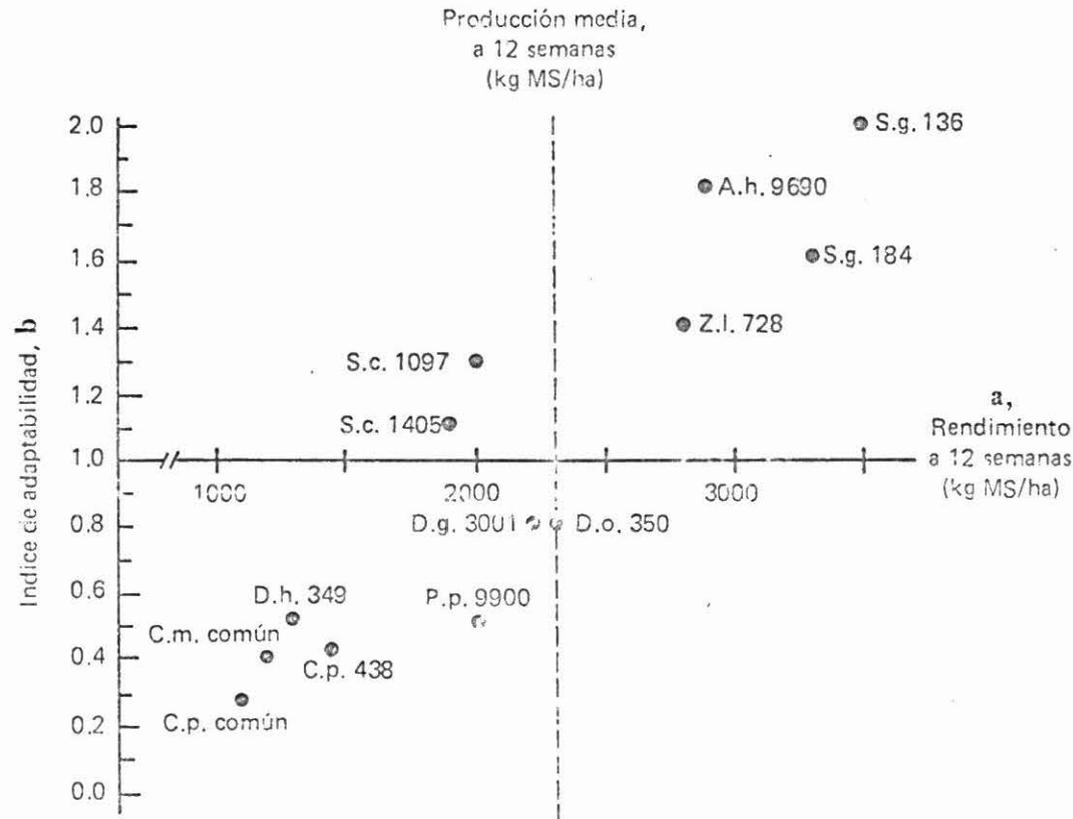
germoplasma. Será clave hacer los esfuerzos de colección para aumentar esta variabilidad en la base genética de este género tan importante. Más, conociendo lo económicamente impráctico del control químico del insecto y las hasta hoy frustrantes experiencias con control biológico.

Pero no todo en cuanto a sanidad vegetal es desfavorable en trópico húmedo. Existen claras evidencias de que la antracnosis en Stylosanthes spp. es de menor importancia en las regiones de bosques tropicales húmedos que en las regiones de sabanas tropicales. Las razas de Colletotrichum gloeosporioides aisladas son igualmente virulentas; sin embargo, la diseminación de antracnosis es limitada en los bosques por bacterias antagónicas que crecen en la superficie de las hojas y por fluctuaciones de temperatura diurna y nocturna menores que no llegan a hacer susceptibles a las plantas (CIAT 1982-83).

La Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), un esfuerzo cooperativo interinstitucional a nivel de cada país y entre países de América tropical, viene desde 1979 evaluando nuevo germoplasma por su adaptación a estos suelos (Oxisoles y Ultisoles) y a factores bióticos de plagas y enfermedades. La Figura 4 muestra los resultados del análisis multilocacional de los datos obtenidos del comportamiento de leguminosas en 17 localidades de bosques en América tropical (Toledo et al., 1982). En esta lista sólo se incluyeron materiales de la primera generación de ensayos dentro de la RIEPT, los Stylosanthes guianensis CIAT 136, CIAT 184; la Zornia latifolia CIAT 728 y el Aeschynomene histrix CIAT 9690, mostraron una productividad superior al promedio (a) y una buena capacidad de respuesta a mejoras en el ambiente ($b > 1$). De esta primera ronda de ensayos resultan también promisorios Desmodium ovalifolium con una productividad promedio (a) y una mayor estabilidad de producción ($b < 1$) a través de los diferentes ambientes de cada localidad. El Stylosanthes capitata CIAT 1097, durante la

Figura 4.

Grado de adaptabilidad "b" y potencial de productividad "a" de leguminosas evaluadas por la RIEPT* en Trópico húmedo.



* RIEPT: Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales.

Fuente: Toledo J.M. *et. al.*, (1983).

época seca fue superior al promedio (a), mostrando tanto en época lluviosa como seca una buena capacidad de respuesta a condiciones mejores del ambiente ($b > 1$). Esto contrasta con el pobre desempeño de otros materiales como Centrosema pubescens, Calopogonium mucunoides y Pueraria phaseoloides de uso tradicional en la región. Esto es debido, principalmente a deficiencias nutricionales de estos materiales bajo las condiciones de suelos degradados donde se condujeron estos ensayos.

Además de esta información, nuevo germoplasma promisorio viene siendo evaluado por la RIEPT en trópicos húmedos, entre las leguminosas destacan accesiones de Centrosema macrocarpum, Zornia glabra, Desmodium ovalifolium, Centrosema sp. y entre las gramíneas Andropogon gayanus, Brachiaria brizantha, Brachiaria dyctioneura. La mayoría de estos materiales movilizándose a evaluaciones bajo pastoreo en lo que constituye una nueva generación de germoplasma adaptado a condiciones del suelo y bióticos para pasturas en trópico húmedo.

Recuperación de pasturas degradadas. Considerando las grandes áreas de pasturas degradadas existentes en los trópicos húmedos de América tropical, estratégicamente la prioridad debe ser puesta en el desarrollo de técnicas de recuperación de la productividad de estas áreas degradadas o en proceso de degradación.

Contando con germoplasma adaptado capaz de establecerse, producir y competir en suelos pobres y ácidos propios de las áreas degradadas, las probabilidades de desarrollar una tecnología de recuperación de pasturas degradadas son mayores.

Debe reconocerse (Figuras 2 y 3) que la recuperación de pasturas puede decidirse en una muy amplia gama de condiciones del área. Desde una pastura en proceso de degradación con malezas en forma rala hasta áreas

completamente degradadas en pasturas nativa de poca palatabilidad, o en "Purma" o "Capoeira". En general, debe mencionarse que cuanto mayor sea la biomasa a destruir en el punto de partida del proceso de recuperación, las probabilidades de éxito del establecimiento con pocos insumos, son mayores, pues la quema de una biomasa mayor ("Purma" o "Capoeira") conducirá a una fertilidad inicial y condiciones físicas del suelo muy buenas para el crecimiento de las pasturas. Sin embargo, cuando el punto de partida es Homolepis aturensis o Imperata spp., la biomasa a quemar es muy pequeña, requiriéndose de fertilización para favorecer el establecimiento de las especies mejoradas. En cualquier caso, el uso de cultivos cortos que paguen por la fertilización necesaria para garantizar el buen establecimiento de pasturas será clave.

Manejo de pasturas. Como se muestra en las Figuras 2 y 3, el manejo también es determinante del destino estable o degradación de la pastura sembrada. Debe, sin embargo, reconocerse que el manejo de la pastura será más complejo o imposible cuando la pastura fue sembrada con materiales no adaptados. Por el contrario, si los componentes de la pastura son básicamente adaptados a las condiciones del suelo y tolerantes a plagas y enfermedades, la tendencia a la estabilidad de la pastura será mayor, facilitándose el manejo de ésta. Bajo esta última condición, el manejo tiene como función optimizar la utilización de la pastura y no "salvar" la pastura como es el caso con materiales no adaptados. El manejo debe estar dirigido a compatibilizar estabilidad de la pastura con rendimiento en términos de producción animal y dinero en determinado momento.

