

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

CARACTERISTICAS NUTRITIVAS Y BOTANICAS DE SABANA NATIVA  
SIN QUEMA SUPLEMENTADA CON LEGUMINOSA EN LOS  
LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

Tesis sometida a la consideración del Programa Conjunto de  
Estudios de Posgrado de Ciencias Agrícolas y Recursos  
Naturales de la Universidad de Costa Rica y el  
Centro Agronómico Tropical de Investigación  
y Enseñanza para optar al grado de

**Magister Scientiae**

Por

PHANOR HOYOS GARCES

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
Departamento de Producción Animal  
Turrialba, Costa Rica

1987

## DEDICATORIA

A mis padres Carlos Enrique Hoyos y Clelia Garces de Hoyos por su inmenso amor y comprensión.

A mis hermanos: Herney, Aracelly, Carlos, Manuel Santiago y María Eugenia por su constante apoyo y estímulo.

A Nelson Díaz por sus sabios consejos y estímulo permanente.

A mis sobrinos Alejandro, Sandra Ximena y Carolina.

A la Universidad de Costa Rica y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (UCR/CATIE) por haber contribuido significativamente en mi formación profesional.

Al Gobierno Británico por el financiamiento de mis estudios de posgrado.

A Costa Rica por el apoyo, hospitalidad y amabilidad de sus gentes.

A mi país Colombia.

## AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su agradecimiento a las siguientes personas:

En el CATIE:

A Danilo Pezo, Profesor Consejero Principal, por su sincera amistad y acertada orientación y revisión del presente estudio.

A los miembros del Comité Asesor: Rolain Borel, Assefaw Tewelde y Francisco Romero por sus valiosos comentarios y observaciones al texto.

A José Francisco Di Stéfano, Director del programa de Posgrado UCR/CATIE por las correcciones finales del texto.

A los compañeros de promoción: Juan Carlos Martínez, Róger Sequeira, Jean Camille Bisseret, Jorge Baron, Allan González, Lincoln Quevedo, Luciano Cárdenas, Nelson Agudelo, Eugenio Corea, Ramón Ovidio Sánchez, Herbert Ortega y Ricardo Marengo por la amistad brindada durante mis estudios de posgrado.

Al personal de posgrado Sras. Lorena Jiménez, Teresita Rojas, Béverly Vásquez, Srta. Jeannete Solano y al señor Gerardo Martínez por su amistad y ayuda.

Al personal del Depto. de Producción Animal Sras. Marlene Moya, Carmen Fuentes, Myrna Montero, Norma Cascante, Lorena pereira, Bertha de la Fuente y los Sres. Luis Enrique Ortiz, Julio Marschal y Mario Mata por su gran amistad y colaboración.

Al personal de la Biblioteca Conmemorativa Orton, en especial a las Sras. Ana María Arias, Laura Coto Royo y Lisseth Brenes.

A las Sras. Lilliam Ugalde y Lissette Vega por el excelente trabajo mecanográfico del texto final.

En el CIAT:

A Carlos Lascano, profesor consejero auxiliar y Jefe de la Sección Calidad y Productividad de Pasturas por su sincera amistad, apoyo y acertada dirección de la presente investigación.

A José M. Toledo, Coordinador del Programa de Pastos Tropicales, mil gracias por brindarme la oportunidad de llevar a cabo el presente estudio en el CIAT.

A James Spain, Jefe de la Sección de Desarrollo de Pasturas por su sincera amistad y sabias enseñanzas.

Al CIAT por el excelente apoyo técnico, económico y humano.

A María Cristina Amézquita, Jefe del Depto. de Biometría, por su contribución en la organización y planificación del análisis estadístico.

A German Lema, Consultor Estadístico, por su sincera amistad y valiosa ayuda en el procesamiento y análisis de datos.

A Julián Estrada y Patricia Avila por su contribución en la planificación y apoyo de la fase experimental de campo.

A Octavio Mosquera, José Joaquín Rocha y Manuel Molina por su valiosa ayuda en el análisis química de las muestras.

A Juvenal Gómez, Arévalo Bohorquez, Jaime Albarracín y Carlos López por el excelente trabajo de campo.

A Eugenio Escobar y Javier Belalcázar por su valiosa ayuda en la identificación de las especies nativas.

A María Cristina Ortiz por su inmensa ayuda en la elaboración de gráficos y figuras.

A Yuviza Barona, Gloria de Bryon y Yolanda Rincón de Hervas por su contribución mecanográfica del primer borrador.

## BIOGRAFIA

El autor nació en Palmira, Departamento del Valle del Cauca, Colombia, el 21 de junio de 1951.

En 1972 ingresó a la Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias Palmira, obteniendo el título de Zootecnista en marzo de 1978.

En 1978 ingresó como asistente 2 de investigación en el Programa de Ganado de Carne del CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), en la Sección Manejo y Utilización de Pasturas con sede en la Estación Experimental ICA-CIAT Carimagua, Meta, Colombia donde permaneció hasta 1980.

En 1980 fue promocionado a la posición de asistente 1 de investigación en el Programa de Pastos Tropicales del CIAT en la Sección Calidad y Productividad de Pasturas con sede en la Estación Experimental CIAT-Quilichao, Cauca, Colombia donde permaneció hasta abril de 1984.


En junio de 1983 participó en el Curso Internacional de "Nutrición de Rumiantes en el Trópico Americano" dictado en CATIE, Turrialba, Costa Rica donde obtuvo una beca del Gobierno Británico para realizar estudios de posgrado.

En marzo de 1984 ingresó al Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (UCR-CATIE) y en 1987 obtuvo el grado de Magister Scientiae en Producción Animal.

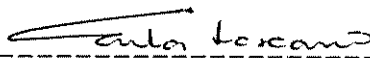
Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, como requisito parcial para optar al título de

Magister Scientiae

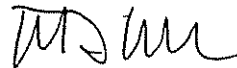
Comité Asesor

  
-----  
Danilo Pezo, Ph.D.

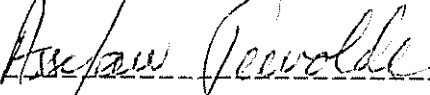
Consejero Principal

  
-----  
Carlos Lascano, Ph.D.


Consejero Auxiliar  
(CIAT)

  
-----  
Rolain Borel, Dr.Sc.Tech.

Miembro del Comité

  
-----  
Assefaw Tewolde, Ph.D.


Miembro del Comité

  
-----  
Francisco Romero, Ph.D.

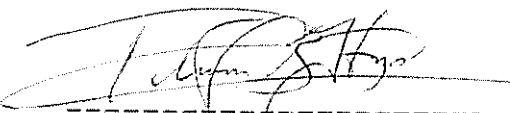
Miembro del Comité

  
-----  
José Francisco Di Stéfano, Ph.D.

Director del Programa  
de Estudios de  
Posgrado en Ciencias  
Agrícolas y Recursos  
Naturales de la  
Universidad de Costa  
Rica/CATIE

  
-----  
Luis Estrada N., Ph.D.

Decano del Sistema de  
Estudios de Posgrado  
de la Universidad de  
Costa Rica

  
-----  
Phanor Hoyos Garcés

Candidato

# C O N T E N I D O

	<u>Página</u>
RESUMEN.....	xi
SUMMARY.....	xiv
LISTA DE CUADROS EN EL TEXTO.....	xvii
LISTA DE CUADROS EN EL APENDICE.....	xxii
LISTA DE FIGURAS EN EL TEXTO.....	xxiii
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Diferencias entre las sabanas de América, Africa y Australia tropical.....	3
2.2 Clasificación de las sabanas americanas y composición florística .....	5
2.3 Productividad de las sabanas americanas.....	7
2.4 Factores que afectan la calidad, productividad, selectividad y consumo de la praderas tropicales.....	8
2.4.1. Factores ambientales.....	8
2.4.2. Factores de manejo.....	10
2.4.3. Selectividad y estructura de la pastura.....	15
2.5 La quema, implicaciones ecológicas y nutricionales.....	17
2.5.1. Efecto de la quema en las sabanas de los llanos orientales de Colombia....	18
2.6 Estudios de suplementación de sabana nativa en los llanos orientales de Colombia.....	20
2.6.1. Bancos de proteína como suplemento de la sabana nativa.....	20
2.6.2. Suplementación de la sabana eliminando la quema.....	22
3. MATERIALES Y METODOS.....	24
3.1 Características agroecológicas del sitio de estudio.....	24
3.1.1. Localización y ubicación geográfica..	24



3.1.2.	Paisaje, clasificación ecológica y clima.....	24
3.1.3.	Características físicas y químicas del suelo.....	24
3.2	Establecimiento e historia del ensayo.....	27
3.2.1.	Cronología del manejo pre-experimental.....	27
3.3	Estudios realizados.....	28
3.4	Metodología utilizada en el estudio I.....	29
3.4.1	Tratamientos.....	29
3.4.2	Diseño experimental.....	29
3.4.3	Diseño de campo.....	31
3.4.4	Fechas de evaluación.....	32
3.4.5	Manejo de animales.....	32
3.4.6	Mediciones en la pastura.....	34
3.4.7	Mediciones con el animal.....	36
3.4.8	Procesamiento de muestras y tipos de análisis químico.....	37
3.4.9	Análisis estadístico.....	38
3.5	Metodología utilizada en el estudio II.....	40
3.5.1	Tratamientos.....	41
3.5.2	VARIABLES ESTUDIADAS.....	41
3.5.3	Mediciones en la pastura.....	42
3.5.4	Mediciones con el animal.....	43
3.5.5	Diseño experimental y análisis estadístico.....	43
4.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	44
4.1	Estudio I.....	44
4.1.1	Forraje disponible.....	44
4.1.2	Composición botánica del forraje ofrecido y seleccionado.....	54
4.1.3	Calidad del forraje ofrecido y seleccionado.....	59
4.1.4	Disponibilidad y calidad de la gramínea erecta y rastrera.....	74

	<u>Página</u>	
4.1.5	Epoca de quema en la disponibilidad y calidad del forraje ofrecido y seleccionado.....	80
4.1.6	Ganancias de peso.....	86
4.2	Estudio II.....	93
4.2.1	Composición florística de la sabana e índice de preferencia (IP) por componentes.....	93
4.2.2	Frecuencia de presencia (FP) e preferencia (IP) por género y especie.....	96
4.2.3	Efecto de carga, quema y repetición en la frecuencia de presencia (FP) e índice de preferencia (IP) de las especies nativas.....	96
4.2.4	Disponibilidad de forraje de las principales gramíneas nativas.....	103
4.2.5	Relaciones entre frecuencia de presencia (FP) y frecuencia de consumo (FC) según disponibilidad de las especies.....	107
4.2.6	Relaciones entre frecuencia de presencia (FP) y frecuencia de consumo (FC) según hábito de crecimiento de las especies.....	110
4.2.7	Calidad de las principales gramíneas nativas.....	112
4.2.8	Selectividad de las especies.....	117
5.	DISCUSION GENERAL.....	122
6	CONCLUSIONES.....	127
7.	RECOMENDACIONES.....	129
8.	BIBLIOGRAFIA.....	130
9.	APENDICE.....	148

HOYOS, P.H. Características nutritivas y botánicas de sabana nativa sin quema suplementada con leguminosa en los llanos orientales de Colombia. Carimagua, Meta, Colombia, Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 1987.

Palabras claves: Sabana, calidad nutritiva, carga animal, selectividad, ganancias de peso.

## RESUMEN

En el ecosistema de sabana isohipertérmica bien drenada en los llanos orientales de Colombia se realizó un estudio entre el 20 de junio/85 al 20 de enero/86 para determinar el efecto del nivel de leguminosa en los atributos de calidad del forraje ofrecido y seleccionado y ganancias de peso. En el forraje ofrecido se determinó digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), proteína cruda (PC), fibra neutral detergente (FND), fibra neutral indigerible (FNI), calcio (Ca), fósforo (P) y zinc (Zn). En el forraje seleccionado se determinó (DIVMS, PC, FND, FNI, Ca y S). Se realizaron cinco evaluaciones en el tiempo con frecuencias de dos meses. En cada fecha de evaluación se midió disponibilidad de forraje (botanal), composición botánica y calidad del forraje ofrecido y seleccionado y se registró el peso de los animales. La sabana nativa se manejó sin quema y fue suplementada con dos niveles de Stylosanthes capitata (cv capica) sembrado en forma de franjas en la sabana (1.500 y 2.250 m<sup>2</sup> de S. capitata por animal experimental). Se utilizó pastoreo continuo con cargas de 0,33, 0,66, 1,0 y 1,33 an ha<sup>-1</sup> en el nivel 1.500 y cargas de 0,66 y 1,0 an ha<sup>-1</sup> en el nivel 2.250. El tratamiento testigo se manejó con quema secuencial y carga de 0,33 an ha<sup>-1</sup>. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA) con siete tratamientos y dos repeticiones.

Los resultados de este estudio indicaron que al incrementar la carga animal disminuyó ( $P < 0,0001$ ) la disponibilidad de gramínea y material muerto mientras la leguminosa tendió a aumentar. La disponibilidad de gramínea (3.991 kg de M.S. animal<sup>-1</sup>) no fue un factor limitante del consumo. En contraste, la disponibilidad de Stylosanthes capitata fue muy baja (74 kg M.S. an<sup>-1</sup>) y sólo contribuyó con el 1% de la dieta seleccionada por el animal. Debido a la baja proporción de leguminosa en la pastura (1,4%) no se presentaron diferencias ( $P > 0,10$ ) en ganancias de peso entre los niveles 1.500 y 2.250 m<sup>2</sup> de S. capitata disponible por animal (45,2 y 83,6 g an<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, respectivamente). Las mejores ganancias de peso se lograron con la carga animal baja (0,33 an ha<sup>-1</sup>) en los tratamientos de quema y no quema (312 y 160 g an<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> respectivamente) asociadas con una mayor disponibilidad de hojas de gramínea. El animal

seleccionó básicamente gramínea verde (96,7%) con una alta proporción de hoja (90,3%). Las proporciones de hojas bajaron ( $P < 0,05$ ) durante el período seco (86%). Las hojas de gramíneas rastreras o de porte bajo mostraron mejor calidad ( $P < 0,0001$ ) que las gramíneas erectas en términos de DIVMS (39,9 vs 23,5%), proteína cruda (7,9 vs 5,2%), calcio (0,18 vs 0,11%), fósforo (0,10 vs 0,06%), zinc (25,7 vs 14,8 mg/lt) y un menor contenido de fibra neutral indigerible (33 vs 51,7%). Sin embargo las gramíneas rastreras contribuyeron sólo con el 4,6% a la biomasa total de gramínea disponible. La carga animal no tuvo ningún efecto ( $P > 0,10$ ) en la calidad del forraje seleccionado. En contraste fue evidente un efecto de repetición en la disponibilidad de gramínea y leguminosa ( $P < 0,05$ ), en el contenido de proteína del forraje ofrecido y seleccionado ( $P < 0,01$ ) y en las ganancias de peso ( $P < 0,01$ ), siendo superior en todos los casos la repetición 2.

Las gramíneas nativas mostraron valores bajos en proteína cruda (4,5%) sin embargo la dieta seleccionada por los animales tuvo un contenido de proteína aceptable (7,6%). El factor nutricional que más limitó las ganancias de peso vivo fue la baja digestibilidad in vitro del forraje ofrecido (21,7%) y seleccionado (32%), lo cual estuvo muy asociado con los altos contenidos de FNI (56,4 y 44,5% respectivamente). Se concluye que la energía es el factor nutricional que más limita la producción animal en los ecosistemas de sabana isohipertérmica bien drenada como una consecuencia de la baja digestibilidad de las gramíneas nativas.

Un segundo estudio fue realizado a finales de la estación lluviosa (del 26 nov. al 10 dic/85), con el fin de determinar la composición florística de la sabana, la frecuencia de presencia (FP), la frecuencia de consumo (FC) de las especies bajo pastoreo, la disponibilidad y calidad de las principales especies de gramínea. Así mismo, se determinó el índice de selectividad (IS) de las especies mediante el uso de animales fistulados del esófago. El índice de selectividad de las especies (IS) se estimó con base en el porcentaje de las hojas identificadas en la extrusa. Se utilizó un diseño de BCA con dos repeticiones y análisis de regresión lineal para el análisis de datos.

Un total de 89 especies nativas fueron identificadas, constituyendo las gramíneas la vegetación dominante. El índice de preferencia (IP) medido como la relación (FC/FP) indicó que los animales tienen preferencia por el componente gramínea.

Los análisis de regresión entre FC y FP para los géneros Panicum, Thrasya, Trachypogon, Eragrostis, Andropogon y Axonopus mostraron altos IP (0,71 a 0,85) con un  $r^2 = 0,96$ . En contraste, los géneros Rynchospora, Aristida, Setaria, Homolepsis y Leptocoryphium presentaron bajos IP (0,14 a 0,35) y  $r^2$  bajos (0,35 a 0,64). Cuando se hizo el análisis de regresión para las seis especies de gramínea de mayor disponibilidad (68% del forraje ofrecido) se encontró un alto IP (0,82) con un  $r^2 = 0,96$  y  $P < 0,0001$ , mientras las especies de baja disponibilidad mostraron bajo IP (0,26) y bajo  $r^2$  (0,37). El bajo IP y  $r^2$  de este grupo se explicó por la alta variabilidad en la FC de las gramíneas erectas de baja disponibilidad. Esto se confirmó cuando se comparó en forma global especies rastreras (todas de baja disponibilidad) vs especies erectas mostrando las rastreras un mejor IP que las erectas (0,79 vs 0,45) con valores de  $r^2$  de 0,95 y 0,56 respectivamente. A pesar de que los animales mostraron mayor IP por las gramíneas rastreras, en la dieta apareció una mayor proporción de especies erectas asociado con mayor disponibilidad. Las especies de mayor selectividad fueron Andropogon bicornis, Trachypogon vestitus, Eragrostis maypurensis, Andropogon leucostachyus, Andropogon selloanus, Schyzachyrium hirtiflorum y Panicum trichantum. Se concluye que el animal selecciona preferencialmente especies de mayor calidad siempre y cuando no exista limitante en su disponibilidad para ser consumidas. El factor que más afectó la selectividad de las especies fué la disponibilidad de forraje.

HOYOS P., H. Nutritive and botany characteristics of native savanna unburned under supplementation with legume in the eastern plains of Colombia, Carimagua, Meta, Colombia. Master of Science Thesis. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 1987.

Key words: Savanna, nutritive quality, stocking rate, selectivity, liveweight gain.

## SUMMARY

The effect of legume availability on the quality of available forage and on that selected by grazing animals, and on liveweight gain (LWG) was studied in a well drained isohyperthermic savanna ecosystem in the llanos orientales of Colombia, between June 20, 1985 to January 20, 1986. *In vitro* dry matter disappearance (IVDMD), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), potentially indigestible neutral detergent fiber (INDF), calcium (Ca), phosphorus (P) and zinc (Zn) were determined in the available forage, whereas in extrusa samples only IVDMD, CP, NDF, INDF, Ca, and sulphur (S) were analyzed. A total of five evaluations were made with a two-month interval. In each sampling date, forage availability, botanical composition, quality of the forage on offer and select and LWG were measured. Savanna vegetation was managed with no burning, and was supplemented with either 1.500 or 2.250 m<sup>2</sup> of *Stylosanthes capitata* (Sc) per animal, sown in strips. A continuous grazing system was utilized with stocking rates of either 0,33, 0,66, 1,0 or 1,33 an ha<sup>-1</sup> in the case of 1.500 m<sup>2</sup> of Sc, and either 0,66, or 1,0 an ha<sup>-1</sup> in the case of 2.250 m<sup>2</sup> of Sc. Additionally, there was a control managed under sequential burning with a stocking rate of plot 0,33 an ha<sup>-1</sup>. The experimental design utilized was a Randomized Complete Block (RCB) with seven treatments, and two replications.

Green grass and forage dead material availabilities declined ( $P < 0,0001$ ) as stocking rate increased, but Sc availability tended to increase. The availability of green grass material (3991 kg DM an<sup>-1</sup>) was not limiting for intake, and the amount of available Sc was very low (74 kg DM an<sup>-1</sup>) and accounted only for 1% of the total intake. Due to the low proportion of Sc in the available forage (1,4%), no differences were detected when 1.500 and 2.250 m<sup>2</sup> of Sc an<sup>-1</sup> were compared (45,2 and 83,6, respectively). The highest LWG corresponded to the lowest stocking rate (0,33 an ha<sup>-1</sup>), with 312 and 160 g an<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> for the burning and unburning treatments, respectively. Apparently, these higher gains were related to a greater availability of grass leaves. Animals tended to select green grass material

(96,7%), specially the leaves (90,3%). However, the proportion of leaves in the diet declined ( $P < 0,05$ ) during the dry season to 86%. IVDMD, CP, Ca, P and Zn were higher in creeping than erect grasses (39,9 vs 23,5%, 7,9 vs 5,2%, 0,18 vs 0,11%, 0,10 vs 0,06% and, 25,7 vs 14,8 mg kg<sup>-1</sup>, respectively). Also, the INDF content was lower in creeping grasses (33,0 vs 51,7%). However, creeping grasses accounted for only 4,6% of the total available grass biomass. stocking rate did not affect diet quality. In contrast, differences between replications were detected in grass an Sc availability ( $P < 0,05$ ), and in CP content in the available and selected forage ( $P < 0,01$ ) and LWG ( $P < 0,01$ ).

In average, native savanna grasses showed a low CP content (4,5%), but the CP concentration in the diet was higher (7,6%). The main nutritional restriction for LWG was the low IVDMD in the available and selected forage (21,7 and 32,0%, respectively), which were closely related to the high INDF (56,4 and 44,5%, respectively). In conclusion, energy is the most limiting nutritional factor for animal production in well drained isohyperthermic savanna ecosystems.

A second experiment was carried out at the end of the rainy season (November 26 to December 10), to evaluate the botanical composition of the savanna vegetation, the presence (PF) and consumption frequencies (CF) under grazing, and the availability and nutritive value for the predominant grass species. Also, the selection index (SI) using esophageal fistulated steers. SI was determined based on the percentages of leaves identified in extrusa samples. These measurements were made only in those plots having 1.500 m<sup>2</sup> of Sc an<sup>-1</sup>, plus in the control plots. Data were analyzed as a RCB design, with two replications, and by linear regression analysis.

Eighty-nine native species were identified, the majority of these were grasses. The preference index (PI) measured as the ratio CF/PF indicated that grazing animals had preference for grass species .

Regression analysis of CF on PF, performed by genus, showed that Panicum, Thrasya, Trachypogon, Eragrostis, Andropogon and Axonopus had a high PI (0,71 to 0,85). In contrast, Rynchospora, Aristida, Setaria, Homolepsis and leptocoryphium had low PI (0,14 to 0,35). When the same analysis were run for the six species with the highest availability and those with the lowest availability, the estimated PI's were in average of 0,82 and 0,26, respectively. By the other hand, the estimated PI's for

creeping and erect grasses were 0,79 and 0,45, respectively. Eventhough the animals showed a higher PI for creeping grasses, a greater proportion of erect grasses was found in extrusa samples, as a result of their higher availability. The most palatable species identified were Andropogon bicornis, Trachypogon vestitus, Eragrostis maypurensis, Andropogon leucostachyus, Andropogon selloanus, Schysachyrium hirtiflorum and Panicum trichantum. In conclusion, grazing animals select higher quality species if availability is not a serious constrain, indicating that forage availability was the most important factor determining selectivity by grazing animals.



## LISTA DE CUADROS

En el texto

<u>Cuadro No.</u>		<u>Página</u>
1	Manejo del pastoreo en el periodo pre-experimental y experimental.....	28
2	Tratamientos utilizados en el estudio I...	29
3	Secuencia de quemas en las cuatro áreas del tratamiento testigo.....	31
4	Numero de marcos muestrales utilizados por parcela experimental para estimar disponibilidad de forraje....	35
5	Análisis de varianza correspondiente al modelo I.....	39
6	Análisis de varianza correspondiente al modelo II.....	40
7	Efecto de carga animal en la disponibilidad de los componentes de la sabana nativa sin quema más leguminosa ( <i>S. capitata</i> ) bajo pastoreo continuo a través del tiempo.....	45
8	Disponibilidad en el tiempo de gramínea, leguminosa ( <i>S. capitata</i> ), malezas de hoja ancha (MHA) en sabana nativa sin quema y suplementada con 1.500 m <sup>2</sup> de <i>S. capitata</i> animal <sup>-1</sup> bajo pastoreo continuo.....	46
9	Disponibilidad de gramínea y leguminosa en sabana nativa sin quema más leguminosa ( <i>S. capitata</i> ) por repetición bajo pastoreo continuo.....	49
10	Características físicas y químicas del suelo experimental (Yopare-Carimagua).....	52
11	Efecto de carga animal en área de suelo descubierta en el tiempo en sabana nativa sin quema más leguminosa bajo pastoreo continuo.....	53

	<u>Página</u>	
12	Efecto de carga animal en el porcentaje de gramínea y leguminosa ( <u>S. capitata</u> ) ofrecida y seleccionada en sabana nativa sin quema más leguminosa bajo pastoreo continuo.....	56
13	Relación porcentual del forraje ofrecido y seleccionado por componentes en el tiempo a través de carga, niveles de leguminosa en sabana más leguminosa bajo pastoreo continuo.....	57
14	Proporción de hojas y tallos en la gramínea seleccionada en el tiempo en sabana nativa bajo pastoreo continuo a través de quema, nivel de leguminosa y carga animal.....	58
15	Efecto de carga animal en la digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca (DIVMS), fibra neutral indigerible (FNI) y proteína cruda (PC) del forraje ofrecido y seleccionado a través del tiempo en sabana nativa más leguminosa ( <u>S. capitata</u> ) bajo pastoreo continuo.....	60
16	Efecto de la carga animal en la calidad de la planta entera de leguminosa ( <u>S. capitata</u> ).....	64
17	Efecto de carga animal y repetición en la digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca (DIVMS) ofrecida y seleccionada a través del tiempo en sabana nativa más leguminosa ( <u>S. capitata</u> ) bajo pastoreo continuo.....	65
18	Efecto de carga animal y repetición en la fibra neutral indigerible (FNI) ofrecida y seleccionada a través del tiempo en sabana nativa sin quema más leguminosa ( <u>S. capitata</u> ) bajo pastoreo continuo.....	66
19	Efecto de carga animal y repetición en el contenido de calcio (Ca) del forraje ofrecido y seleccionado a través del tiempo en sabana nativa sin quema más leguminosa bajo pastoreo continuo.....	67

	<u>Página</u>	
20	Efecto de carga animal y repetición en la proteína ofrecida y seleccionada a través del tiempo en sabana nativa sin quema más leguminosa ( <u>S. capitata</u> ) bajo pastoreo continuo.....	68
21	Efecto de la carga animal y el área de leguminosa en el contenido de calcio (Ca), fósforo (P) y zinc (Zn) del forraje en oferta y en el de calcio y azufre (S) del forraje seleccionado .....	72
22	Efecto de tratamiento y repetición en el consumo de sal mineralizada por novillos en sabana nativa sin quema más leguminosa ( <u>S. capitata</u> ) .....	73
23	Efecto de carga animal y repetición en la disponibilidad de hojas de gramínea erecta y gramínea rastrera ofrecida en sabana nativa más leguminosa ( <u>S. capitata</u> ) bajo pastoreo continuo.....	76
24	Efecto de la carga animal en la digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca (DIVMS), fibra neutral indigerible (FNI) y proteína cruda (PC) en hojas de gramínea erecta (GE) y gramínea rastrera (GR) en sabana nativa sin quema más leguminosa ( <u>S. capitata</u> ) bajo pastoreo continuo.....	77
25	Efecto de la carga animal en el contenido de calcio (Ca), fósforo (P) y zinc (Zn) en hojas de gramínea erecta (GE) y gramínea rastrera (GR) de sabana nativa sin quema más leguminosa ( <u>S. capitata</u> ) bajo pastoreo continuo.....	78
26	Efecto de la época de quema (Q) en la disponibilidad de gramínea, digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca (DIVMS) y proteína de hojas de sabana nativa bajo pastoreo continuo y carga de 0,33 animales ha <sup>-1</sup> .....	82

	<u>Página</u>	
27	Efecto de la quema (Q) en la digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca (DIVMS), fibra neutral indigerible (FNI) y fibra neutral detergente (FND) en el forraje seleccionado en sabana nativa bajo pastoreo continuo con carga de 0,33 animales ha <sup>-1</sup> .....	87
28	Efecto de la quema (Q) en la proteína cruda (PC), calcio (Ca) y azufre (S) en el forraje seleccionado en sabana nativa bajo pastoreo continuo con carga de 0,33 animales ha <sup>-1</sup> .....	88
29	Efecto de carga animal y repetición en las ganancias de peso en sabana nativa sin quema más leguminosa ( <u>S. capitata</u> ) bajo pastoreo continuo.....	89
30	Correlaciones entre ganancia de peso y algunas variables nutricionales en sabana nativa sin quema más leguminosa ( <u>S. capitata</u> ) bajo pastoreo continuo.....	94
31	Proporción de especies, frecuencia de presencia (FP) e índice de preferencia (IP) de la sabana nativa suplementada con 1.500 m <sup>2</sup> de <u>S. capitata</u> animal <sup>-1</sup> .....	95
32	Efecto de carga animal en el índice de preferencia (IP) y frecuencia de presencia (FP) de las especies de sabana nativa sin quema más leguminosa (1.500 m <sup>2</sup> de <u>S. capitata</u> an <sup>-1</sup> ) bajo pastoreo continuo.....	98
33	Coefficientes de correlación (r) para frecuencia de presencia (FP) y frecuencia de consumo (FC) según orden de posición ocupado por las gramíneas nativas en las cargas del nivel 1.500 m <sup>2</sup> de leguminosa animal <sup>-1</sup> .....	100
34	Índice de preferencia relativa (IPR) de las principales especies de sabana nativa sin quema más leguminosa (1.500 m <sup>2</sup> de <u>S. capitata</u> animal <sup>-1</sup> ) bajo pastoreo continuo.....	101

	<u>Página</u>
35	Efecto de época de quema en el índice de preferencia (IP) y frecuencia de presencia (FP) de las especies de sabana nativa bajo pastoreo continuo..... 102
36	Efecto de repetición en el índice de preferencia (IP) y frecuencia de presencia (FP) de las gramíneas nativas a través de niveles de suplementación, y carga animal ..... 104
37	Efecto de la carga animal en la disponibilidad de forraje de las principales gramíneas nativas suplementadas con 1.500 m <sup>2</sup> de <u>S. capitata</u> animal <sup>-1</sup> bajo pastoreo continuo y sin quema..... 105
38	Efecto de repetición en la disponibilidad de forraje de las principales gramíneas nativas suplementadas con 1.500 m <sup>2</sup> de <u>S. capitata</u> animal <sup>-1</sup> bajo pastoreo continuo y sin quema..... 106
39	Análisis químico en hojas de gramíneas rastreras de sabana nativa sin quema bajo pastoreo continuo con diferentes niveles de carga animal y suplemento de leguminosa ( <u>S. capitata</u> ) al inicio de la época seca (dic/85). Grupo I..... 113
40	Análisis químico en hojas de gramíneas erectas de sabana nativa sin quema bajo pastoreo continuo con diferentes niveles de carga animal y suplemento de leguminosa ( <u>S. capitata</u> ) al inicio de la época seca (dic/85). Grupo II..... 114
41	Análisis químico en hojas de gramíneas erectas de sabana nativa sin quema bajo pastoreo continuo con diferentes niveles de carga animal y suplemento de leguminosa ( <u>S. capitata</u> ) al inicio de la época seca (dic/85). Grupo III..... 115
42	Comparaciones de calidad nutritiva de tres grupos de gramíneas nativas al inicio de la época seca (dic/85) en sabana manejada sin quema y suplementada con leguminosa (1.500 y 2.250 m <sup>2</sup> leg. animal <sup>-1</sup> )..... 116

