



✓ NUEVA TECNOLOGIA DE PASTURAS PARA LA AMAZONIA ✓

GERHARD KELLER-GREIN  
JOSE M. TOLEDO

PROGRAMA DE PASTOS TROPICALES  
CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL

# NUEVA TECNOLOGIA DE PASTURAS PARA LA AMAZONIA\*

GERHARD KELLER-GREIN Y JOSE M. TOLEDO

PROGRAMA DE PASTOS TROPICALES

CIAT

## I. INTRODUCCION

La Amazonía representa para Suramérica el más vasto recurso natural en cuanto a la producción de alimentos y materiales para la industria. La vegetación natural de esta región es principalmente el bosque húmedo tropical. En su mayoría todavía es un área virgen donde el hombre no ha logrado ejecutar su dominancia. Sin embargo, este ecosistema está siendo modificado y utilizado por la humanidad con múltiples explotaciones. La activa colonización de bosques tropicales está influenciada por presiones demográficas, socioeconómicas y geopolíticas de los países que la poseen. El cuadro 1 muestra el grado de utilización de áreas de bosques en la Amazonía de 4 países. Bolivia y Perú hacen hoy una mayor explotación (27 y 9%, respectivamente) de sus áreas en bosques, mientras Brasil y Colombia solo utilizan un 2 a 3% de este recurso, respectivamente.

La apertura de bosques en la Amazonía es causada principalmente por la explotación maderera y el establecimiento de pasturas para ganadería (Myers 1980), mientras la agricultura migratoria y plantaciones tienen

---

\* Trabajo preparado para la reunión de APPA (Asociación Peruana de producción Animal) en Tingo María, Perú, del 7 al 11 de Octubre de 1986

Cuadro 1. Los países con mayor área en Bosques Húmedos Tropicales de la Amazonía.

País	Area ha x 10 <sup>6</sup>		% Utilizado +
	Total	Bosque	
Brasil	851.200	356	3
Perú	128.500	69	9
Colombia	113.900	46	2
Bolivia	109.900	44	27

+ Para explotación forestal y bajo manejo agropecuario.

Fuente: FAO, 1981.

cierta importancia en algunas áreas específicas. La Amazonía constituye un potencial grande para acabar con el déficit de carne y leche y satisfacer la demanda por estos productos vacunos que crece en forma acelerada en la región. Sin embargo, debido a la falta de una tecnología apropiada, las pasturas sembradas actualmente pierden rápidamente su productividad y capacidad de carga y llegan a un estado de degradación que hace su explotación antieconómico. La degradación de las pasturas sembradas ligado al crecimiento del hato obliga al productor a la apertura de nuevas áreas en el bosque original con el peligro de causar mayor daño ecológico.

Ante este fenómeno existe la necesidad de desarrollar opciones tecnológicas para el establecimiento de pasturas y la recuperación de áreas degradadas en la Amazonía que sean compatibles con el ecosistema.

## II. CARACTERISTICAS DE SUELOS Y CLIMA DE LA AMAZONIA

La amazonía cubre una gama relativamente amplia de suelos y condiciones climáticas. Los suelos de la región son principalmente Ultisoles y Oxisoles que tienen poco potencial para una sostenida productividad agrícola. Como muestra el cuadro 2, la mayoría de los suelos amazónicos son ácidos ( $\text{pH} < 5,3$ ) tienen una alta saturación de Al ( $> 70\%$ ), contenidos bajos de P ( $< 3$  ppm) y niveles bajos de bases. Sin embargo, hay algunos suelos Alfisoles y de várzea (áreas ribereñas) de alta fertilidad. El cuadro 3 muestra p.e. para la Amazonía peruana la proporción de áreas ocupadas por una gran variedad de tipos de suelos, siendo en la mayoría de las localidades los Ultisoles, el orden de suelo dominante. Con respecto al drenaje de los

Cuadro 2. Frecuencia con que ocurren diferentes niveles de algunas características químicas, a dos profundidades de suelos amazónicos.

Característica química	Profund. del suelo +	
	0-20 cm	21-50 cm
	----- % -----	
pH		
ácido (> 5.3)	18.9	17.5
muy ácido (< 5.3)	81.1	82.4
% Saturación de Al:		
muy alta (> 70)	59.0	61.6
alta (40-70)	16.2	8.2
media (10-40)	7.9	8.2
baja (< 10)	16.9	19.9
Capacidad de intercambio catiónico (meq/100g):		
Media a alta (> 4.0)	20.9	10.9
baja (0.4-4.0)	33.0	16.8
muy baja (< 0.4)	46.0	72.9
% Materia orgánica:		
alto (> 4.5)	17.0	0.1
medio (1.5-4.5)	9.1	83.8
bajo (< 1.5)	74.0	16.1
Fósforo (ppm):		
alto (> 7.0)	9.9	3.0
medio (3.0-7.0)	32.9	11.3
bajo (< 3.0)	57.3	85.7

+ Proporción del área total de 484,3 millones de hectáreas.

Fuente: Cochrane, T.T., 1980, comunicación personal.

Cuadro 3. Proporción de áreas ocupadas por diferentes órdenes de suelo en la Amazonía peruana (U.S. Soil Taxonomy).

Estudio del área de:	Ó r d e n e s					
	Entisoles	Inceptisoles	Vertisoles	Alfisoles	Ultisoles	Otros +
	----- % -----					
INAMBARI-MADRE DE DIOS	14.5	27.1	-	0.1	50.7	-
IBERIA-IÑAPARI	3.1	2.2	-	49.5	44.8	-
RIO PACHITEA	2.2	7.2	21.4	-	69.2	-
PUCALLPA-ABUJAO	8.2	17.5	-	9.8	62.1	0.1
CENEPA-ALTO MARAÑON	10.0	47.3	-	-	35.0	1.9
IQUITOS-NATURA-G.HERRERA- COLONIA AMGAMOS	4.8	37.4	-	19.9	23.0	10.5
SAIS PAMPA, PUCALLPA	33.1	26.7	-	-	39.8	-

+ Mollisoles, Spodosoles, Histosoles.

Fuente: Adaptado de Toledo y Ara, 1977.

Cuadro 4. Calidad de drenaje y capacidad de retención de humedad de los suelos de la Amazonía (área y proporciones).

	Area (millones de ha)	Proporción (%)
<b>Drenaje</b>		
Bueno	354.4	73.3
Suficiente	14.8	3.1
Malo	114.4	23.7
<b>Capacidad de retención de humedad</b>		
Alta	9.3	2.0
Media	274.6	56.8
Baja	199.0	41.2

Fuente: Cochrane, T.T. 1980, comunicación personal.

suelos de la Amazonía hay que destacar, como indica el cuadro 4, que más del 26% de ellos tienen un drenaje deficiente. El mismo cuadro muestra también que solo el 2% de los suelos tienen una alta capacidad de retención de agua.

Las condiciones climáticas de la Amazonía corresponden según estudios de Cochrane et al. (1985) principalmente a dos ecosistemas mayores, al de bosque semi-siempreverde estacional y de bosque húmedo tropical. El primer ecosistema está caracterizado por una época seca corta, pero bien marcada de 3 a 4 meses y una evapotranspiración potencial total de 1061-1300 mm en la estación lluviosa; el otro ecosistema tiene una precipitación más alta sin una época seca bien destacada. Las temperaturas promedio en la estación lluviosa, sin embargo, son similares en ambos ecosistemas y mayores de 23.5°C.

### III. PROBLEMAS PARA EL DESARROLLO E INCREMENTO DE PRODUCCION DE PASTURAS EN LA AMAZONIA

En términos generales, los limitantes más comunes de establecer y mantener pasturas productivas en la Amazonía son: 1) Falta de germoplasma forrajero adaptado, 2) proceso de degradación de la fertilidad del suelo y 3) dificultad de manejo de pasturas.

#### 1. Falta de germoplasma forrajero adaptado.

En la Amazonía prevalecen suelos de baja fertilidad y solamente la vegetación de bosque crece bien, debido a su reciclaje intensivo de nutrientes.



Después de la tumba y quema del bosque, el suelo adquiere una fertilidad relativamente alta debido a la incorporación de nutrimentos en la ceniza. Esta fertilidad efímera permite el establecimiento de pasturas de alta productividad durante los primeros años. Con la disminución de la fertilidad del suelo en el tiempo, sin embargo, especies de mayores necesidades de nutrimentos, como Axonopus scoparius, Digitaria decumbens, Hyparrhenia rufa y Panicum maximum, pierden su productividad rápidamente y tienden a desaparecer, por falta de adaptación a la acidez o a las condiciones de baja fertilidad del suelo en su condición de equilibrio. La figura 1 muestra el comportamiento de 4 especies de gramíneas durante los primeros 3 años después del establecimiento. La producción de materia seca de Hyparrhenia rufa y Panicum maximum bajó rápidamente, mientras Brachiaria decumbens y B. humidicola son mejor adaptadas al suelo y mantienen una producción más estable (Simao Neto et al., 1973).