Las herramientas principales de manejo son: fertilización y manejo del pastoreo. Debe reconocerse que el nivel de Extracción de nutrientes en producto animal por hectárea es mínimo, según Spain y Salinas (1984) una producción de carne de 400 kg de peso vivo/ha/año extrae menos de 10 kg de

N, menos de 6 kg de Ca, 3 kg de P y menos de 1 kg de K, Mg y S/ha. La fertilización de mantenimiento predominantemente dependerá de la capacidad de reciclaje de nutrientes en la pastura y la cobertura con que la pastura es manejada. Los mismo autores, expresan que "parece paradójico, pero las pérdidas de nutrientes de las pasturas alcanzan su rango mínimo cuando la productividad está llegando a su máximo", ésto debido a plantas vigorosas con sistemas radiculares extenso y mejor y mayor cobertura que reducen la erosión y mejoran la estructura del suelo aumentando la infiltración de agua y absorbiendo en forma eficiente elementos móviles como N y K susceptibles de lixiviación.

El N es uno de los elementos claves en el reciclaje de pasturas; sin embargo, pasturas con fertilización nitrogenada resultan sólo económicamente rentables en sistemas de producción de alta intensidad con animales especializados de leche. Dentro de los sistemas de producción semi-intensivos y extensivos de carne y doble propósito predominantes en los trópicos húmedos, la opción de fertilización con N resulta irreal y de pocas posibilidades de adopción por el productor. Consecuentemente, debe ser estrategia básica el uso en pasturas de leguminosas en simbiosis con *Rhizobium*, de tal forma que se garantice la fijación de N en el sistema.

El balance de gramíneas y leguminosas en la pastura tiene efectos sobre la estabilidad global de producción de la pastura, pues el N incorporado en el sistema a través de la leguminosa controla fuertemente el vigor de la gramínea tanto en su parte aérea como radicular. Igualmente el N afecta la calidad de la gramínea y su directa contribución a la dieta del animal. Este balance puede ser alterado por determinado régimen de fertilización; pero también es muy fuertemente ~~es~~ afectado por el sistema de pastoreo, la otra herramienta de manejo clave.

El manejo del pastoreo sobre la base de cambios en intensidad (carga o presión), y frecuencia y duración del pastoreo, puede definir la proporción de gramínea vs. leguminosa. Dada la tendencia a mayor palatabilidad de las gramíneas en relación a las leguminosas; y las más elevadas tasas de crecimiento de las gramíneas tropicales (C_4) vs. las leguminosas tropicales (C_3); los pastoreos con cargas altas y en forma continua tenderían a favorecer a las leguminosas siempre que toleren el pisoteo y, por el contrario, cargas bajas rotacionales tiende a favorecer a las gramíneas.

Entre el rango de posibilidades de manejo de carga y sistema de pastoreo, debe encontrarse para diferentes asociaciones el sistema que mantenga un buen balance gramínea/leguminosa y, optimice el reciclaje de nutrientes. Spain y Salinas (1984) postulan que la superficie del suelo es el sitio donde las condiciones de humedad, temperatura, aireación y concentración de nutrientes son más favorables para la mayor actividad macro-micro de la flora y fauna incluyendo raíces de la pastura, lombrices, coleópteros, termitas, hormigas, micorrizas, etc. En estos suelos pobres con un subsuelo mineral de alta capacidad de fijación de P y baja capacidad de intercambio catiónico, el nivel de residuos (litter) en la pastura debe ser mantenido a un nivel que asegure el reciclaje efectivo de nutrientes. El manejo del pastoreo, tanto carga como sistema de pastoreo, afectan este depósito activo de nutrientes, produciendo diferentes situaciones en el balance C/N que afectan la mineralización y actividad microbiana en la superficie del suelo.