	<u>Página</u>	
43	Agrupación de especies en base al porcentaje de presencia de cada especie en la dieta seleccionada por el animal en sabana nativa bajo pastoreo continuo a través de quema, niveles de carga y suplemento de leguminosa (1.500 m <sup>2</sup> <u>S. capitata</u> animal <sup>-1</sup> ).....	119
44	Resumen de disponibilidad, frecuencia de presencia (FP), índice de preferencia (IP) e índice de selectividad (IS) de las principales especies de sabana nativa suplementada con leguminosa ( <u>S. capitata</u> ) a través de quema y carga animal bajo pastoreo continuo.....	120

En el Apéndice  
Cuadro N<sup>o</sup>

1a	Agrupación por géneros de las especies nativas estudiadas en la dieta seleccionada por el animal.....	149
2a	Frecuencia de presencia (FP) e índice de preferencia (IP) de gramíneas nativas en una sabana sin quema y suplementada con leguminosa (1.500 m <sup>2</sup> de <u>S. capitata</u> an <sup>-1</sup> bajo pastoreo continuo.....	150
3a	Frecuencia de presencia (FP) e índice de preferencia (IP) de leguminosas en una sabana sin quema y suplementada con 1.500 m <sup>2</sup> de <u>S. capitata</u> an <sup>-1</sup> bajo pastoreo continuo.....	151
4a	Frecuencia de presencia (FP) e índice de preferencia (IP) de malezas de hoja angosta (ciperáceas) en una sabana sin quema y suplementada con 1.500 m <sup>2</sup> de <u>S. capitata</u> an <sup>-1</sup> bajo pastoreo continuo.....	152
5a	Frecuencia de presencia (FP) e índice de preferencia (IP) de malezas de hoja ancha en una sabana sin quema y suplementada con leguminosa (1.500 m <sup>2</sup> de <u>S. capitata</u> an <sup>-1</sup> ) bajo pastoreo continuo.....	153

## LISTA DE FIGURAS

### En el texto

<u>Figura No.</u>		<u>Página</u>
1	Orinoquia y amazonia colombiana.....	25
2	Comparación de la precipitación semanal de 1985 <u>vs</u> el período 1974-1985 en la Estación Experimental ICA-CIAT Carimagua (datos promedios obtenidos a partir de la precipitación diaria).....	26
3	Distribución espacial de los tratamientos.....	30
4	Comparación del balance hidrico de 1985 <u>vs</u> el período de 1974 a 1985 en la Estación Experimental ICA-CIAT Carimagua (datos promedios obtenidos a partir del balance hidrico diario).....	33
5	Disponibilidad de gramínea por repetición en el tiempo en sabana nativa sin quema y suplementada con 1.500 m <sup>2</sup> de <u>S. capitata</u> por animal bajo pastoreo continuo.....	50
6	Efecto de repetición en la disponibilidad de leguminosa ( <u>S. capitata</u> ) en el tiempo en sabana nativa bajo pastoreo continuo a través de niveles de carga animal y leguminosa.....	51
7	Composición botánica del forraje ofrecido y seleccionado en sabana nativa sin quema bajo pastoreo continuo a través de niveles de carga animal y leguminosa ( <u>S. capitata</u> )....	55
8	Contenido de fibra neutral detergente (FND) fibra neutral indigerible (FNI) y digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca (DIVMS) en el forraje ofrecido (gramínea entera) y seleccionado en el tiempo en sabana nativa sin quema bajo pastoreo continuo a través de niveles de carga animal y leguminosa ( <u>S. capitata</u> ).....	61

9	Contenido de proteína cruda (PC) del forraje ofrecido (gramínea entera) y seleccionado en el tiempo en sabana nativa sin quema bajo pastoreo continuo a través de niveles de carga animal y leguminosa ( <u>S. capitata</u> )....	62
10	Efecto de carga animal y repetición en la digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca (DIVMS) seleccionada en sabana nativa sin quema más leguminosa (1.500 m <sup>2</sup> de <u>S. capitata</u> an <sup>-1</sup> ) bajo pastoreo continuo.....	70
11	Efecto de la repetición en la proteína seleccionada en el tiempo en sabana nativa bajo pastoreo continuo a través de niveles de carga animal y leguminosa ( <u>S. capitata</u> ).....	71
12	Disponibilidad de gramínea erecta y rastrojera en el tiempo en sabana nativa sin quema bajo pastoreo continuo a través de niveles de carga animal y leguminosa ( <u>S. capitata</u> ).....	75
13	Porcentaje de digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca (DIVMS) y proteína cruda (PC) en hojas de gramínea erecta y rastrojera en sabana nativa sin quema bajo pastoreo continuo a través de niveles de carga animal y leguminosa ( <u>S. capitata</u> ) en dos evaluaciones.....	79
14	Porcentaje de digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca (DIVMS) y proteína cruda (PC) en el tiempo en planta entera de gramínea erecta y rastrojera en sabana nativa sin quema bajo pastoreo continuo a través de niveles de carga animal y suplemento de leguminosa ( <u>S. capitata</u> ).....	81
15	Efecto de época de quema (Q) en la disponibilidad de gramínea en sabana nativa bajo pastoreo continuo y carga de 0,33 animal ha <sup>-1</sup> .....	83
16	Efecto de época de quema (Q) en la digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca (DIVMS) en hojas de gramíneas en sabana nativa bajo pastoreo continuo y carga de 0,33 animales ha <sup>-1</sup> .....	84



17	Efecto de época de quema (Q) en el contenido de proteína en hojas de gramínea en sabana nativa bajo pastoreo continuo y carga de 0,33 animales ha <sup>-1</sup> .....	85
18	Efecto de la carga animal (0,33; 0,66; 1,00 y 1,33 animales ha <sup>-1</sup> ) en las ganancias de peso en el tiempo en sabana nativa sin quema bajo pastoreo continuo y leguminosa (1.500 m <sup>2</sup> de <u>S. capitata</u> animal <sup>-1</sup> ).....	90
19	Efecto de repetición en las ganancias de peso en el tiempo en sabana nativa bajo pastoreo continuo sin quema a través de niveles de carga animal y leguminosa ( <u>S. capitata</u> ).....	92
20	Relación de frecuencia de consumo y frecuencia de presencia por géneros en sabana nativa sin quema bajo pastoreo continuo a través de niveles de carga animal (0,33; 0,66; 1,00 y 1,33 an ha <sup>-1</sup> ) y uso de 1.500 m <sup>2</sup> de <u>S. capitata</u> animal <sup>-1</sup> ..	97
21	Relación de frecuencia de consumo y frecuencia de presencia para especies de disponibilidad baja en sabana nativa sin quema bajo pastoreo continuo a través de niveles de carga animal (0,33, 0,66; 1,00 y 1,33 an ha <sup>-1</sup> ) y uso de 1.500 m <sup>2</sup> de <u>S. capitata</u> an <sup>-1</sup> .....	108
22	Relación de frecuencia de consumo y frecuencia de presencia para especies de disponibilidad alta en sabana nativa sin quema bajo pastoreo continuo a través de niveles carga animal (0,33, 0,66; 1,00 y 1,33 n ha <sup>-1</sup> ) y uso de 1.500 m <sup>2</sup> de <u>S. capitata</u> animal <sup>-1</sup> .....	109
23	Relación de frecuencia de consumo y frecuencia de presencia de las gramíneas nativas según hábito de crecimiento en sabana sin quema bajo pastoreo continuo a través de niveles de carga animal (0,33; 0,66; 1,00 y 1,33 an ha <sup>-1</sup> ) y uso de 1.500 m <sup>2</sup> de <u>S. capitata</u> an <sup>-1</sup> .....	111

24	Agrupación de especies de sabana nativa en base al porcentaje de presencia de cada especie en la dieta seleccionada por el animal.....	118
----	--	-----

## 1. INTRODUCCION

De los 4.950 millones de hectáreas de suelos tropicales que existen en el mundo, 1.557 millones se encuentran en América tropical. El 51,5% de América tropical lo conforman extensas áreas de sabana y bosques caducifolios (Sánchez, 1981).

Los ecosistemas de sabana de América tropical se caracterizan por tener suelos ácidos de baja fertilidad clasificados en su mayor parte como oxisoles y ultisoles, los cuales presentan deficiencias de fósforo, nitrógeno, potasio, azufre, calcio, magnesio y zinc, además de toxicidad por aluminio y alta fijación de fósforo (Sánchez y Salinas, 1983). Las condiciones anteriores, asociadas con la estacionalidad climática caracterizada por épocas secas bien definidas con alta temperatura y radiación solar, limitan notablemente la calidad y productividad del forraje y por ende la producción animal (Paladines, 1975).

El Programa de Pastos Tropicales del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) inició desde 1970 una secuencia de investigaciones dirigidas a la búsqueda de alternativas para mejorar la productividad de la sabana nativa de los llanos de Colombia. En general, estudios de fertilización, pastoreo rotacional y suplementación con úrea-melaza no resultaron en incrementos significativos en producción animal. Paladines y Leal (1979) observaron que la quema secuencial cada dos meses bajo pastoreo continuo, produjo importantes mejoras en las ganancias de peso ( $95 \text{ kg an}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ).

Se ha enfatizado que uno de los factores más limitantes de la producción animal en zonas tropicales es el bajo contenido de proteína de las gramíneas cuando maduran y en época seca (Minson y Milford, 1967; Siebert y Kennedy, 1972). Para corregir estas deficiencias se ha propuesto el uso de

bancos de leguminosa, particularmente como complemento de pasturas nativas (Shaw, 1961; Norman y Stewart, 1965-1967; Tergas y Lascano, 1982; Tergas et al., 1983). Con el uso de bancos como complemento de sabana nativa manejada con quema en los llanos orientales de Colombia, se han logrado aumentos de un 20 a 30% en ganancia de peso en relación a la sabana sola. Sin embargo, en estos estudios ha sido evidente una degradación gradual de los bancos, especialmente en términos de invasión de malezas por efecto de un alto reciclaje de nitrógeno (Lascano y Spain, 1986)

Una alternativa a los bancos de leguminosa es la introducción de estas especies a la sabana, sembrándolas en franjas. Se espera que la leguminosa corrija deficiencias de proteína en la dieta y, por lo tanto, estimule un mayor consumo de las gramíneas nativas. Además con esta estrategia se pretende lograr una utilización más eficiente de la energía acumulada en la biomasa y consecuentemente incrementar la capacidad de carga de la sabana.

Para probar lo anterior, se diseñó un experimento en el cual la sabana nativa no quemada se complementó con diferentes áreas de franjas de leguminosa (S. capitata cv. Capica). Los objetivos específicos del experimento fueron:

- 1) Determinar el efecto de área de leguminosa disponible por animal sobre la calidad del forraje ofrecido y seleccionado y las ganancias de peso
- 2) Determinar la composición florística, preferencia y selectividad de las especies nativas bajo pastoreo, y su relación con calidad y disponibilidad de forraje.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Diferencias entre las sabanas de América, Africa y Australia tropical

La información disponible sobre el manejo y utilización de sabanas en Sur Africa y Rodesia subtropical y en Australia tropical es amplia, comparada con aquella existente para las sabanas tropicales de América (Paladines, 1975). La extrapolación de resultados de las sabanas de Africa y Australia al trópico americano puede conducir a interpretaciones erróneas debido a diferencias en las características climáticas y de vegetación propias de dichos ecosistemas.

Tres diferencias básicas han sido establecidas entre las sabanas de América y Africa (Tainton, 1981; O'Donovan et al, 1982):

1) La sabana africana es un subclímax creado por la baja precipitación pluvial y el fuego a partir de una vegetación arbórea, mientras que la sabana americana se aproxima a una vegetación climax constituida principalmente por gramíneas de porte bajo, consecuencia de la baja fertilidad del suelo y mantenida por la quema frecuente.

2) Las gramíneas de las sabanas subtropical y tropical africana (donde predominan los géneros Heteropogon, Hyparrhenia y Cynodon) son mejor consumidas por el ganado en la época de crecimiento activo que las del trópico americano (donde predominan gramíneas del género Andropogon, Trachypogon, Aristida y Leptocoryphium)

3) La sabana africana está altamente influenciada por la baja precipitación pluvial (alrededor de 750 mm) distribuida entre cuatro a seis meses del año, mientras que las sabanas tropicales americanas generalmente exceden los

1.000 mm de lluvia, distribuidos entre siete a diez meses del año.

Por otro lado, las sabanas australianas también difieren de las sabanas del trópico americano tanto en vegetación, como en características climáticas y de suelo (Sánchez e Isbell, 1978). Las principales diferencias son:

1) Los suelos de las sabanas australianas son mayormente alfisoles y vertisoles, con baja capacidad de fijación de fósforo y un nivel de bases intercambiables generalmente altas. En contraste, en las sabanas de América tropical predominan los oxisoles y ultisoles, con alta saturación de aluminio y un bajo nivel de bases intercambiables, el cual se traduce en deficiencias de P, Ca, Mg, K y S y de algunos microelementos.

2) El clima de las sabanas australianas se caracteriza por una estación seca de seis a ocho meses con temperaturas bajas incluyendo heladas, mientras aquellos de América tropical presentan de cuatro a seis meses de sequía sin heladas.

3) En los trópicos australianos con más de 500 mm de precipitación anual predominan sabanas arbóreas y gramíneas de alto valor nutritivo que son bien consumidas por el ganado, en donde se destacan las de los géneros Heteropogon, Themeda y Bothriochloa, mientras en América tropical predominan sabanas graminoides de bajo valor nutritivo en donde se destacan como ya se dijo los géneros Andropogon, Trachypogon, Leptocoryphium, Aristida y Panicum que incluyen en su mayor parte especies de bajo consumo por el ganado.

## 2.2 Clasificación de las sabanas americanas y composición florística

La vegetación natural de Sur América tropical ha sido clasificada en cinco subregiones climáticas, a saber: bosque tropical lluvioso, bosque semi-siempre-verde estacional, sabanas isohipertérmicas, sabanas isotérmicas y bosque caducifolio estacional (Cochrane et al, 1985). Esta clasificación se basó en la temperatura promedio y la evapotranspiración potencial de la estación lluviosa. Este sistema fue adoptado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) para probar germoplasma de pasturas promisorias en ecosistemas mayores (Toledo, 1982). Las sabanas de América tropical cubren aproximadamente 200 millones de hectáreas, de las cuales 149 millones corresponden a sabanas isohipertérmicas y 51 millones a sabanas isotérmicas (Cochrane, 1986). Existe gran variabilidad en las sabanas tropicales americanas, tanto en su composición florística como en las especies consumidas por el ganado, desde los Campos Cerrados del Brasil que se caracterizan por una vegetación compleja herbácea arbustiva arbórea (Escuder et al, 1979) hasta la vegetación graminoide de los llanos colombo-venezolanos (Rizzini, 1971).

Las sabanas colombo-venezolanas abarcan una superficie de 46,2 millones de hectáreas de las cuales el 60% corresponden a sabanas de Trachypogon (San José, 1986). Sin embargo, existen notables diferencias en la composición florística según la región (Blydenstein, 1967; San José, 1986). Tres tipos de sabanas han sido reconocidos en los llanos venezolanos (Ramia, 1967):

- 1) Sabanas de Trachypogon
- 2) Sabanas de bancos, bajíos y esteros
- 3) Sabanas de Paspalum fasciculatum

Las sabanas de Trachypogon y Paspalum fasciculatum se caracterizan por tener una especie dominante en contraste con

las sabanas de bancos, bajíos y esteros en donde no existe dominancia de una especie en particular. El 80% de estas tres últimas unidades fisiográficas corresponde a bajíos y el 20% restante a bancos y esteros (Nazon y López, 1981; San José, 1986).

Los bancos por su origen lo conforman franjas de terreno altas y largas de textura franco-arenosa, mientras las sabanas de bajíos, esteros y Trachypogon se ubican en orden creciente de inundación, con texturas arcillosas. Las sabanas de Paspalum fasciculatum se encuentran principalmente a lo largo de las riberas de los ríos y presentan los más altos niveles de inundación con textura generalmente limosa (Ramia, 1966).

El "Campo Limpo" que es una modificación de la vegetación del Cerrado, presenta abundancia de especies nativas de los géneros Paspalum, Panicum, Andropogon, Echinolaema que son especies accesorias en el Cerrado. También son comunes los géneros Aristida, Eragrostis, Ctenium (Ferreira, 1980). Entre las especies representativas de "Campo Limpo" se encuentran: Eragrostis sólida, Aristida palens, A. setifolia, Andropogon acuminatus, Paspalum inflexa (Rizzini, 1971).

En la sabana de bancos de los llanos venezolanos predominan especies como: Andropogon selloanus, Aristida capillacea, Axonopus purpusii, Elyonurus tripsacoides, Eragrostis acutiflora, Imperata brasiliensis, Leptocoryphium lanatum, Panicum trichantum, Paspalum chaffanjonii, P. plicatulum, P. stellatum, P. virgatum y Sporobolus cubensis. Son típicas de los bancos algunas plantas como: Hyptis suaveolens y Vernonia brasiliensis (Ramia, 1966).

Los llanos orientales de Colombia se dividen en cuatro subregiones: la altillanura plana, la altillanura ondulada y



serranía, los aluviones viejos inundadizos y el piedemonte y terrazas aluviales (Sanchez y Cochrane, 1980)

De acuerdo a la composición florística se reconocen 10 tipos de sabanas en los llanos orientales de Colombia (Blydenstein, 1967). En las sabanas bien drenadas, donde se realizó el presente estudio, predominan las especies Trachypogon vestitus y Paspalum pectinatum, destacándose además, los géneros Trachypogon, Andropogon, Axonopus, Paspalum y Leptocoryphium (Blydenstein, 1967; Paladines, 1975; Tanaka et al, 1986).

No se tiene información en los llanos orientales de Colombia sobre las especies nativas seleccionadas por el animal en pastoreo. En cambio, en los los Cerrados del Brasil (Ferreira et al., 1972; Neto, 1976; Macedo, et al., 1978; Escuder et al., 1979) se ha observado que las especies más consumidas por el ganado durante la estación lluviosa son: Paspalum notatum, Hyparrhenia rufa y Melinis minutiflora, y que durante el periodo seco el consumo de hojas de árboles y arbustos representa hasta el 69% de la dieta seleccionada.

### 2.3. Productividad de las sabanas americanas

La productividad forrajera de las sabanas americanas es muy variable. Así por ejemplo las sabanas de Trachypogon en Venezuela producen entre 2,76 a 4,92 toneladas métricas (tm) de materia seca (M.S.)  $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$  (Blydenstein, 1963), mientras la producción de biomasa de bancos, bajíos y esteros supera las 8 tm de M.S.  $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$  (Escobar y González, 1975). Por otro lado, los "Campos Limpos" del Brasil muestran producciones aún más bajas que los llanos venezolanos, variando de 0,43 a 0,77 tm de M.S.  $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ . La productividad anual de las sabanas de los llanos orientales de Colombia no ha sido estimada, sin embargo, de acuerdo a sus niveles de oferta que varían de 4 a 4,8 tm de

M.S. ha<sup>-1</sup> (CIAT, 1972) se esperaría una productividad anual superior a las sabanas de Venezuela y Brasil.

## 2.4 Factores que afectan la calidad, productividad, selectividad y consumo de las praderas tropicales

Los bajos niveles de producción animal en el tropico son una consecuencia del limitado consumo de forraje de bajo valor nutritivo (Stobbs, 1975b, Paladines, 1981, Hodgson, 1982).

El consumo voluntario y la selectividad de la dieta de un animal en pastoreo están relacionados con factores propios del animal (especie, raza, edad, tamaño, estado fisiológico, nutrición previa y nivel de producción) y de la vegetación (especie, disponibilidad, composición química, digestibilidad, aceptabilidad, estado de madurez, estructura de la pradera, y nivel de suplementación). Revisiones recientes sobre estos temas han sido presentados por 't Mannelje y Ebersohn (1980); Zemelink (1980); Arnold (1981), 't Mannelje (1982) y Hodgson (1982). Como factores modificadores actúan el clima (temperatura, precipitación, humedad, radiación), el suelo (tipo, fertilidad, topografía) y el manejo (carga animal, sistema de pastoreo y fertilidad).

### 2.4.1 Factores ambientales

La productividad y valor nutritivo de las pasturas tropicales está altamente influenciado por factores edáficos (Sánchez y Salinas, 1983) y climáticos (Wilson, 1982; 't Mannelje, 1982; Norton, 1982, Akin, 1985; Ludlow, 1986) que son los que controlan la distribución y diversidad de las especies (Jones, 1983). En general, los nutrientes del suelo que más limitan la producción y calidad de los pastos tropicales son el nitrógeno, fósforo, azufre y potasio y en menor grado calcio, magnesio y zinc (Sánchez y Isabel, 1979).

Las variables climáticas (temperatura, precipitación, humedad relativa y radiación), afectan tanto al animal (Arnold, 1981) como a la planta (Wilson, 1982). Las dos variables climáticas que tienen mayor incidencia en la depresión del consumo voluntario en pasturas tropicales son la temperatura alta asociada con humedad relativa alta, las que combinadas, afectan la tasa de pérdida de calor del animal (Weston, 1982). Por otro lado la variable climática que determina la productividad estacional y total de las pasturas es la precipitación (Blydenstein, 1972). Taylor y Tulloch (1985) observaron al revisar los patrones de lluvia y los fenómenos biológicos ocurridos en 114 años (1870-1983) en el Norte de Australia, que la precipitación fue el evento climático determinante de la composición botánica y rendimiento de las pasturas. Shaw y 't Mannelje (1970) encontraron una situación similar en pasturas cultivadas en el subtropico oriental australiano.

La variable climática que mayor influencia tiene sobre la calidad nutritiva de las pasturas tropicales es la temperatura alta (Wilson, 1982), la cual acelera el desarrollo de los tallos y conduce a un incremento de la pared celular y su lignificación, disminuyendo así su digestibilidad y utilización por el animal (Moir, 1984). La temperatura alta se refleja no sólo en un mayor contenido de fibra (Van Soest, 1965) y menor digestibilidad (Akin, 1985) sino también en un menor contenido de proteína cruda (Minson, 1982b) el cual ocasiona una depresión en el consumo (Minson, 1971), principalmente cuando el animal selecciona una dieta con un nivel inferior al 7% de proteína. La depresión en el consumo es una consecuencia de una baja actividad de los microorganismos del rumen al no poder suplir sus propios requerimientos protéicos (Minson, 1982a).

En general, se ha encontrado que por cada grado centigrado (°C) que se aumenta la temperatura se disminuye la digestibilidad en una unidad porcentual (Minson y McLeod,

1970). Los mismos autores afirman que la digestibilidad más baja de las gramíneas tropicales con relación a las gramíneas de zona templada (52 vs 65%) se debe principalmente a las diferencias en las temperaturas óptimas de crecimiento (35°C y 13°C, respectivamente). Por el contrario, Norton (1982) indica que la menor digestibilidad de las gramíneas tropicales está muy asociada con la anatomía especializada de sus hojas (anatomía de Kranz), la cual no existe en las gramíneas de zona templada. Resultados similares fueron encontrados por Wilson, et al (1983) quienes concluyeron que la menor digestibilidad de las gramíneas tropicales se debía a dos causas: 1) Una proporción alta de tejido vascular (haces vasculares, esclerénquima) y baja proporción de células de mesófilo altamente digestibles y 2) Resistencia muy fuerte a la degradación microbial en el rumen de las células de parénquima especializado (vainas de los haces) que rodean los haces vasculares.

#### 2.4.2 Factores de manejo.

La carga animal, el sistema de pastoreo y sus interacciones modifican sustancialmente la composición botánica, productividad y utilización de una pastura (Spain y Pereira, 1986).

##### 2.4.2.1 Carga animal y atributos de la pastura.

El efecto de carga animal sobre la oferta y utilización del forraje disponible y, consecuentemente sobre la producción animal está ampliamente documentado en la literatura. Varios investigadores han desarrollado diferentes modelos matemáticos para explicar las relaciones entre la carga animal y las ganancias de peso por animal y por hectárea (Mott, 1960, Jones y Sandland, 1974); sin embargo, estas relaciones parecen variar grandemente según el ecosistema, tipo de pastura y condiciones del sitio. En general se acepta que a medida que se reduce la carga se

aumenta la ganancia por animal hasta cierto punto. Sin embargo, con cargas muy bajas se produce acumulación de forraje maduro o incremento de material muerto, lo cual puede ocasionar disminución en la producción animal.

En gramíneas tropicales la cantidad de material muerto aumenta a medida que avanza la estación lluviosa alcanzando niveles superiores al 50% del forraje en oferta (Bohnert et al, 1985). Lo anterior asociado con el poco consumo de este material muerto por el animal en pastoreo y con baja disponibilidad de forraje verde principalmente durante la estación seca, conduce a un aumento sustancial de la presión de pastoreo sobre los componentes más utilizables de las pasturas (Roberts, 1980, CIAT, 1983-1984-1985). Este hecho explica la poca o ninguna relación entre el forraje total en oferta y la producción animal en pasturas tropicales ('t Mannelje y Ebersohn, 1980; Toledo et al, 1983). La relación entre el forraje ofrecido y la ganancia de peso en pasturas tropicales mejoran sustancialmente cuando sólo se considera el material verde de la pastura incluyendo la tasa de rebrote (Toledo et al, 1983).

Conceptualmente el efecto de la presión de pastoreo podría ser muy significativo en el caso de pasturas asociadas de gramíneas y leguminosas tropicales, pues los animales tienen mayor preferencia por las gramíneas (Minson y Milford, 1967; Norman y Stewart, 1967; Shaw y 't Mannelje, 1970; Squires, 1982). Sin embargo, la preferencia de los animales durante la época seca se inclina hacia las leguminosas a medida que las gramíneas maduran y pierden su calidad (Hunter, et al, 1976; Stobbs, 1977; Gardener, 1980; Bohnert et al, 1985). Esta diferencia en la preferencia entre gramínea y leguminosa debido a la estación favorece en parte a las leguminosas, las cuales son más susceptibles al ataque de plagas y enfermedades (CIAT, 1983) y en general tienen mayores problemas de persistencia a través del tiempo que las gramíneas (Jones, 1983). Por otro lado la persistencia de las

leguminosas puede variar de acuerdo a su hábito de crecimiento y palatabilidad relativa. De acuerdo a Roberts (1979) las leguminosas estoloníferas son más tolerantes a las cargas altas que las volubles o arbustivas. Por otra parte algunas leguminosas que presentan problemas de palatabilidad tales como el Stylosanthes guianensis var. pauciflora, podrían jugar papel importante en ecosistemas como el Cerrado brasileño con estaciones prolongadas de sequía, o como suplemento de pasturas nativas en los llanos colombo-venezolanos (Lascano, 1983).

En general, el efecto de la carga animal en el balance gramínea-leguminosa no es consistente. En Australia una pastura de Setaria sphacelata más Desmodium intortum, la leguminosa disminuyó de 50 a 6% cuando la carga se aumentó de 1,1 a 2,9 animales ha<sup>-1</sup>. Así mismo Jones (1974) observó que disminuyendo la carga de 2,86 a 1,11 animales ha<sup>-1</sup> en asociaciones de Setaria anceps con Desmodium intortum y Macroptilium atropurpureum bajo diferentes frecuencias de pastoreo, la leguminosa aumentó su proporción de 6-9% a 37-49%. En contraste, Stobbs (1969a, 1969b) encontró en Uganda un aumento de la leguminosa cuando incrementó la carga en pasturas de Hyparrhenia rufa y Panicum maximum asociadas con Macroptilium atropurpureum y Stylosanthes humilis, respectivamente. La poca consistencia entre estudios realizados sobre el efecto de la carga animal en el balance gramíneas-leguminosa está posiblemente asociado a factores climáticos, edáficos y bióticos de los diferentes ecosistemas y sin relación con adaptación y productividad de las especies de leguminosas en evaluación (Spain y Pereira, 1986).

#### 2.4.2.2 Sistema de pastoreo y composición botánica de la pastura.

Existen relativamente pocos estudios en el tropico donde se haya comparado producción animal en función del sistema de pastoreo con cargas animales similares (Lascano, 1987b). Sin

embargo revisiones hechas por Humphreys (1976) y 't Mannetje et al 1976), concluyen que en general no existen ventajas del sistema de pastoreo rotacional sobre el continuo para ningún tipo de pastura. A igual conclusión llegaron Paladines y Leal (1979) en los llanos de Colombia, en donde un sistema de rotación de cuatro potreros en sabana nativa produjo ganancias de peso inferiores al pastoreo continuo.

Humphreys (1976) señala como ventajas principales del pastoreo rotacional, la de permitir irrigar y conservar forrajes y de tener un mejor control de parásitos internos y externos en el ganado, además de que favorece una mejor persistencia de las especies más seleccionadas por el animal. La persistencia de las especies deseables tiene gran relevancia en el manejo de pasturas con base en gramíneas, sobre todo en áreas con problemas de malezas y en el manejo de asociaciones gramínea-leguminosa en las que se sabe existen grandes variaciones en la selectividad animal a través del año, tanto en zonas tropicales como subtropicales (Lascano, 1987a).

Las ventajas de un sistema de pastoreo "x" sobre un "y" no solamente deben ser evaluadas en términos de una alta productividad de forraje de buena calidad y máxima productividad por animal o por hectárea, sino también en términos económicos (costo de la tierra y del sistema) y de balance favorable de especies deseables y persistentes a largo plazo (Stobbs, 1969c; Lascano, 1987b). En un estudio de Stobbs (1969c), en Uganda se comparó pastoreo continuo vs rotacional en tres y seis potreros en pasturas de Panicum maximun con Macroptilium atropurpureum. Los resultados indicaron que las ganancias de peso bajo pastoreo continuo ( $99 \text{ kg an}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ) fue similar al rotacional en tres potreros ( $95 \text{ kg an}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ) y superior al rotacional en seis potreros ( $84 \text{ kg an}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ). Sin embargo, después de tres años de pastoreo, se encontró que la proporción de gramínea bajo pastoreo continuo disminuyó significativamente con relación

al pastoreo rotacional. Además se observó que el pastoreo continuo estuvo asociado con una mayor invasión de malezas . La menor proporción de gramíneas bajo pastoreo continuo según Stobbs (1969c) se debió a la mayor oportunidad de selección de los animales en relación al sistema rotacional. En el diseño de estrategias de manejo del pastoreo de asociaciones de gramíneas y leguminosas es importante tener en cuenta que la palatabilidad relativa de las especies asociadas, y como ésta cambia en función de la estacionalidad climática, época de floración de las gramíneas, disponibilidad y cambios en la composición botánica (Humphreys, 1976). Algunos ejemplos en este sentido nos vienen de Australia en una asociación de Stylosanthes hamata con gramíneas nativas perennes (Heteropogon contortus y Bothriochloa decipiens (Gardener, 1980). En estas asociaciones bajo pastoreo continuo el ganado seleccionó una dieta con diferentes proporciones de leguminosa en el mismo periodo lluvioso de diciembre a marzo. Las proporciones de leguminosa en los meses de enero y marzo para el primer año de pastoreo fueron de 5,4 y 18,3%, respectivamente y de 40,1 y 94,3% para el segundo año de pastoreo, respectivamente. La alta selectividad a favor de la leguminosa observada en el mes de marzo, estuvo asociada con la época de floración de las gramíneas y la mayor proporción de leguminosa en el segundo año de pastoreo estuvo asociada a cambios en la composición botánica de la pastura al ser reemplazadas las gramíneas perennes por gramíneas anuales (Digitaria ciliaris y Brachiaria miliformis). En otro estudio Stobbs (1977) encontró en pasturas de Setaria anceps más Macroptilium atropurpureum bajo pastoreo continuo que los animales seleccionaron una menor proporción de leguminosa en primavera y parte inicial del verano (2-10%) en relación con el otoño (62-73%).