Varias especies que son adaptadas a las condiciones edáficas y climáticas muestran problemas bióticos. La gramínea Brachiaria decumbens p.e. está adaptada a suelos de baja fertilidad; sin embargo, debido a su alta susceptibilidad a diferentes especies de salivazo (Aneolamia spp, Zulia spp, Maharva spp) el proceso de degradación ocurre también en pasturas sembradas con esta gramínea; especialmente cuando las áreas sembradas en una región son grandes.

Aparte de la siembra de especies de gramíneas no adaptadas que impiden el desarrollo de pasturas productivas y persistentes hay que mencionar la falta de incluir leguminosas como otro factor limitante para el éxito de pasturas sembradas. Estudios de Toledo y Ara (1977) muestran que el N era

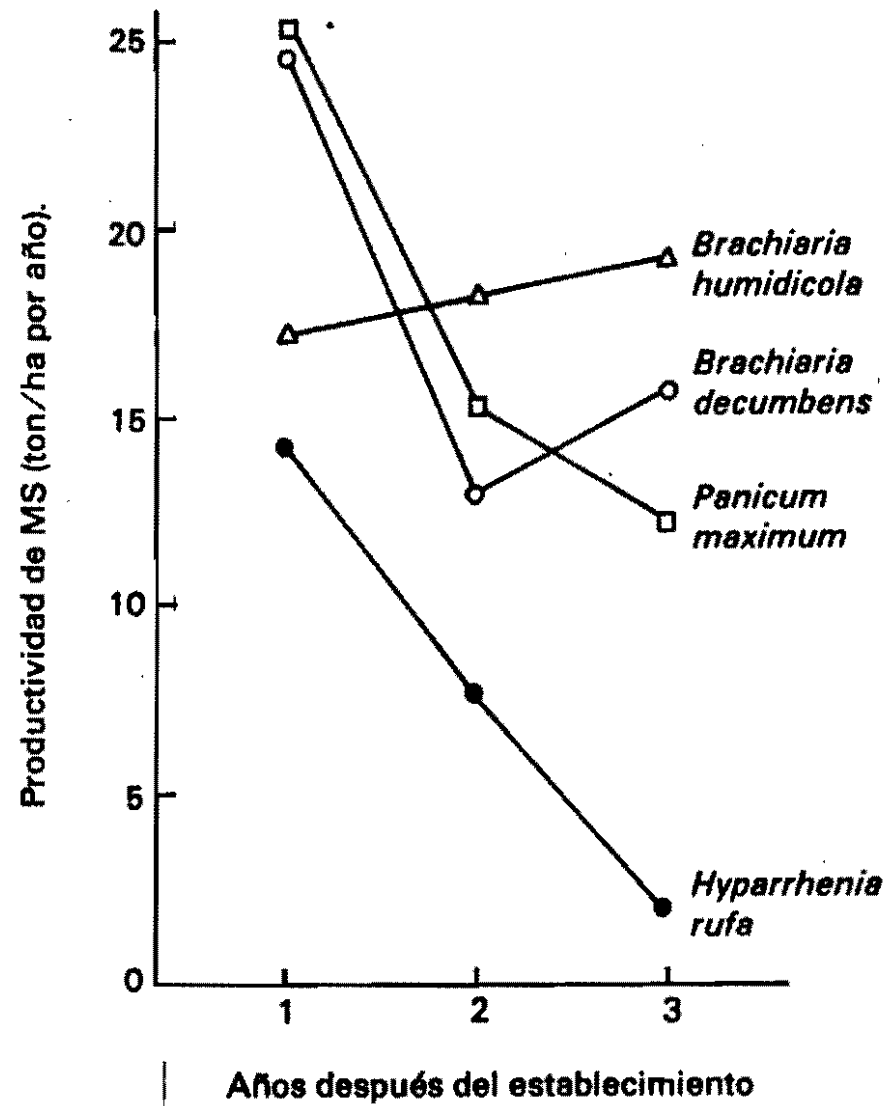


Figura 1. Productividad de algunas gramíneas durante los tres primeros años de establecimiento en un oxisol de Belém, Brasil.

el elemento limitante mayor para el crecimiento de Byparrhenia rufa, en un Ultisol de Pucallpa, Perú y ellos recomiendan el reemplazo de fertilizantes nitrogenados por el uso de leguminosas en simbiosis con Rhizobium para la fijación de N en el sistema. En este contexto dice Spain (1985) que los niveles altos de N después de la quema de bosque permiten un crecimiento vigoroso de gramíneas en los primeros años y que el vigor de estas mismas dificulta el establecimiento de leguminosas. Por otro lado, los ganaderos han sido desanimados de incluir leguminosas en las pasturas debido a sus experiencias negativas con especies de poca adaptación como siratro y otras leguminosas seleccionadas bajo condiciones de Australia. Además, las experiencias con Pueraria pahseoloides (kudzu) una especie adaptada y agresiva, pero poca palatable y poco tolerante a pisoteo resultan en asociaciones difíciles de manejar en condiciones del trópico húmedo.

## 2. El proceso de degradación

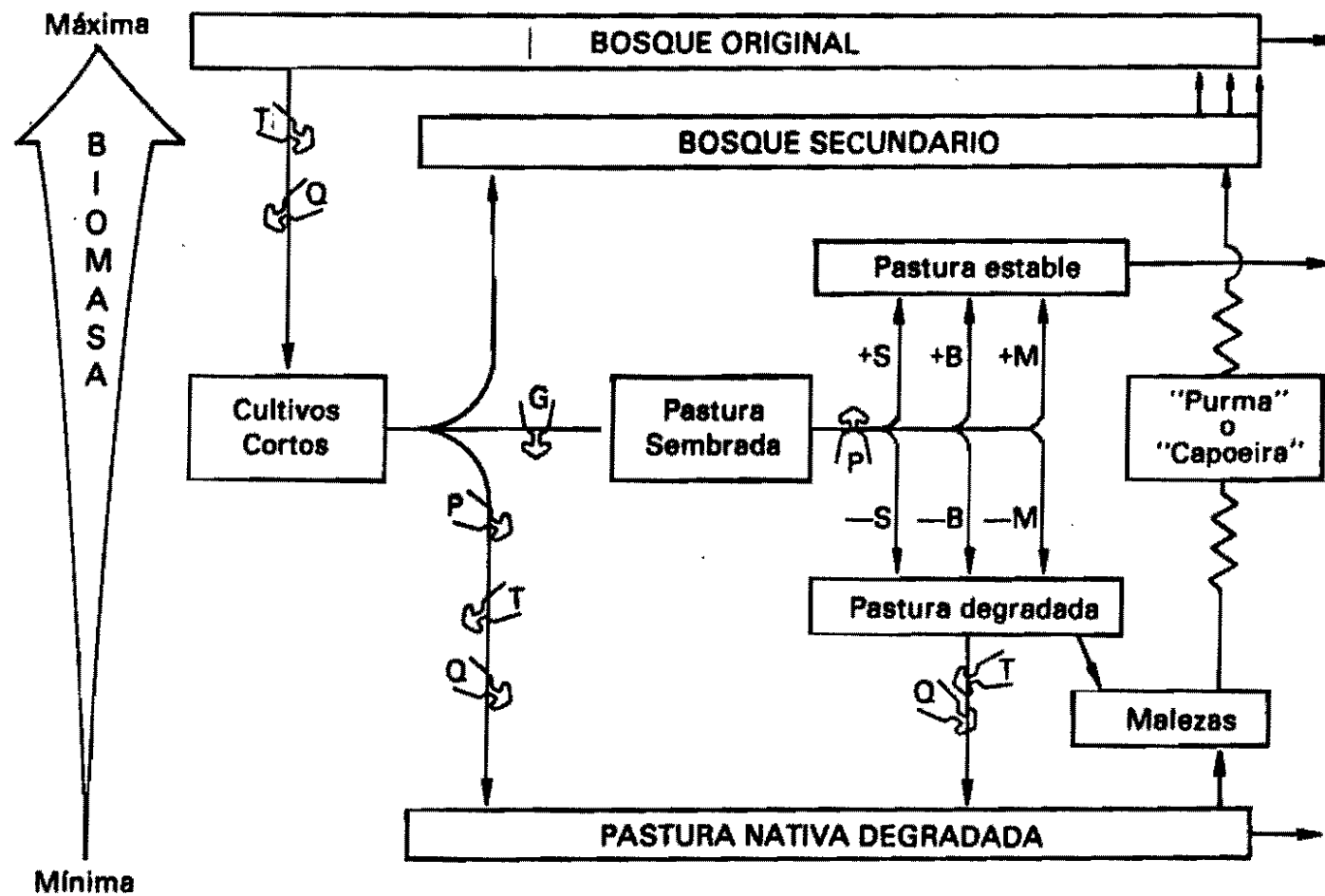
En la Amazonía continental existen alrededor de 8 millones de hectáreas de pasturas establecidas luego de la apertura de bosque y se estima que el 30% de estas áreas están en un estado avanzado de degradación y alrededor del 50% en el proceso de degradación (CIAT 1985b).