Pasturas en sistemas silvopastoriles. Las pasturas abiertas, bien manejadas y estables son capaces de reciclar nutrientes efectivamente, inclusive mejorando las condiciones físicas y químicas del suelo (Bruce, 1965; Davidson, 1978; CIAT, 1982). Con una tecnología basada en

germoplasma adaptado y buen manejo podrían recuperarse grandes áreas de pasturas degradadas, disminuyéndose la presión de tala sobre el bosque primario y estableciéndose sistemas de producción pecuaria económica y ecológicamente justificables. Debe sin embargo, tenerse en cuenta que la situación ideal es la de pasturas en integración con árboles. Hace falta desarrollar pasturas capaces de tolerar la competencia (luz, nutrientes y agua) de los árboles en plantaciones y producir forraje y carne o/y leche en forma complementaria y no competitiva con la producción de los árboles.

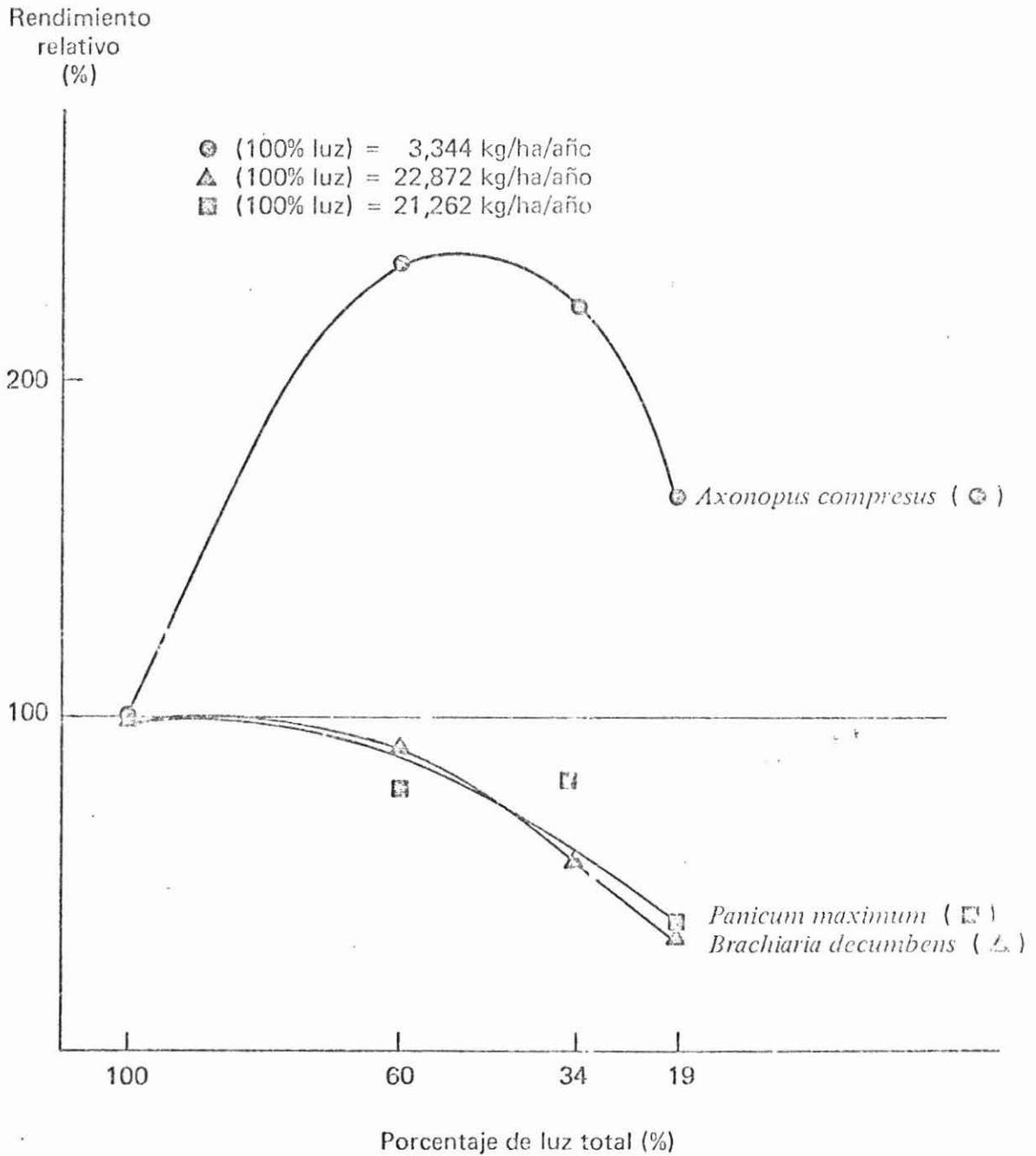
Estos sistemas árboles/pasturas, en los trópicos son utilizados en extensiones grandes en el Sudeste de Asia y Sur de China (ver figura 1). Estos predominantemente ocurren en forma espontánea, como una adaptación del productor para hacer un mejor uso de los recursos de tierra, disminuir las necesidades de control de maleza bajo la plantación y satisfacer necesidades por carne y leche de la comunidad. La mayoría de estas explotaciones silvopastoriles, utilizan la vegetación nativa que crece bajo la plantación.