### 2.4.3 Selectividad y estructura de la pastura

Una de las causas que más ha sido asociada con el bajo consumo de las especies tropicales es el tamaño de bocado (TB) limitado, considerándose secundarios el número de bocados por unidad de tiempo (NB) y el tiempo de pastoreo (TP) (Stobbs, 1975b). Las principales limitantes del TB y del consumo diario de forraje por los animales según Stobbs (1975b) son la baja densidad foliar y la baja relación hoja-tallo. Minson (1982b) indica que praderas con disponibilidades inferiores a 1.000 kg MS ha<sup>-1</sup> de material verde de hojas resultaron en un TB por debajo del nivel crítico (300 mg de materia orgánica por bocado).

Las diferencias en la cantidad ingerida por bocado entre gramíneas templadas y tropicales no son explicadas satisfactoriamente ni por la mayor altura ni la menor densidad de las praderas tropicales (Stobbs, 1975b y t Mannelje y Ebersohn, 1980).

La gran habilidad selectiva del animal en pastoreo ha sido demostrada en diferentes estudios, al observar diferencias entre especies (Cowlshaw y Alder, 1960), ecotipos de una misma especie (CIAT, 1983), plantas fertilizadas vs. no fertilizadas (Salinas y Lascano, 1983), material verde vs. material inerte (Lascano et al., 1983), hojas vs. tallos (Chacón y Stobbs, 1976). Hay pocas evidencias de que la preferencia de los animales esté motivada por un reconocimiento nutricional y existen más bien algunas indicaciones de que la aceptabilidad de una planta o parte de ella podría estar determinada por constituyentes tales como azúcares, ácidos orgánicos, compuestos nitrogenados, aminoácidos (Arnold, 1981). Sin embargo otros compuestos como nitratos, taninos, alcaloides, compuestos heterocíclicos y compuestos sulfurados pueden afectar la preferencia y selectividad de especies forrajeras (Hegarty, 1981).

La selectividad animal está también influenciada por otros factores tales como disponibilidad de forraje (Weston, 1982), relación hoja-tallo, frecuencia de presencia y arquitectura de la especie (Stobbs, 1973; Hodgson, 1979), digestibilidad y contenido proteico (Moir, 1979; Minson y Wilson, 1980; Zimmelink, 1980; Minson, 1982; Lascano, 1983), contenido de minerales (Mcdowell, 1977; Lebdosockojo et al, 1980), estado de madurez (Minson et al, 1971) y factores anticualitativos (Burns, 1978; Hegarty, 1982).

Los resultados de varios estudios de selectividad en pasturas asociadas en los llanos de Colombia han indicado que la selectividad de leguminosa puede estar influenciada por el hábito de crecimiento de la gramínea, la palatabilidad relativa de la leguminosa y por la estación del año (Lascano, 1987a). En gramíneas postradas y semierectas (Brachiaria humidicola, Brachiaria dictyoneura, Brachiaria brizanta) con una leguminosa muy palatable como Arachis pintoi bajo pastoreo rotacional se ha encontrado una proporción de leguminosa en la dieta similar a lo disponible en la pastura. En contraste cuando se han asociado gramíneas postradas (p.e. B. dictyoneura) con una leguminosa poco palatable como Desmodium ovalifolium la proporción de leguminosa seleccionada, ha sido menor que la proporción en la pastura independiente de la carga animal utilizada. Cuando se ha medido selectividad en una gramínea erecta (Andropogon gayanus) con una leguminosa (Centrosema acutifolium), los animales han seleccionado en contra de la leguminosa en época de lluvias y a favor en época seca. Un estudio conducido por Bohnert et al (1985) en los llanos de Colombia en pasturas de Andropogon gayanus asociadas con Pueraria phaseoloides ó Stylosanthes capitata indicó que la proporción de hojas de leguminosa seleccionadas por el animal fue más alta en la estación seca (11,4 y 4,2%) que en la estación lluviosa (1,7 y 0,6%), para las asociaciones respectivas. La mayor selectividad de Pueraria phaseoloides

en este estudio se debió a una baja disponibilidad de la gramínea asociante y no a diferencias en apetibilidad entre las dos leguminosas. Los estudios de Hunter et al (1976) y Gardener (1980) en el trópico seco australiano indicaron también una mayor selectividad de las leguminosas Stylosanthes humilis y Stylosanthes hamata durante la estación seca

## 2.5 La quema, implicaciones ecológicas y nutricionales

La quema constituye la principal herramienta de manejo disponible bajo las condiciones extensivas de las sabanas americanas y su papel ha sido fundamental en la formación y mantenimiento de las sabanas actuales. Existen evidencias de su práctica en el África desde la edad de piedra hace 53.000 años (West, 1971).

Se ha investigado muy poco sobre los efectos de la quema en los mecanismos de supervivencia de las plantas, tales como floración, dispersión y germinación de semillas. Así mismo se sabe poco sobre los posibles efectos de la quema en cambios estructurales de la vegetación los cuales podrían depender de la intensidad de quema, época de quema, sistema de pastoreo y carga animal (Hodgkinson, 1979; Rutherford, 1981; Menaut, 1983; Frost, 1985). Por otro lado, es mucho menor la investigación realizada sobre la protección de la sabana contra el fuego y sus efectos sobre la dinámica del ecosistema (Blydenstein, 1963; Hayashi, comunicación personal; Tanaka et al, 1986).

Básicamente la quema cumple dos funciones: 1) controlar las malezas arbustivas, lo cual es aplicable a las sabanas Africanas donde se realiza a inicios de la estación lluviosa, cuando las malezas arbustivas se encuentran en estado vegetativo (Tainton, 1981), y 2) destruir el material herbáceo maduro, permitiendo un rebrote de mayor calidad y más apetecido por el ganado (Paladines y Leal, 1979).

Asimismo, la quema pareciera ejercer un control efectivo sobre las garrapatas y serpientes (Blydenstein, 1962). La quema por otra parte puede también tener implicaciones ecológicas como producir pérdida de cobertura y rastrojo, contribuyendo así con la erosión. También se pueden generar fluctuaciones extremas de temperatura y humedad en el suelo que afectarían el sistema radicular, actividad biótica y reciclaje de nutrimentos así como producir pérdidas de algunos elementos minerales volátiles (West, 1971; Spain y Lascano, 1986).

### 2.5.1 Efecto de la quema en las sabanas de los llanos orientales de Colombia.

#### 2.5.1.1 Efecto de la quema en la disponibilidad y composición botánica.

La quema de la sabana nativa en los llanos de Colombia puede reducir hasta en un 90% la disponibilidad de forraje (Spain et al, 1984). También se ha observado que cuando los animales pastorean la sabana recién quemada, arrancan las plantas desde la base de su tejido meristemático reduciendo sustancialmente su población (Paladines y Leal, 1979).

En un estudio realizado por Hayashi (comunicación personal) comparando quema vs no quema de sabana, bajo diferentes niveles de carga animal encontró que la época de quema no afectó la estructura básica de la sabana pero sí la capacidad de recuperación de las especies. En general, Trachypogon vestitus aumentó en las áreas quemadas mientras Paspalum pectinatum predominó en las áreas no quemadas. Sin embargo, la distribución de estas especies parece no ser únicamente consecuencia de la quema, sino también del tipo de suelo, siendo más frecuente T. vestitus en los suelos altamente arcillosos y P. pectinatum en suelos arenosos (CIAT, 1985a).

### 2.5.1.2 Efecto de la quema en la calidad de la sabana

Huertas *et al* (1978) encontraron entre los 15 y 55 días post-quema de la sabana una disminución muy rápida del valor proteico promedio de Axonopus purpusii y Trachypogon vestitus. Fue así como la proteína cruda (PC) disminuyó de 14,3% a 6% mientras la digestibilidad verdadera de la materia seca *in vitro* (DVMSIV) disminuyó en una proporción menor (de 78,8% a 56,9%). Los valores de proteína observados por Huertas *et al* (1978) para Trachypogon vestitus en los llanos de Colombia son más altos que los encontrados por Cunha *et al* (1971) en los llanos de Venezuela, quienes encontraron contenidos de proteína de 8,1 y 4,6% para los 15 y 55 días post-quema. Por otro lado, Paladines (1975) encontró que a los 79 días post-quema los contenidos de proteína del Trachypogon vestitus y de la sabana completa fueron muy similares (6,4 y 5,8%, respectivamente).

La información anterior permite sugerir que en general la calidad de la sabana a los 50 días post-quema es muy similar a la sabana no quemada. Por otro lado, de acuerdo a Lebdoeckojo (1980) la sabana nativa de los llanos de Colombia manejada con quema presenta en promedio valores bajos de digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (44,6% DIVMO) así como Ca (0,13%), P (0,12%) y Zn (13,4 mg kg<sup>-1</sup>), pero contenidos aceptables de proteína cruda (8,8%) y Mg (0,16%) y un exceso de K (0,9%) como contribución de la quema.

### 2.5.1.3 Efecto de la quema en ganancias de peso

Los primeros estudios conducidos en Carimagua, llanos de Colombia comparando quema *vs* no quema indicaron que la quema aumentó las ganancias de peso de 38 a 74 kg animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> con carga de 0,35 novillos ha (CIAT, 1971-1972). Estudios posteriores comparando quema en secuencia en ocho parcelas *vs* quema de un tercio del área, con carga de 0,2 animales

ha<sup>-1</sup> (CIAT, 1973), mostraron una mayor ganancia con quema en secuencia (95 vs 75 kg animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, respectivamente). Sin embargo no se presentaron diferencias entre los dos tipos de quema cuando se utilizó la carga de 0,5 animales ha<sup>-1</sup> (35 y 31 kg animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, respectivamente).

## **2.6 Estudios de suplementación de la sabana nativa en los llanos orientales de Colombia**

Se ha reconocido que uno de los factores más limitantes de la producción animal en zonas tropicales es el bajo contenido de proteína de las gramíneas, especialmente durante la época seca, lo cual afecta negativamente el consumo de materia seca y por ende, la producción animal (Minson y Milford, 1967; Siebert y Kennedy, 1972; Zemmeling, 1980; Tainton, 1981).

El bajo potencial de producción animal en sabana nativa bajo diferentes manejos, condujo a realizar estudios de suplementación, particularmente durante la estación seca (diciembre-marzo) donde los animales pierden normalmente 200 gramos diarios de peso (CIAT, 1972). Uno de estos estudios incluyó la suplementación con 80 gramos de úrea más 400 gramos de yuca seca animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> durante la estación seca. Los animales suplementados mostraron una ventaja del 14% en ganancia de peso sobre el testigo. Sin embargo, los costos de la úrea, su transporte e infraestructura requerida la convierten en una práctica antieconómica (Paladines y Leal, 1979).

### **2.6.1 Bancos de proteína como suplemento de la sabana nativa**

Otra alternativa a la suplementación con fuentes de proteína durante la estación seca, es el uso de leguminosas como "bancos de proteína". El concepto se refiere a un área limitada de leguminosa en cultivo puro para ser utilizada

principalmente como suplemento de proteína a animales pastoreando gramíneas nativas (Norman y Stewart, 1967)

Como una posible estrategia para minimizar pérdidas de peso durante la estación seca, se realizó un estudio utilizando Pueraria phaseoloides como banco de proteína en una sabana de Trachypogon vestitus y Paspalum pectinatum manejada con quema tradicional durante la estación seca. El estudio incluyó el uso de dos cargas ( $0,25$  y  $0,5 \text{ an}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ ) y  $2.000 \text{ m}^2$  de banco animal $^{-1}$ . Los promedios de ganancias de peso durante 3 años con acceso variable al banco fueron de  $123$  y  $101 \text{ kg animal}^{-1} \text{ año}^{-1}$  para las cargas baja y alta respectivamente. Estos resultados representaron un incremento de 20 a 30% en ganancias de peso con relación a la quema secuencial y tradicional sin suplemento.

Un segundo estudio similar al anterior pero utilizando Stylosanthes capitata como banco (Schneichel, 1985) y con acceso libre de los animales al mismo durante todo el año, mostró que mientras la cantidad de forraje en oferta aumentó la calidad disminuyó muy rápidamente. No obstante esta situación, la proteína del forraje seleccionado fue adecuada durante todo el año (7,6%), mientras la digestibilidad fue muy baja (48,5%). También se encontró un mayor consumo de proteína en la estación seca ( $0,439 \text{ kg animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ) vs la estación lluviosa ( $0,310 \text{ kg animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ) lo cual estuvo asociado con un mayor tiempo de pastoreo de los animales en el banco durante la estación seca y consecuentemente, con niveles altos de leguminosa en la dieta (30-50%). A pesar del mayor consumo de proteína de los animales durante la estación seca, las ganancias de peso durante este periodo fueron ligeramente inferiores ( $0,265 \text{ kg animal}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ) a las del periodo lluvioso ( $0,318 \text{ kg animal}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ), lo que sugirió al autor que el factor más limitante para la producción animal bajo estas condiciones podría ser la energía.

El uso de bancos de leguminosa como suplemento de la sabana ha tenido un efecto positivo en ganancias de peso principalmente en la estación seca. Sin embargo el manejo de estos bancos en sistemas extensivos presenta algunas dificultades, particularmente si el acceso de los animales a los bancos tiene que ser controlado para prevenir sobrepastoreo. Con el uso de leguminosas como banco de proteína también se presenta una alta invasión de malezas como resultado del nitrógeno acumulado en el suelo (Lascano y Spain, 1986).

#### 2.6.2 Suplementación de la sabana eliminando la quema

Una alternativa al uso de los bancos de proteína como suplemento de la sabana es la siembra de asociaciones gramíneas-leguminosa en forma de franjas en la sabana eliminando consecuentemente la quema. Bajo este sistema se siembra y se fertiliza un 20% del área y se continúa sólo fertilizando a medida que las franjas asociadas colonicen la sabana, pretendiendo invadir de esta manera la sabana en un término de cinco años (Spain et al, 1984).

Para probar esta estrategia se realizó un ensayo con cuatro asociaciones (Pueraria phaseoloides y Desmodium ovalifolium asociadas cada una con Brachiaria humidicola y Andropogon gayanus). Cada asociación fue sembrada en franjas de 0,5 - 2,5 y 5,0 m de ancho sin replicación. Se utilizaron cargas de 1,0 y 1,5 animales  $ha^{-1}$  durante la época seca y lluviosa, respectivamente. Los resultados de los tres primeros años de pastoreo (Spain et al, 1984) indicaron que al final del segundo año de pastoreo, las franjas de 2,5 y 5,0 m en D. ovalifolium y las franjas de P. phaseoloides habían invadido completamente la sabana no perturbada. En el caso de las gramíneas, B. humidicola invadió el área colonizada por la leguminosa en ambas asociaciones, mientras A. gayanus desapareció al finalizar el primer año de pastoreo al no producir semilla debido a las condiciones de manejo impuestas. Los animales seleccionaron niveles muy altos de



leguminosa durante la estación lluviosa (46%) en las asociaciones con B. humidicola, lo cual no concuerda con otros trabajos que muestran un bajo consumo de leguminosa durante la estación lluviosa (Hunter et al, 1976; Stobbs, 1977; Gardener, 1980 ; Bohnert et al, 1985). Como resultado de lo anterior, los niveles de proteína en la dieta fueron adecuados durante todo el año tanto para la asociación con D. ovalifolium (9,3%) como para la asociación con P. phaseoloides (10,4%) Los niveles relativamente altos de PC en la dieta seleccionada, posiblemente indujeron al animal a consumir la mayoría de las especies nativas en estados avanzados de madurez incluyendo malezas, tal como ha sido indicado en la literatura (Minson y Milford, 1967; Siebert y Kennedy, 1978). Las ganancias de peso en tres de las asociaciones superó en promedio los 0,45 kg animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> durante la época lluviosa y los 0,25 kg animal día<sup>-1</sup> durante la época seca. Estos resultados, condujeron a diseñar el presente experimento en el que se estudia la suplementación de la sabana sin quema, en los llanos, orientales de Colombia, considerando sólo el uso de franjas de leguminosa. Con este criterio, la introducción de franjas de leguminosa en la sabana sin quema cumpliría la función de incrementar la capacidad de carga de la sabana y estimular un mayor consumo de la vegetación nativa en estado avanzado de madurez.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Características agroecológicas del sitio de estudio

##### 3.1.1 Localización y ubicación geográfica

El experimento fue realizado en la Estación Experimental ICA-CIAT, Carimagua, localizada en el extremo Nororiental del Departamento del Meta, llanos orientales de Colombia, en las coordenadas 71° 19' longitud Oeste y 4° 37' latitud Norte, a 175 msnm.

##### 3.1.2 Paisaje, clasificación ecológica y clima

El sitio de estudio se clasifica como sabana isohipertérmica bien drenada (Cochrane, 1986), y corresponde a la subregión denominada altillanura plana, la cual representa el 20,3% de las sabanas de los llanos orientales de Colombia estimadas en 17 millones de hectáreas (Figura 1). Las sabanas de los llanos orientales de Colombia constituyen el 15% del territorio nacional.

Los promedios de precipitación pluvial y humedad relativa en 12 años de registros ha sido de 2.181 mm y 79%, respectivamente. En la Figura 2 se observa como el año 1985 presentó una época seca más prolongada y una mayor precipitación pluvial durante la estación lluviosa que el promedio de los 12 años. La región presenta una época seca bien definida de diciembre a marzo y un promedio de temperatura anual de 26.5°C (CIAT, 1976).

##### 3.1.3 Características físicas y químicas del suelo

Los suelos presentan excelente granulación lo que permite buena aireación, drenaje y laboreo mecánico. Los suelos se clasifican como Oxisoles: Haplustox, Típico, Arcilloso, Caolinitico, Isohipertérmico. (CIAT, 1976).

# ORINOQUIA Y AMAZONIA COLOMBIANA (62.886.000ha)

SABANAS (16.927.000 ha)		BOSQUES (45.959.000 ha)	
BIEN DRENADAS (11.993.000 ha)	MAL DRENADAS (4.934.000 ha)	BIEN DRENADOS (39.571.000 ha)	MAL DRENADOS (6.388.000 ha)
<p> Alluvionura plana (3.438.000ha)</p> <p> Alluvionura ondulada y serranía (6.385.000)</p> <p> Terrazas fluviales (1.245.000)</p> <p> Piedemonte (925.000)</p>	<p> Aluviones viejos inundadizos (4.934.000)</p>	<p> Bosques sobre tierras bajas (Planos y ondulaciones) (35.319.000)</p> <p> Bosque sobre piedemonte (2.673.000)</p> <p> Sabanas y bosques sobre colinas (1.579.000)</p>	<p> Bosques sobre aluviones recientes (6.338.000)</p>

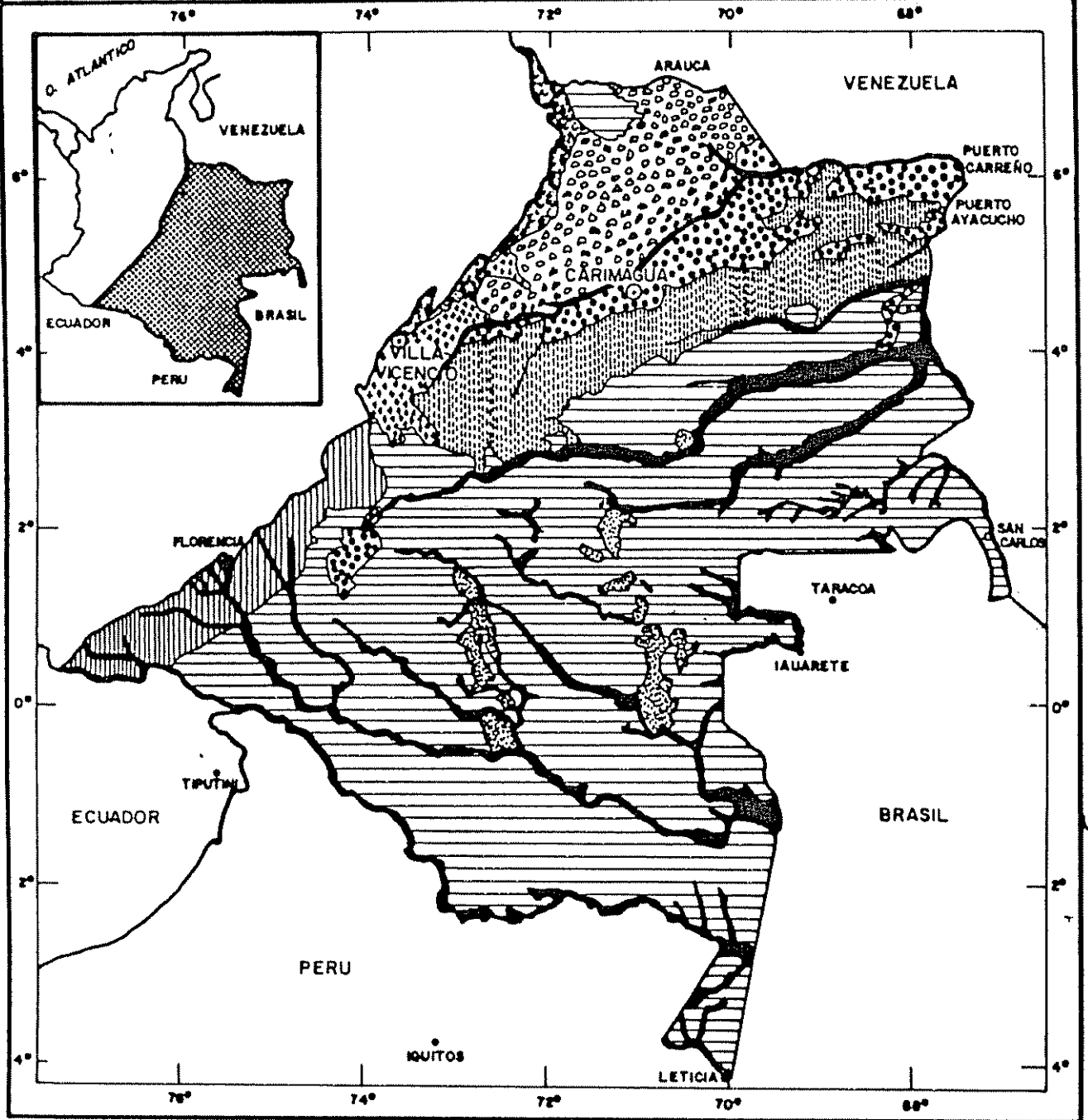


Figura 1 Orinoquia y amazonia colombiana.

Fuente : Sánchez y Cochrane 1980

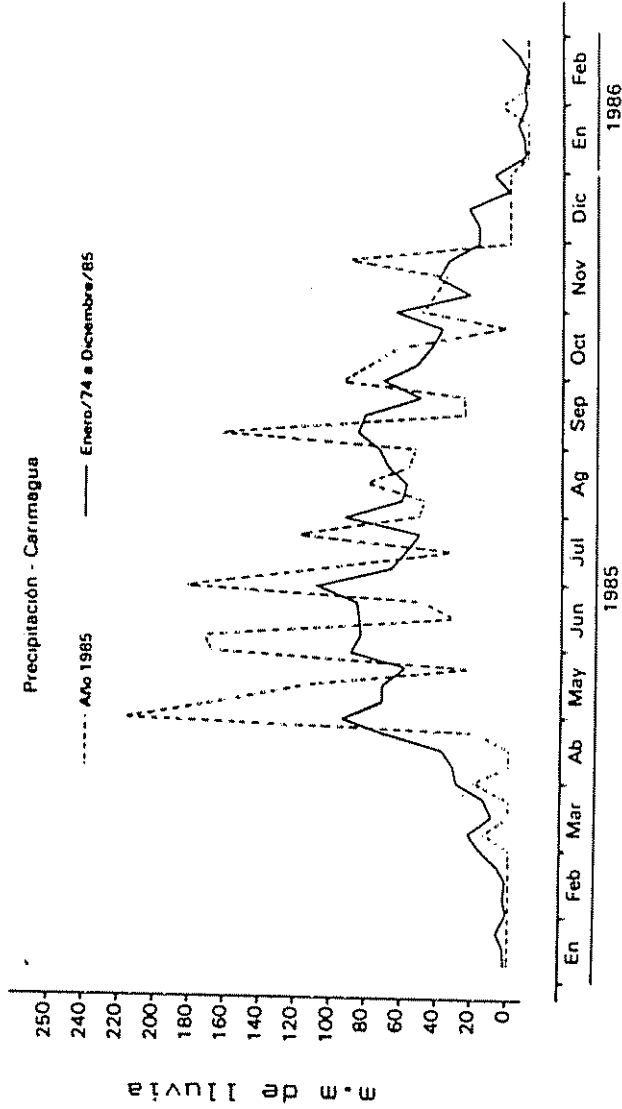


Figura 2 Comparación de la precipitación semanal de 1985 vs el periodo 1974-1985 en la Estación Experimental ICA-CIAT Carimagua (datos promedios obtenidos a partir de la precipitación diaria).

FUENTE: Registros meteorológicos Carimagua

En general los suelos de la región se consideran ácidos (pH de 4,1 a 5,1), con alta saturación de aluminio (82%), baja disponibilidad de fósforo ( $1-2 \text{ mg kg}^{-1}$ ) y baja capacidad de intercambio catiónico ( $3,4 \text{ meq. } 100 \text{ g de suelo}^{-1}$ ) (Spain, 1979). La baja fertilidad natural de los suelos de las sabanas isohipertérmicas bien drenadas es el principal factor que limita el uso de estos suelos para actividades agrícolas (Sánchez y Salinas, 1981).

### 3.2 Establecimiento e historia del ensayo

En julio de 1982 se sembraron en forma de franjas las leguminosas Stylosanthes capitata cv capica y Pueraria phaseoloides CIAT 9900 (Kudzú) en un área experimental de 127 ha de sabana nativa. Cada franja de leguminosa la conformaban dos surcos distanciados a 2,5 m. La distancia entre franjas varió de 5 a 20 m según el tratamiento.

Se usó una tasa de siembra de 2 y 4 kg por hectárea para capica y kudzú, respectivamente, y una fertilización básica con 20 kg de P, 25 kg de K, 30 kg de S y 15 kg de Mg por hectárea.

La sabana nativa fue quemada para establecer las franjas de leguminosas y luego de esa siembra fue necesario controlar el ataque de hormigas y hacer resiembras para garantizar un buen establecimiento de las leguminosas. Ningún tratamiento de quema se efectuó después de la siembra de la leguminosa

#### 3.2.1 Cronología del manejo pre-experimental

Antes de realizar las mediciones de este estudio, el ensayo fue pastoreado en un periodo denominado pre-experimental que comprendió del 27 de mayo de 1984 hasta el 28 de mayo de 1985. A continuación vino una fase de ajuste en donde se seleccionaron los animales de este estudio según su peso y estado de salud, y finalmente, un periodo

experimental en donde se realizaron las mediciones correspondientes. El manejo del pastoreo tanto en el periodo pre-experimental, como en el experimental fue muy similar, manteniendo un número de animales fijos y área variable por parcela experimental para generar las diferentes cargas animales. El manejo del pastoreo se resume en el Cuadro 1.

CUADRO 1 Manejo del pastoreo en el periodo pre-experimental y experimental

Manejo del pastoreo	Fecha de pastoreo del hasta	Animal.parcela <sup>-1</sup>
Pre-experimental	27 may/84 - 15 feb/85	3
	16 feb/85 - 10 abr/85	2
	11 abr/85 - 28 may/85	descanso de praderas
Ajuste y selección de animales	20 may/85 - 19 jun/85	3
Experimental	20 jun/85 - 20 ene/86	3

Una sequía muy prolongada ocurrida durante el período pre-experimental (23 de octubre de 1984 al 23 de abril de 1985), ocasionó la desaparición del kudzú en el área experimental, por lo que en este estudio sólo se incluyeron los tratamientos de capica

### 3.3 Estudios Realizados

La investigación comprendió dos estudios realizados entre junio de 1985 y febrero de 1986.

Estudio I : Mediciones realizadas cada dos meses entre junio/85 y febrero/86 con el objetivo de medir atributos de calidad del forraje ofrecido y seleccionado, y ganancias de peso vivo.

Estudio II: Medición efectuada en diciembre de 1985 (final de época lluviosa) con el objetivo de evaluar la composición florística, índice de preferencia (IP), índice de selectividad (IS) y calidad de las especies nativas.

### 3.4 Metodología seguida en el estudio I

#### 3.4.1 Tratamientos

Del experimento total (Figura 3) se utilizaron siete tratamientos con dos repeticiones, generados por la combinación de área de leguminosas sembrada por animal y de carga animal. El detalle de los tratamientos se describe en el Cuadro 2.

CUADRO 2 Tratamientos utilizados en el estudio I

Tratamiento	m <sup>2</sup> de leguminosa por animal experimental *	carga animal animales ha <sup>-1</sup>
1	1.500	0,33
2	1.500	0,66
3	1.500	1,00
4	1.500	1,33
5	2.250	0,66
6	2.250	1,00
7 (testigo)	0 (quema secuencial)	0,33

a) Quema secuencial (abril, agosto y diciembre) aplicada sólo al tratamiento testigo

#### 3.4.2 Diseño experimental

El diseño básico empleado fue el de bloques completos al azar (BCA) con arreglo factorial incompleto de área de leguminosa sembrada por animal (nivel) por carga animal.

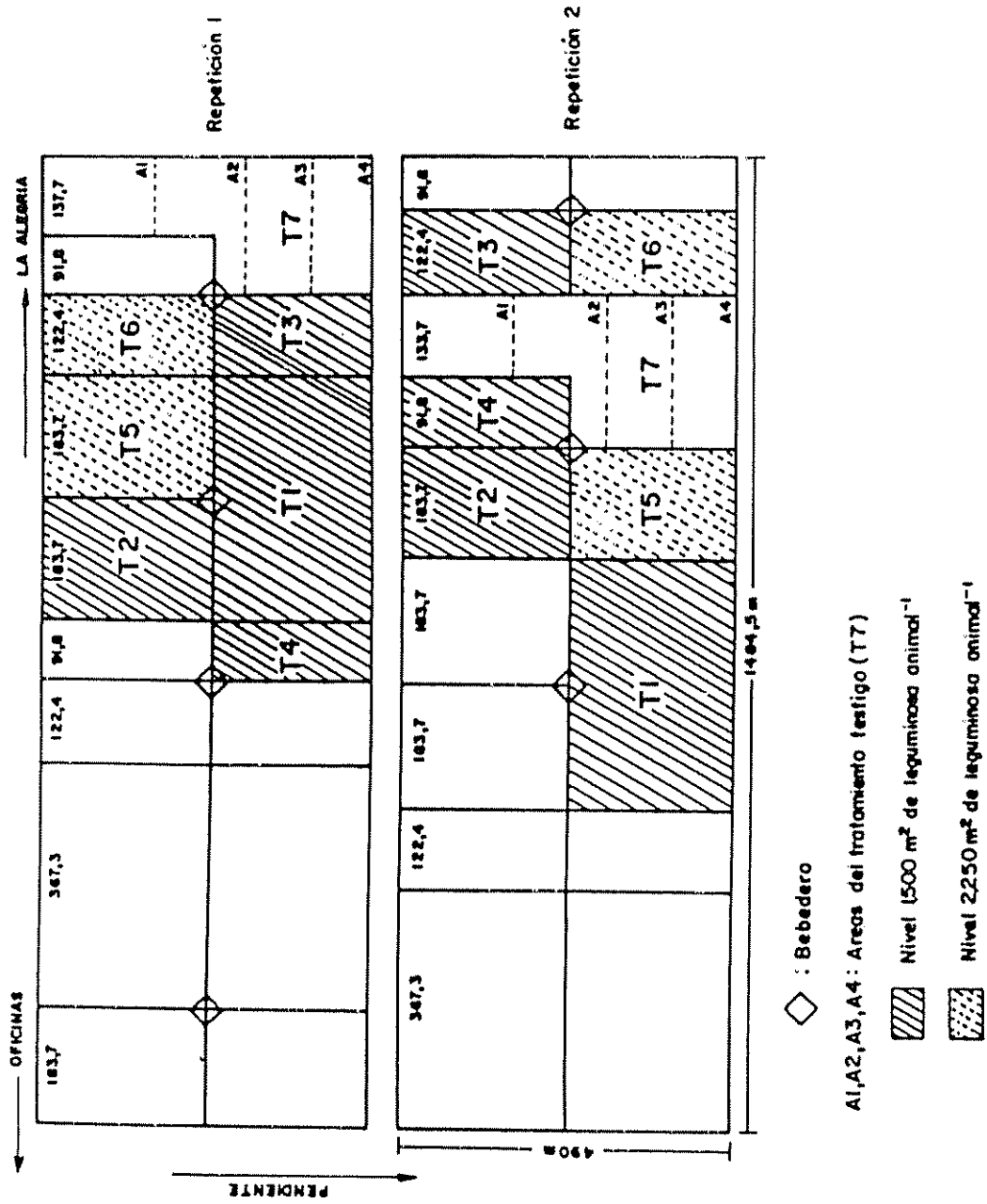


Figura 3 Distribución espacial de los tratamientos.