Un modelo de la dinámica de la vegetación, luego del desmonte del bosque muestra la figura 2. Después de la tala y quema del bosque original, el colono siembra cultivos anuales como arroz, soya o maíz. Estos cultivos son rápidamente invadidos por malezas. En el sistema de agricultura migratoria, el área es abandonada después de 1 o 2 cosechas y regenera a través de un bosque secundario lentamente (10-15 años) a un bosque original.

Si el productor realiza la apertura del bosque con el fin de establecer pasturas, el área es sembrada con especies forrajeras comerciales. Se inicia el pastoreo y dependiendo de la fertilidad del suelo, tolerancia de las especies a factores bióticos y el tipo de manejo, la pastura puede aumentar su productividad y llegar a un equilibrio económicamente rentable y ecológicamente razonable. Si las condiciones mencionadas arriba son desfavorables, y las especies sembradas no son adaptadas y poco agresivas, la pradera puede rápidamente degradar. La pérdida del vigor de las especies forrajeras favorece la invasión de malezas que convierte las pasturas eventualmente en áreas de "Purma" o "Caopeira" que gradualmente vuelvan al bosque secundario. Si el productor efectúa el control de malezas y quema y la presión del pastoreo continua, la pastura se degrada igualmente y llega a una pastura nativa degradada. A este nivel de degradación se puede llegar también directamente, sin pasar por la siembra de especies forrajeras, cuando después de cultivos anuales el productor efectúa el pastoreo acompañado de control de malezas y quemas.

Observaciones preliminares de Toledo (1984) sobre las comunidades de vegetación en pasturas nativas degradadas muestran que existe un estado intermedio de degradación en que dominan especies poco productivas como Axonopus compressus, Paspalum conjugatum, Paspalum notatum y otras. Luego de esta fase intermedia como efecto del sobrepastoreo, la degradación continua resultando que en áreas con menor precipitación (1200-1700 mm) y períodos mas largos de época seca (> 3.5 meses), la gramínea Imperata spp. es dominante en el último estado de degradación; mientras en regiones con precipitación mayor (1800-2800 mm) y períodos secos menores de 3.5 meses la

**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.

Fuente: Toledo, J. M., 1984.

gramínea Homolepis aturensis es la especie dominante, ambas de nula o muy baja palatabilidad.

### 3. Dificultad de manejo de pasturas.

La estabilidad o degradación de una pastura sembrada depende en alto grado del manejo. Debemos reconocer que el manejo de una pastura será sumamente difícil cuando esta tiende a la degradación por falta de adaptación de las especies sembradas. El manejo de pasturas se realiza principalmente con la fertilización y el manejo del pastoreo. Cuando la pastura está formada de especies no adaptadas y exigentes en cuanto a nutrimentos del suelo, la fertilización será inevitable para permitir un reciclaje de los nutrimentos perdidos en el sistema. El colono, sin embargo, ante los altos costos de fertilizantes y escasos recursos técnico-económicos normalmente no aplica fertilizantes en sus potreros.

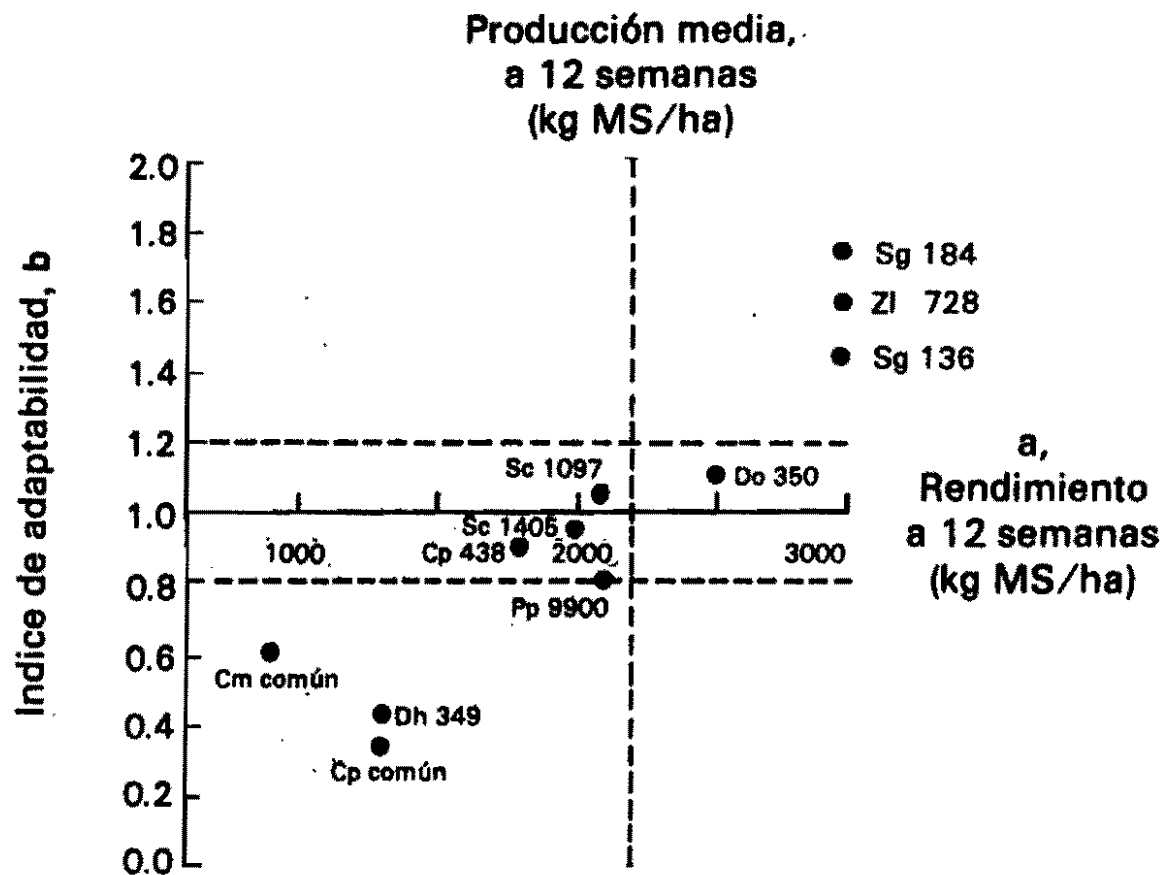
La intensidad, frecuencia y duración del pastoreo son factores de manejo que inciden en el balance y la estabilidad de producción de la pastura. Un problema común en los trópicos húmedos es el sobrepastoreo, especialmente cuando las pasturas de gramíneas puras en proceso de degradación disminuyen su productividad. El alto costo de cercos y abrevaderos, dificulta el uso de sistemas intermitentes de pastoreo que permitan su descanso y recuperación. Mantener un adecuado balance entre la productividad de la pastura y la carga aplicada es un factor de manejo esencial en la utilización y estabilidad (persistencia) de los componentes de la pastura. Además, el uso de algún sistema de pastoreo para ajustar el balance entre

gramínea y leguminosa tendrá una incidencia grande sobre la estabilidad a largo plazo de la pastura.

#### IV. GERMOPLASMA FORRAJERO PROMISORIO PARA CONDICIONES DE TROPICO HUMEDO

Los programas nacionales de investigación de pasturas y el Programa de Pastos Tropicales del CIAT formaron a partir de 1979, la Red Internacional de la Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) con el objetivo de evaluar nuevo germoplasma forrajero bajo condiciones de suelos acidos y de baja fertilidad en la frontera agrícola de América tropical. Este esfuerzo cooperativo internacional hasta la fecha exitoso, ha resultado en la selección de varias especies de gramíneas y leguminosas promisorias para pasturas en los ecosistemas de sabanas tropicales, lo mismo que para condiciones de trópico húmedo.

Toledo et al (1983) y Pizarro et al (1985) realizaron análisis multilocacionales sobre la adaptación de accesiones de 4 gramíneas y 11 leguminosas evaluadas entre 1980 y 1984 en 16 localidades de bosques en América tropical. La figura 3 muestra los resultados obtenidos respecto al comportamiento de las leguminosas. Stylosanthes guianensis CIAT 136 y CIAT 184, lo mismo que Zornia latifolia CIAT 728 resultaron ser las accesiones superiores con respecto a la productividad mayor al promedio (a) y la capacidad de responder a cambios en el medio ambiente (b). A un segundo grupo sin mayor respuesta a mejores del ambiente, pertenecen Desmodium ovalifolium CIAT 350, Stylosanthes capitata CIAT 1097, CIAT 1405, Pueraria phaseoloides CIAT 9900 y Centrosema pubescens CIAT 438 dentro del cual D. ovalifolium tiene mayor productividad (>a). El tercer grupo de germoplasma



**a** = Intercepto

**b** = Pendiente de regresión lineal entre rendimiento de la entrada en estudio y el índice ambiental en cada localidad.