La investigación para el desarrollo de tecnología de pasturas integradas con plantaciones en el trópico es aún incipiente, sin embargo, existe información como para permitirnos visualizar parcialmente la problemática del ensamblaje de pasturas con árboles (Guzmán 1975; Wong et al, 1982; Peng and Ibrahim, 1983; Chanchai Manidool, 1984).

Existen diferencias amplias en cuanto a tolerancia a sombreamiento como se muestra en la Figura 5. Mientras Axonopus compressus un material propio de la comunidad vegetal de especies nativas de los primeros estados de la sucesión ecológica de bosques tropicales, efectivamente requiere menos luminosidad para su máxima productividad; Brachiaria decumbens y Panicum maximum solamente toleran niveles bajos de sombreamiento. Debe notarse que la productividad del primero a 100% de luminosidad es 6.5 veces menor que la del B. decumbens y P. maximum. Sin embargo, a 19% de luminosidad estas

Figura 5.

Efecto de diferentes niveles de sombra sobre el rendimiento anual relativo de 2 gramíneas cortadas con una frecuencia de 6 semanas.



Fuente: Wong C.C. et. al., (1982).

gramíneas solo producen entre 40 y 50% más que el Axonopus compressus. Por otro lado, si aceptamos que cobertura es parámetro de capacidad de competencia y probabilidad de estabilidad de la pastura, la Figura 6 muestra que mientras el Axonopus compressus se hace más competitivo y agresivo con el aumento de la sombra, el B. decumbens y el Panicum maximum disminuyen drásticamente su capacidad competitiva.