### 3.4.3 Diseño de campo

El diseño de campo (Figura 3) incluyó dos repeticiones para cada tratamiento. Se utilizaron cuatro tamaños de parcelas (2,25; 3,0 ; 4,5 y 9 hectáreas) y tres animales por parcela o unidad experimental para generar las cargas animal propuestas.

El tratamiento testigo (T7) fue dividido en cuatro áreas iguales con pases de rastrillo con el fin de formar rondas y poder realizar quemas secuenciales en los meses de abril, agosto y diciembre tratando de simular el manejo tradicional de quema que se realiza en la región. La secuencia de quemas realizada en cada área correspondió a las siguientes fechas, como se ilustra en el cuadro 3.

CUADRO 3 Secuencia de quemas en las cuatro áreas del tratamiento testigo

Area 2:	Se cortó el pasto con máquina el 17 de abril/84. No se quemó por baja disponibilidad de forraje.	
Area 1:	24 de abril	/84
Area 4:	24 de agosto	/84
Area 3:	18 de diciembre	/84
Area 1:	22 de agosto	/85
Area 2:	3 de diciembre	/85

Dos molinos de viento suministraron agua permanentemente a los animales a través de ocho bebederos centrales de cemento. Se utilizaron saleros de madera con techos recubiertos en zinc donde se colocó sal mineralizada a libre voluntad de los animales.

#### 3.4.4 Fechas de evaluación.

El periodo experimental comprendió del 20 de junio de 1985 al 20 de enero de 1986. Durante este periodo se realizaron cinco evaluaciones en las siguientes fechas:

Primera: Del 11 al 28 de junio de 1985

Segunda: Del 6 al 28 de agosto de 1985

Tercera: Del 30 de septiembre al 17 de octubre de 1985

Cuarta : Del 26 de noviembre al 10 de diciembre de 1985

Quinta : Del 21 de enero al 3 de febrero de 1985

Las cuatro primeras evaluaciones correspondieron a un balance hidrico positivo, mientras la quinta evaluación presentó un balance hidrico negativo (Figura 4).

#### 3.4.5 Manejo de animales

##### 3.4.5.1 Manejo de los animales experimentales.

Se utilizaron 42 novillos (Cebú x Criollo San Martinero) con pesos promedios iniciales de 170 kg. Se usó un sistema de pastoreo continuo con tres animales por unidad experimental.

Como suplemento mineral se usó una mezcla recomendada para la zona (sal yodada + fósforo bicálcico + carbonato de calcio + flor de azufre + microelementos) que contenía un mínimo de 8% de fósforo y 14% de calcio (CIAT,1984).

##### 3.4.5.2 Manejo de animales fistulados del esófago.

Un total de nueve novillos fistulados del esófago adicionales, fueron utilizados en cada fecha de muestreo para evaluar la composición botánica y calidad la dieta seleccionada. Los animales permanecieron 16 días en acostumbramiento en una pastura nativa adyacente al área

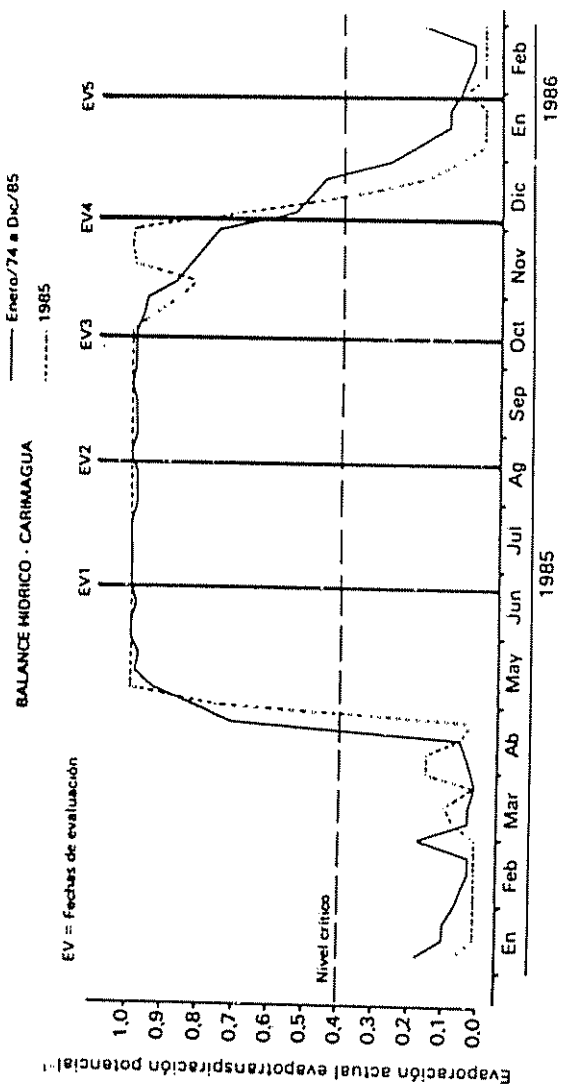


Figura 4 Comparación del balance hidrico de 1985 vs el periodo de 1974 a 1985 en la Estación Experimental ICA-CIAI Carimagua (datos promedios obtenidos a partir del balance hidrico diario).

FUENTE: Reportes meteorológicos Carimagua

experimental, previo a cada fecha de evaluación. Se utilizaron tres animales fistulados en cada parcela experimental durante tres días consecutivos. Con cada fistulado se tomó una muestra diaria en un periodo aproximado de 30 minutos después de un ayuno de cuatro horas para facilitar labores de muestreo. El muestreo se inició siempre en la repetición 1 y finalizó en la repetición 2, con un desfase de siete días entre repeticiones.

### 3.4.6 Mediciones en la pastura

#### 3.4.6.1 Disponibilidad y composición botánica de la sabana por componentes

Para determinar la composición botánica y disponibilidad de forraje de la sabana nativa se siguió el método del ámbito de peso en base seca (Dry Weight Rank) modificado por Jones y Hargreaves (1979) y el método de doble muestreo por ámbito visual de Haydock y Shaw (1975). Los datos obtenidos con los dos métodos se analizaron con el paquete computacional " BOTANAL " de Hargreaves y Kerr (1978).

La composición botánica se basó en los siguientes componentes: gramínea nativa verde, leguminosa verde (capica), malezas de hoja ancha y material muerto. También se estimó el rendimiento de materia seca total por marco muestral y el porcentaje de suelo descubierto.

Para estimar el rendimiento y composición botánica se utilizó un marco de 0,5 x 0,5 m siguiendo líneas transectos. En cada transecto se evaluaron 25 marcos. El número de transectos y marcos estuvo en función del tamaño de la parcela como se ilustra en el Cuadro 4.

CUADRO 4 Número de marcos muestrales utilizados por parcela experimental para estimar la disponibilidad de forraje.

<u>Tamaño de parcela</u> hectáreas	<u>Carga animal</u> animales ha <sup>-1</sup>	No. de transect	No. de marcos
9,0	0,33	8	200
4,5	0,66	4	100
3,0	1,00	3	75
2,25	1,33	2	50

Un total de cuatro evaluadores participaron en cada muestreo. Para la estimación del forraje disponible por marco se estableció una escala de 1 a 5, con base en observaciones previas. La escala representaba el ámbito de mínima a máxima disponibilidad de forraje de todo el experimento. Para mejorar la precisión de los estimados visuales, se tomaron tres sitios muy similares para cada punto de la escala y por consenso de los evaluadores se seleccionaron los puntos más alto y más bajo, de tal manera que el promedio de sus pesos estimara el peso en cada punto de la escala. Al inicio de cada evaluación se efectuaron 15 cortes con los marcos muestrales para comparar las calificaciones de rendimiento de cada evaluador con las mediciones reales, Con los valores de rendimiento en la escala de 1 a 5 se calcularon ecuaciones de ajuste (regresión lineal múltiple), que permitieran corregir las desviaciones de cada observador y estimar así el rendimiento de forraje total de cada unidad experimental.

#### 3.4.6.2 Composición de partes de planta por tipo de gramínea.

A partir de la segunda evaluación (entre el 6 al 29 de agosto/85) se inició un muestreo diferencial de las

gramíneas nativas de acuerdo a su hábito de crecimiento erecto o rastrero. Este muestreo diferencial se originó por observaciones preliminares en el campo en donde se evidenció un consumo preferencial de los animales por gramíneas tipo rastrero.

El muestreo consistió en cortes a ras de suelo de 100 plantas erectas y de 100 plantas rastreras en cada parcela experimental. Se tomaron luego submuestras de 300 gramos para cada tipo de gramínea y se separaron manualmente en hoja, tallo y material muerto. Las muestras separadas fueron secadas a 60°C durante 48 horas. Finalmente las muestras fueron pesadas para establecer las proporciones de partes de la planta en base seca. Por limitaciones de tiempo y recursos humanos la gramínea rastrera sólo se muestreó en las evaluaciones 2 y 3 y la gramínea erecta en las evaluaciones 2, 3 y 5.

#### 3.4.7 Mediciones con el animal

##### 3.4.7.1 Composición botánica de la dieta seleccionada.

De cada muestra de extrusa esofágica colectada por animal fistulado se tomaron dos submuestras: una para determinar la composición botánica, y otra para los análisis químicos respectivos. La composición botánica se determinó en muestras de extrusa previamente descongeladas y esparcidas en un plato petri. Para determinar preferencia de cada componente, se utilizó un estereoscopio y se leyeron 100 campos por muestra de acuerdo a lo descrito por Heady y Torell (1959). Los componentes estimados por muestra fueron: gramínea, leguminosa (capica), y maleza de hoja ancha. Simultáneamente en el componente gramínea se efectuaron lecturas para determinar frecuencia de presencia de hoja, tallo y material muerto. El máximo de lecturas por evaluación y parcela experimental fue de 900 cuando todos los fistulados dieron muestra (3 fistulados x 3 días

consecutivos x 100 lecturas), y el mínimo fue de 600 lecturas.

#### 3.4.7.2 Ganancias de peso vivo.

Los animales permanentes fueron pesados cada 56 días a partir del 20 de mayo cuando se seleccionaron los animales hasta el 20 de enero de 1986. El último pesaje se anticipó 12 días a la fecha programada (4 de febrero de 1986) debido al mal estado de salud de los animales.

#### 3.4.7.3 Consumo de sal mineralizada

En cada parcela se estimó consumo total de sal mineralizada a partir de la suma de los registros quincenales de oferta menos el rechazo al final de periodo experimental. Con base en estimaciones previas se consideraron pérdidas del 10% por lavado y desperdicio por el animal .

#### 3.4.8 Procesamiento de muestras y tipos de análisis químicos

Todas las muestras enviadas al laboratorio para análisis químico fueron secadas a 60°C durante 48 horas, molidas y pasadas por una malla de 1 mm. Los análisis realizados fueron: Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) por el método de Tilley y Terry (1963), proteína cruda (PC) por el método de microkjeldahl (AOAC, 1984), fibra detergente neutra (FND) de acuerdo a lo descrito por Van Soest y Robertson (1980), pared celular indigerible (FNI) mediante incubación de las muestras en el líquido ruminal con un medio de alta capacidad amortiguadora y de reducción durante 144 horas seguido por una extracción por una hora con solución neutra detergente (Ellis, 1970).

Los análisis de calcio (Ca) y zinc (Zn) fueron determinados por espectrofotometría de absorción atómica,

mientras que el fósforo (P) y azufre (S) por métodos colorimétricos, de acuerdo a lo descrito por Salinas y García (1985).

Para la gramínea erecta y rastrera (hoja y planta entera) se analizó: DIVMS, PC, FND, FNI, Ca, P y Zn. En la leguminosa se efectuaron los mismos análisis anteriores excepto FNI. En la dieta seleccionada por el animal se determinó DIVMS, PC, FND, FNI, Ca y S.

Los análisis de P, Ca, Mg y K del suelo se determinaron siguiendo las técnicas descritas por Salinas y García (1985).

#### 3.4.9 Análisis estadístico

Para comparar los tratamientos de este estudio se efectuaron análisis de varianza parciales de la siguiente manera: 1) Comparación de los tratamientos de carga al nivel 1.500 m<sup>2</sup> de leguminosa animal<sup>-1</sup>. 2) Comparación de los niveles 1.500 y 2.250 m<sup>2</sup> de leguminosa por animal en las cargas 0,66 y 1,0 animales ha<sup>-1</sup>. 3) Comparación de quema vs no quema en la carga 0,33 animales ha<sup>-1</sup>.

Un análisis de varianza adicional fue realizado en el tratamiento testigo para determinar si la edad post-quema en cada área tuvo efecto sobre la disponibilidad y calidad del forraje.

Las variables fueron analizadas siguiendo dos modelos: El modelo 1 corresponde a un diseño de BCA y el modelo 2 corresponde a un diseño de parcelas divididas considerando la fecha de evaluación como una fuente adicional de variación al nivel de subparcelas.



Los modelos empleados se resumen como siguen:

1.  $Y_{i,j,k} = u + B_i + T_j + E_{i,j,k}$
2.  $Y_{i,j,k_1} = u + B_i + T_j + (BT)_{i,j} + V_k + (VT)_{k,j} + E_{i,j,k_1}$

Donde:

- $Y_{i,j,k}$  ;  $Y_{i,j,k_1}$  = Variable de respuesta  
 $u$  = Media general  
 $B_i$  = Efecto del i-ésimo bloque o repetición  
 $T_j$  = Efecto del j-ésimo tratamiento  
 $(BT)_{i,j}$  = Interacción bloque por tratamiento (error tipo A)  
 $V_k$  = Efecto de la k-ésima fecha de evaluación  
 $(VT)_{k,j}$  = Interacción evaluación x tratamiento  
 $E_{i,j,k}$  ;  $E_{i,j,k_1}$  = Error experimental

La disposición de fuentes de variación (FV) y grados de libertad (GL) correspondientes a los análisis de varianza se presenta en los Cuadros 5 y 6.

CUADRO 5. Análisis de varianza utilizado para la variable ganancia de peso, disponibilidad de hojas de gramínea erecta y rastrera, y consumo de sal mineralizada correspondiente al modelo 1.

F.V.	G.L.
Bloque	B-1
Tratamiento	T-1
Error	(B-1)(T-1)
TOTAL	BT-1

CUADRO 6 Análisis de varianza correspondiente al modelo 2 utilizado para las variables: disponibilidad de forraje (gramínea, leguminosa, malezas y material muerto); % de suelo descubierto; proporción de partes de la planta (%hoja y % tallo); calidad de las gramíneas erectas y rastreras (DIVMS,PC,FNI,Ca,P,Zn); calidad de la leguminosa (DIVMS,PC, FND,Ca,P); calidad de lo seleccionado (DIVMS,FNI,PC,Ca,S) y ganancias de peso vivo.

F.V.	G.L.
Bloque	B
Tratamiento	T-1
Bloque x Trat.	(B-1) (T-1)
Eval.	(V-1)
Eval. x Trat.	(V-1) (T-1)
Error	(B-1) (V-1)T
TOTAL	BTE-1

Para comparar los niveles 1.500 y 2.250  $\text{m}^{\text{e}}$  de leguminosa  $\text{animal}^{-1}$  en las cargas 0,66 y 1,0 animales  $\text{ha}^{-1}$  (factorial 2x2) en los dos modelos descritos anteriormente, el tratamiento se descompuso en nivel y carga y se utilizó como término de error la interacción repeticiónxnivelxcarga (Error A).

Para comparar diferencias entre medias se utilizó la prueba de amplitud múltiple de Duncan.

### 3.5 Metodología utilizada en el Estudio II

Los primeros análisis de calidad de las gramíneas nativas indicaron una mayor digestibilidad in vitro de gramínea rastrera vs erecta (42 y 20% de DIVMS, respectivamente). Esto originó un segundo estudio para identificar aspectos de calidad de las gramíneas en los tratamientos del nivel 1.500  $\text{m}^{\text{e}}$  leg  $\text{an}^{-1}$ . Además se consideró

mayor frecuencia de presencia (FP), mayor frecuencia de consumo (FC) bajo pastoreo y las especies seleccionadas en la dieta por el animal bajo pastoreo (IS). La preferencia (IP) de cada una de las especies se expresó como:  $(FC/FP) \times 100$  y la selectividad de las especies en la dieta (IS) se expresó como el porcentaje de presencia de una especie en la extrusa dividido en la suma total de frecuencias de especies identificadas en 100 lecturas (Van Dyne y Heady, 1965).

La evaluación en el campo se llevó a cabo entre el 26 de noviembre y 10 de diciembre de 1985 (final de época lluviosa). La secuencia metodológica de este estudio se puede resumir como sigue:

- 1) Colección del especies en el campo (1 semana)
- 2) Clasificación de las especies y montaje de herbario (3 semanas)
- 3) Entrenamiento del personal de la región en la identificación de las especies (5 semanas)
- 4) Metodología de muestreo y elaboración de formatos de campo (1 semana)
- 5) Entrenamiento de lectura de especies en el estereoscopio (7 semanas)
- 6) Lectura de especies (8 semanas)

### 3.5.1 Tratamiento

Para el estudio de composición florística, selectividad y calidad nutritiva de las especies sólo se consideraron aquellos tratamientos del nivel 1.500 m<sup>2</sup> de leguminosa por animal experimental, así como el testigo.

### 3.5.2 Variables estudiadas

. Frecuencia de presencia de las especies (FP): El número de veces que apareció una especie determinada en 100 marcos muestrales.

. Frecuencia de consumo de las especies (FC): El número de veces que una especie determinada apareció pastoreada por el animal en 100 marcos muestrales.

. Índice de preferencia de las especies (IP): Es la relación  $(FC/FP) \times 100$ .

. Índice de selectividad de las especies (IS): Es la proporción en que aparece una especie determinada en la dieta del animal con relación al número total de las especies identificadas.

### 3.5.3 Mediciones en la pastura

#### 3.5.3.1 Composición florística de la sabana

Un total de 100 marcos fueron evaluados en cada parcela experimental siguiendo líneas transectos fijas uniformemente distribuidas en el área. Se utilizó un marco de 1 m x 0,5 m. Las especies presentes (FP) y consumidas por el animal (FC) en cada marco fueron registradas numéricamente en un formato. Las especies se dividieron en cuatro grupos: gramíneas, leguminosas, maleza de hoja angosta, y maleza de hoja ancha.

#### 3.5.3.2 Disponibilidad por especie

La disponibilidad por especie fue estimada a través de cortes de pequeñas áreas (2 m x 2 m) en tres sitios representativos de cada parcela experimental en el nivel 1.500 m<sup>2</sup> de leguminosa animal<sup>-1</sup>. Se efectuó separación manual de las ocho especies de mayor disponibilidad y el resto se consideró como un promedio.

#### 3.5.3.3 Calidad de las especies

Se colectaron y juntaron 100 muestras de hojas para cada especie de gramínea en todo el campo experimental para los respectivos análisis químicos. Del total de hojas colectadas por especie, se tomaron tres submuestras para los análisis de

digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS), proteína cruda (PC), calcio (Ca) y fósforo (P).

#### 3.5.4 Mediciones con el animal

##### 3.5.4.1 Selectividad de las especies

Las muestras de extrusa esofágica colectadas durante la cuarta evaluación en el estudio I fueron utilizadas también para identificar las principales especies de gramínea seleccionadas por el animal en pastoreo. La identificación se realizó por lectura en el estereoscopio basados en las características físicas, morfológicas y taxonómicas de cada especie. Las muestras fueron preparadas en cajas petri previo lavado de las muestras. En cada caja petri se realizaron 100 lecturas (900 por parcela experimental). Previa a la lectura se elaboró una serie de gráficos de las principales especies con sus principales características como una guía de identificación. Complementado a lo anterior, se tomaron hojas apicales y basales de cada especie y se montaron en cajas petri individuales como material de consulta. Para evitar daño en el material, las cajas se conservaron húmedas y refrigeradas a 6°C.

#### 3.5.5 Análisis estadístico

La composición florística de la sabana y la utilización de las especies por el animal en pastoreo fueron estudiadas a través de análisis de regresión lineal

La disponibilidad y calidad de las gramíneas nativas fueron analizadas siguiendo el modelo 1 del análisis de varianza descrito en el estudio I.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 Estudio I

El objetivo central de este estudio consistió en determinar el efecto de nivel de leguminosa y carga animal en la disponibilidad de forraje y en la calidad del forraje ofrecido y seleccionado por fistulados del esófago.

#### 4.1.1 Forraje disponible

##### 4.1.1.1 Efecto de carga en el forraje disponible

La disponibilidad de gramínea ( $Y_1$ ), material muerto ( $Y_2$ ) y malezas de hoja ancha ( $Y_3$ ) disminuyeron significativamente ( $P < 0,001$ ) en forma exponencial con incrementos en la carga animal ( $X$ ) de acuerdo con las siguientes ecuaciones:  $Y_1 = 14.051 * EXP^{-0.143X}$  ;  $Y_2 = 4035 * EXP^{-0.170X}$  ;  $Y_3 = 564 * EXP^{-0.331X}$  ( $r^2 = -0,98$ ;  $-0,94$  y  $-0,69$ , respectivamente). Por otro lado la leguminosa (capica), no varió con la carga pero tuvo tendencia a incrementar su disponibilidad en cargas altas (Cuadro 7). El promedio de gramínea en oferta (3.954 kg M.S. animal<sup>-1</sup> equivalente a 2.314 kg MS ha<sup>-1</sup>) se considera alto y en algunos casos superior a lo obtenido con gramíneas mejoradas como Andropogon gayanus y Brachiaria decumbens en los llanos de Colombia (CIAT, 1983). En contraste, la disponibilidad promedio de leguminosa en la pastura fue extremadamente baja (50,7 Kg M.S. animal<sup>-1</sup> equivalente a 52 kg M.S. ha<sup>-1</sup>), lo cual representó el 0,9% del forraje disponible en la pastura en el nivel 1.500 m<sup>2</sup>. La proporción de malezas de hoja ancha (4,7%) fue moderada, mientras la proporción de material muerto fue alta (22,9%). El material muerto (MM) se incrementó notablemente en el tiempo (Cuadro 8), mientras la leguminosa disminuyó ( $P < 0,05$ ). La maleza de hoja ancha (MHA) por su parte permaneció estable en el tiempo. La disponibilidad de gramínea fue muy alta en octubre (5.821 kg M.S. an<sup>-1</sup>) con respecto a junio y agosto producto

Cuadro 7 Efecto de carga animal en la disponibilidad de los componentes de la sabana nativa sin quema más leguminosa (*S. capitata*) bajo pastoreo continuo a través del tiempo

Nivel leg. m <sup>2</sup> an <sup>-1</sup>	Carga an ha <sup>-1</sup>	Kg forraje verde en base seca an <sup>-1</sup>			
		gram.	legum.	MHA /1	MM /2
1.500	0,33	8.594 a	37 a	504 a	2.776 a
1.500	0,66	3.655 b	31 a	171 a	1.076 b
1.500	1,00	2.227 c	69 a	224 a	712 c
1.500	1,33	1.341 d	66 a	134 a	500 c
2.250	0,66	4.095	68	207	1.243
2.250	1,00	2.021	172	230	648
0 (quema)	0,33	5.705	0	591	1.502
Error Estándar					
Nivel 1.500		365,7	19,4	118,7	136,2
Fact. 2 x 2		196,9	11,8	65,8	74,8
Quema vs no quema (carga 0,33)		35,6	-	338,5	114,6
Comparaciones					
		/ 3			
Nivel 1.500 m <sup>2</sup> leg an <sup>-1</sup>		0,001	NS	NS	0,001
Fact. 2 x 2 :					
- cargas 0,66 y 1,00		0,01	0,01	NS	0,01
- niv. 1.500 vs 2.250		NS	0,01	NS	NS
- nivel x carga		NS	NS	0,040	NS
Quema vs no quema (carga 0,33)		0,01	-	NS	0,06
1/malezas de hoja ancha					
2/material muerto de gramínea + leguminosa + maleza hoja ancha					
3/valores de significancia NS no significativo (P>0,10)					

Cuadro 8 Disponibilidad en el tiempo de gramínea, leguminosa (S. capitata), malezas de hoja ancha (MHA) en sabana nativa sin quema y suplementada con 1.500 m<sup>2</sup> de S. capitata animal<sup>-1</sup> bajo pastoreo continuo

Fecha de evaluación	kg MS animal <sup>-1</sup>			
	gramínea	leguminosa	M.H.A.	M.M.
JUN/85	2.458 c	90 a	212 a	783 c
AGO/85	2.354 c	48 a	191 a	524 c
OCT/85	5.821 a	87 a	425 a	1.530 b
DIC/85	4.461 b	22 b	272 a	1.298 b
FEB/86	4.676 b	5 b	192 a	2.195 a
Error estándar /1	301,7	20,1	42,7	122,8 gl=16

a,b,c) medias con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes (P<0,05) con la prueba de ámbito múltiple de Duncan

1/Error estándar estimado en base al CME como subparcela.



de la floración de algunas gramíneas como Andropogon bicornis, Eschyzachyrium hirtiflorum y Trachypogon vestitus. Después de octubre la disponibilidad de gramínea verde disminuyó significativamente ( $P < 0,05$ ) y consecuentemente, la cantidad de material muerto aumentó, alcanzando un nivel de 46,9% en la pastura en el mes de febrero. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Tergas (1983) con pasturas mejoradas en los llanos de Colombia

#### 4.1.1.2 Efecto de nivel de leguminosa en la disponibilidad de forraje.

El nivel de leguminosa sembrada por animal (1.500 vs 2.250 m<sup>2</sup>) afectó significativamente ( $P < 0,01$ ) la disponibilidad de leguminosa (50 y 120 kg M.S. an<sup>-1</sup>, respectivamente), pero no afectó la disponibilidad de gramínea (Cuadro 7), debido probablemente a la mínima contribución del componente leguminosa en la pastura. Igualmente no se presentó efecto de nivel de leguminosa sembrada en las disponibilidades de malezas de hoja ancha (MHA) y material muerto (MM).

#### 4.1.1.3 Efecto de quema en la disponibilidad de forraje.

La quema de la sabana redujo ( $P < 0,01$ ) en un 33,6% la disponibilidad de la gramínea verde y en 45,9% el material muerto ( $P < 0,06$ ) en la carga de 0,33 animales ha<sup>-1</sup> (Cuadro 7). Sin embargo, debido a la quema secuencial realizada en el tratamiento testigo la disponibilidad remanente continuó siendo alta (5.705 kg M.S. an<sup>-1</sup>). Resultados similares fueron observados por Paladines y Leal (1979) con quema de la sabana en secuencia.

#### 4.1.1.4 Efecto de repetición en la disponibilidad de forraje.

Durante este estudio fue evidente un efecto de repetición en la disponibilidad de gramínea a través de

niveles de leguminosa y carga animal (Cuadro 9) . La repetición 2 mostró una mayor ( $P < 0,02$ ) disponibilidad de gramínea que la repetición 1 en los tratamientos de carga 0,33 an. ha<sup>-1</sup> (7.803 y 6.495 kg M.S. an<sup>-1</sup>, respectivamente). Igualmente, en las diferentes cargas del nivel 1.500 m<sup>2</sup>, la repetición 2 tuvo mayor disponibilidad de gramínea (4.328 vs 3.581 kg M.S. an<sup>-1</sup>) y de leguminosa (70,2 vs 30,7 kg M.S. an<sup>-1</sup> . Sin embargo, las diferencias en disponibilidad de gramínea entre repeticiones ocurrió principalmente durante los dos primeros meses de la estación lluviosa (Figura 5), mientras en el caso de la leguminosa estas diferencias ( $P < 0,05$ ) se mantuvieron durante casi todo el período de tiempo evaluado (Figura 6). Las diferencias en disponibilidad de forraje entre repeticiones podrían estar más asociadas a diferencias en características físicas que químicas del suelo, como se observa en el Cuadro 10. La repetición 2 presentó un mayor contenido de arcilla que la repetición 1, lo cual puede haber favorecido una mayor retención de agua en el suelo. Por otro lado, la mayor cantidad de materia orgánica (MO), en la repetición 2 pudo favorecer también una mayor disponibilidad de nitrógeno, fósforo, y azufre para las plantas, a través de los procesos de mineralización (Fassbender, 1986). Los análisis de suelos concuerdan con los observados por Spain (1979) en otros sitios de la región, e indican que son suelos ácidos, bajos en materia orgánica, con alta saturación de aluminio, baja disponibilidad de fósforo y baja capacidad de intercambio catiónico.