**Figura 3.** Grado de adaptabilidad "b" y potencial de productividad "a" de leguminosas evaluadas por la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales en trópico húmedo.

Fuente: Pizarro *et al.*, 1983.



caracterizado por baja productividad y mínima capacidad de respuesta a condiciones ambientales está formado por Calopogonium muconoides y Centrosema pubescens (especies comunes en la región) y Desmodium heterophyllum CIAT 349 que no están adaptadas a la baja fertilidad de los suelos en las áreas degradadas donde se realizaron los experimentos.

Las 4 gramíneas que se analizaron muestran una productividad promedio más alta que las leguminosas (Cuadro 5); entre ellas, Andropogon gayanus CIAT 621, Brachiaria humidicola CIAT 679 y B. decumbens CIAT 606 produjeron más MS que Panicum maximum CIAT 604. A. gayanus y B. humidicola tienen una productividad más estable que las otras 2 especies. Pizarro et al. (1985) refieren este fenómeno a diferentes requerimientos nutricionales, especialmente en el caso de P. maximum, y a la susceptibilidad al salivazo en el caso de B. decumbens.

Además de estos resultados con materiales de una primera generación (1979-81) de germoplasma promisorio para el trópico húmedo, la RIEPT viene evaluando nuevos materiales en diferentes sitios del ecosistema. En la Amazonía Peruana, por ejemplo, se están llevando a cabo 7 ensayos en Tarapoto, Yurimaguas, Alto Mayo, Tingo María, Pucallpa, Puerto Bermudez y Puerto Maldonado.

Este nuevo germoplasma promisorio incluye entre leguminosas, accesiones de Centrosema macrocarpum, Centrosema sp.n. (aún no descrito botánicamente), C. brasilianum, C. pubescens, Desmodium ovalifolium, Zornia glabra y entre gramíneas Brachiaria brizantha y B. dictyoneura que son tolerantes a especies de salivazo. Varias accesiones de ésta nueva generación de

Cuadro 5. Producción estacional de materia seca (MS kg/ha) e índice de estabilidad de rendimiento (IER) de 4 gramíneas; análisis multilocacional en 16 sitios del trópico húmedo de América latina.

Accesión	CIAT No.	Máxima Precipitación MS	Mínima Precipit. IER	Mínima Precipit. MS	Mínima Precipit. IER
<u>Andropogon gayanus</u>	621	6692	1,4 a <sup>+</sup>	4652	1,2 a
<u>Brachiaria decumbens</u>	606	5272	0,7 b	4886	0,7 a
<u>Brachiaria humidicola</u>	679	5914	1,5 a	4650	-
<u>Panicum maximum</u>	604	4660	0,5 b	1152	-

+ Promedios con la misma letra no son diferentes.

Fuente: Adaptado de Pizarro et al. 1985.

germoplasma se están probando bajo condiciones de pastoreo. En Yurimaguas se evaluaron durante 4 años bajo pastoreo asociaciones de Andropogon gayanus/ Stylosanthes guianensis, Brachiaria decumbens/ Desmodium ovalifolium y Panicum maximum/ Pueraria phaseoloides, y durante 3 y 2 años asociaciones de A. gayanus/ Centrosema híbrido y B. humidicola/ D. ovalifolium, respectivamente, (Reátegui et al. 1985). Durante el primer año se utilizó pastoreo continuo con 4.4 animales/ha con un peso vivo promedio de 350 kg. En los años siguientes se efectuó pastoreo alterno con 42 días de ocupación y descanso. El cuadro 6 muestra que las asociaciones de A. gayanus/ Centrosema híbrido, B. decumbens/ D. ovalifolium y A. gayanus/ S. guianensis eran las más productivas con ganancias promedias diarias de peso vivo de 459, 379 y 367 g/animal/día, respectivamente. La asociación de B. humidicola/ D. ovalifolium requiere un período de evaluación más largo para confirmar su alto potencial. La asociación P. maximum/ P. phaseoloides mostró un pobre desempeño debido a la baja palatabilidad de esta leguminosa agresiva que la hizo dominante en la asociación. Los autores piensan que debido a las variaciones en la composición botánica, cada pastura requiere un manejo diferente para asegurar un buen balance entre las gramíneas y leguminosas.

Como resultado de este esfuerzo multilocacional y multi-institucional en la Amazonía Peruana, dentro de la Red de Evaluación de Pasturas para la Amazonía Peruana (REPAP), 2 nuevos cultivares ya son disponibles a nivel comercial. Estos son la gramínea Andropogon gayanus cv. San Martín liberada por el Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria (INIPA) en 1983 y la leguminosa Stylosanthes guianensis cv. Pucallpa, liberada por el Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA) en

Cuadro 6. Ganancia diaria de peso vivo en varias asociaciones de gramíneas y leguminosas forrajeras en Yurimaguas, Perú.

Asociación	Periodo de evaluación				Promedio
	1980	1981	1982	1983	
	(g/an/día)				
<u>A. gayanus</u> / <u>Centrosema</u> híbrido	-	435	553	389	459
<u>A. gayanus</u> / <u>S. guianensis</u>	219	402	570	278	367
<u>B. decumbens</u> / <u>D. ovalifolium</u>	398	419	316	386	379
<u>B. humidicola</u> / <u>D. ovalifolium</u>	-	-	453	406	430
<u>P. maximum</u> / <u>P. phaseoloides</u>	406	205	278	-	296

Fuente: Adaptado de Reátegui et al., 1985.

1985. Ambas son especies compatibles que pueden sembrarse para recuperar con pasturas, áreas dominadas por "purma" (bosque secundario) media a alta, luego de tala y quema. En este momento la producción de semilla comercial se inicia y será importante el rol que cumplan los productores particulares.

Además nuevos materiales de la generación siguiente como Centrosema macrocarpum (CIAT 5452), Centrosema sp.n. (CIAT 5277 y 5568), Brachiaria brizantha "Marandu" (CIAT 6780) y B. dictyoneura (CIAT 6133) dada su alta promesa para recuperar áreas degradadas de pasturas se van a evaluar (C. Reyes y G. Silva) en varias localidades por su potencial de producción de semilla.

#### V. CARACTERISTICAS DE LA NUEVA TECNOLOGIA DE PASTURAS PARA TROPICOS

##### HUMEDOS

Ante el problema de la degradación de pasturas y la creciente tala de nuevas áreas en bosques tropicales húmedos, el INIPA, el IVITA y Programa de Pastos Tropicales de CIAT, se asociaron para desarrollar un programa cooperativo de investigación para el desarrollo de nuevas opciones de germoplasma y tecnología de bajos insumos para recuperar áreas degradadas mediante pasturas de alta productividad y estabilidad en los trópicos húmedos. Acciones mayores de selección de germoplasma para condiciones de trópico húmedo se vienen realizando en Pucallpa desde noviembre de 1985.

Antes de discutir la nueva tecnología de investigación debemos postular que estudios ecológicos de la Amazonía son necesarios para definir cuáles áreas tienen potencial para un uso pecuario y cuáles deben ser reservadas para otros usos (forestal, plantaciones, agricultura y reservas naturales).

a) Germoplasma adaptado

Mencionamos arriba que los suelos de la Amazonía son principalmente Oxisoles y Ultisoles ácidos y de baja fertilidad. Por lo tanto, la tolerancia a la acidez del suelo y altos niveles de saturación de Al es esencial para el germoplasma forrajero en esa región, además las especies deben estar adaptadas al bajo contenido de nutrimentos del suelo. Hay especies, como Hyparrhenia rufa y Panicum maximum que son tolerantes a suelos ácidos y de altos niveles de saturación de Al; sus altos requerimientos nutricionales, sin embargo, limitan su adaptación a la fertilidad baja del suelo. En el cuadro 7 se ve diferencias en requerimientos nutricionales en el tejido de varias especies forrajeras tropicales. Panicum maximum y Hyparrhenia rufa tienen en general requerimientos de P, K y Ca mayores que Brachiaria spp. o Andropogon gayanus. En el caso de leguminosas, Centrosema spp. y Pueraria phaseoloides requieren más P que Zornia latifolia o Desmodium ovalifolium. Entre Stylosanthes spp., S. humilis es más exigente con respecto a P y Ca mientras que S. guianensis y S. capitata tienen menores requerimientos. En condiciones de pasturas hay que enfocar las necesidades de fertilización con una concepción de largo plazo y no como en el caso de cultivos cortos. Niveles de fertilización altos para el mantenimiento de pasturas en la Amazonía en general resultan antieconómico. Por lo tanto, es esencial trabajar con especies forrajeras de menores requerimientos de nutrientes pero capaces de sostener una productividad aceptable sin o con mínima fertilización y que a la vez tengan la posibilidad de aprovechar un aumento de la fertilidad del suelo debida a la quema de la biomasa previa o fertilizaciones esporádicas o residuales aplicadas a cultivos previos o en rotación.