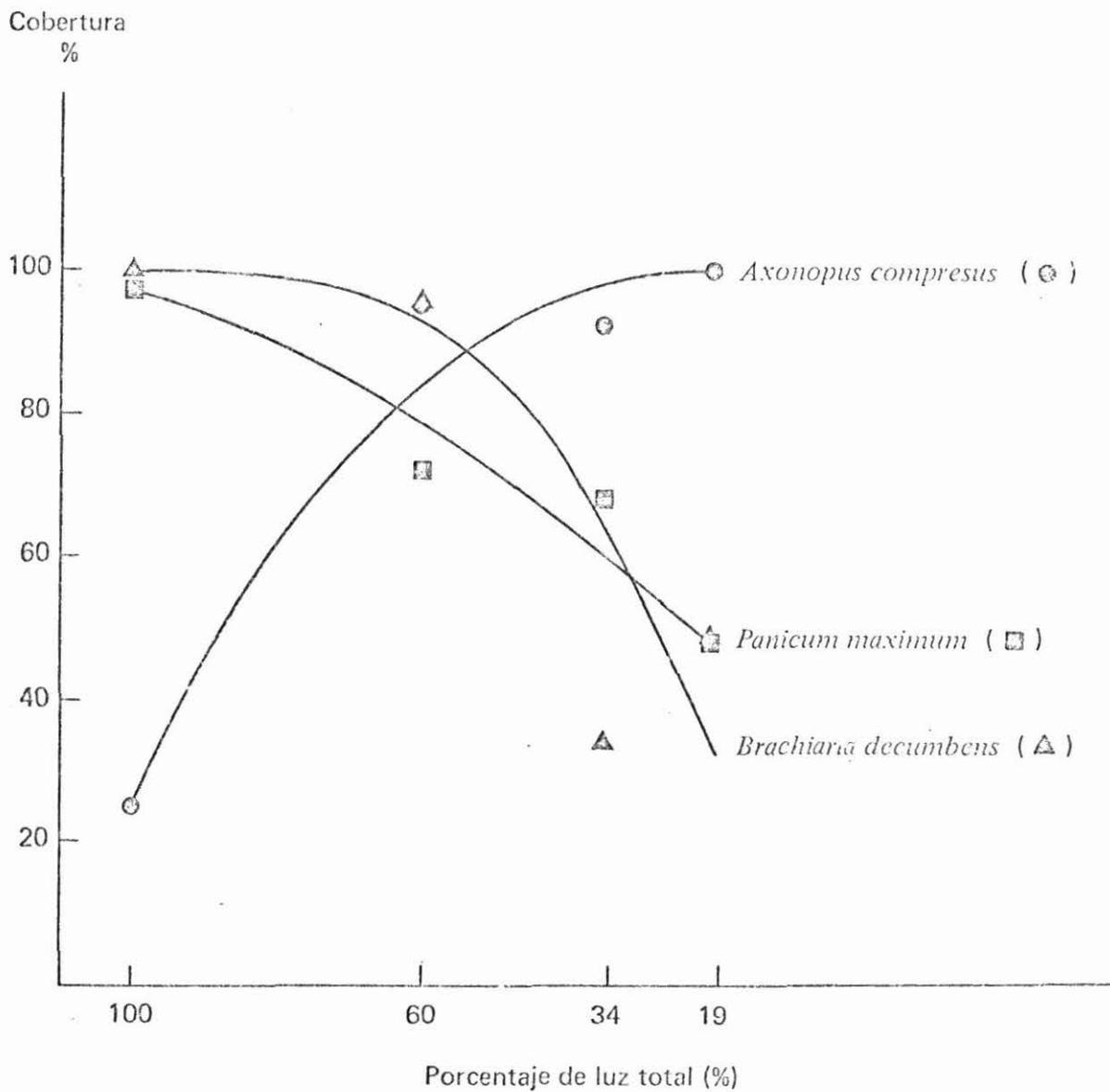
En otro experimento de frecuencias de corte de gramíneas bajo sombreado de Palma aceitera ("Dende") Peng e Ibrahim (1983) encontraron que la defoliación frecuente favorecía al Axonopus compressus; cuando desfavorecía la productividad de B. decumbens y P. maximum. Con defoliaciones cada 8 semanas, la producción anual de A. compressus fue similar (1202 kg MS/ha/año) a la de B. decumbens (1197 kg MS/ha/año) y superior a la de P. maximum (650 kg MS/ha/año). Esto sugiere, que si bien especies como A. compressus tolerantes a la sombra tienen una aparente productividad menor, efectivamente son capaces de producir más, especialmente cuando son intensivamente utilizadas.

Otro factor a considerar es el efecto de la pastura y el pastoreo sobre la productividad de los árboles en la plantación. Guzmán (1975) informa sobre trabajos en Ceylan bajo plantaciones de Cocoteros, en uno de ellos se evaluó el efecto sobre la producción anual de cocos/ha de la siembra de Brachiaria brizantha sin pastoreo y con pastoreo a cargas altas y bajas vs un control de malezas sin pastoreo. La gramínea sin pastoreo y fertilización baja (50-20-75) redujo la producción de cocos en 49%, con carga baja, y fertilización baja redujo la producción de cocos sólo en un 10% y con carga alta y fertilización mayor (100-40-150) la producción de cocos fue elevada en un 20%.

Entrar en el tema de pasturas bajo plantaciones implica drásticos cambios de mentalidad en cuanto a nuestro prototipo de pastura abierta. La

Figura 6.

Efecto de diferentes niveles de sombra sobre la capacidad competitiva (cobertura) de 2 gramíneas cortadas con una frecuencia de 6 semanas.



Fuente: Wong C.C. et. al., (1982).

selección de germoplasma bajo plantaciones será necesaria, pues el conjunto de germoplasma adaptado para pasturas abiertas, no necesariamente será exitoso bajo sombra. Debemos preguntarnos ¿existe variabilidad en especies como el Axonopus compressus? ¿qué otras gramíneas y leguminosas tienen potencial para pasturas silvopastoriles? ¿cuán importantes son los efectos competitivos de la pastura con los árboles en la plantación? ¿en qué medida estamos dispuestos a aceptar productividades menores de carne o leche por hectárea en este tipo de pasturas? Este es un tema relativamente nuevo que necesita de investigación bien enfocada.