#### 4.1.1.5 Efecto de nivel de leguminosa y carga en el área de suelo descubierto.

El porcentaje de área de suelo descubierta (ASD) en general aumentó ( $P < 0,02$ ) con incrementos en la carga animal de 8 a 16 % en el nivel 1.500 m<sup>2</sup> leg an<sup>-1</sup> (Cuadro 11). También la quema mostró tendencia ( $P < 0,09$ ) a un aumento del ASD (8 a 13,6%). En contraste, el ASD tendió a ser menor ( $P < 0,09$ ) al nivel 2.250 que al nivel 1.500 m<sup>2</sup> de leguminosa

Cuadro 9 Disponibilidad de gramínea y leguminosa en sabana nativa sin quema más leguminosa (*S. capitata*) por repetición bajo pastoreo continuo

Nivel leg.	Carga	Kg de forraje verde an <sup>-1</sup> (base seca)			
		gramínea		leguminosa	
		R1	R2	R1	R2
m <sup>2</sup> an <sup>-1</sup>	an ha <sup>-1</sup>				
1.500	0,33	7,922	9,266	15	58
1.500	0,66	3,149	4,161	2	59
1.500	1,00	2,047	2,408	69	69
1.500	1,33	1,205	1,477	37	95
			Prom.	30,7	70,2
2.250	0,66	3,904	4,286	56	80
2.250	1,00	1,981	2,061	162	182
0 (quema)	0,33	5,068	6,341	0	0
Comparaciones		/1			
Para nivel 1.500 m <sup>2</sup> leg an <sup>-1</sup>		0,06		0,06	
Fact. 2 niv. x 2 cargas		0,10		NS	
Quema vs no quema (carga 0,33)		0,02		-	

1/valores de significancia NS no significativo (P>0,10)

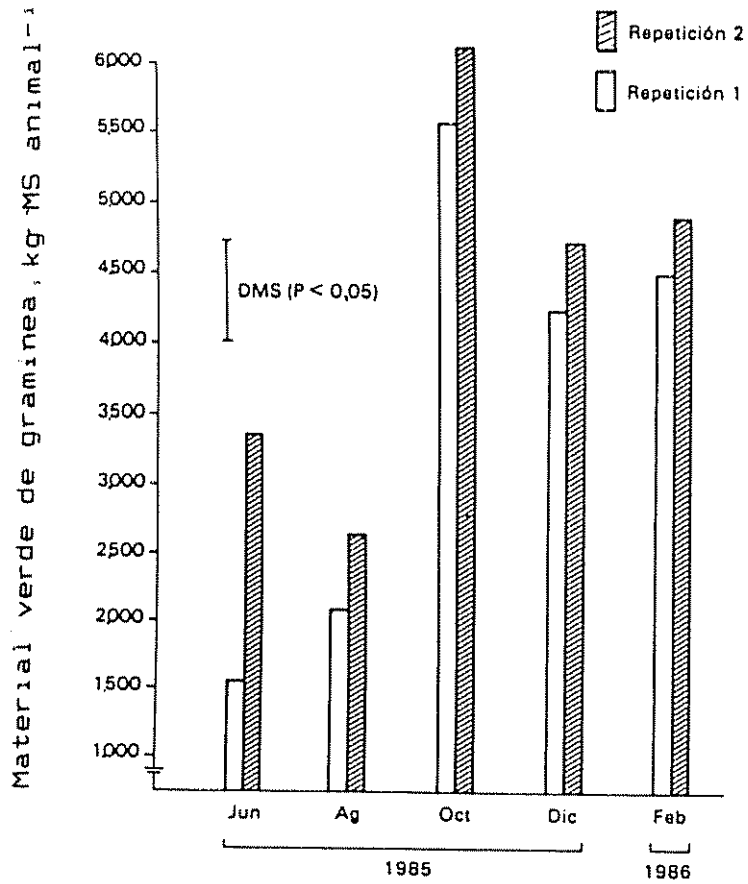


Figura 5 Disponibilidad de gramínea por repetición en el tiempo en sabana nativa sin quema y suplementada con 1500 m<sup>2</sup> de *S. capitata* por animal bajo pastoreo continuo.

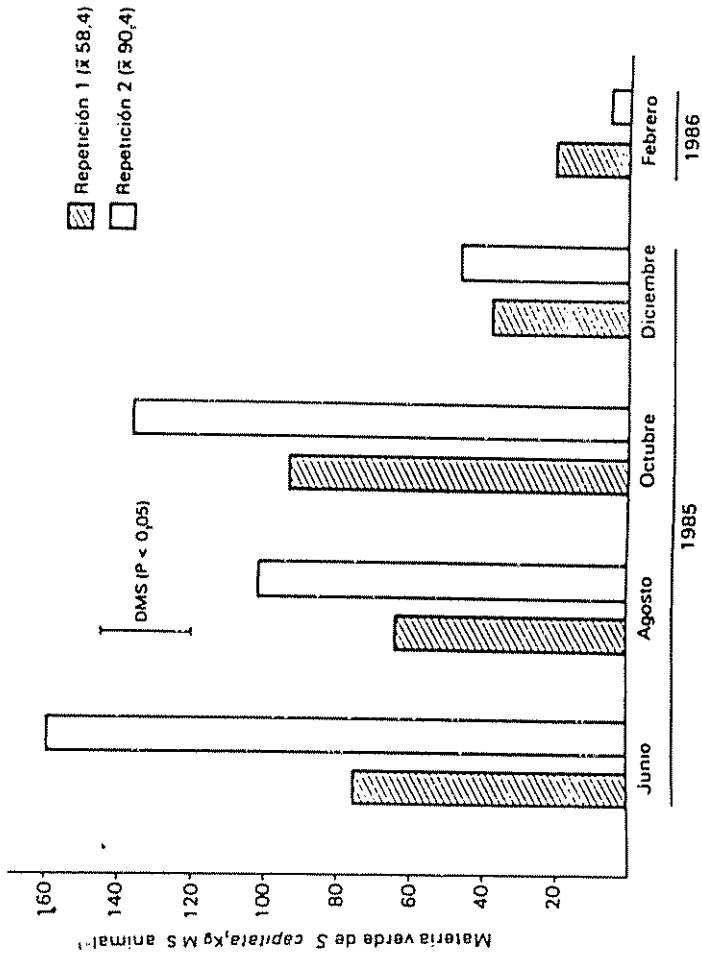


Figura 6 Efecto de repetición en la disponibilidad de leguminosa (*S. capitata*) en el tiempo en sabana nativa bajo pastoreo continuo a través de niveles de carga animal y leguminosa

CUADRO 10. Características físicas y químicas del suelo experimental (Yopare-Carimagua)

REP.	M.D.	Arcilla	Arena	Limo	pH	P(Bray II)	Al	Ca	Mg	K
1/	%	-----%-----				mg kg <sup>-1</sup>	-----meq 100 g de suelo <sup>-1</sup> -----			
1										
X	1,45	27,6	44,8	27,6	4,8	3,74	1,27	0,18	0,06	0,04
D.E. 2/	0,4	2,5	3,9	2,4	-	0,9	-	-	-	-
2										
X	2,4	36,1	30,7	33,2	4,8	3,29	1,97	0,17	0,06	0,04
D.E. 2/	0,6	3,3	2,4	2,6	-	0,8	-	-	-	-

1/ Promedios de 5 muestras analizadas por repetición a 20 cms de profundidad.

2/ Desviación estándar de la media.

Cuadro 11 Efecto de carga animal en el área de suelo descubierta en el tiempo en sabana nativa sin quema mas leguminosa bajo pastoreo continuo

Nivel leg.	Carga	JUN	AGO	OCT	DIC	FEB	(PROM)
m <sup>2</sup> an <sup>-1</sup>	an ha <sup>-1</sup>	% SUELO DESCUBIERTO					
1.500	0,33	8	9	8	7	8	8,0 c
1.500	0,66	10	11	12	11	13	11,4 b
1.500	1,00	17	12	13	17	23	16,4 a
1.500	1,33	10	8	8	12	19	11,4 b
Prom.		11,2 a	10,0 a	10,2 a	11,7 a	15,7 b	
2.250	0,66	11	11	11	10	9	10,4
2.250	1,00	9	8	13	13	20	12,6
0 (Quema)	0,33	20	9	14	12	13	13,60
Error Estándar (EE)							
Para nivel 1.500: cargas		1,13					
evaluac. /1		1,26					
Fact. 2 niv. x 2 cargas		1,08					
Quema vs no quema (carga 0,33)		1,20					
Comparaciones							
Nivel 1.500 m <sup>2</sup> leg an <sup>-1</sup>		/2					
- cargas		0,02					
- evaluación		0,002					
Factorial 2 x 2							
- cargas 0,66 vs 1,00		0,04					
- niv. 1.500 vs 2.250		0,09					
- nivel x carga		NS					
Quema vs no quema (carga 0,33)		0,09					

1/Error estándar estimado con base en el cuadrado medio del error (CME) como subparcela .  
 2/valores de significancia NS no significativo (P>0,10)

an ' (11,4 y 13,9% respectivamente). El ASD aumentó con el tiempo ( $P < 0,02$ ), siendo especialmente alto en el mes de febrero, a mitad del periodo seco.

#### 4.1.2 Composición botánica del forraje ofrecido y seleccionado

El animal seleccionó una dieta basada casi exclusivamente en hojas de gramínea (87,8%) con muy baja proporción de leguminosa (1%) como se observa en la Figura 7. La proporción alta de gramínea en la dieta se manifestó en todos los tratamientos (Cuadro 12), confirmando la alta capacidad selectiva del animal en pastoreo (Arnold, 1966; Theron y Booysen, 1976; Macedo *et al*, 1978; Gardener, 1980; Zemmeling, 1980; Escuder *et al*, 1982; Minson, 1982; Bohnert *et al*, 1986). Así mismo, a medida que transcurrió la época lluviosa la proporción de gramínea en la dieta seleccionada fue mayor que en el forraje ofrecido (Cuadro 13). Por otro lado, la proporción de leguminosa en el forraje seleccionado disminuyó ( $P < 0,05$ ) con el tiempo, a tal punto de no estar presente en la dieta a finales del verano. La alta proporción de material muerto a finales de la época seca (30,3%) obligó a los animales a seleccionar una mayor proporción ( $P < 0,05$ ) de malezas de hoja ancha (6,6%) durante esta época.

En términos de la gramínea seleccionada, la proporción de hojas disminuyó ( $P < 0,05$ ) de la época lluviosa (93,2%) a la época seca (86,1%), tal como se observa en el Cuadro 14. El incremento en la selección de tallos durante la época seca (diciembre-febrero), fue una consecuencia de la alta proporción de material muerto en la pastura, lo cual redujo la capacidad selectiva del animal por una mayor presión de pastoreo como lo demuestran los estudios de Stobbs (1973, 1975a, 1977).



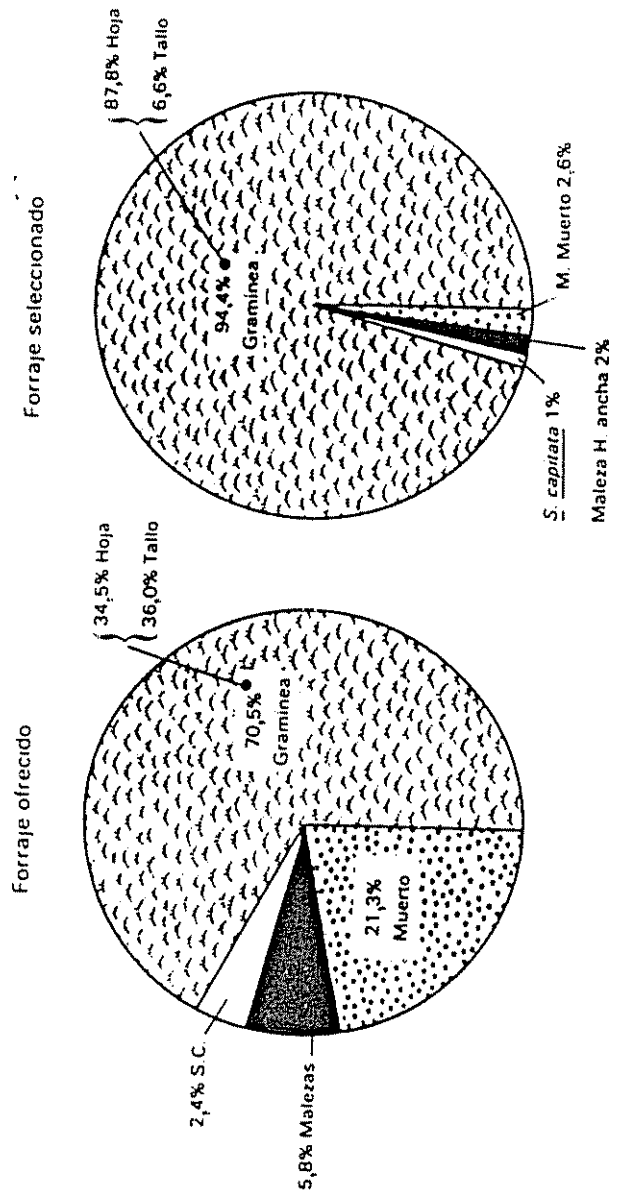


Figura 7 Composición botánica del forraje ofrecido y seleccionado en sabana nativa sin quema bajo pastoreo continuo a través de niveles de carga animal y leguminosa (S. capitata).

Cuadro 12 Efecto de carga animal en el porcentaje de gramínea y leguminosa (*S. capitata*) ofrecida y seleccionada en sabana nativa sin quema más leguminosa bajo pastoreo continuo

Nivel leg. m <sup>2</sup> an <sup>-1</sup>	Carga an ha <sup>-1</sup>	gramínea		leguminosa	
		ofrec.	selecc.	ofrec.	selecc.
		%			
1.500	0,33	72,1	96,6	0,31	0,46
1.500	0,66	74,1	98,6	0,63	0,19
1.500	1,00	68,9	97,8	2,13	0,58
1.500	1,33	65,7	95,0	3,25	1,59
2.250	0,66	71,8	95,4	2,78	3,43
2.250	1,00	65,8	96,9	5,59	1,50
Error Estándar					
		/1	/2	/1	/2
Nivel 1.500		-	1,70	-	0,46
Fact. 2 x 2		-	0,03	-	0,13
Comparaciones					
			/3		
Nivel 1.500	m <sup>2</sup> leg an <sup>-1</sup>	-	NS	-	NS
Fact. 2 x 2 :					
-	cargas 0,66 y 1,00	-	NS	-	NS
-	niv. 1.500 vs 2.250	-	0,03	-	0,03
-	nivel x carga	-	NS	-	NS
1/datos no analizados estadísticamente					
2/error estándar de datos transformados por $\sqrt{x + 0,5}$					
3/valores de significancia NS no significativo (P>0,10)					

Cuadro 13 Relación porcentual del forraje ofrecido y seleccionado por componentes en el tiempo a través de carga, niveles de leguminosa en sabana más leguminosa bajo pastoreo continuo

Componente	Clase	Jun/85	Ago/85	Oct/85	Dic/85	Feb/86	Proa. EE 1/
		%					
Gramínea	Ofrecida	69,1	74,7	74,0	74,2	66,8	71,8
	Selecc.	94,2 b	96,9 a	95,8 a	94,2 b	91,0 c	94,4 (0,06)
Leguminosa	Ofrecida	4,3	2,1	1,2	0,6	0,2	1,7
	Selecc.	3,2 a	0,4 c	1,3 b	0,3 d	0,0 e	1,0 (0,16)
Malezas H. Ancha	Ofrecida	6,6	7,6	6,0	4,5	2,7	5,5
	Selecc.	1,1 b	0,5 b	0,5 b	1,2 b	6,6 a	2,0 (0,20)
Mat. Muerto	Ofrecida	20,0	15,6	18,8	20,7	30,3	21,1
	Selecc.	1,5 c	2,2 c	2,4 c	4,3 a	2,4 c	2,6 (0,16)

a,b,c,d,e) Letras distintas en la misma fila indican medias diferentes ( $P < 0,001$ )

1/ Error estándar con base en el cuadrado medio del error (CME) como subparcela.

Cuadro 14 Proporción de hojas y tallos en la gramínea seleccionada en el tiempo en sabana nativa bajo pastoreo continuo a través de quema, nivel de leguminosa y carga animal

Fecha de evaluación	gramínea seleccionada	
	% hoja	% tallo
JUN/85	91,5 a	6,9 c
AGO/85	94,0 a	3,8 d
OCT/85	94,0 a	3,5 d
DIC/85	86,3 b	9,3 b
FEB/86	85,9 b	11,5 a
Promedios	90,3	7,0
Error estándar /1	0,08	0,17

a,b,c,d) medias con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes ( $P < 0,05$ ) con la prueba de ámbito múltiple de Duncan

1/Error estándar estimado con base en el cuadrado medio del error (CNE) como subparcelas de datos transformados con  $\sqrt{x+0,5}$

#### 4.1.3 Calidad del forraje ofrecido y seleccionado

Si bien la calidad del forraje ofrecido mostró algunas diferencias significativas en digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y proteína cruda (PC), la calidad del forraje seleccionado (Cuadro 15) en general no varió ( $P > 0,10$ ) en función de las diferentes variables estudiadas (carga, nivel de leguminosa y quema). Sin embargo, como era de esperarse, la calidad del forraje seleccionado fue mayor que la del forraje en oferta. El alto contenido de FNI tanto del forraje ofrecido como seleccionado (54,4 y 44,4%, respectivamente) estuvieron negativamente asociados con la digestibilidad (21,3 y 31,8%, respectivamente). En contraste la fibra neutral detergente (FND) tuvo un valor constante (82%) para el forraje ofrecido y seleccionado y no explica las diferencias observadas en DIVMS (Figura 8). El animal tendió a seleccionar una dieta con un 67% más de proteína y un 47% más de DIVMS en relación a lo ofrecido, lo que permite sugerir una mayor limitación del animal para llenar sus requerimientos energéticos bajo estas condiciones de sabana nativa. En la Figura 9 se aprecia cómo el contenido de proteína en el forraje seleccionado permaneció por encima del 7%, nivel crítico por debajo del cual ocurren limitaciones en consumo (Minson y Milford, 1967), mientras que el forraje en oferta siempre estuvo por debajo de este nivel. En este estudio no se presentaron diferencias en la calidad del forraje ofrecido y seleccionado por efecto de quema. Probablemente, el efecto de la quema quedó confundido con época de quema, frecuencia entre quemas (cada 120 días) y frecuencia de muestreo (cada 60 días). La DIVMS baja de la dieta seleccionada en el tratamiento de quema (33,5%) coincide con lo encontrado por Alvarez (Comunicación personal) en sabana nativa quemada secuencialmente en los llanos orientales de Colombia (36,9% de DIVMS). En general, llama la atención en este estudio los bajos niveles de digestibilidad y los altos niveles de fibra neutral

Cuadro 15 Efecto de carga animal en la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS), fibra neutral indigerible (FNI) y proteína cruda (PC) del forraje ofrecido y seleccionado a través del tiempo en sabana nativa más leguminosa (*S.capitata*) bajo pastoreo continuo

Nivel leg.	Carga	DIVMS (%)		FNI (%)		PC (%)			
		m <sup>2</sup> an <sup>-1</sup>	an ha <sup>-1</sup>	Ofr./1	Selec.	Ofr./1	Selec.	Ofr./1	Selec.
1.500	0,33			20,2	31,1	56,6	44,5	4,4	7,3
1.500	0,66			19,1	30,8	56,7	46,1	4,1	6,8
1.500	1,00			22,0	30,6	59,7	45,8	4,8	8,1
1.500	1,33			21,7	33,1	54,8	42,6	4,9	7,5
2.250	0,66			22,0	32,3	56,3	46,2	3,9	7,1
2.250	1,00			19,4	32,5	58,8	44,2	4,7	7,9
0 (quema)	0,33			21,7	33,5	51,9	42,2	4,9	8,1
Error Estándar									
Nivel 1.500 m <sup>2</sup> leg an <sup>-1</sup>				0,13	1,90	0,40	1,80	0,21	0,58
Fact. 2 niv. x 2 cargas				0,25	0,85	1,23	0,06	0,06	0,62
Quema vs no quema (carga 0,33)				0,29	0,37	0,40	0,05	0,05	0,39
Comparaciones									
Nivel 1.500				1/2 0,001	NS	NS	NS	0,09	NS
Fact. 2 niv. x 2 cargas:									
- cargas 0,66 vs 1,00				0,10	NS	NS	NS	0,01	0,04
- niv. 1.500 vs 2.250				0,06	NS	NS	NS	0,08	NS
- nivel x carga				0,10	NS	NS	NS	NS	NS
Quema vs no quema (carga 0,33)				NS	NS	NS	NS	NS	NS

1/planta entera de gramínea

2/valores de significancia NS no significativo (P>0,10)

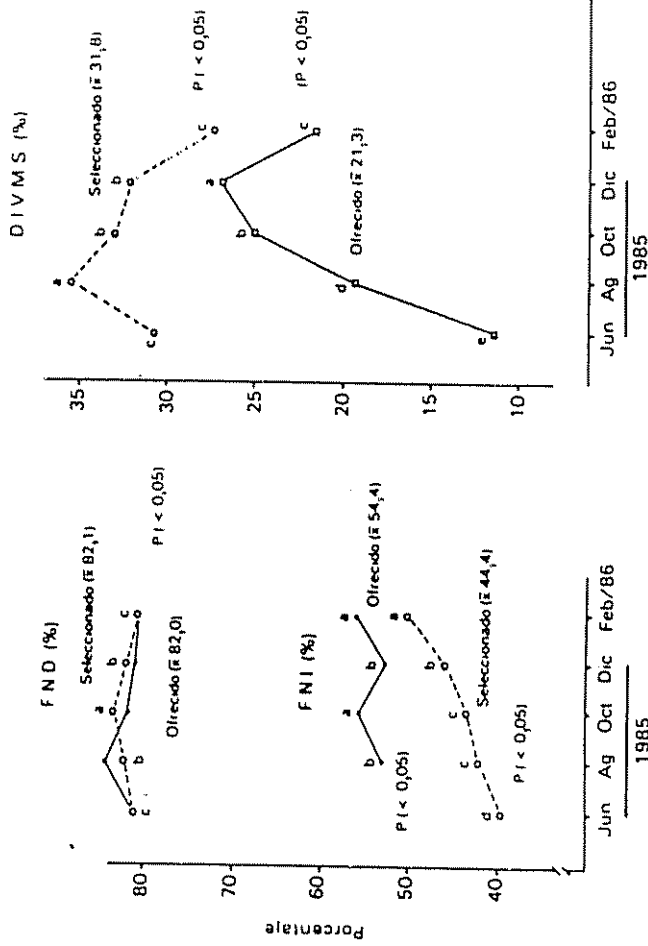


Figura 8 Contenido de fibra neutral detergente (FND) fibra neutral indigerible (FNI) y digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) en el forraje ofrecido (gramínea entera) y seleccionado en el tiempo en sabana nativa sin quema bajo pastoreo continuo a través de niveles de carga animal y leguminosa (S. capitata).

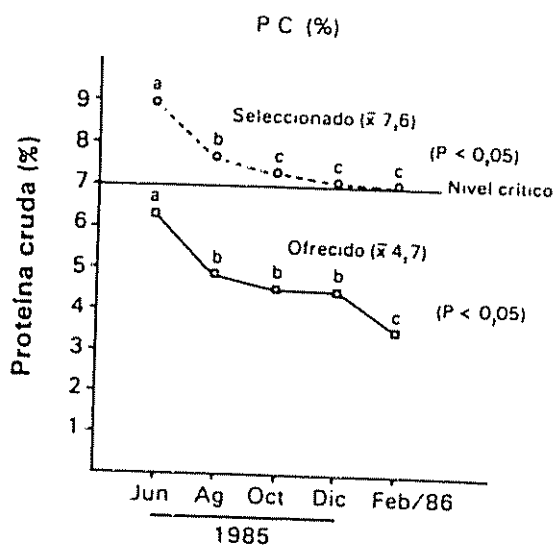


Figura 9 Contenido de proteína cruda (PC) del forraje ofrecido (gramínea entera) y seleccionado en el tiempo en sabana nativa sin quema bajo pastoreo continuo a través de niveles de carga animal y leguminosa (*S. capitata*).



indigerible (FNI) en la dieta seleccionada, los cuales necesariamente están asociados negativamente con consumo y producción animal. Un estudio conducido en CIAT (1983) con el objetivo de medir consumo y digestibilidad in vivo de sabana nativa de 3 meses de edad post-quema mostró valores muy bajos de digestibilidad (36,8%) y de consumo (30 gramos kg de peso vivo  $\text{día}^{-1}$ ), con carneros en jaulas metabólicas. Si se asume un consumo hipotético de 1,8 Kg de M.S. 100 kg de peso vivo  $\text{día}^{-1}$  con 31,8% de DIVMS y 7,8% de PC de la dieta seleccionada; la energía digerible consumida (22 MJ  $\text{día}^{-1}$ ) sólo alcanzaría para llenar 2/3 de los requerimientos energéticos de mantenimiento, mientras la proteína (281 g  $\text{día}^{-1}$ ) alcanzaría para producir ganancias de peso superiores a los 200 gramos animal  $\text{día}^{-1}$  (ARC,1980).

También la calidad de la planta entera de Capica se considera limitante en términos de DIVMS (41,8%), con contenido alto de fibra neutral detergente (64%) y valores intermedios de PC (13,8%) y P (0,14%). El contenido de Ca (0,81%) se considera alto. La calidad de Capica no varió significativamente en función de nivel de leguminosa y carga animal (Cuadro 16)

#### 4.1.3.1 Efecto de repetición en calidad del forraje

En general, no se presentaron diferencias entre repeticiones en la DIVMS, FNI y contenido de Ca en el forraje ofrecido y seleccionado (Cuadros 17, 18 y 19, respectivamente), pero sí hubo diferencias entre repeticiones ( $P < 0,01$ ) por efecto de carga en la PC ofrecida y seleccionada por el animal, siendo la repetición 2 superior a la repetición 1 (Cuadro 20). El mayor nivel de proteína seleccionada en las cargas 0,66 y 1,0  $\text{an ha}^{-1}$  en los niveles 1.500 y 2.250  $\text{m}^2$  de la repetición 2, pudo estar asociada con una mayor disponibilidad de gramínea y leguminosa, tal como se mostró en el Cuadro 9, lo cual permitió a los animales seleccionar hojas de mejor calidad. Tampoco se observaron

Cuadro 16 Efecto de la carga animal en la calidad de la planta entera de leguminosa (*S. capitata*)

Nivel leg.	Carga	DIVMS	FND	PC	Ca	P
m <sup>2</sup> an <sup>-1</sup>	an ha <sup>-1</sup>	%				
1.500	0,33	40,3	68,1	13,2 b	0,83	0,12
1.500	0,66	40,5	63,8	14,1 a	0,83	0,13
1.500	1,00	42,3	64,0	14,7 a	0,7	0,14
1.500	1,33	39,9	62,4	13,6 b	0,87	0,16
2.250	0,66	48,5	63,9	13,4	0,77	0,13
2.250	1,00	39,6	61,6	13,9	0,86	0,14
Error Estándar						
Nivel 1.500		1,69	1,90	0,16	0,09	0,01
Fact. 2 niv. x 2 cargas		1,15	0,47	0,31	0,06	0,01
Comparaciones						
Nivel 1.500 m <sup>2</sup> leg an <sup>-1</sup>		/1				
		NS	NS	0,009	NS	NS
Factorial 2 x 2						
- cargas 0,66 vs 1,00		NS	NS	NS	NS	NS
- niv. 1.500 vs 2.250		NS	NS	NS	NS	NS
- nivel x carga		NS	NS	NS	NS	NS
1/valores de significancia NS no significativo (P>0,10)						

Cuadro 17 Efecto de carga animal y repetición en la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) ofrecida y seleccionada a través del tiempo en sabana nativa más leguminosa (*S. capitata*) bajo pastoreo continuo

Nivel leg. m <sup>2</sup> an <sup>-1</sup>	Carga an ha <sup>-1</sup>	DIVMS ofrec. (%)		DIVMS selec. (%)	
		R1	R2	R1	R2
1.500	0,33	21,0	20,5	29,6	32,5
1.500	0,66	18,2	18,0	31,8	29,8
1.500	1,00	22,1	22,0	32,0	29,4
1.500	1,33	21,9	21,6	33,2	32,9
2.250	0,66	20,7	23,4	32,9	31,8
2.250	1,00	19,9	18,9	31,9	33,0
0 (quema)	0,33	19,7	23,6	32,4	34,4
Comparaciones entre Rep.					
Nivel 1.500 m <sup>2</sup> leg an <sup>-1</sup>		/1 0,07		NS	
Fact. 2 niv. x 2 cargas:					
- cargas 0,66 y 1,00		NS		NS	
- niv. 1.500 y 2.250		NS		NS	
- nivel x carga		NS		NS	
Quema vs no quema (carga 0,33)		NS		0,10	

1/valores de significancia NS no significativo (P>0,10)

Cuadro 18 Efecto de carga animal y repetición en la fibra neutral indigerible (FNI) ofrecida y seleccionada a través del tiempo en sabana nativa sin quema más leguminosa (*S. capitata*) bajo pastoreo continuo

Nivel leg. m <sup>2</sup> an <sup>-1</sup>	Carga an ha <sup>-1</sup>	FNI ofrec. (%)		FNI selec. (%)	
		R1	R2	R1	R2
1.500	0,33	56,1	57,2	45,1	43,8
1.500	0,66	56,0	57,3	44,8	47,3
1.500	1,00	61,2	58,2	43,5	48,1
1.500	1,33	55,0	54,7	42,7	42,6
2.250	0,66	56,9	55,8	44,5	47,8
2.250	1,00	59,4	58,2	43,8	44,6
0 (quema)	0,33	52,8	51,0	42,6	41,8
Comparaciones entre Rep.					
Nivel 1.500 m <sup>2</sup> leg an <sup>-1</sup>		/1		NS	
Fact. 2 niv. x 2 cargas:					
- cargas 0,66 y 1,00		NS		0,001	
- niv. 1.500 y 2.250		NS		0,01	
- nivel x carga		NS		0,05	
Quema vs no quema (carga 0,33)		NS		NS	
/valores de significancia NS no significativo (P>0,10)					

Cuadro 19 Efecto de carga animal y repetición en el contenido de calcio (Ca) del forraje ofrecido y seleccionado a través del tiempo en sabana nativa sin quema más leguminosa bajo pastoreo continuo

Nivel leg. m <sup>2</sup> an <sup>-1</sup>	Carga an ha <sup>-1</sup>	Ca ofrec. (%)		Ca selec. (%)	
		R1	R2	R1	R2
1.500	0,33	0,12	0,13	0,17	0,25
1.500	0,66	0,11	0,13	0,25	0,32
1.500	1,00	0,12	0,12	0,35	0,35
1.500	1,33	0,11	0,11	0,30	0,34
2.250	0,66	0,12	0,12	0,17	0,23
2.250	1,00	0,11	0,11	0,21	0,49
0 (quema)	0,33	0,11	0,11	0,20	0,20
Comparaciones entre Rep.					
Nivel 1.500 m <sup>2</sup> leg. an <sup>-1</sup>		/1		NS	
Fact. 2 niv. x 2 cargas:					
- cargas 0,66 y 1,00		NS		NS	
- niv. 1.500 y 2.250		NS		NS	
- nivel x carga		NS		NS	
Quema vs no quema (carga 0,33)		NS		NS	

1/valores de significancia NS no significativo (P>0,10)

Cuadro 20 Efecto de carga animal y repetición en la proteína ofrecida y seleccionada a través del tiempo en sabana nativa sin quema más leguminosa (*S. capitata*) bajo pastoreo continuo

Nivel leg.	Carga	PC ofrec. (%)		PC selec. (%)	
		R1	R2	R1	R2
m <sup>2</sup> an <sup>-1</sup>	an ha <sup>-1</sup>				
1.500	0,33	4,1	4,7	6,4	8,2
1.500	0,66	4,0	4,2	6,2	7,4
1.500	1,00	4,7	4,9	7,6	8,4
1.500	1,33	4,5	5,3	7,6	7,4
2.250	0,66	3,9	4,0	6,3	8,0
2.250	1,00	4,6	4,9	6,9	8,9
0 (quema)	0,33	4,7	5,0	7,7	8,4
Comparaciones entre Rep.					
		/1			
Nivel 1.500	m <sup>2</sup> leg an <sup>-1</sup>	0,07		0,10	
Fact. 2 niv. x 2 cargas:					
- cargas 0,66 y 1,00		0,04		0,01	
- niv. 1.500 y 2.250		NS		NS	
- nivel x carga		NS		NS	
Quema vs no quema (carga 0,33)		NS		NS	
1/valores de significancia NS no significativo (P>0,10)					

diferencias entre repeticiones en la DIVMS seleccionada (Figura 10), pero sí ( $P < 0,01$ ) en PC como se observa en la Figura 11.

#### 4.1.3.2 Minerales en el forraje ofrecido y seleccionado.

La concentración de calcio (Ca), fósforo (P) y zinc (Zn) en el forraje ofrecido y de azufre (S) en lo seleccionado no varió ( $P > 0,10$ ) en función de nivel de leguminosa, carga animal y quema (Cuadro 21). Sólo el contenido de Ca en el forraje seleccionado varió con la carga animal en el nivel 1.500  $\text{m}^2$ , siendo mayor ( $P < 0,02$ ) en cargas altas (0,33%) que en cargas bajas (0,25%). En términos generales el animal seleccionó una dieta 2,4 veces más alta en Ca respecto al forraje disponible.