Cuadro 7. 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
<b>GRAMINEAS</b>					
<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
<b>LEGUMINOSAS</b>					
<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>Pueraria 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 (1980-1983). Informes Anuales, Programa Pastos Tropicales. Salinas, J.G. y Gualdrón, R. (1984).

Especies de Brachiaria (B. decumbens, B. humidicola) están adaptadas a los factores limitantes de Al, acidez y fertilidad del suelo. Sin embargo, su susceptibilidad a las condiciones bióticas, especialmente a especies del complejo entomológico denominado "salivazo" limitan su utilización. Sabemos que hasta la fecha la selección de estas especies se basó en la exploración muy reducida de variabilidad en germoplasma; además es conocido que el control químico del insecto es antieconómico y el control biológico no ha sido exitoso. Por lo tanto, el CIAT en colaboración con otras instituciones realizó entre 1984 y 85 una colección de germoplasma de Brachiaria spp. en el este de Africa para aumentar la variabilidad en la base genética de este género. Se colectaron más de 700 accesiones en Etiopía, Kenia, Tanzania, Burundi, Rwanda y Zimbabwe, que serán evaluadas por su tolerancia al insecto (G. Keller-Grein, no publicado).

La tolerancia a enfermedades es también esencial para las especies forrajeras. Con excepción de carbón en P. maximum, Roya en vainas de kudzu, el problema de enfermedades está hasta ahora circunscrito al proceso experimental, el que encuentra grandes dificultades de enfermedades en su búsqueda de alternativas de leguminosas forrajeras. Este es el caso de Antracnosis en Stylosanthes spp., Rhizoctonia, Cercospora y Bacteriosis en Centrosema spp., Sphaceloma en Zornia spp, entre otras. La selección de nuevo germoplasma eliminará materiales susceptibles antes de ponerlos en manos de los productores.

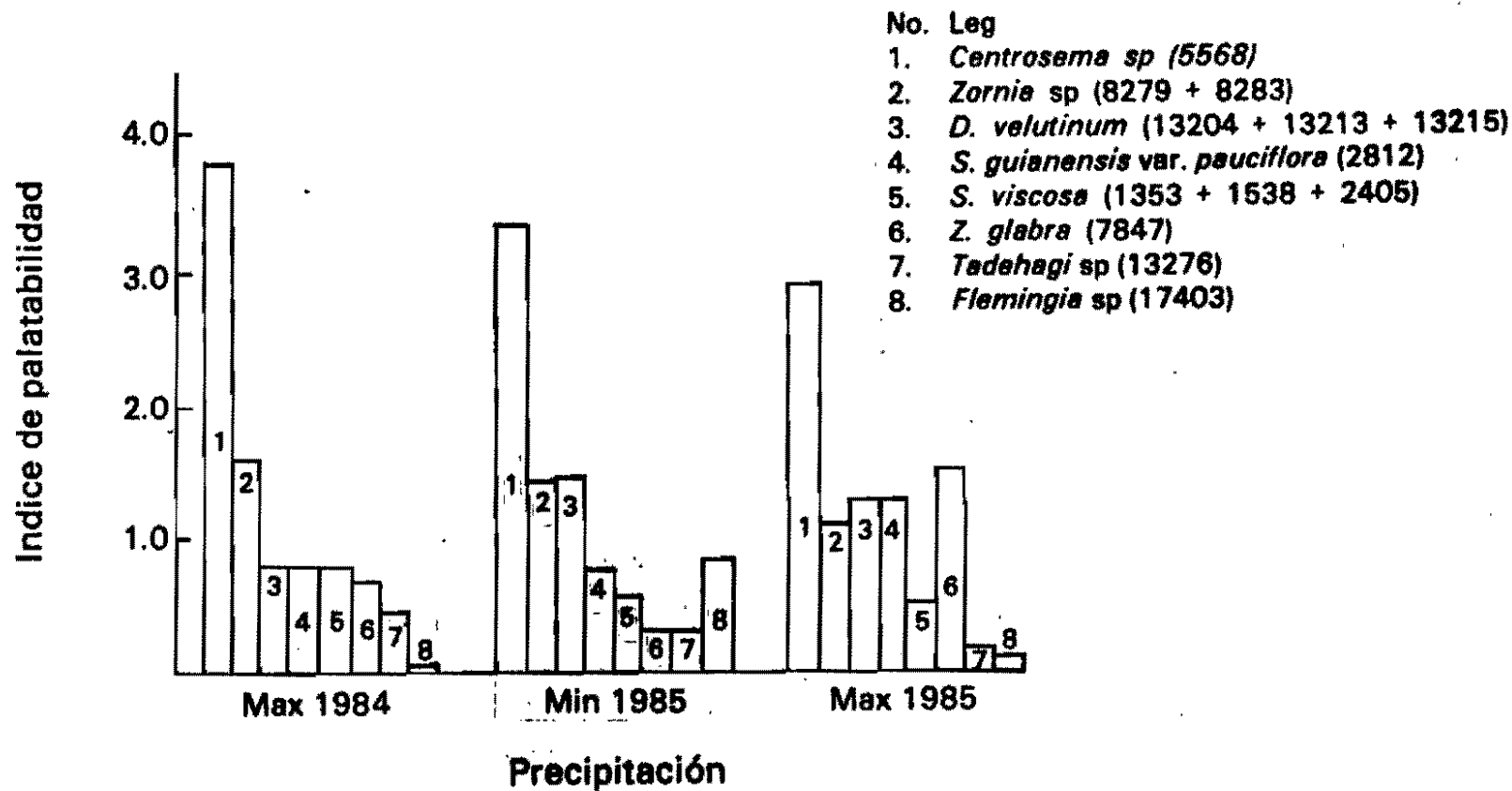
b) Germoplasma agresivo y palatable

Es sumamente importante seleccionar germoplasma agresivo que puede competir con las malezas que ocurren en abundancia después de la tala del bosque original y en áreas degradadas. Se debe buscar especialmente materiales de



rápido crecimiento durante la fase crítica del establecimiento de las pasturas y con alta capacidad de cobertura del suelo. Especies de hábito de crecimiento postrado y con alto potencial de formar raíces estoloníferas como Brachiaria spp., Arachis pintoii, Desmodium ovalifolium, Centrosema macrocarpum, son altamente deseables. Hasta la fecha, sin embargo, la mayoría de las especies comerciales, p.e. Hyparrhenia rufa, Panicum maximum y más reciente Andropogon gayanus y Stylosanthes guianensis han sido de crecimiento erecto. En este contexto es también importante buscar asociaciones de leguminosas con gramíneas de alta compatibilidad. Para gramíneas agresivas, p.e. Brachiaria humidicola, B. dictyoneura se deben seleccionar leguminosas agresivas como Arachis pintoii y D. ovalifolium entre otras.

La palatabilidad de las especies en la pastura es especialmente importante en el caso de leguminosas. En condiciones de sabanas la época seca causa la disminución de la calidad de las gramíneas y los animales están forzados a consumir las leguminosas, aunque sean poco palatables, para compensar la falta de proteína. Sin embargo, en ecosistemas de bosque, donde la calidad de las gramíneas permanece alta durante casi todo el año, los animales pastorean las gramíneas durante todo el año, favoreciendo el desarrollo y dominancia de las leguminosas de menor palatabilidad, lo cual dificulta el manejo de pastoreo. La figura 4 muestra los índices de la palatabilidad relativa de 8 leguminosas en 3 evaluaciones realizadas en períodos de máxima y mínima precipitación con 3 días de pastoreo en cada evaluación, en Quilichao, Colombia. Centrosema sp. CIAT 5568 aparece como la especie más palatable, mientras la palatabilidad relativa de Tadehagi sp. CIAT 13276, Stylosanthes viscosa CIAT 1353+1538+2405 y S. guianensis var. pauciflora CIAT 2812 fue baja. Además de la palatabilidad, la calidad nutritiva de



**Figura 4.** Índice de palatabilidad de 8 leguminosas en tres diferentes épocas del año, durante tres días (Quilichao).  
Fuente: CIAT, 1985 a.

las especies forrajeras es importante, especialmente en sistemas de doble propósito donde una calidad más alta es necesaria para una producción adecuada de leche.

c) Manejo del pastoreo

El germoplasma que se selecciona para su uso en praderas, además de estar adaptado a las condiciones de clima, suelo y factores bióticos, debe ser evaluado referente a su comportamiento bajo diferentes manejos de pastoreo. Los objetivos principales del manejo del pastoreo son el mantenimiento de la estabilidad de las gramíneas y leguminosas asociadas en la pradera y asegurar la productividad animal a largo plazo (estabilidad). Los factores de manejo que más intervienen en la utilización de una pradera son la intensidad del pastoreo (carga animal o presión), el sistema de pastoreo y los períodos de ocupación y de descanso en la rotación. A través de estos factores se puede modificar el balance entre gramínea y leguminosa en la pastura.