Sistemas de Producción. En todo programa de desarrollo de tecnología las evaluaciones del marco de referencia en cuanto a sistemas de producción, lo mismo que la exposición de la tecnología que se venga generando en campos de productores, deben ser partes integrales de los planes de investigación, transferencia y promoción. Muchos autores tratan este tema y la intención de tocarlo ahora, es llamar la atención de que en América tropical la explotación de los bosques tropicales húmedos, ocurre solo en menos de un 5% y que los sistemas específicamente de ganadería sobre pasturas, están en constante desequilibrio y fallando en su cometido social, ecológico y económico. Bajo estas circunstancias será no sólo importante reconocer los problemas (muchos) del productor y tratar de solucionarlos dentro de su área y nivel de intensidad actual del sistema; además, muy importante será el uso de la inventiva y alta ciencia para mediante investigación abocarse al diseño e implementación de sistemas de producción innovadores, que en el medio sean de mayor beneficio con poco riesgo económico, social y ecológico. Dada la problemática de degradación común a las pasturas sobre suelos ácidos y pobres de los trópicos húmedos, parece no haber lugar para sistemas de producción que utilicen pasturas abiertas extensivamente. El futuro de

pasturas en el ecosistema está en la intensificación del uso de la tierra y recursos como animales y mano de obra, sobre la base de una tecnología basada en componentes adaptados.

5. REFERENCIAS

- Alvim, P. de T. 1978. A expansao da fronteira agricola no Brasil. Primer Seminario Nacional de Política Agrícola, Brasilia. 32 p.
- Bernhard-Reversal, F., Hottel, C. and Leme, G. 1978. Structure and functioning of evergreen rain forest ecosystems of Ivory Coast. UNESCO, Paris, France. In: Tropical Forest Ecosystems. pp. 557-574.
- Bruce, R.C. 1965. Effect of Centrosema pubescens on soil fertility in the humid tropics. Queensland, J. Agr. Anim. Sci. 27: 221-226.
- Chenchai Manidool, 1984. Pastures under coconut in Thailand in Asian Pastures. p. 204-214.
- Cheng, C.P. and Othman, Ahmad. 1983. Effect of cattle production on forage under oil palm - Preliminary report. Proc. 7th Ann. Conf. MSAP, MARDI, Malasia.
- Cheng, C.P. and Othman, O. 1984. Performance of tropical forages under the closed canopy of the oil palm. II. Legumes MARDI. Res. Bull. 12(1).
- CIAT. 1980. Informe Anual del Programa de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia.
- CIAT. 1981. Informe Anual del Programa de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia.
- CIAT. 1982. Informe Anual del Programa de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia.

- CIAT. 1983. Informe Anual del Programa de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia.
- Davidson, R.L. 1978. Root systems - the forgotten component of pastures. In: Plant Relations in Pastures. Ed. Wilson, J.R. CSIRO, Australia p. 86-94.
- Dave, M.R. 1980. Symbiotic relations between human populations and Imperata cylindrica. The question of ecosystemic succession and preservation in South Kalimantan, Indonesia. International symposium on Conservation Inputs from Life Sciences. Kuala Lumpur.
- FAO. 1970. Production Yearbook.
- FAO. 1975. Soil map of the world. Vol. 4. South America. UNESCO, Paris.
- FAO. 1975. Soil map of the world. Vol. 3. Mexico, Central America and Caribbean. UNESCO, Paris.
- FAC. 1981. Forest types and areas from Tropical Resources Project. Rome.
- Guzmán, M.R. 1975. Pasture production under coconut palms. ASPAL, Taiwan, China. 86 pp.
- ILCA. 1979. Small ruminant production in the humid tropics. System study 3. ILCA, Addis Ababa, Ethiopia.
- IMF. 1982. International Financial Statistics Yearbook.
- Lascano, C.; Hoyos, P.; Velasquez, J. 1982. Aspectos de calidad forrajera de Brachiaria humidicola (R) en la altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia. VI Simposio sobre o Cerrado.
- MacMillan. 1983. The stateman's Yearbook. 1983-84, London.
- Mohd. Taminb, Yeop, Aninuddinb, Yusuff, and Tan Swee Lian. 1982. "A special report on Agricultural Land use in Peninsular Malaysia". MARDI, Malaysia.