En general, los contenidos de Ca (0,12%), P (0,05%) y Zn (15  $\text{mg kg}^{-1}$ ) en el forraje ofrecido y Ca (0,28) y S (0,11%) en el forraje seleccionado se consideran limitantes para bovinos en crecimiento (NRC, 1976; ARC, 1980). Esta deficiencia parece ser más crítica en el caso del fósforo y el calcio cuyos requerimientos para animales en crecimiento es alrededor del 0,2%. Los contenidos de Ca y Zn en el forraje ofrecido coinciden con lo observado por Lebdoeckojo *et al* (1980) en los llanos de Colombia mientras los contenidos de P son inferiores a los reportados por Lebdoeckojo *et al* (1980); Schneichel (1985) y Alvarez (comunicación personal)

No se presentaron diferencias significativas en el consumo de sal mineralizada para los diferentes tratamientos estudiados (Cuadro 22), Sin embargo hubo una tendencia a un mayor consumo en la repetición 1 que en la repetición 2 (91,2 y 75,4 g de M.S.  $\text{an}^{-1} \text{ día}^{-1}$ , respectivamente). Estos consumos se consideran adecuados y suficientes para suplir las deficiencias minerales de la sabana nativa.

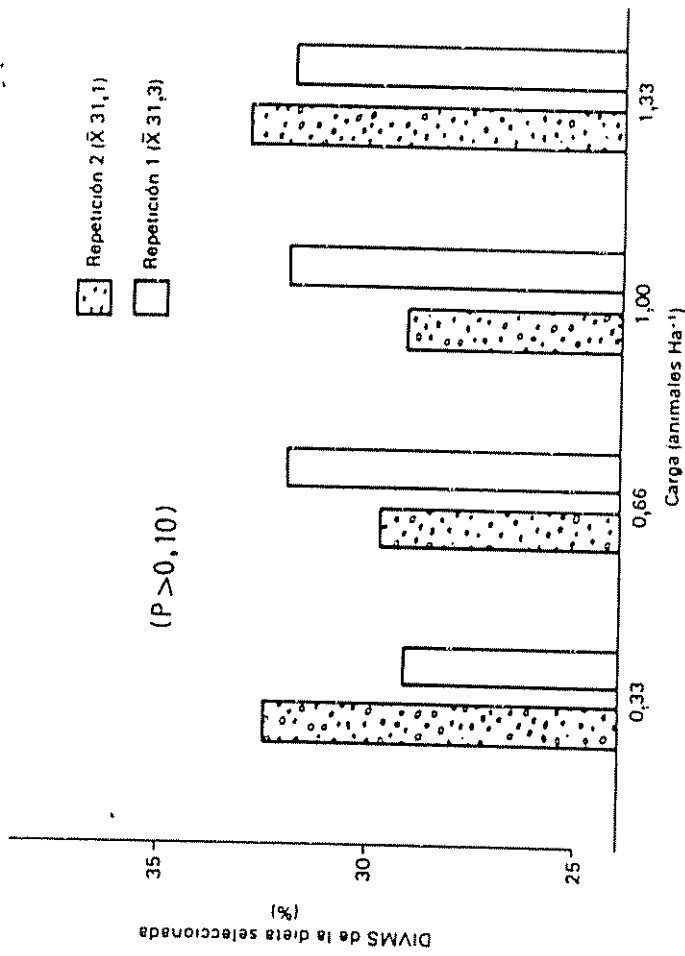


Figura 10 Efecto de carga animal y repetición en la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) seleccionada en sabana nativa sin quema más leguminosa (1500 m<sup>2</sup> de *S. capitata* an<sup>-1</sup>) bajo pastoreo continuo.



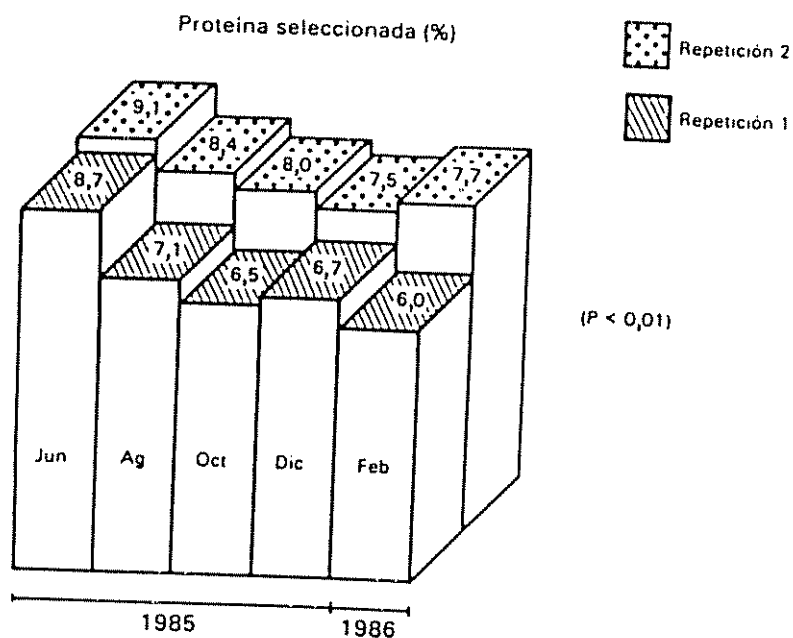


Figura 11 Efecto de repetición en la proteína seleccionada en el tiempo en sabana nativa bajo pastoreo continuo a través de niveles de carga animal y leguminosa (*S. capitata*).

Cuadro 21 Efecto de la carga animal y el área de leguminosa en el contenido de calcio (Ca), fósforo (P) y zinc (Zn) del forraje en oferta y en el de calcio y azufre (S) del forraje seleccionado.

Nivel leg. m <sup>2</sup> an <sup>-1</sup>	Carga an ha <sup>-1</sup>	Ofrecido			Seleccionado	
		Ca	P	Zn	Ca	S
		---	---	---	---	---
		%	mg	kg <sup>-1</sup>	%	
1.500	0,33	0,12	0,06	15,5	0,21 c	0,10
1.500	0,66	0,12	0,04	14,9	0,29 b	0,12
1.500	1,00	0,12	0,05	14,8	0,35 a	0,11
1.500	1,33	0,12	0,06	15,0	0,32 a	0,11
2.250	0,66	0,11	0,05	13,2	0,20	0,10
2.250	1,00	0,11	0,05	14,6	0,35	0,12
0 (Quema)	0,33	0,12	0,06	17,1	0,20	0,11
Error Estándar (EE)						
Nivel 1.500		0,010	0,004	0,730	0,015	0,009
Fact. 2 niv. x 2 cargas		0,010	0,005	1,120	0,060	0,010
Quema vs no quema (carga 0,33)		0,001	0,001	0,200	0,120	0,002
Comparaciones						
Nivel 1.500 m <sup>2</sup> leg an <sup>-1</sup>		NS	NS	NS	0,02	NS
Factorial 2 x 2						
- cargas 0,66 vs 1,00		NS	NS	NS	NS	NS
- niv. 1.500 vs 2.250		NS	NS	NS	NS	NS
- nivel x carga		NS	NS	NS	NS	NS
Quema vs no quema (carga 0,33)		NS	NS	0,05	NS	NS
1/valores de significancia NS no significativo (P>0,10)						

Cuadro 22 Efecto de tratamiento y repetición en el consumo de sal mineralizada por novillos en sabana nativa sin queema más leguminosa (S. capitata).

Nivel leg.	Carga	REP1	REP2	Prom.
m <sup>2</sup> an <sup>-1</sup>	an ha <sup>-1</sup>	g MS an <sup>-1</sup>	dia <sup>-1</sup>	
1.500	0,33	89,5	69,0	79
1.500	0,66	99,6	69,3	84
1.500	1,00	74,9	81,6	78
1.500	1,33	99,2	75,2	87
2.250	0,66	93,4	61,8	78
2.250	1,00	90,3	85,0	88
0 (queema)	0,33	91,6	86,2	89
<b>Error Estándar</b>				
Niv. 1.500		11,54		
Fact. 2 niv. x 2 cargas		3,87		
Queema vs no queema (c. 0,33)		7,55		
<b>Comparaciones</b>				
Nivel 1.500 m <sup>2</sup> leg an <sup>-1</sup>		/1 NS		
Fact. 2 niv. x 2 cargas:				
-cargas 0,66 y 1,00		NS		
-niv. 1.500 y 2.250		NS		
-nivel x carga		NS		
Queema vs no queema (carga 0,33)		NS		
/valores de significancia NS no significativo (P>0,10)				

#### 4.1.4 Disponibilidad y calidad de la gramínea erecta y rastrera

##### 4.1.4.1 Disponibilidad de gramíneas erectas (GE) y rastreras (GR)

La disponibilidad de gramínea rastrera a través del tiempo fue muy baja comparada con la gramínea erecta (118 y 2.439 kg de MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente) como se observa en la Figura 12. En el Cuadro 23 se presenta la disponibilidad de hojas de GE y GR estimada por repetición. En general, la disponibilidad de hojas en los dos tipos de gramíneas no varió entre repeticiones, ni fue afectada por el nivel de leguminosa y quema, pero sí varió con la carga animal. En el nivel 1.500 m<sup>2</sup> de leg an<sup>-1</sup> la disponibilidad de GE (Y) disminuyó (P<0,001) en forma exponencial con los aumentos de carga animal (X) de acuerdo a la siguiente ecuación:  $Y = 0.571,9 * EXP^{-0,102x}$  (r=-0,99). La GR no mostró ninguna tendencia de aumento o disminución en función de la carga. Por otra parte, la quema aumentó la proporción de GR de 3,6 a 9,1 % en la carga de 0,33 animales ha<sup>-1</sup>.

##### 4.1.4.2 Calidad de las gramíneas erecta y rastrera

No se presentó efecto significativo en la DIVMS, PC y FNI de la gramínea erecta y rastrera en función de la carga, nivel de leguminosa y quema (Cuadro 24). De la misma manera, no hubo diferencias debidas a tratamientos en los contenidos de Ca, P y Zn en las GE y GR (Cuadro 25).

La gramínea rastrera mostró una mejor calidad (P<0,001) que la gramínea erecta en términos de DIVMS (39,9 vs 23,5%), PC (7,9 vs 5,2%) y un menor contenido de FNI (33,0 vs 51,7%) tal como se ilustra en el Cuadro 24. Esta mejor calidad de la gramínea rastrera se reflejó también (Cuadro 25) en los minerales Ca (0,18 vs 0,11%), P (0,10 vs 0,06%) y Zn (25,7 vs 14,8 mg kg<sup>-1</sup>). La calidad de la GR en función del tiempo también fue superior (P<0,05) tanto en hoja (Figura 13) como

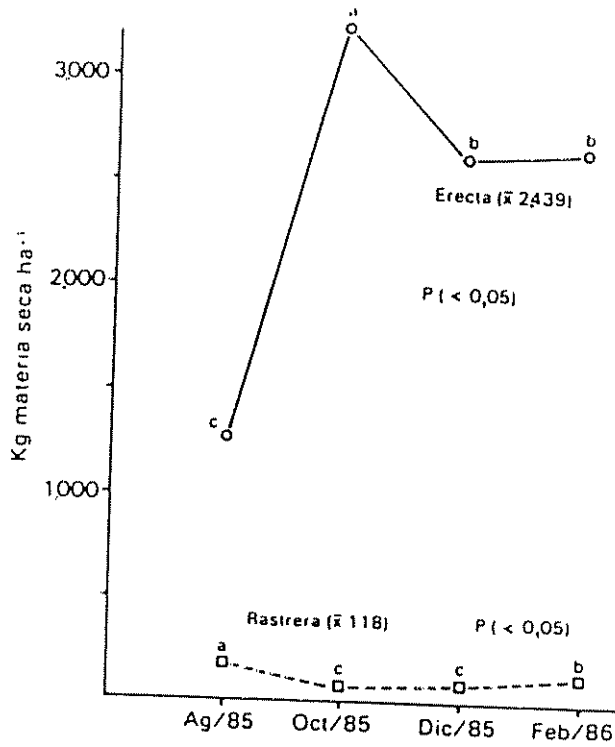


Figura 12 Disponibilidad de gramínea erecta y rastrera en el tiempo en sabana nativa sin quema bajo pastoreo continuo a través de niveles de carga animal y leguminosa (*S. capitata*).

Cuadro 23 Efecto de carga animal y repetición en la disponibilidad de hojas de gramínea erecta y gramínea rastrera ofrecida en sabana nativa más leguminosa (*S. capitata*) bajo pastoreo continuo

Nivel leg. m <sup>2</sup> an <sup>-1</sup>	Carga an na <sup>-1</sup>	gramínea erecta		gramínea rastrera	
		R1	R2	R1	R2
Kg MS hoja disponible an <sup>-1</sup>					
1.500	0,33	4.689	5.421	268	120
1.500	0,66	2.034	2.297	61	47
1.500	1,00	1.183	1.382	116*	56
1.500	1,33	751	725	61	39
2.250	0,66	2.748	2.644	81	40
2.250	1,00	1.329	994	59	36
0 (quema)	0,33	3.817	5.019	468	423
Error Estándar					
Nivel 1.500		225,2		43,4	
Fact. 2 niv. x 2 cargas		138,9		10,2	
Quema vs no quema (carga 0,33)		23,5		51,5	
Comparaciones					
Cargas nivel 1.500 m <sup>2</sup> leg an <sup>-1</sup>		/1		0,05	
Fact. 2 niv. x 2 cargas:					
- cargas 0,66 vs 1,00		0,003		NS	
- niv. 1.500 vs 2.250		NS		NS	
- nivel x carga		0,10		NS	
Quema vs no quema (carga 0,33)		NS		NS	
1/valores de significancia NS no significativo (P>0,10)					

Cuadro 24 Efecto de la carga animal en la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS), fibra neutral indigerible (FNI) y proteína cruda (PC) en hojas de gramínea erecta (GE) y gramínea rastrera (GR) en sabana nativa sin quema más leguminosa (S. capitata) bajo pastoreo continuo

Nivel leg. m <sup>2</sup> an <sup>-1</sup>	Carga an ha <sup>-1</sup>	DIVMS (%)		FNI (%)		PC (%)	
		GE	GR	GE	GR	GE	GR
----- hojas -----							
1.500	0,33	24,4	40,2	50,8	33,6	4,8	7,6
1.500	0,66	22,8	39,6	49,6	33,1	5,1	7,5
1.500	1,00	23,4	36,3	53,2	36,8	5,4	7,8
1.500	1,33	23,9	44,4	52,3	31,2	5,3	8,0
2.250	0,66	25,0	39,3	51,3	32,2	4,8	7,8
2.250	1,00	21,6	39,7	53,1	31,2	5,8	8,8
Error Estándar							
Nivel 1.500		1,76	3,25	3,96	2,56	0,29	1,11
Fact. 2 niv. x 2 cargas		1,90	2,42	1,61	2,69	0,20	0,61
Comparaciones							
Nivel 1.500 m <sup>2</sup> leg an <sup>-1</sup>		/1	NS	NS	NS	NS	NS
Fact. 2 niv. x 2 cargas:							
- cargas 0,66 vs 1,00		NS	NS	NS	NS	NS	NS
- niv. 1.500 vs 2.250		NS	NS	NS	NS	NS	NS
- nivel x carga		NS	NS	NS	NS	NS	NS
†/valores de significancia NS no significativo (P>0,10)							

Cuadro 25 Efecto de la carga animal en el contenido de calcio (Ca), fósforo (P) y zinc (Zn) en hojas de gramínea erecta (GE) y gramínea rastrera (GR) de sabana nativa sin quema más leguminosa (*S. capitata*) bajo pastoreo continuo

Nivel leg. m <sup>2</sup> an <sup>-1</sup>	Carga an ha <sup>-1</sup>	Ca (%)		P (%)		Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	
		GE	GR	GE	GR	GE	GR
----- hojas -----							
1.500	0,33	0,10	0,20	0,06	0,11	14,3	26,1
1.500	0,66	0,11	0,19	0,05	0,10	14,7	26,4
1.500	1,00	0,11	0,17	0,06	0,10	15,5	24,1
1.500	1,33	0,12	0,25	0,07	0,13	15,0	27,5
2.250	0,66	0,09	0,15	0,06	0,09	14,6	25,2
2.250	1,00	0,11	0,15	0,06	0,10	14,9	25,0
-----							
Error Estándar							
Nivel 1.500 m <sup>2</sup> leg.		0,008	0,03	0,005	0,007	2,2	5,74
Fact. 2 niv. x 2 cargas		0,006	0,01	0,003	0,007	1,1	2,62
-----							
Comparaciones							
Nivel 1.500 m <sup>2</sup> leg an <sup>-1</sup>		/1					
		NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fact. 2 niv. x 2 cargas:							
- cargas 0,66 vs 1,00		NS	0,10	NS	NS	NS	NS
- niv. 1.500 vs 2.250		NS	0,07	NS	NS	NS	NS
- nivel x carga		NS	NS	NS	NS	NS	NS
-----							
1/valores de significancia NS no significativo (P>0,10)							



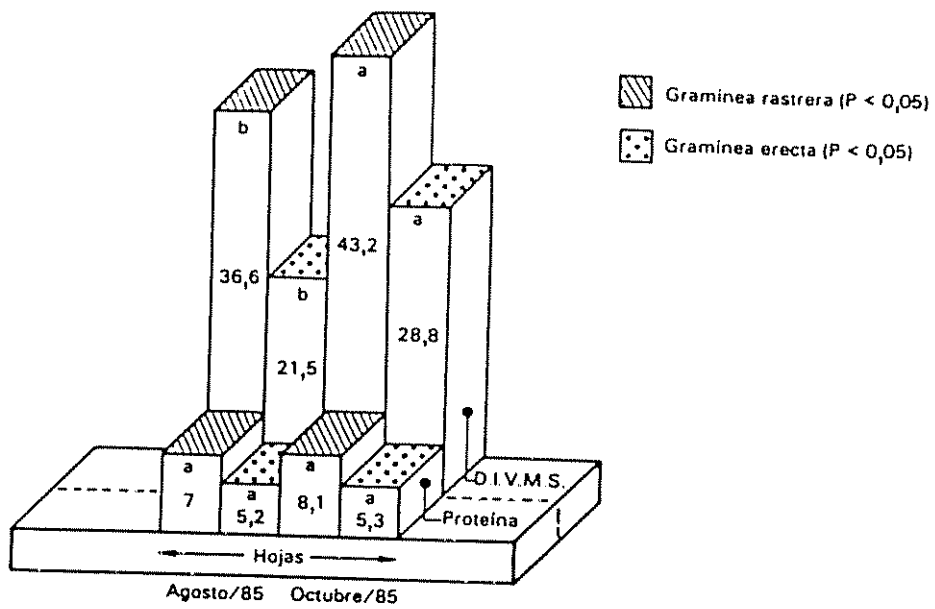


Figura 13 Porcentaje de digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) y proteína cruda (PC) en hojas de gramínea erecta y rastrera en sabana nativa sin quema bajo pastoreo continuo a través de niveles de carga animal y leguminosa (S. capitata) en dos evaluaciones.

en planta entera (Figura 14). No obstante la mejor calidad de la GR, los valores de DIVMS, P y Ca en los dos tipos de gramíneas se consideran muy limitantes para producción animal (ARC,1980). La diferencia importante entre gramíneas erecta y rastrera radica básicamente en el contenido de proteína el cual es intermedio en la GR (7,9%) y bajo en la GE (5,2%).

#### 4.1.5 Epoca de quema en la disponibilidad y calidad del forraje ofrecido y seleccionado

Solamente el área 4 del tratamiento testigo tuvo mayor ( $P < 0,0001$ ) forraje en oferta (2.940 kg de M.S.  $ha^{-1}$ ) comparado con las áreas 1, 2 y 3 (1.688, 1.850 y 1.554 kg de M.S.  $ha^{-1}$ ). No se presentaron diferencias significativas en DIVMS y PC entre áreas de quema (Cuadro 26). La disponibilidad de forraje a través del tiempo varió ( $P < 0,02$ ) en cada área del tratamiento testigo (Figura 15), siendo en general la quema del mes de diciembre la que más redujo la disponibilidad de forraje.

La DIVMS de las hojas aumentó ( $P < 0,01$ ) en cada área de quema del tratamiento testigo entre los meses de junio a octubre, independiente de la época y tiempo de quema transcurrido. Sin embargo la DIVMS disminuyó de octubre a febrero, con excepción del área 2 que mostró un aumento significativo (Figura 16). Contrario a lo observado con DIVMS, la PC disminuyó a través del tiempo ( $P < 0,01$ ) y varió por efecto de la quema (Figura 17). La aparente falta de relación entre quema y calidad del forraje podría explicarse por el tiempo transcurrido entre quemas (120 días aproximadamente) y muestreos (56 días). La quema tiene un efecto positivo sobre el contenido de proteína en los brotes nuevos durante los primeros 50 días (Paladines y Leal, 1979) pero después de este periodo su calidad es muy similar a la sabana sin quema debido a su alta tasa de maduración (Huertas et al, 1978). Por otro lado, la quema no parece incrementar significativamente la DIVMS de las gramíneas nativas de

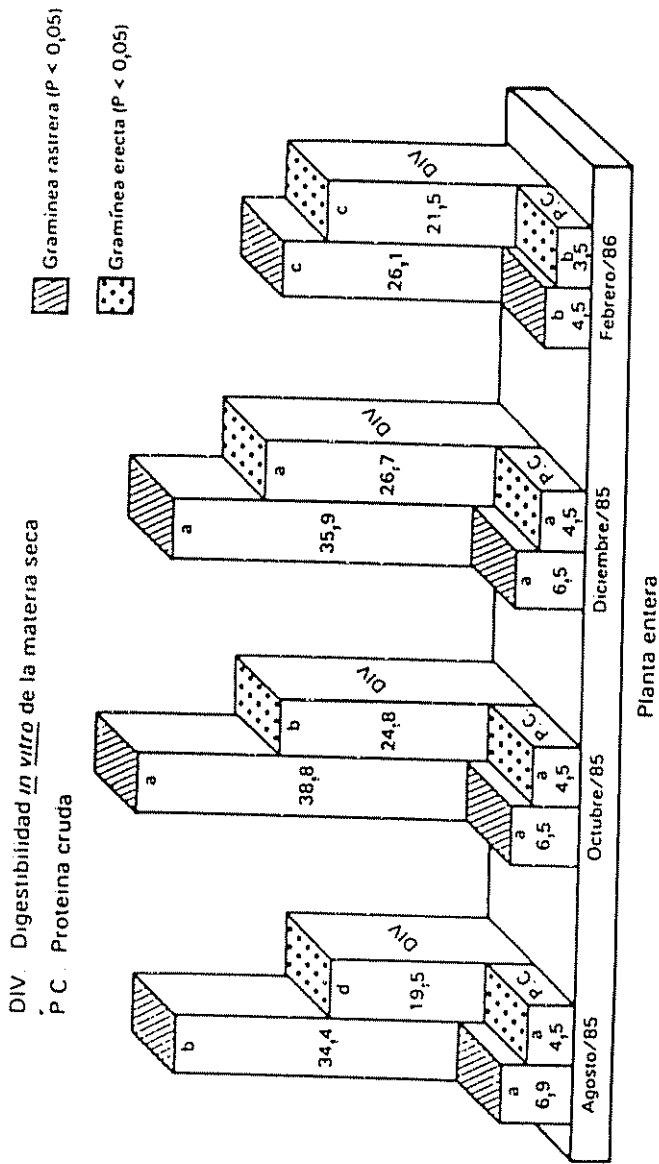


Figura 14 Porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y proteína cruda (PC) en el tiempo en planta entera de gramínea erecta y rastrera en sabana nativa sin quema bajo pastoreo continuo a través de niveles de carga animal y leguminosa (*S. capitata*).

Cuadro 26 Efecto de la época de quema (Q) en la disponibilidad de gramínea, digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) y proteína de hojas de sabana nativa bajo pastoreo continuo y carga de 0,33 animales ha<sup>-1</sup>

Area	Quema	gramínea	DIVMS	Proteína
		g MS ha <sup>-1</sup>	----- hojas -----	
			----- X -----	
1	22 ago/85	1.688 b	24,5 /1	5,6 /1
2	3 dic/85	1.850 b	22,5	5,6
3	18 dic/84	1.544 b	22,6	5,4
4	24 ago/84	2.940 a	24,2	4,9
Error estándar		102	2,45	0,2

a,b) medias con letras distintas en las mismas columnas son estadísticamente diferentes (P<0,0001)

1/ medias en la misma columna no significativas (P>0,05)

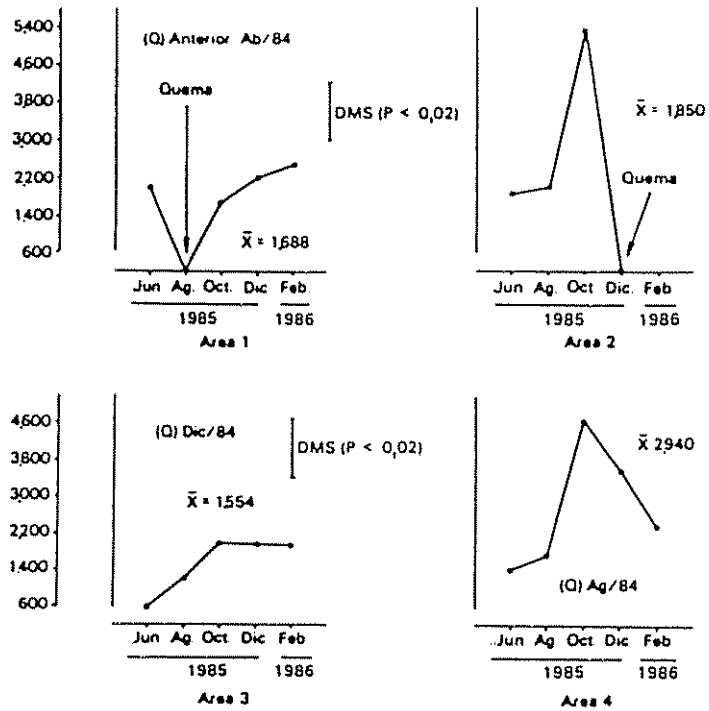
Gramínea verde, Kg MS ha<sup>-1</sup>

Figura 15 Efecto de época de quema (Q) en la disponibilidad de gramínea en sabana nativa bajo pastoreo continuo y carga de 0,33 animal ha<sup>-1</sup>.

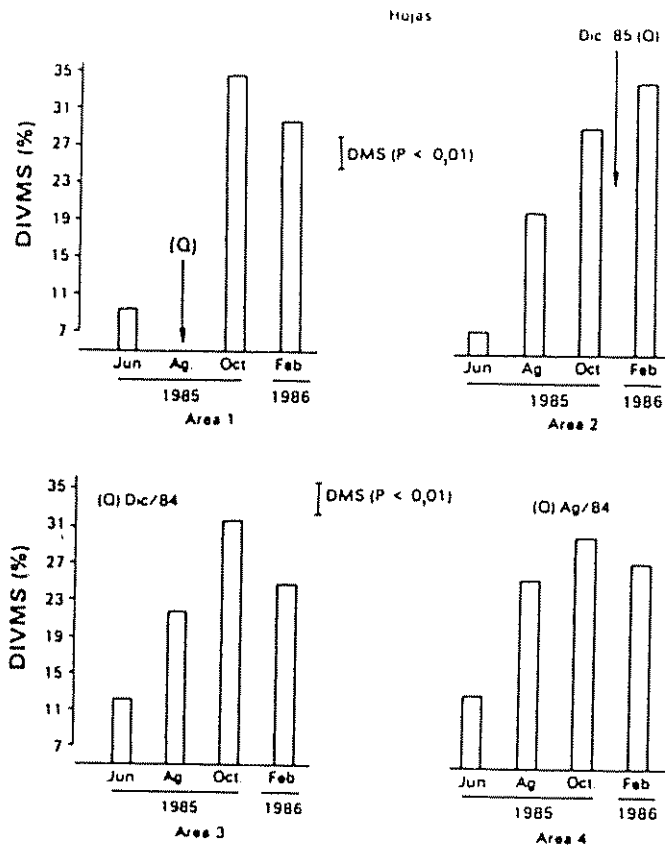


Figura 16 Efecto de época de quema (Q) en la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) en hojas de gramíneas en sabana nativa bajo pastoreo continuo y carga de 0,33 animales ha<sup>-1</sup>.

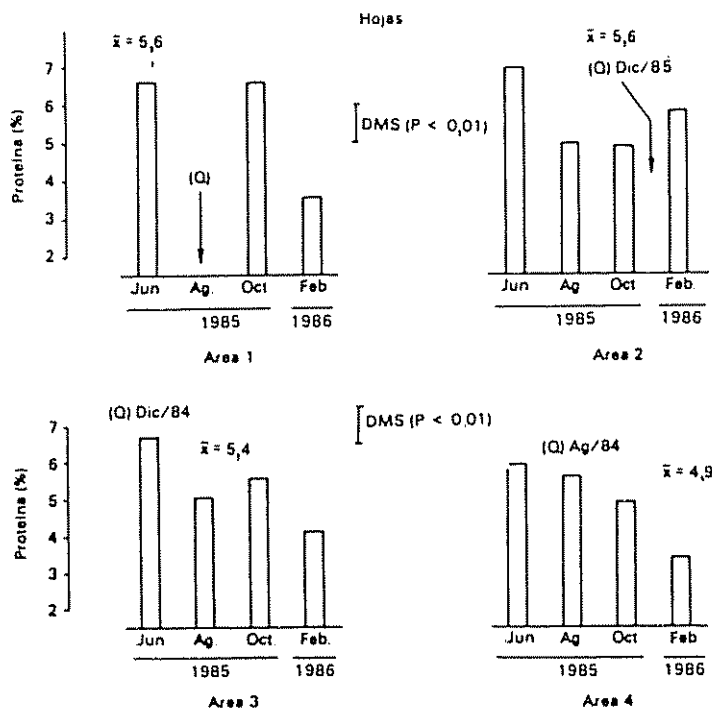


Figura 17 Efecto de época de quema (Q) en el contenido de proteína en hojas de gramínea en sabana nativa bajo pastoreo continuo y carga de 0,33 animales  $ha^{-1}$ .

acuerdo a los estudios de Schneichel (1985) y Alvarez (comunicación personal).

En este estudio no se encontraron diferencias en la DIVMS de la dieta seleccionada (Cuadro 27) entre los tratamientos quema y no quema (33,4 y 30,9%, respectivamente). Los bajos valores de DIVMS se encuentran muy asociados con los altos contenidos de FNI en la dieta seleccionada (41,8 y 44,4% para quema y no quema, respectivamente). Tampoco se presentaron diferencias significativas debidas a la quema en PC, Ca y S en el forraje seleccionado (Cuadro 28).

#### 4.1.6 Ganancias de peso

Las ganancias de peso en los diferentes tratamientos fueron muy bajas (Cuadro 29) y variaron significativamente en función de la carga animal, quema y repetición. El tratamiento que mostró mayores ganancias fué el testigo (312 gramos animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>). Las mayores ganancias de peso del tratamiento testigo probablemente estuvieron asociadas con el mayor contenido proteico que se obtiene después de la quema, no detectada en este estudio por la forma como se planificaron los muestreos experimentales, confundidos además con época de quema. En el nivel 1.500 m<sup>2</sup> de leguminosa an<sup>-1</sup> la carga más baja (0,33 animales ha<sup>-1</sup>) presentó las mejores ganancias de peso (160 g. an<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>), no existiendo diferencias entre las demás cargas (58 g an<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>), (Cuadro 29). También la carga baja mostró mayores ganancias de peso a través de todo el tiempo (Figura 18). Esta diferencia se podría explicar por la mayor oferta de hojas de la carga más baja (2.624 kg de MS ha<sup>-1</sup>) con relación a las cargas 0,66, 1,00 y 1,33 an. ha<sup>-1</sup> (1.110, 684 y 394 kg de MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente), lo cual permitió a los animales consumir una mayor cantidad de hojas. La disponibilidad de hojas verdes en las cargas más altas (1,00 y 1,33 animales ha<sup>-1</sup>) están por debajo del límite crítico (1.000 kg de M.S.