En sabanas bien drenadas, se ha encontrado una interacción entre la selectividad del animal durante el año y el sistema o intensidad de pastoreo (Paladines y Lascano, 1982). En general, existe la tendencia de mayor palatabilidad de las gramíneas en relación a las leguminosas en la época de lluvias y se ha observado que el pastoreo continuo con carga alta favorece a la leguminosa, mientras el pastoreo alterno o rotativo con carga baja tiende a favorecer a la gramínea. La figura 5 muestra el manejo de pastoreo requerido para mantener asociaciones estables de gramíneas y leguminosas. Cuando el porcentaje de leguminosa desciende por debajo de un nivel considerado el mínimo para un buen manejo, el período de descanso debe ser reducido para favorecer a la leguminosa; por el contrario, se aumenta el

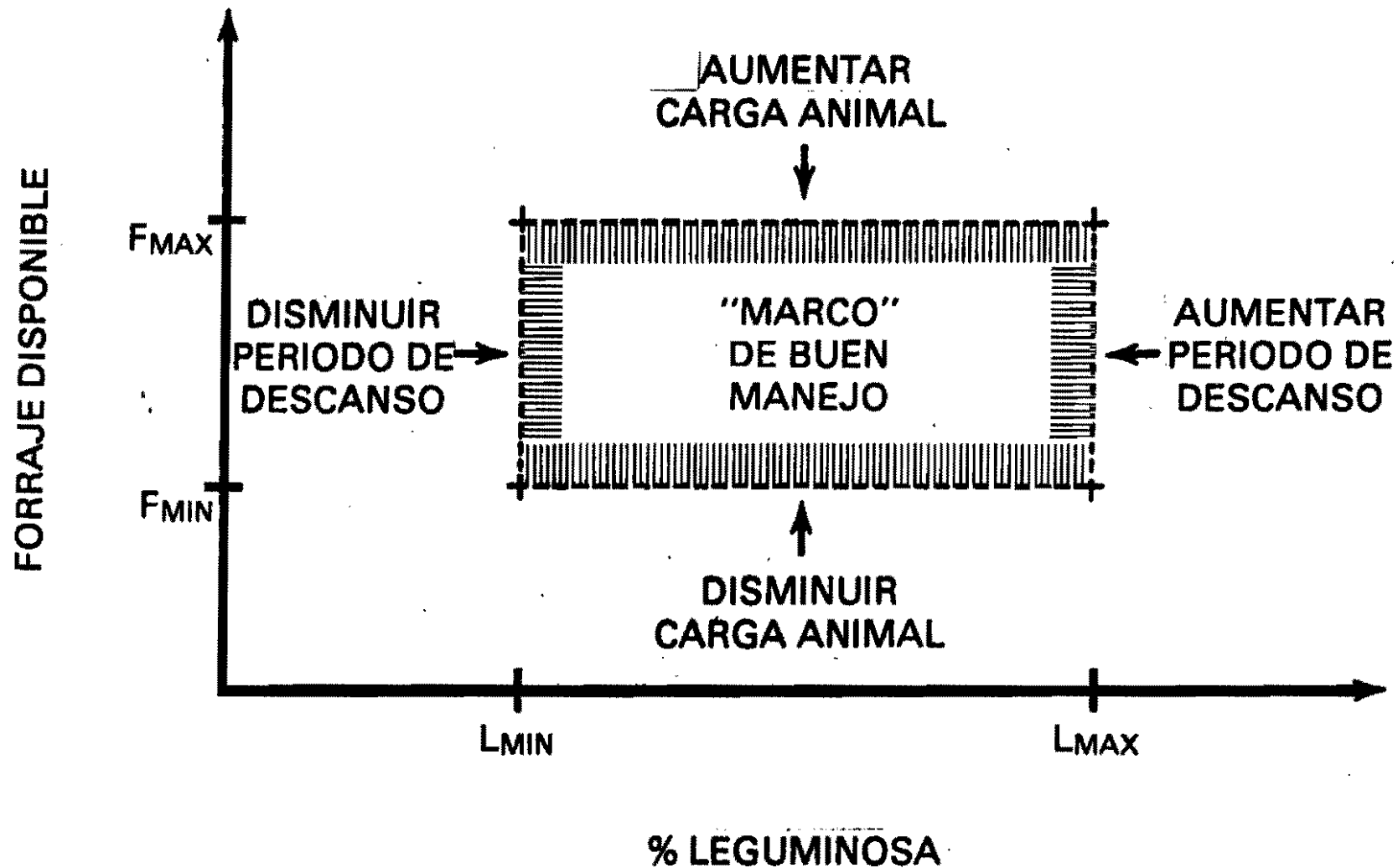


Figura 5. Esquema del manejo flexible que se requiere para mantener asociaciones adecuadas de gramíneas y leguminosas. Fuente: Spain, 1985.

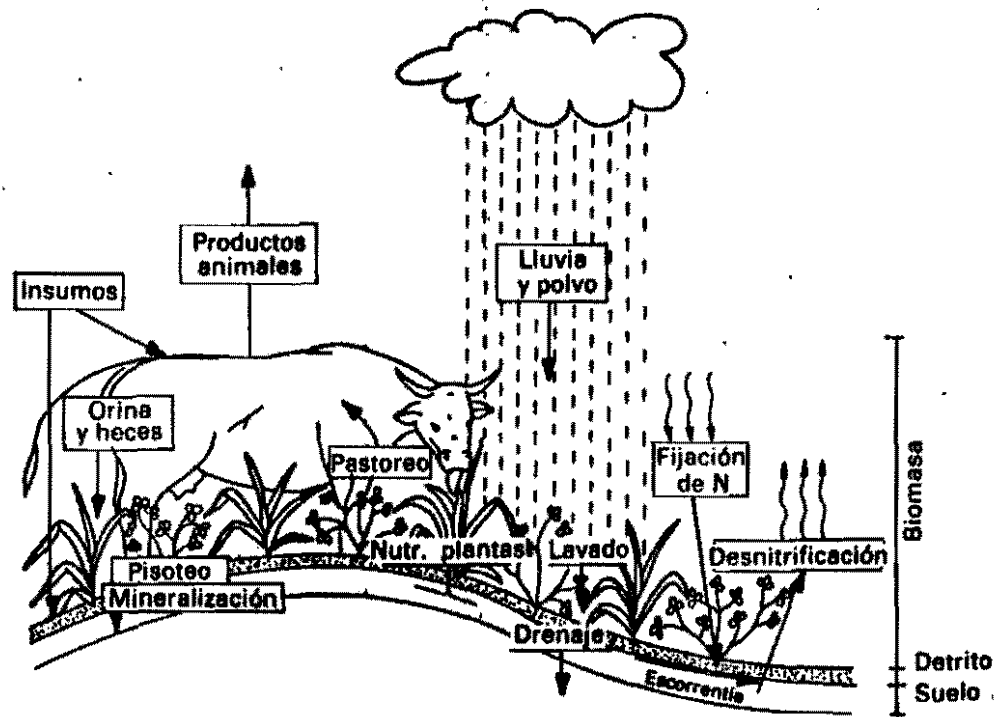
período de descanso con el fin de favorecer la gramínea, cuando la leguminosa llega a un nivel máximo en la asociación.

En este sistema una carga flexible permite mantener la presión de pastoreo dentro de los límites antes determinados. Esta estrategia de manejo flexible se viene parcialmente utilizando en el trópico húmedo con asociaciones de Brachiaria decumbens y Desmodium ovalifolium en Yurimaguas, Perú, y de B. humidicola y Pueraria phaseoloides en Barrolandia, Brasil (Spain, 1985). Sin embargo, se requiere más investigación para validar esta estrategia. En general, se asume que la nueva tecnología de pasturas para sistemas de producción semi-intensivos de carne y doble propósito preponderantes en los trópicos húmedos, deberá soportar altas cargas y un uso de pasturas en rotaciones frecuentes.

d) Reciclamiento de nutrimentos

Para una estrategia de mínimos insumos es necesario asegurar un eficiente reciclaje de nutrimentos en el sistema suelo-planta-animal. La figura 6 muestra el ciclo de nutrimentos en una pradera bien manejada después del reemplazo del bosque. Los nutrimentos se pierden principalmente en el contenido de los productos animales, por lixiviación y por escorrentía. Los mayores insumos llegan a la pradera en forma de fertilizantes y suplementos minerales y cuando se siembra leguminosas, a través de la fijación de N por simbiosis con Rhizobium.