- Myers, N. 1980. Conversion of tropical moist forest. National Academy of Sciences, Washington, D.C. USA. 205 pp.
- Peng, C.C. and Ibrahim, B.J. 1983. Performance of tropical forages under the close Canopy of the oil palm. I. Grasses. MARDI. Res. Bull. 11, 3: 248-263.
- Persson, R. 1975. Forest resources of Africa. Part I: Country Descriptions. Research Note No.18. Royal College of Forestry, Stockholm, Sweeden.
- Persson, R. 1977. Forest Resources in Africa. Part II: Regional Analysis. Research Note No.22. Royal College of Forestry, Stockholm, Sweeden.
- Riesco, A. 1982. "Análisis exploratorio de los sistemas de producción en la Amazonia - Región de Pucallpa".
- Salinas, J.G. y Gualdrón, R. 1982. Adaptación y requerimientos de fertilización de Baachiaría humidícola (R) en la altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia. VI Simposio sobre el Cerrado.
- Salinas, J.G. y Gualdrón, R. 1984. Soil Adaptation and nutrient requirements of various Stylosanthes. CIAT, Cali, Colombia, 32 pp.
- Sajise, P. 1984. Comunicación personal. Univ. Phylippines en "Los Baños".
- Serrao, E.A.; Falesi, I.C.; Da Veiga, J.B.; Teixeira, Neto, J.F. 1979. Productivity of cultivated pastures on low fertility soils of the Amazon of Brazil. In: P.A. Sánchez and L. E. Tergas (eds.). Pasture Production in Acid Soils of the Tropics. CIAT, Cali, Colombia. pp. 195-225.
- Smyth, T.J. y Bastos, J. B. 1984. Allerações na fertilidade de um latosolo amarelo alio pela queima da vegetacao. R. bras. Ci. Solo 8: 127-132.

- Spain, J.M. y Salinas, J.G. 1984. Reciclaje de Nutrientes en Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia. 47 pp.
- Sumberg, J.E. 1984. Alley farming in the humid zone: linking crop and livestock production. ILCA Bulletin No.18, p. 2-6. Addis Ababa, Ethiopia.
- Tergas, L.E.; Paladines, O. y Kleinheisterkamp, I. 1982. Productividad animal y manejo de Brachiaria humidicola (R) en la altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia. VI Simposio sobre el Cerrado.
- Toledo, J.M.; Ara, M. 1977. Manejo de suelos para pasturas en la selva amazónica. Reunión Taller FAO-SIDA sobre Ordenación y Conservación de Suelos de América Latina, Lima, Perú, 46 pp.
- Toledo, J.M.; Amésquita, M.C. y Pizarro, E.A. 1983. Análisis del comportamiento del germoplasma evaluado por la RIEPT en los ecosistemas de sabana y bosques tropicales en RIEPT, resultados 1979-82. Ed. E.A. Pizarro, CIAT, Cali, Colombia. p.429-447.
- Trial, J.C.M.; Murray, M. and Wissorq, Y. 1984. The tripano-tolerant livestock network in west and central Africa. ILCA. Bulletin No.18, p. 16-19.
- Wilson, J.R. and Wong, C.C. 1982. Effect of shade on some factors influencing nutritive quality of Green Panic and Siratro pastures. Aust. J. Agric. Res., 33, 937-49.
- Wong, C.C., Mohd Sharuddin, and Rahim, H. 1982. Shade tolerant potential of grasses and legumes for use in plantation grazing. Bahag on Penyelidikan Ternakan, MARBI, Serdang, Selangor.
- Wrong, C.C. and Wilson, J.R. 1980. Effect of shading on the growth and N content of Green Panic and Siratro in pure and mixed swards defoliated at two frequencies. Aust. J. Agric. Res., 31, 269-85.