Cuadro 27 Efecto de la quema (Q) en la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS), fibra neutral indigerible (FNI) y fibra neutral detergente (FND) en el forraje seleccionado en sabana nativa bajo pastoreo continuo con carga de 0,33 animales ha<sup>-1</sup>

Análisis	Quema	Fechas de evaluación					Prom.	EE
		Jun/85	Ago/85	Oct/85	Dic/85	Feb/86		
% M.S.	(Q)							
DIVMS	Q	34,0	38,3	34,0	33,8	26,7	33,4	0,44
	NQ	29,8 b	35,1 a	30,6 b	32,9 b	26,0 c	30,9	
FNI	Q	37,1	40,0	40,9	44,1	47,1	41,8	1,30
	NQ	41,1 c	39,9 c	43,8 b	45,2 b	51,9 a	44,4	
FND	Q	82,5	82,4	86,2	84,5	81,5	83,4	1,80
	NQ	82,6 c	80,8 c	83,5 a	82,8 b	78,8 d	81,7	

a,b,c,d,e/ Letras distintas entre evaluaciones indican medias diferentes (P<0,001)

1/ Error estándar estimado con base en el cuadrado medio del error (CME) como subparcela

Cuadro 28 Efecto de la quema (Q) en la proteína cruda (PC), calcio (Ca) y azufre (S) en el forraje seleccionado en sabana nativa bajo pastoreo continuo con carga de 0,33 animales ha<sup>-1</sup>

Análisis	Quema	Fechas de evaluación					Proa.	EE /1
		Jun/85	Ago/85	Oct/85	Dic/85	Feb/86		
PC	Q	10,3 a	8,0 c	7,2 c	7,4 c	8,2 b	8,2	0,47
	NQ	8,1	6,8	7,0	6,5	8,4	7,4	
Ca	Q	0,29 a	0,22 b	0,18 c	0,14 c	0,19 b	0,20	0,02
	NQ	0,26	0,20	0,20	0,16	0,25	0,21	
S	Q	0,16 a	0,12 b	0,07 e	0,10 d	0,10 c	0,11	0,004
	NQ	0,11	0,11	0,08	0,08	0,11	0,10	

a,b,c,d,e/ Letras distintas entre evaluaciones indican medias diferentes (P<0,001)

1/ Error estándar estimado con base en el cuadrado medio del error (CME) como subparcela.

Cuadro 29 Efecto de carga animal y repetición en las ganancias de peso en sabana nativa sin quema más leguminosa (*S. capitata*) bajo pastoreo continuo

Nivel $m^2 \text{ an}^{-1}$	Carga $\text{an ha}^{-1}$	Ganancia de Peso		
		R1	R2	prom.
-gramos animal <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> -				
1.500	0,33	75	246	160 a
1.500	0,66	-35	147	56 b
1.500	1,00	63	66	64 b
1.500	1,33	-19	125	53 b
2.250	0,66	-10	140	65
2.250	1,00	140	104	122
0	0,33	220	405	312
Error Estándar				
Niv. 1.500 $m^2 \text{ leg an}^{-1}$		24,70		
Fact. 2 niv. x 2 cargas		15,00		
Quema vs no quema (c. 0,33)		30,30		
Comparaciones				
		/1		
Nivel 1.500: -cargas		0,0002		
-rep.		0,01		
Fact. 2 niv. x 2 cargas				
-cargas 0,66 y 1,00		NS		
-niv. 1.500 vs 2.250		NS		
-nivel x carga		NS		
Quema vs no quema: -carga		0,0007		
-rep.		0,0003		
/valores de significancia NS no significativo (P>0,10)				

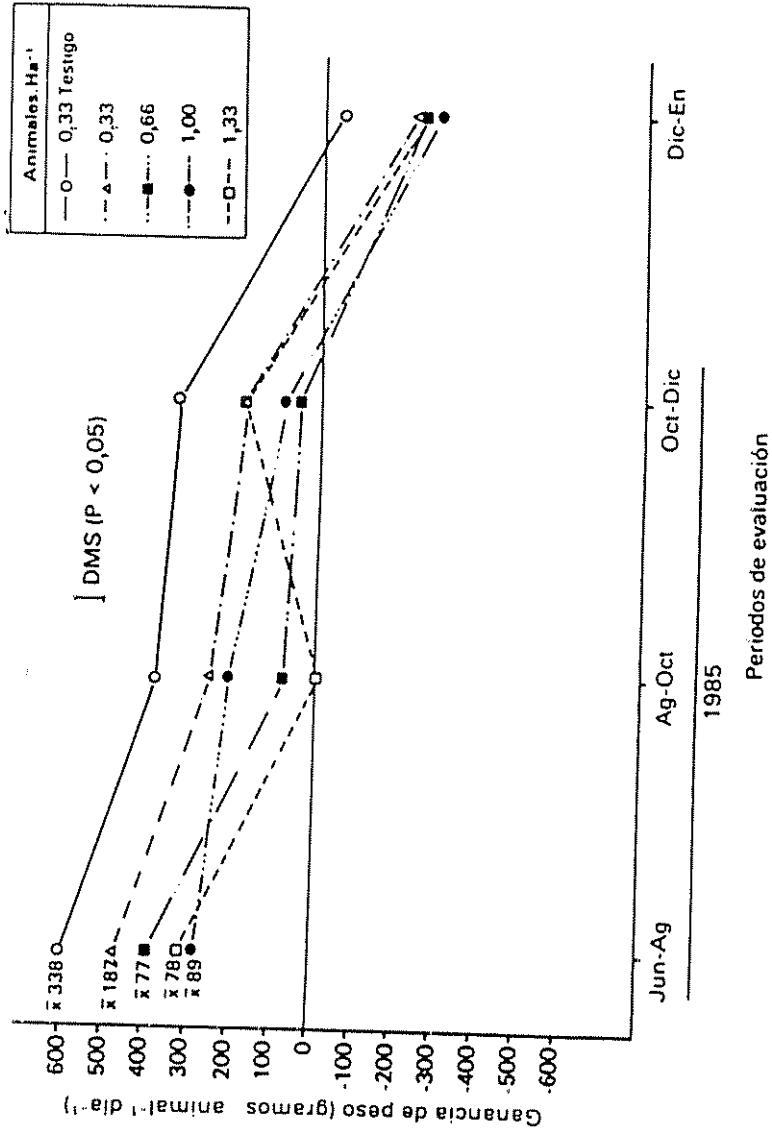


Figura 18 Efecto de la carga animal (0,33; 0,66; 1,00 y 1,33 animales ha<sup>-1</sup>) en las ganancias de peso en el tiempo en sabana nativa sin quema bajo pastoreo continuo y leguminosa (1.500 m<sup>2</sup> de S capitata an<sup>-1</sup>)

de hojas  $\text{ha}^{-1}$ ) sugerido por Minson (1982b), donde se presenta limitación en consumo debido a un tamaño de bocado menor de  $300 \text{ mg } 100 \text{ kg peso vivo}^{-1}$ . En el nivel  $2.250 \text{ m}^2$  de leguminosa  $\text{an}^{-1}$  la carga de  $1,0 \text{ an. ha}^{-1}$  mostró mayores ganancias de peso ( $122 \text{ g. an}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ) que la carga de  $0,66 \text{ an. ha}^{-1}$  ( $65 \text{ g. an}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ). De la misma manera la carga de  $1,0 \text{ an. ha}^{-1}$  al nivel  $2.250$ , mostró una mayor respuesta en ganancias de peso que la del nivel  $1.500$ . En las dos situaciones anteriores las mayores ganancias de peso obtenidas en la carga de  $1,0 \text{ an. ha}^{-1}$  al nivel  $2.250$  podrían estar asociadas con una mayor ( $P < 0,05$ ) disponibilidad de leguminosa en este tratamiento.

La repetición 2 mostró mayores ganancias de peso ( $P < 0,001$ ) que la repetición 1, esto se observó a través de las diferentes cargas al nivel  $1.500 \text{ m}^2$  y en los tratamientos de quema y no quema con carga  $0,33 \text{ an. ha}^{-1}$  (Cuadro 29). Esta diferencia se mantuvo en los diferentes muestreos (Figura 19), lo cual se explica por el mayor ( $P < 0,05$ ) nivel de oferta de gramínea ( $4.373$  vs  $3.611 \text{ kg MS an}^{-1}$ ) y leguminosa ( $91$  vs  $57 \text{ kg MS ha}^{-1}$ ), lo que se tradujo en un mayor nivel de proteína en la dieta seleccionada y probablemente en un mayor consumo de M.S. en la repetición 2.

Debido al nivel de oferta bajo de leguminosa en este estudio no se detectaron diferencias en las ganancias de peso obtenidas a los niveles  $1.500$  y  $2.250$ .

#### 4.1.6.1 Relaciones de atributos del forraje y ganancia de peso

En este estudio se encontró que la proteína ofrecida en las hojas por animal estuvo más correlacionada ( $r=0,72$ ;  $P < 0,01$ ) con ganancias de peso que la energía (Mcal) ofrecida en las hojas ( $r=0,66$ ;  $P < 0,010$ ). Por otro lado, la FNI en la dieta seleccionada mostró una correlación negativa ( $r=-0,54$   $P < 0,001$ ) con la ganancia de peso, tal como era de esperarse constituyéndose en un factor muy limitante de la

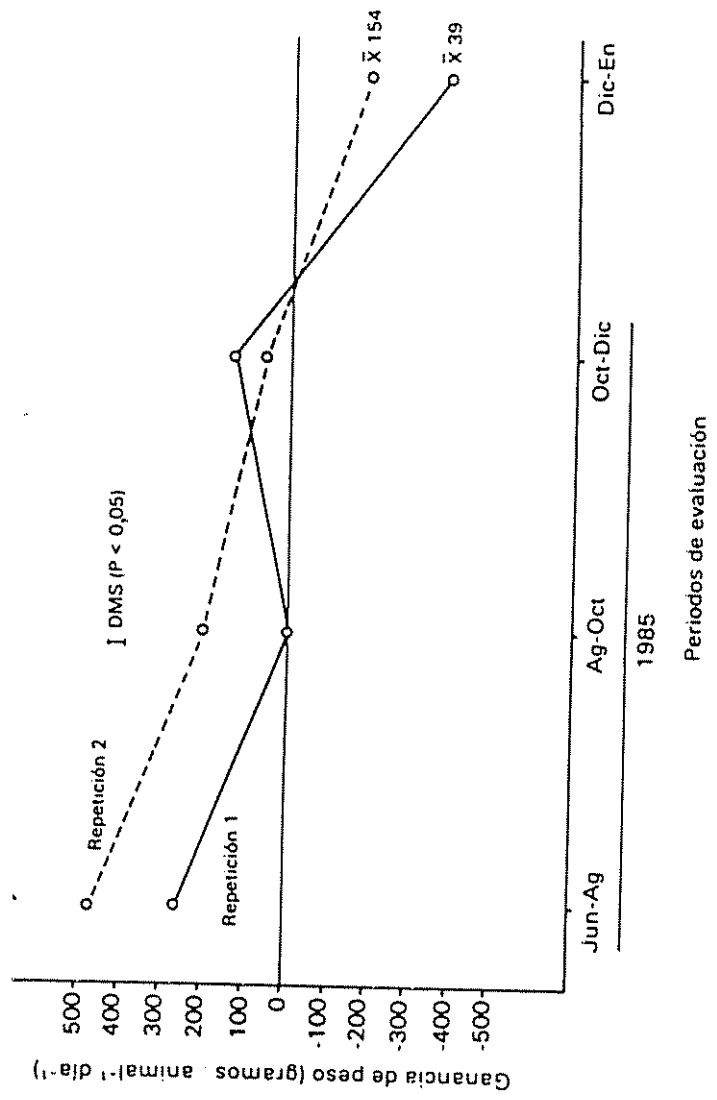


Figura 19 Efecto de repetición en las ganancias de peso en el tiempo en sabana nativa bajo pastoreo continuo sin quema a través de niveles de carga animal y leguminosa (S. capitata).

digestibilidad de la dieta consumida y por ende de la energía disponible para el animal (Cuadro 30). La correlación negativa observada entre la cantidad de gramínea en oferta y las ganancias de peso ( $r=-0,32$   $P<0,02$ ), pareciera contradictoria; sin embargo, el alto incremento en producción de forraje ocurrido en octubre y noviembre producto de la floración de la mayor parte de las gramíneas nativas, incidió negativamente en la calidad nutritiva del forraje disponible y por ende en la respuesta animal.

## 4.2 Estudio II

Este estudio tuvo como objetivos determinar la composición florística de la sabana, frecuencia de presencia (FP) y frecuencia de consumo (FC) de las especies bajo pastoreo. También se determinó la disponibilidad y calidad de las principales especies de sabana y las especies seleccionadas en la dieta por animales fistulados del esófago.

### 4.2.1 Composición florística de la sabana e índice de preferencia (IP) por componente

Fueron identificadas un total de 89 especies nativas (Cuadro 31) encontrándose iguales proporciones de gramíneas y malezas de hoja ancha (37,1%), y una menor proporción de leguminosas (18%) y malezas de hoja angosta (7,8%).

Cuando se estableció la relación global de frecuencia de consumo (FC) y frecuencia de presencia (FP) entre los componentes de la sabana (Cuadro 31), se encontró que los animales mostraron un mayor índice de preferencia (IP) por las gramíneas (49.1%).

Cuadro 30 Correlaciones entre ganancia de peso y algunas variables nutricionales en sabana nativa sin quema más leguminosa (S. capitata) bajo pastoreo continuo

Variable (X)	Ganancia de peso (Y)	
	gramos animal <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup>	
	r	Signific.
Gramínea entera ofrecida	-0,32	P<0,02
% Proteína ofrecida	0,43	P<0,02
% Proteína seleccionada	0,41	P<0,003
Kg Proteína.an-1 (hojas)	0,72	P<0,1
% FNI seleccionada /1	-0,54	P<0,001
% DIVMS seleccionada /2	0,56	P<0,0001
Mcal.animal-1 (hojas)	0,66	P<0,01

1/Fibra neutral indigerible

2/Digestibilidad in vitro de la materia seca



Cuadro 31 Proporción de especies, frecuencia de presencia (FP) e índice de preferencia (IP) de la sabana nativa suplementada con 1.500 m<sup>2</sup> de S. capitata animal<sup>-1</sup>

Componentes	Especies		FP /1	IP /2
	cantidad	%		%
Gramínea	33	37,1	34,7	49,1
Leguminosas	16	18,0	12,3	5,3
M.H. angosta	7	7,8	20,3	5,7
M.H. ancha	33	37,1	10,4	1,4
TOTAL	89	100		

1/ FP= número de veces que se encontró una especie en 100 marcos muestrales

2/ IP= es la relación entre frecuencia de consumo y frecuencia de presencia multiplicada por 100

#### 4.2.2 Frecuencia de presencia (FP) e índice de preferencia (IP) por género y especie

Dada la alta preferencia mostrada por los animales por el componente gramínea, se efectuaron regresiones por género entre frecuencia de presencia (FP) y frecuencia de consumo (FC). En la Figura 20 se observa cómo los géneros Panicum, Thrasya, Trachypogon, Eragrostis, Andropogon y Axonopus mostraron coeficientes de regresión (0,71 a 0,85) y de determinación (0,96) altos ( $P < 0,0001$ ). En contraste, los géneros Rynchospora (Ciperacea), Aristida, Setaria, Homolepsis y Leptocoryphium presentaron bajos coeficientes de regresión (0,14 a 0,35) y determinación (0,35 a 0,64).

Las grandes diferencias observadas entre géneros condujo a estudiar con mayor detalle los factores que podrían afectar la preferencia de las especies por el animal en pastoreo.

#### 4.2.3 Efecto de carga, quema y repetición en la frecuencia de presencia (FP) e índice de preferencia (IP) de las especies nativas.

##### 4.2.3.1 Efecto de carga en la frecuencia de presencia (FP) e índice de preferencia (IP) de las especies nativas

La carga animal afectó la FP ( $P < 0,01$ ) y el IP ( $P < 0,10$ ) de las especies nativas cuando no se practicó la quema (Cuadro 32). En general la carga más alta ( $1,33 \text{ an. ha}^{-1}$ ) favoreció las especies Trachypogon vestitus, Axonopus crysoblefaris, Eragrostis maypurensis, Gymnopogon foliosus, Paspalum clavuliferum, Mesosetum pitieri y Andropogon leucostachyus, mientras que en la carga más baja ( $0,33 \text{ an. ha}^{-1}$ ) se incrementó la presencia de Rynchospora globosa, Rynchospora corimbosa, Homolepsis sp, y Aristida tinctoria y de la maleza Wedelia latifolia. En las cargas intermedias se incrementó notablemente el dominio de Paspalum pectinatum y Andropogon. bicornis. El IP fue muy variable entre especies

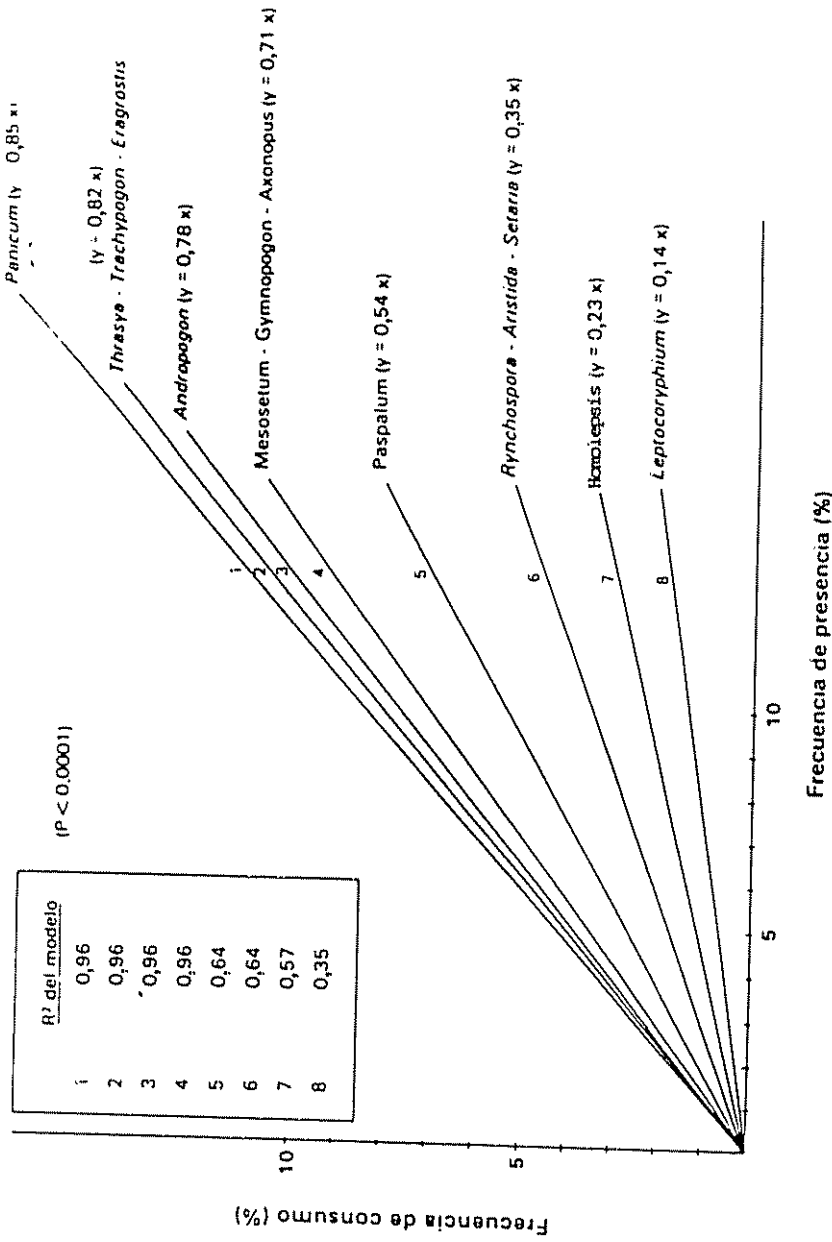


Figura 20 Relación de frecuencia de consumo y frecuencia de presencia por géneros en sabana nativa sin quema bajo pastoreo continuo a través de niveles de carga animal (0,33; 0,66; 1,00 y 1,33 an ha<sup>-1</sup>) y uso de 1.500 m<sup>2</sup> de S. capitata animal<sup>-1</sup>.

CUADRO 32 Efecto de carga animal en el índice de preferencia (IP) y frecuencia de presencia (FP) de las especies de sabana nativa sin quema más leguminosa (1.500 m<sup>2</sup> de *S. capitata* an<sup>-1</sup> bajo pastoreo continuo

Especie	Animales ha <sup>-1</sup>			
	0,33	0,67	1,00	1,33
1/	FP (IP)			
<i>T. vestitus</i>	34 (92)	48 (70)	60 (87)	60 (91)
<i>P. pectinatum</i>	80 (53)	79 (84)	84 (87)	70 (83)
<i>P. parviflorum</i>	52 (96)	66 (76)	-	60 (53)
<i>L. lanatum</i>	28 (29)	10 (0)	-	-
<i>R. globosa</i>	68 (0)	-	-	18 (33)
<i>R. corimbosa</i>	10 (0)	-	-	-
<i>A. bicornis</i>	46 (44)	70 (80)	56 (85)	42 (78)
<i>S. Hirtiflorum</i>	69 (68)	-	84 (85)	68 (49)
<i>A. crysolefalis</i>	12 (67)	-	-	40 (85)
<i>E. maypurensis</i>	10 (100)	-	-	82 (92)
<i>G. foliosus</i>	38 (84)	-	-	44 (79)
<i>Homolepis</i> sp.	60 (0)	-	-	16 (50)
<i>A. tincta</i>	48 (21)	-	-	-
<i>A. aureus</i>	42 (38)	-	-	36 (39)
<i>T. petrosa</i>	15 (83)	-	-	24 (72)
<i>A. selleanus</i>	57 (65)	42 (76)	55 (87)	-
<i>P. trichantum</i>	49 (81)	76 (84)	68 (80)	-
<i>E. rufum</i>	22 (0)	-	-	-
<i>W. latifolia</i>	46 (0)	-	-	-
<i>P. carinatum</i>	-	90 (9)	-	-
<i>S. cubensis</i>	-	66 (39)	42 (57)	-
<i>A. capillacea</i>	-	-	68 (0)	-
<i>P. clavuliferum</i>	-	-	-	62 (58)
<i>M. pitieri</i>	-	-	-	20 (90)
<i>A. leucostachyus</i>	12 (90)	18 (92)	24 (93)	37 (95)

IP = FC/FP x 100

1/ Ver nombres de los géneros en el apéndice.

( $P < 0,001$ ); sin embargo, a medida que se incrementó la carga animal el ámbito de preferencia entre especies disminuyó debido posiblemente a una menor capacidad selectiva del animal, como consecuencia de la menor disponibilidad de forraje.

Si bien es cierto la carga animal afectó la FP y el IP de las especies, también se observaron correlaciones altas ( $P < 0,001$ ) para frecuencia de presencia (FP) y frecuencia de consumo (FC) debida al orden de posición ocupada por cada especie en cada carga (Cuadro 33), lo que sugirió que existían diferentes grados de preferencia entre especies por el animal en pastoreo. En el Cuadro 34 se presenta un resumen del IP de las principales especies clasificado en cinco categorías. Es interesante observar que la mayoría de las especies se ubicaron en categorías contrastantes de preferencia, con muy pocas especies de preferencia media. En general, aquellas especies identificadas como dominantes en la pastura, tales como Andropogon bicornis, Trachypogon vestitus y Paspalum pectinatum mostraron también altos IP.

#### 4.2.3.2 Efecto de quema en la frecuencia de presencia (FP) e índice de preferencia (IP) de las especies

No fue posible analizar el efecto de la edad post-quema en la FP e IP de las especies, debido a que las diferencias observadas entre las áreas quemadas probablemente estén confundidas con la época en que se realizó la quema en cada área del tratamiento testigo (Cuadro 35). Así por ejemplo, mientras Trachypogon vestitus sólo apareció a los 592 días post-quema, Paspalum pectinatum siempre estuvo presente en cualquier fecha de quema. En otros casos las especies aparecieron alternadamente en dos edades post-quema (100 y 462 días respectivamente), como en los casos de Paspalum parviflorum y Gymnopogon foliosus

Cuadro 33 Coeficientes de correlación (r) para frecuencia de presencia (FP) y frecuencia de consumo (FC) según orden de posición ocupado por las gramíneas nativas en las cargas del nivel 1.500 m<sup>2</sup> de leguminosa animal<sup>-1</sup>

Valor "r" para 31 especies  
-----  
F.C.

		F.C.			
		an	ha <sup>-1</sup>	1,00	1,33
F.P.	0,33		0,76	0,62	0,76
	0,66	0,88		0,79	0,86
	1,00	0,66	0,62		0,69
	1,33	0,66	0,80	0,57	

1/ Todas las correlaciones fueron significativas (P<0,001)

CUADRO 34 Índice de preferencia relativa (IPR) de las principales especies de sabana nativa sin quema más leguminosa (1.500 m<sup>2</sup> de S. capitata animal<sup>-1</sup>) bajo pastoreo continuo.

80-100 Muy alto	60-79 Alto	40-59 Medio	20-39 Bajo	0-19 Muy bajo
<u>E. maypurensis</u>	<u>T. petrosa</u>	<u>P. clavuliferum</u>	<u>A. aureus</u>	<u>P. carinatum</u>
<u>I. vestitus</u>	<u>P. parviflorum</u>	<u>S. cubensis</u>	<u>A. fissifolius</u>	<u>L. lanatum</u>
<u>A. leucostachyus</u>	<u>A. purpusii</u>		<u>Homolepsis</u> sp.	<u>R. podoesperma</u>
<u>P. trichantum</u>	<u>A. selloanus</u>		<u>A. tinctoria</u>	<u>R. corimbosa</u>
<u>M. pitieri</u>	<u>P. pectinata</u>			<u>P. rudgei</u>
<u>G. foliosus</u>	<u>A. bicornis</u>			<u>A. riparia</u>
	<u>S. hirtiflorum</u>			<u>S. geniculata</u>
	<u>A. crysolefaris</u>			<u>I. contracta</u>

\* IPR =  $\frac{\text{Frecuencia de consumo de una especie "X"}}{\text{Frecuencia de presencia de la especie "X"}} \times 100$

CUADRO 35 Efecto de época de quema en el índice de preferencia (IP) y recuencia de presencia (FP) de las especies de sabana nativa bajo pastoreo continuo.

	Area 1	Area 3	Area 4	Area 2
Ultima fecha quema	22 ag/85	18 dic/84	24 ag/87	17 abr/84*
Edad Post-quema	100 días	347 días	462 días	592 días
	FP (IP)			
	1/			
<i>T. vestitus</i>	-	-	-	44 (79)
<i>P. pectinatus</i>	99 (98)	54 (72)	83 (95)	87 (93)
<i>P. parviflorus</i>	84 (100)	-	12 (100)	-
<i>S. hirtiflorus</i>	90 (83)	-	-	79 (93)
<i>G. foliosus</i>	56 (71)	-	82 (88)	-
<i>T. petrosa</i>	78 (94)	44 (87)	-	58 (74)
<i>A. selleanus</i>	78 (94)	38 (79)	60 (81)	53 (77)
<i>S. cubensis</i>	46 (0)	-	-	-
<i>P. carinatus</i>	-	98 (0)	94 (0)	86 (7)
<i>R. globosa</i>	-	87 (12)	-	80 (12)
<i>A. bicornis</i>	-	-	41 (93)	39 (72)
<i>P. trichanthus</i>	-	-	-	84 (99)
<i>E. maypurensis</i>	-	64 (78)	-	-
<i>P. rudgei</i>	-	28 (29)	-	-

\* Se cortó el pasto con máquina para simular la quema por baja disponibilidad de forraje

1/ IP = frecuencia de consumo (FC) x frecuencia de presencia-1 x 100.



#### 4.2.3.3 Efecto de la repetición en la frecuencia de presencia (FP) e índice de preferencia (IP) de las especies

Considerando que la posición ocupada por cada especie en la FP y FC no estuvo afectada grandemente por la carga o nivel de leguminosa, se efectuó un análisis por repetición con todas las cargas del nivel 1.500 y 2.250 m<sup>2</sup> para FP y FC. El Cuadro 36 muestra diferencias ( $P < 0,05$ ) entre repeticiones en la FP e IP de algunas especies. Las especies A. bicornis, P. trichantum, A. crysolefaris, A. leucostachyus y S. capitata (cv capica) fueron más frecuentes en la repetición 2 mientras P. pectinatum, Homolepsis sp y A. selloanus lo fueron en la repetición 1. Por otro lado las especies que mostraron mayor IP en la repetición 2 fueron I. vestitus, A. crysolefaris, Homolepsis sp, I. petrosa, S. cubensis, P. trichantum y S. capitata, mientras en la repetición 1 tuvieron mayor preferencia E. maypurensis, M. pitieri, A. bicornis y A. fissifolius. Lo anterior sugiere que moderados cambios en las características físicas del suelo pudieran ocasionar cambios importantes en la composición florística de las pasturas y por ende, en la preferencia y el consumo animal de dichas pasturas.

#### 4.2.4 Disponibilidad de forraje de las principales gramíneas nativas

La disponibilidad de forraje de las gramíneas en el nivel 1.500 m<sup>2</sup> leg an<sup>-1</sup> (Cuadro 37) disminuyó ( $P < 0,002$ ) a medida que se incrementó la carga animal. Las gramíneas de mayor disponibilidad fueron Andropogon bicornis, Paspalum pectinatum y Andropogon selloanus (520, 390 y 388 kg de M.S. ha<sup>-1</sup>, respectivamente). También se detectaron diferencias ( $P < 0,02$ ) entre repeticiones (Cuadro 38) siendo las gramíneas A. bicornis y A. leucostachyus las de mayor disponibilidad en la repetición 2, mientras que P. pectinatum, A. selloanus y E. maypurensis lo fueron en la repetición 1. Estas diferencias en disponibilidad entre repeticiones posiblemente estuvieron asociadas con la materia orgánica y textura del suelo como se

CUADRO 36 Efecto de la repetición en el índice de preferencia (IP) y frecuencia de presencia (FP) de las gramíneas nativas a través de niveles de suplementación y carga animal.

	IP		FP		Error estándar	
	Rep 1	Rep 2	Rep 1	Rep 2	IP	FP
	----- % -----					
<i>T. vestitus</i>	72a	91b	50c	43c	7,3	3,2
<i>P. pectinatus</i>	74a	79a	87c	69d	3,1	5,1
<i>A. bicornis</i>	85a	62b	23c	66d	8,2	12,2
<i>S. hirtiflorum</i>	67a	69a	79c	72c	1,0	3,3
<i>A. crysolefariis</i>	67a	85b	12c	40d	5,0	10,1
<i>Homolepsis</i> sp.	0a	50b	60c	16d	16,5	11,4
<i>T. petrosa</i>	74a	92b	14c	13c	6,4	0,8
<i>A. selloanus</i>	80a	83a	61c	39d	11,6	5,1
<i>A. fissifolius</i>	71a	32b	42c	38c	13,2	1,8
<i>S. cubensis</i>	9a	63b	68c	53c	15,4	8,8
<i>P. trichanthus</i>	74a	83b	13c	83d	3,0	20,3
<i>A. capillacea</i>	0a	0a	74c	62d	-	4,0
<i>A. leucostachyus</i>	100a	100a	2c	50d	-	15,3
<i>E. maypurensis</i>	96a	80b	29c	20c	5,0	4,2
<i>M. pitieri</i>	94a	37b	18c	12c	20,0	3,5
<i>S. capitata</i> 1/	18a	30b	54c	72d	3,7	6,6

a, b) Medias con letras distintas en la misma fila del IP son diferentes ( $P < 0,05$ ).

c, d) Medias con letras distintas en la misma fila de la FP son diferentes ( $P < 0,05$ ).