Especialmente importante es el balance de N, puesto que este nutrimento tiene un rol clave en el mantenimiento de vigor de las plantas (gramíneas y leguminosas) y su productividad. Dentro de los sistemas de producción



**Figura 6.** Ciclo de nutrimentos en una pradera de gramínea y leguminosa.  
 Fuente: Toledo y Serrão, 1982.

semi-intensivos y extensivos de carne y doble propósito en el trópico húmedo, la fertilización con N no es viable. Como consecuencia, debe ser básica la utilización de gramíneas en asociación con leguminosas que forman una simbiosis efectiva con Rhizobium. En este contexto, C. Reyes y S. Gonzales (IVITA-Pucallpa) en colaboración con la sección de Microbiología del Programa de Pastos Tropicales del CIAT, están iniciando estudios específicos sobre la utilización de Rhizobium en germoplasma promisorio para el trópico húmedo.

Spain y Salinas (1984) postulan que la superficie del suelo protegido por las plantas y sus residuos es la zona de la máxima actividad biológica de la micro- y macroflora y fauna, incluyendo raíces de la vegetación, lombrices, coleópteros, bacterias y hongos que forman micorriza, entre otros. Para que esta zona de reciclaje de nutrimentos sea eficiente, los residuos en la pradera deben ser mantenidos a un nivel apropiado. El manejo del pastoreo afecta este depósito de nutrimentos (detritus) a través de la formación de diferentes situaciones en el balance C/N que influyen en la mineralización y actividad microbial en la superficie del suelo.

Asociaciones de leguminosas y gramíneas adaptadas, bajo un manejo adecuado, pueden alcanzar altas productividades con mínimos insumos, debido a una conservación eficiente de nutrimentos en el ecosistema. En este contexto Spain y Salinas (1984) sugieren la hipótesis de que las pérdidas de nutrimentos del sistema llegan a su mínimo cuando la pradera está cerca de su máxima productividad (figura 7). Esto se relaciona con el fenómeno de que plantas vigorosas con buena cobertura y sistemas radiculares extensos disminuyen la pérdida de nutrimentos por lixiviación y escorrentía y aumentan la absorción de nutrimentos del sustrato hacia la superficie, como N, Ca y Mg.

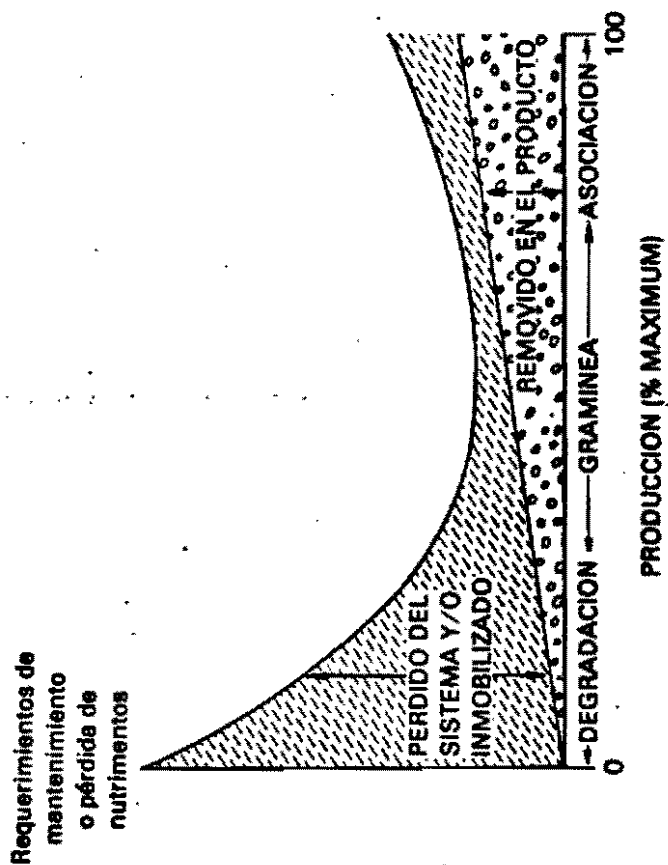


Figura 7. Los requerimientos relativos hipotéticos de nutrimentos para el mantenimiento de pasturas en diferentes niveles de producción. Fuente: Spain, 1985.



Hacen falta más estudios dirigidos a obtener un mayor conocimiento sobre los detalles de la concentración de nutrimentos en el sistema suelo-planta-animal y sobre su flujo a través del sistema; además hace falta investigar la influencia del manejo de pasturas en el reciclaje de nutrimentos.

e) Sistema de siembra y control de malezas

Casi toda la experiencia que existe para el establecimiento de praderas en el trópico húmedo está basada en la tala y quema de bosque primario o secundario y la siembra de pasturas directamente en la ceniza o después de 1 ó 2 cultivos anuales (Toledo y Serrao, 1982). Existe la necesidad de desarrollar tecnologías para la siembra de leguminosas en una pradera compuesta de gramíneas en la cual éstas están bien adaptadas. Igualmente es muy importante definir estrategias para el establecimiento de asociaciones de gramíneas y leguminosas en praderas invadidas por especies nativas de baja palatabilidad como Homolepis aturensis o Imperata spp. o invadidas por malezas como Mimosa pudica.

La invasión de malezas es un problema serio en la recuperación de pasturas degradadas. El control de las mismas es decisivo durante el establecimiento de nuevas pasturas. En algunos casos el control químico puede ser el mejor método para controlar la competencia durante el establecimiento. Otros métodos, p.e. mecánicos, pueden ser difíciles o no económicos debido a residuos leñosos o a altos costos de mano de obra. Hay que investigar la forma más apropiada.

f) Pasturas para sistemas silvopastoriles

La vegetación natural en los trópicos húmedos es normalmente el bosque. Sistemas de pasturas en integración con árboles son muy parecidos a la vegetación original y deben ser investigados y ofrecidos al ganadero como una opción adicional importante, especialmente en el contexto ecológico, además de pasturas productivas y persistentes en áreas abiertas. El rol de árboles y arbustos en sistemas pecuarios puede ser múltiple y está normalmente relacionado a los sistemas de producción y condiciones agroecológicas, entre otros factores. Árboles pueden ser utilizados como cercos vivos, fuente de sombra, suplementos de forraje y para el mantenimiento de la fertilidad del suelo.

El rol de los arbustos como forraje existe especialmente en la suplementación de proteína. En este contexto hay que mencionar Leucaena leucocephala que es una especie forrajera importante en suelos neutros y de mayor fertilidad. No contamos hasta la fecha con arbustivas adaptadas a las condiciones de la Amazonía. Este no hay duda es un reto importante para la investigación. Además, los árboles en pasturas pueden servir también para el mantenimiento de la fertilidad del suelo a través de un efectivo reciclaje de nutrimentos: p.e. Schizolobium parahyba var. amazonica, Jacaranda copaia.

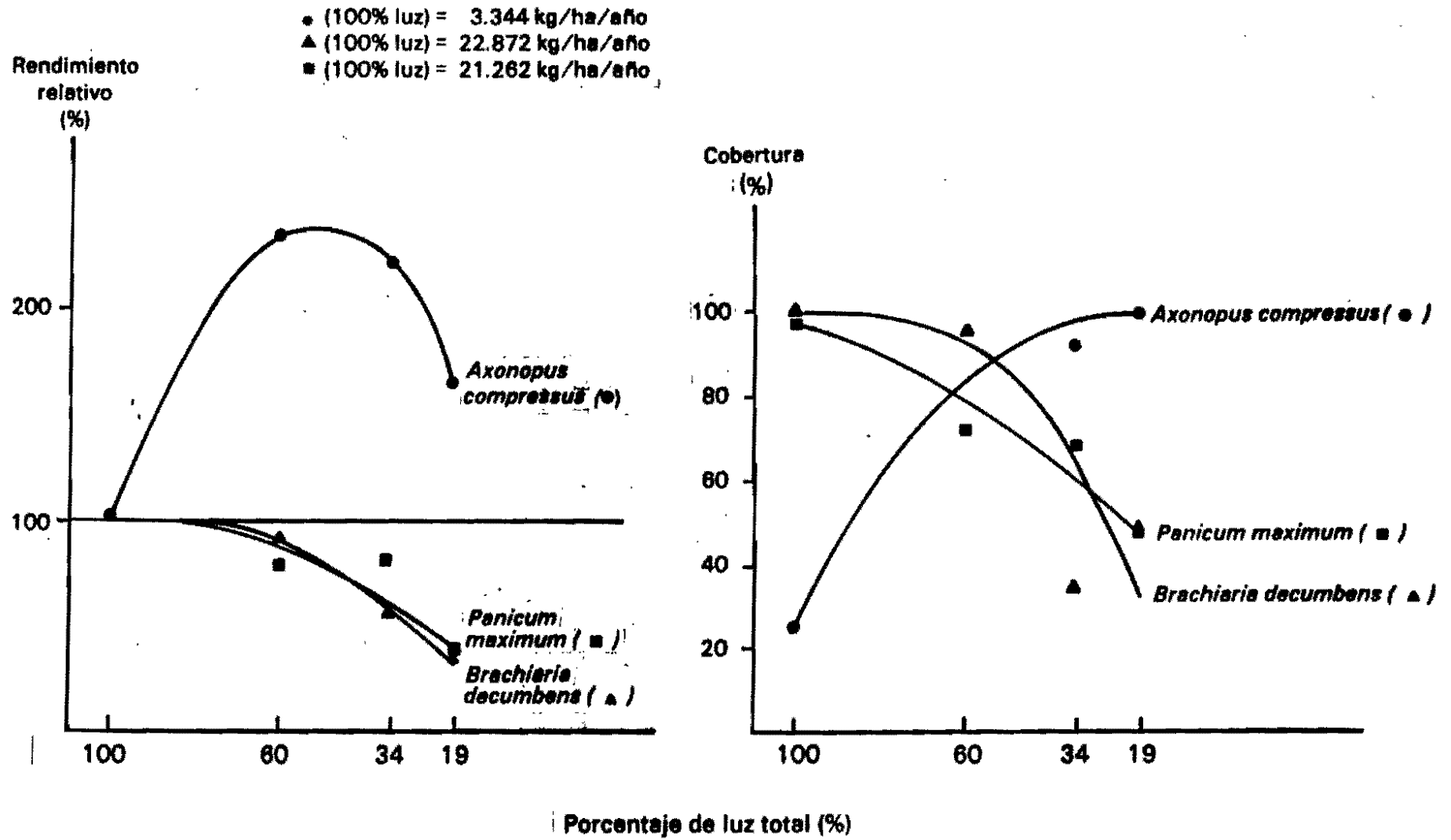
Para sistemas silvopastoriles necesitamos evaluar tanto germoplasma arbustivo por su adaptación al ecosistema como germoplasma herbáceo por su adaptación a condiciones bajo la sombra de los árboles. Las pasturas deben tolerar la competencia por luz, nutrimentos y agua ejercida por los árboles y ser productivos complementando la productividad de los árboles en

plantaciones. Con respecto a tolerancia a sombra existen diferencias marcadas entre especies (figura 8); Axonopus compressus p.e. requiere menos luz que Brachiaria decumbens o Panicum maximum para su máxima producción. La misma figura muestra también que la capacidad competitiva expresada por la cobertura aumentó en el caso de A. compressus con la disminución de la luminosidad mientras B. decumbens y P. maximum resultaron menos competitivas en condiciones de sombra. (Wong et al. 1982)

Hay que investigar cuáles especies como A. compressus tienen un buen potencial para condiciones de sombra. Además, es necesario estudiar los efectos competitivos de las pasturas con los árboles y hasta que punto es económicamente tolerable aceptar disminuciones en la productividad de carne y/o leche por competencia de la plantación y árboles, en sistemas silvopastoriles.

Los costos para la instalación de cercos muchas veces representan al colono un factor limitante para la parcelación de su potrero que le permitiría un mejor manejo de pastoreo. Gliricidia sepium y Erythrina spp. son árboles que en muchas áreas del trópico son utilizados con este propósito.

En sistemas de doble propósito que utilizan animales cruzados el aumento de la producción de leche muchas veces está limitado por las altas temperaturas durante todo el año, siempre y cuando que no existan limitaciones nutricionales del forraje. En estos sistemas que se encuentran frecuentemente en el trópico húmedo, los árboles de sombra desempeñan un rol importante; Mangifera indica y especies de Inga entre otras pueden servir como fuente de sombra. La sombra es además importante para evitar un



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

**Figura 8.** Efecto de diferentes niveles de sombra sobre el rendimiento anual relativo y capacidad competitiva (cobertura) de 3 gramíneas cortadas con una frecuencia de 6 semanas.

aumento en la temperatura del suelo para favorecer la productividad primaria (pasturas) del sistema.

#### VI. COMENTARIO FINAL

Debe entenderse, que para dar solución a los problemas de pasturas a nivel de productor, la investigación debe producir múltiples opciones tecnológicas (diferentes cultivares adaptados productivos y de fácil manejo como pasturas asociadas) para encajar en la diversidad de situaciones que el productor posee en su fundo o chacra en cuanto a suelos (bien drenados e inundables; Inceptisoles, Oxisoles o Ultisoles) o estados de degradación del área a sembrar (Purma media o alta, Purma joven, áreas en "Torocerco", o en Imperata sp. o Homolepis aturensis). Además, el nivel de intensidad de uso de la tierra requerirá también pasturas de diferente nivel de productividad y capacidad de carga.

Nuestro proyecto cooperativo INIPA-IVITA-CIAT y la REPAP, justamente estamos abocados a esta tarea. Contamos en nuestras manos con una gran amplitud de germoplasma del que esperamos seleccionar materiales superiores para el futuro de la explotación pecuaria en la Amazonía.

VII. LITERATURA CITADA

- CIAT (1980). Informe Anual, Programa Pastos Tropicales, Cali, Colombia.
- CIAT (1981). Informe Anual, Programa Pastos Tropicales, Cali, Colombia.
- CIAT (1982). Informe Anual, Programa Pastos Tropicales, Cali, Colombia.
- CIAT (1983). Informe Anual, Programa Pastos Tropicales, Cali, Colombia.
- CIAT (1985a). Informe Anual, Programa Pastos Tropicales, Cali, Colombia.
- CIAT (1985b). CIAT in the 1980s revisited. A medium-term plan for 1986 to 1990. Cali, Colombia, 216 p.
- Cochrane, T.T., Sánchez, L.G., de Azevedo, L.G., Porras, J.A. y Garver, C.L. (1985). La Tierra en América tropical. Vol. 1. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria, Centro de Pesquisa Agropecuaria dos Cerrados, Planaltina, D.F., Brasil, 146 p.
- FAO (1981). Forest types and areas from Tropical Resources Project. FAO, Roma.
- Myers, N. (1980). Conversion of tropical moist forest. National Academy of Sciences, Washington, 205 p.
- Paladines, O. y Lascano, C. (1983). Recomendaciones para evaluar germoplasma bajo pastoreo en pequeños potreros. En: Paladines, O. y Lascano, C. (eds.). Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas; metodologías de evaluación. Memorias de una reunión de trabajo celebrada en Cali, Colombia, Septiembre 22-24, 1982. CIAT, Cali, Colombia.
- Pizarro, E.A., Toledo, J.M. y Amézquita, M.C. (1985). Adaptation of grasses and legumes to the humid tropics of America. Trabajo presentado en el XV International Grassland Congress, Japon, Agosto 1985, 3 p.

- Reátegui, K., Ara, M. y Schaus, R. (1985). Evaluación bajo pastoreo de asociaciones de gramíneas y leguminosas forrajeras en Yurimaguas, Perú. Boletín de Pasturas Tropicales, Vol.7, No. 3, CIAT, Cali, Colombia.
- Salinas, J.G. y Gualdrón, R. (1984). Soil adaptation and nutrient requirements of various Stylosanthes. CIAT, Cali, Colombia, 32 p.
- Simao Neto, M., Serrao, E.A., Goncalvez, C.A. y Pimentel, D.M. (1973). Comportamento de gramíneas forrajeras na regio de Belém. Comunicado Técnico IPEAN, No.44, Belém, Brasil, 19 p.
- Spain, J.M. (1985). Reclamation of degraded pastures in the Humid Tropics. Trabajo presentado en la reunión anual del CIAT 1984. CIAT, Cali, Colombia.
- Spain, J.M. y Salinas, J.G. (1984). Reciclaje de nutrientes en pastos tropicales. CIAT, Cali, Colombia. 47 p.
- Toledo, J.M. (1984). Pasturas en Trópico Húmedo: Perspectiva Global. Trabajo presentado en el Primer Simposio de Trópico Húmedo, Nov. 12-17, 1984, Belém, Pará, Brasil.
- Toledo, J.M., Ara, M. (1977). Manejo de suelos para pasturas en la selva amazónica. Trabajo presentado en la Reunión Taller FAO-SIDA sobre Ordenación y Conservación de Suelos de América Latina. Lima, s.ed., 46 p.
- Toledo, J.M. y Serrao, E.A. (1982). Producción de Pastos y Ganado en la Amazonía. Amazonía, p. 295-323.
- Toledo, J.M., Amézquita, 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. CIAT, Cali, Colombia, p. 429-47.

Wong, C.C., Mohd Sharuddin y Rahim, H. (1982). Shade tolerant potential of grasses and legumes for use in plantation grazing. Bahag on Penyelidikan Ternaken. Selangog, MARDI.