1/ Leguminosa sembrada en franjas.

CUADRO 37 Efecto de la carga animal en la disponibilidad de forraje de las principales gramíneas nativas suplementadas con 1.500 m<sup>2</sup> de *S. capitata* animal<sup>-1</sup> bajo pastoreo continuo y sin quema.

Especies	Animales ha <sup>-1</sup>				Significancia (P < )	Error estándar
	0,33	0,66	1,0	1,33		
	--- ---- kg MS ha <sup>-1</sup> -----					
<i>A. bicornis</i>	655	560	495	370	0,06	59,0
<i>P. pectinatus</i>	460	405	370	325	0,02	19,1
<i>A. selloanus</i>	550	475	522	5	0,0008	28,1
<i>T. vestitus</i>	377	310	235	137	0,0001	4,2
<i>A. leucostachyus</i>	250	195	150	105	NS	51,3
<i>S. hirtiflorus</i>	245	145	225	105	0,01	17,8
<i>P. trichanthus</i>	130	102	90	14	0,05	26,3
<i>E. maypurensis</i>	14	2	2	62	0,001	3,6

NS No significativo (P > 0,10).

CUADRO 38 Efecto de repetición en la disponibilidad de forraje de las principales gramíneas nativas suplementadas con 1.500 m<sup>2</sup> de S. capitata animal<sup>-1</sup> bajo pastoreo continuo y sin quema.

Especie	kg MS ha <sup>-1</sup>		Significancia (P < )
	Rep 1	Rep 2	
<u>A. bicornis</u>	400	640	0,01
<u>P. pectinatum</u>	430	350	0,01
<u>A. selloanus</u>	411	365	0,10
<u>T. vestitus</u>	261	268	0,08
<u>A. leucostachyus</u>	70	280	0,01
<u>S. hirtiflorum</u>	187	172	NS
<u>P. trichantum</u>	61	100	NS
<u>E. aaypurensis</u>	25	16	0,03

NS no significativo (P > 0,10).

vio en el estudio I. Estos resultados concuerdan con otros estudios conducidos en los llanos de Colombia, donde se ha encontrado que A. bicornis es más frecuente en suelos arcillosos y que P. pectinatum es más frecuente en suelos arenosos (CIAT, 1985a).

#### 4.2.5 Relaciones entre frecuencia de presencia (FP) y frecuencia de consumo (FC) según disponibilidad de las especies.

Dada la diferencia encontrada en disponibilidad entre especies, las cuales obviamente pueden afectar preferencia y selectividad animal, se establecieron relaciones entre FP y FC para especies de disponibilidad baja y alta, respectivamente. Las especies de disponibilidad baja (Figura 21) mostraron una relación de FC (Y) y FP (X) muy baja ( $Y=0,26X$  ;  $r^2=0,37$ ), mientras que aquellas especies con disponibilidad alta (Figura 22) mostraron una relación alta ( $Y=0,82X$  ;  $r^2=0,96$ ). Los promedios de FC y FP para las especies de disponibilidad baja fue de 7,5 y 22,8%, respectivamente. Estos resultados contrastan con los promedios de 43,7 y 54% obtenidos con las especies de disponibilidad alta. Además, fue interesante observar que las especies de disponibilidad baja (Figura 21) que estuvieron por encima del promedio de consumo (7,5%) eran especies de tipo rastrero, con excepción de Thrasya petrosa. El hecho anterior sugirió que la baja relación encontrada entre FC y FP con especies de disponibilidad baja estaría grandemente afectada por especies erectas de disponibilidad baja. Para verificar lo anterior se realizó un análisis adicional por hábito de crecimiento de las especies, como se ilustra más adelante.

De la ubicación de las especies en los cuatro cuadrantes originados por los promedios de FP y FC se puede inferir en el caso de las especies de baja disponibilidad (Figura 21), que las especies más preferidas por el animal en pastoreo fueron Paspalum clavuliferum y Mesosetum pitieri puesto que

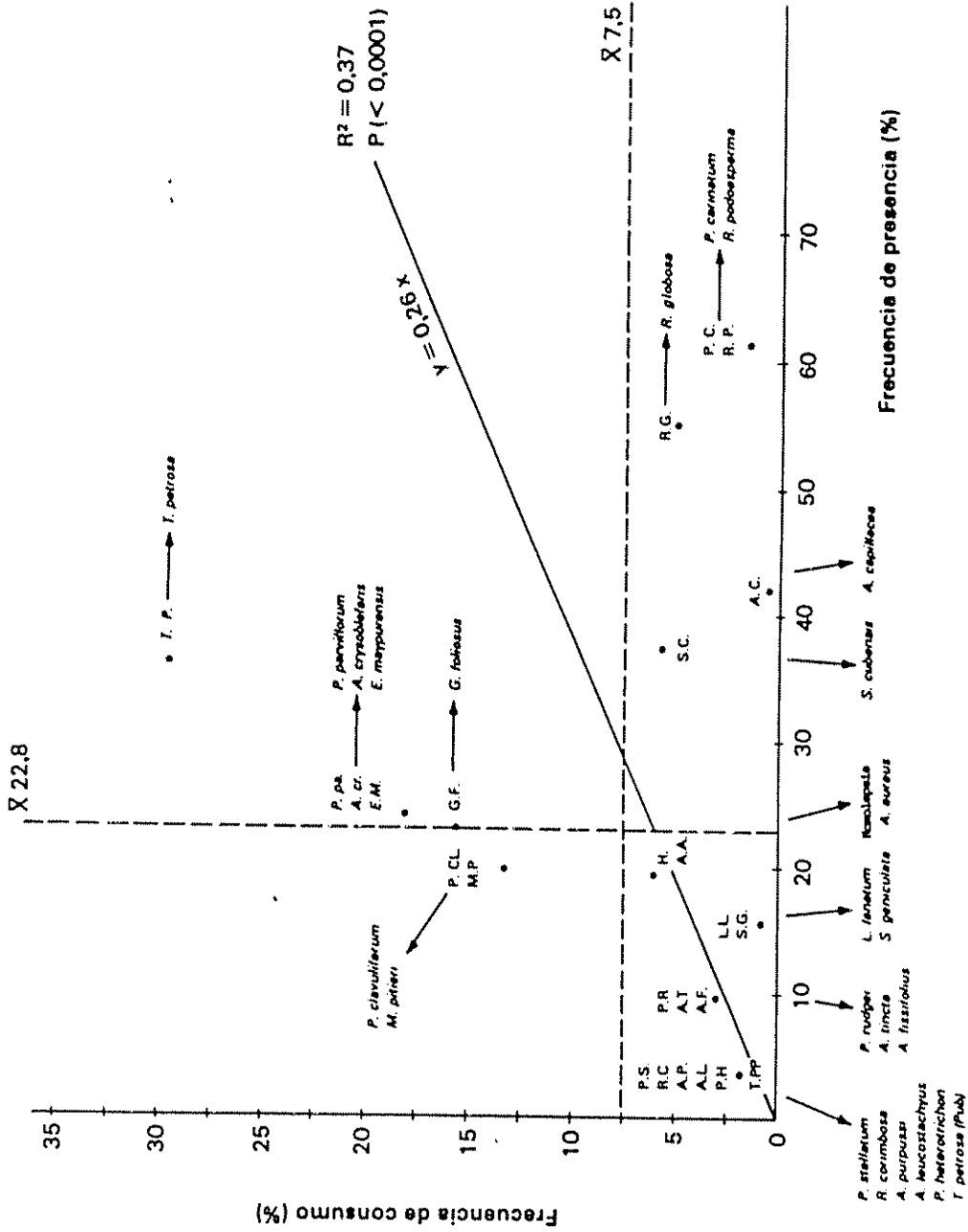


Figura 21 Relación de frecuencia de consumo y frecuencia de presencia para especies de disponibilidad baja en sabana nativa sin quema bajo pastoreo continuo a través de niveles de carga animal (0,33, 0,66; 1,00 y 1,33 animales ha<sup>-1</sup>) y uso de 1.500 m<sup>2</sup> de *S. capitata* an<sup>-1</sup>.

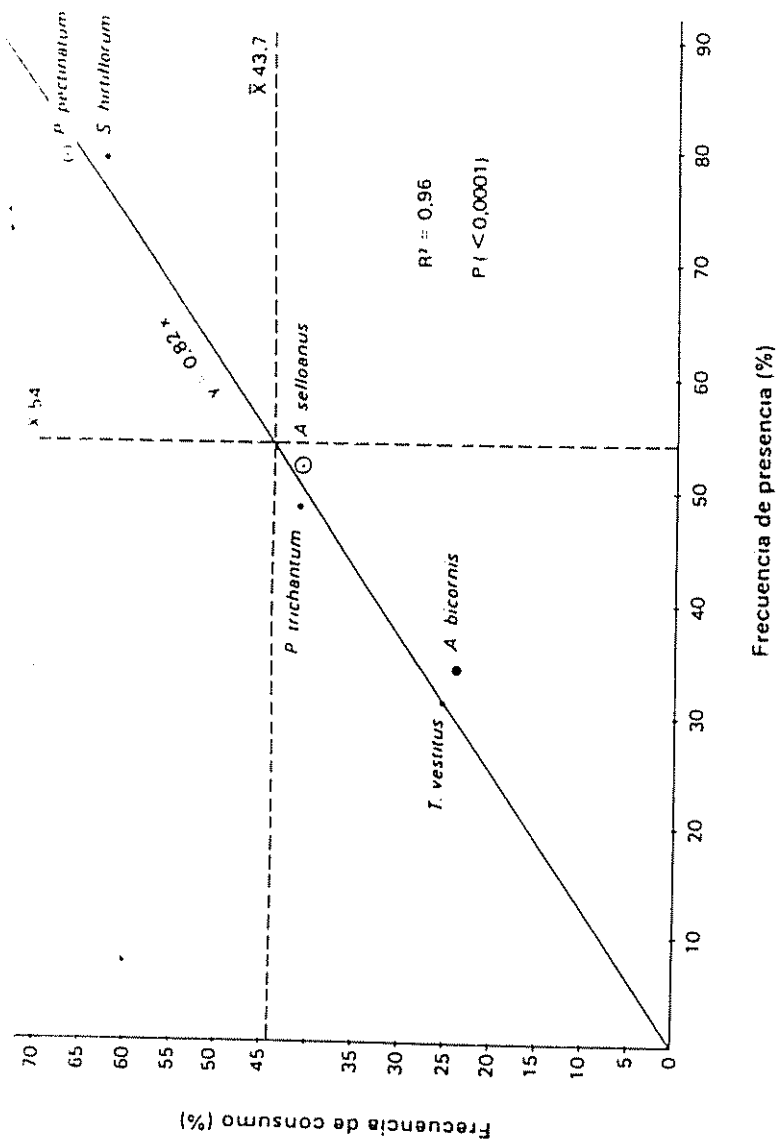


Figura 22 Relación de frecuencia de consumo y frecuencia de presencia para especies de disponibilidad alta en sabana nativa sin quema bajo pastoreo continuo a través de niveles carga animal (0,33, 0,66; 1,00 y 1,33 an ha<sup>-1</sup>) y uso de 1.500 m<sup>2</sup> de *S. capitata* animal<sup>-1</sup>.

tuvieron alta FC y baja FP (cuadrante superior izquierdo). Así mismo, las especies menos preferidas fueron aquellas ubicadas en el cuadrante inferior derecho (Sporobolus cubensis, Aristida capillacea, Rynchospora podoesperma, Rynchospora globosa y Paspalum carinatum) por tener baja FC y alta FP. Las especies del cuadrante superior derecho es un grupo bueno e intermedio entre los dos anteriores en donde se ubicaron las especies Thrasya petrosa, Eragrostis maypurensis, Paspalum parviflorum, Axonopus crysoblefaris, y Gymnopogon foliosus. Las especies del cuadrante inferior izquierdo constituye un grupo difícil de interpretar porque tuvieron simultáneamente baja disponibilidad y baja FP.

En las especies de disponibilidad alta (Figura 22), las gramíneas Paspalum pectinatum y Schyzachyrium hirtiflorum tuvieron frecuencias de consumo mayores que Trachypogon vestitus y Andropogon bicornis mientras Panicum trichantum y Andropogon leucostachyus se ubicaron cerca del promedio (43,7%)

#### 4.2.6 Relaciones entre frecuencia de presencia (FP) y frecuencia de consumo (FC) según hábito de crecimiento de las especies.

Se efectuó una comparación global de gramíneas rastreras (todas de baja disponibilidad) vs gramíneas erectas (disponibilidad alta más disponibilidad baja). Los resultados (Figura 23) indicaron una mejor relación ( $P < 0,001$ ) entre FC (Y) y FP (X) en gramíneas rastreras ( $Y = 0,79X$ ;  $r = 0,9$ ) que en gramíneas erectas ( $Y = 0,45X$ ;  $r = 0,7$ ). Estos resultados permiten sugerir un orden de preferencia de las especies por grupos así: 1) especies rastreras 2) especies erectas de disponibilidad alta de forraje 3) especies erectas de disponibilidad baja de forraje.



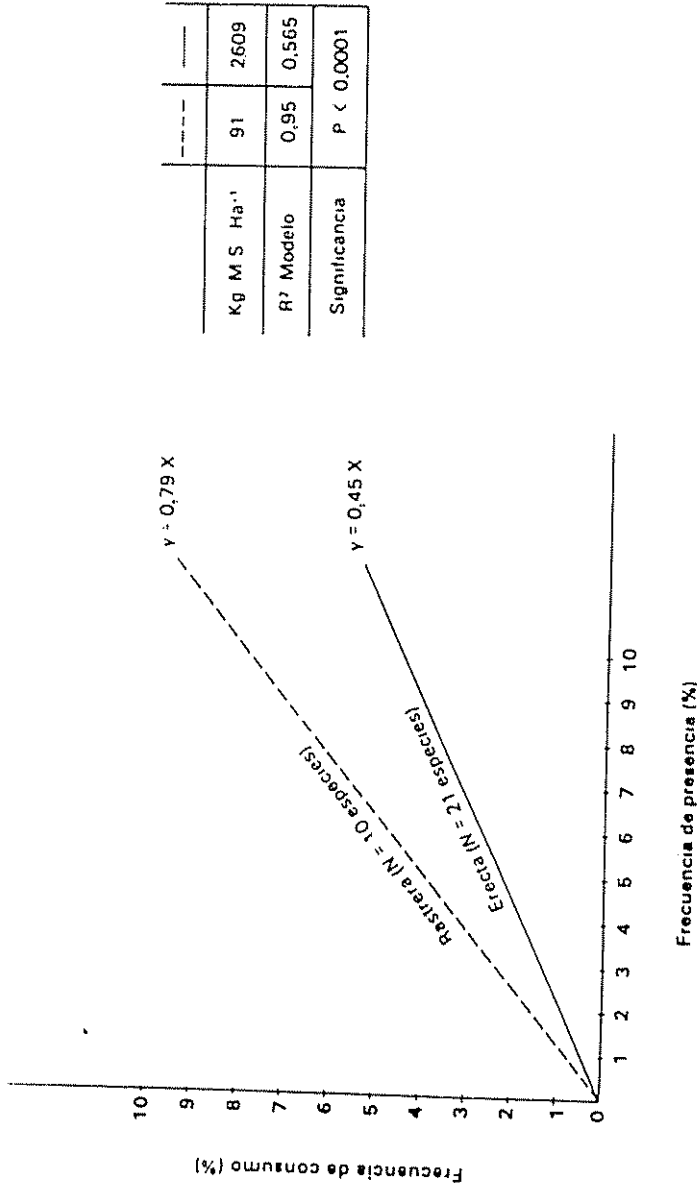


Figura 23 Relación de frecuencia de consumo y frecuencia de presencia de las gramíneas nativas según hábito de crecimiento en sabana sin quema bajo pastoreo continuo a través de niveles de carga animal (0,33; 0,66; 1,00 y 1,33 an ha<sup>-1</sup>) y uso de 1.500 m<sup>2</sup> de S. capitata an<sup>-1</sup>.

#### 4.2.7 Calidad de las principales gramíneas nativas.

Con el fin de conocer si las diferencias en la preferencia de las especies estaba asociada con la calidad, se clasificaron las especies según su contenido crítico de proteína cruda para consumo animal estimado en 7% según Minson (1982a).

Con este criterio se formaron tres grupos de especies: El grupo I incluyó especies rastreras o de porte bajo. El grupo II consideró especies erectas con contenidos de proteína cruda  $\geq 7\%$  y el grupo III incluyó especies erectas con contenidos de proteína inferiores al 7%.

En los Cuadros 39, 40 y 41 se presentan los análisis químicos de DIVMS, PC, Ca y P para los grupos I, II y III. En general, los tres grupos mostraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,0001$ ) en DIVMS, PC, Ca y P (Cuadro 42). Las gramíneas rastreras mostraron mayor ( $P < 0,01$ ) DIVMS que las gramíneas erectas (43,2  $\underline{vs}$  29,6%) y también mayores contenidos de proteína cruda (8,1  $\underline{vs}$  6,2%) lo cual podría explicar la mayor preferencia de las gramíneas rastreras sobre las erectas. En el caso de las gramíneas erectas del grupo II (promedio de PC=7,8%) la mayoría de las especies mostraron ser preferidas por el animal, lo que sugiere una buena relación entre preferencia y calidad. El grupo III (especies con promedios de PC=4,5%) tuvo en general baja preferencia 'excepto las especies Andropogon bicornis y Paspalum pectinatum que juntas representaron el 40% del total de gramínea disponible en la pastura, lo cual posiblemente obligó a los animales a una mayor preferencia por estas dos especies como una consecuencia de la baja disponibilidad de las gramíneas rastreras (4,8%).

Los contenidos de Ca y P en el forraje ofrecido de los grupos I, II y III están por debajo de los requerimientos para bovinos en crecimiento (ARC, 1980).

CUADRO 39 Análisis químico en hojas de gramíneas rastreras de sabana nativa sin quema bajo pastoreo continuo con diferentes niveles de carga animal y leguminosa (*S. capitata*) al inicio de la época seca (dic/85) 1/.

Grupo	Especie	DIVNS	Proteína	Ca	P
	2/	----- % -----			
I	<i>E. maypurensis</i>	45,5	8,5	0,20	0,12
	<i>G. foliosus</i>	35,2	7,9	0,22	0,13
	<i>A. purpussi</i>	39,0	8,3	0,19	0,14
	<i>M. pitieri</i>	38,8	8,3	0,16	0,12
	<i>A. fissifolius</i>	55,5	10,2	0,21	0,19
	<i>A. aureus</i>	40,2	7,9	0,15	0,11
	<i>A. crysoblefaris</i>	54,3	7,7	0,40	0,14
	<i>P. parviflorum</i>	40,5	7,8	0,18	0,10
	<i>P. clavuliferum</i>	40,2	7,4	0,35	0,21
	<i>P. heterotrichon</i>	43,2	7,5	0,33	0,25
	PRONEDIOS	43,2	8,1	0,24	0,15
	DESVIACION ESTANDAR	±6,7	±0,8	±0,09	±0,05

1/ Cada dato representa el promedio de 3 muestras analizadas en el laboratorio para cada variable de calidad por especie.

2/ Especies rastreras con contenidos de proteína cruda  $\geq$  7%.

CUADRO 40 Análisis químico en hojas de gramíneas erectas de sabana nativa sin quema bajo pastoreo continuo con diferentes niveles de carga animal y suplemento de leguminosa (*S. capitata*) al inicio de la época seca (dic/85) 1/.

Grupo	Especie	DIVMS	Proteína	Ca	P
	2/	----- % -----			
II	<i>S. geniculata</i>	45,5	9,6	0,35	0,25
	<i>P. trichantum</i>	40,2	9,8	0,28	0,20
	<i>T. petrosa</i>	44,3	7,5	0,32	0,15
	<i>T. vestitus</i>	32,1	7,2	0,30	0,14
	<i>S. hirtiflorum</i>	33,4	7,0	0,36	0,22
	<i>P. rudgei</i>	29,7	7,5	0,14	0,12
	<i>A. leucostachyus</i>	29,8	7,1	0,17	0,10
	<i>A. selloanus</i>	29,7	7,0	0,15	0,11
	<i>Homolepsis</i> sp.	30,0	7,3	0,12	0,11
	PROMEDIOS	35,0	7,8	0,24	0,15
	DESVIACION ESTANDAR	±6,5	±1,1	±0,09	±0,09

1/ Cada dato representa el promedio de 3 muestras analizadas en el laboratorio para cada variable de calidad por especie.

2/ Especies erectas con contenidos de proteína cruda  $\geq$  7%

CUADRO 41 Análisis químico en hojas de gramíneas erectas de sabana nativa sin quema bajo pastoreo continuo con diferentes niveles de carga animal y suplemento de leguminosa (*S. capitata*) al inicio de la época seca (dic/85) 1/

Grupo	Especie	DIVMS	Proteína	Ca	F
	2/	-----%			
III	<i>P. carinatum</i>	30,5	5,6	0,08	0,05
	<i>L. lanatum</i>	27,2	4,5	0,06	0,06
	<i>S. cubensis</i>	28,4	4,0	0,06	0,07
	<i>P. pectinatum</i>	25,3	4,5	0,10	0,06
	<i>P. stellatum</i>	18,4	3,9	0,10	0,08
	<i>A. bicornis</i>	20,0	5,5	0,15	0,09
	<i>A. tincta</i>	24,4	4,7	0,08	0,08
	<i>Rynchospora</i> 3/	15,0	3,2	0,12	0,06
	PROMEDIOS	23,6	4,5	0,09	0,07
	DESVIACION ESTANDAR	±5,3	±0,8	±0,03	±0,01

1/ Cada dato representa el promedio de 3 muestras analizadas en el laboratorio para cada variable de calidad por especie.

2/ Especies erectas con contenidos de proteína cruda < 7%.

3/ Incluye 3 especies: *R. globosa*, *R. corimbosa* y *R. podocarpa*

Cuadro 42 Comparaciones de calidad nutritiva de tres grupos de gramíneas nativas al inicio de la época seca (dic/85) en sabana manejada sin quema suplementada con leguminosa (1.500 y 2.250 m<sup>2</sup> de leguminosa animal<sup>-1</sup>).

Grupo	Tipo	DIVMS	FC	Ca	P
		%			
I	rastreras	43,0 a	8,1 a	0,24 a	0,15 a
II	erectas /1	35,0 b	7,8 a	0,24 a	0,15 a
III	erectas /2	23,6 c	4,5 b	0,09 b	0,07 b
Error estándar (gl=5)		2,0	0,29	0,02	0,01
Significancia (p<)		0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

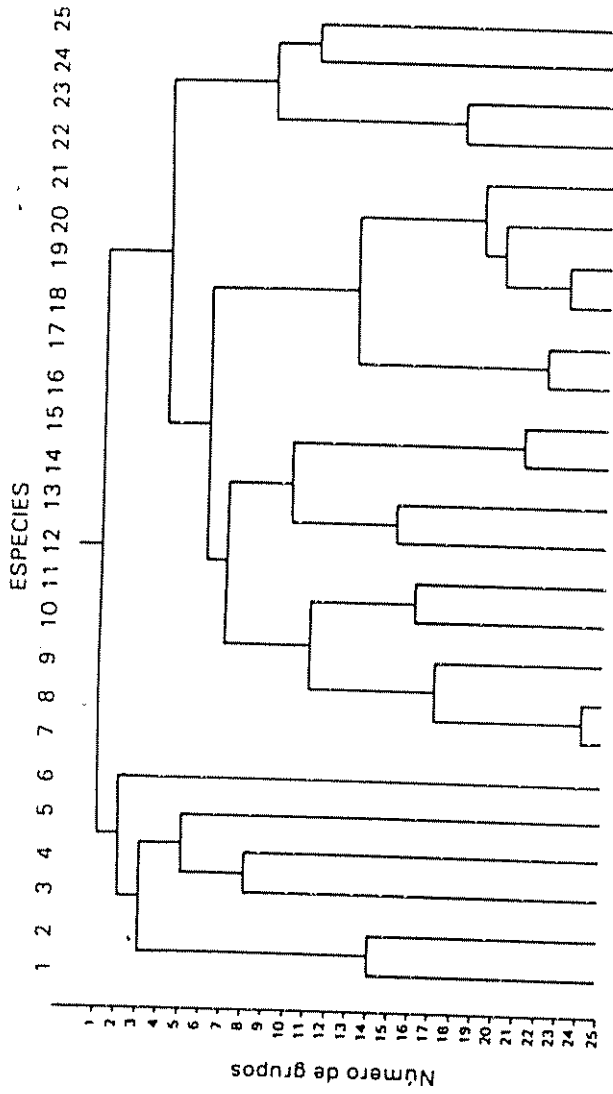
1/Disponibilidad de forraje alta  
2/Disponibilidad de forraje baja

#### 4.2.8 Selectividad de las especies

Un 87,7% de las hojas de gramíneas presentes en las muestras de extrusa pudo ser identificado a través de lecturas en el estereoscopio. El análisis de conglomerados realizado con base en el porcentaje de cada especie seleccionada en la dieta, se muestra esquemáticamente en la Figura 24. Los valores de selectividad para cada especie se presenta en el Cuadro 43. Con la formación de tres grupos se explicó un 97% de la varianza. El primer grupo quedó conformado por la especie A. bicornis que representó el 24% de la dieta. El segundo grupo quedó conformado por cinco especies y representó el 51% de la dieta, y el tercer grupo lo integraron 19 especies y constituyeron solamente el 25% de la dieta.

Uno de los factores de mayor influencia sobre la selectividad de las especies (IS) fue la disponibilidad de forraje (Cuadro 44). Esto es particularmente cierto en el caso de A. bicornis, I. vestitus, A. leucostachyus, A. selloanus y S. hirtiflorum, las que representaron conjuntamente el 58,6% de la gramínea en oferta y el 63,1% de la dieta seleccionada por el animal. Sin embargo, algunas especies de baja disponibilidad como E. maypurensis y P. trichantum mostraron alta presencia en la dieta (11,9 y 3,7%, respectivamente) lo que indica una alta palatabilidad de estas especies lo cual podría estar asociada esta con la buena calidad de las mismas.

Es interesante notar que P. pectinatum a pesar de ser la segunda especie de mayor disponibilidad y con un alto IP (84%) sólo contribuyó con un 1,4% en la dieta. La baja contribución de P. pectinatum en la dieta se podría explicar por un reducido tamaño de bocado, pues se observó en el campo que el animal difícilmente consumía más de tres hojas por macolla, lo que indica una baja palatabilidad de esta especie. Otro grupo de especies, especialmente las de tipo



Análisis de Conglomerados

Figura 24 Agrupación de especies de sabana nativa en base al porcentaje de presencia de cada especie en la dieta seleccionada por el animal.



CUADRO 43 Agrupación de especies en base al porcentaje de presencia de cada especie en la dieta seleccionada por el animal en sabana nativa bajo pastoreo continuo a través de quema, niveles de carga y leguminosa ( $1.500 \text{ m}^2 \text{ S. capitata animal}^{-1}$ ).

Grupo	Esp. Nº	Especie	Indice de selectiv. (IS)	
			----- % -----	
I	6	<u>A. bicornis</u>	24,10	
II	1	<u>I. vestitus</u>	13,79	
	2	<u>E. maypurensis</u>	11,93	
	5	<u>A. leucostachyus</u>	10,53	
	4	<u>A. selleanus</u>	8,70	
	3	<u>S. hirtiflorum</u>	6,00	
		Media	10,3	$S^2 = 0,0017$
III	25	<u>P. trichantum</u>	3,67	
	23	<u>M. pitieri</u>	2,86	
	12	<u>G. foliosus</u>	2,49	
	13	<u>S. capitata</u>	2,49	
	22	<u>A. purpussi</u>	1,76	
	9	<u>A. tincta</u>	1,66	
	24	<u>A. fissifolius</u>	1,40	
	7	<u>P. pectinatum</u>	1,39	
	15	<u>I. petrosa</u>	1,26	
	11	<u>P. clavuliferum</u>	1,14	
	10	<u>P. parviflorum</u>	1,10	
	8	<u>C. tenuifolius</u>	0,94	
	14	<u>S. geniculata</u>	0,91	
	17	<u>Homolepsis sp.</u>	0,62	
	16	<u>R. globosa</u>	0,57	
	21	<u>C. pareira</u>	0,29	
	19	<u>A. aureus</u>	0,17	
	20	<u>P. heterotrichon</u>	0,15	
18	<u>A. riparis</u>	0,08		
		Media	1,22	$S^2 = 0,0098$

CUADRO 44 Resumen de disponibilidad, frecuencia de presencia (FP), índice de preferencia (IP) e índice de selectividad (IS) de las principales especies de sabana nativa suplementada con leguminosa (*S. capitata*) a través de quema y carga animal bajo pastoreo continuo.

Especie	Disponibilidad kg MS ha <sup>-1</sup>	FP 1/ -----	IP 2/ ----- X -----	IS 3/ -----
<i>A. bicornis</i>	520	34	71	24,1
<i>T. vestitus</i>	263	31	80	13,8
<i>E. maypurensis</i>	40	25	76	11,9
<i>A. leucostachyus</i>	175	23	92	10,5
<i>A. selloanus</i>	390	52	79	8,7
<i>S. hirtiflorum</i>	175	79	79	6,0
<i>P. trichantum</i>	80	48	87	3,7
<i>M. pitieri</i>	20	20	69	2,9
<i>G. foliosus</i>	15	55	80	2,5
<i>S. capitata</i> <sup>4/</sup>	40	24	63	2,5
<i>A. purpusii</i>	10	3	65	1,8
<i>A. tincta</i>	40	10	28	1,7
<i>A. fissifolius</i>	10	51	40	1,4
<i>P. pectinatum</i>	390	79	84	1,4
<i>T. petrosa</i>	30	36	82	1,3
<i>P. clavuliferum</i>	10	14	10	1,1
<i>P. parviflorum</i>	20	24	80	1,1

1/ FP = Número de veces que aparece una especie "X" en 100 marcos muestrales.

2/ IP = Frecuencia visual de consumo x frecuencia de presencia-1 de una especie "X" en el campo experimental.

3/ IS = Presencia relativa de una especie "X" en la extrusa esofágica por lectura en el estereoscopio.

4/ Leguminosa establecida como suplemento de la sabana.

rastrero no sólomente estuvieron limitadas por su baja disponibilidad sino también por su baja FP, pero las mismas indiscutiblemente son altamente apetecibles por el ganado como es el caso de A. purpusii (Blydenstein, 1963; Huertas et al, 1978) y posiblemente las especies A. aureus, A. crysoblefaris, G. foliosus, M. pitieri, P. clavuliferum y P. parviflorum que además de tener una calidad relativamente buena, tuvieron un alto IP.

Otro punto a resaltar en los resultados obtenidos es la relativa alta proporción de especies rastreras presentes en la dieta seleccionada (21%), particularmente si tenemos en cuenta que este grupo contribuyó sólo con el 3,4% de la gramínea total en oferta. No se presentó ninguna diferencia significativa entre tratamientos en la dieta seleccionada, pero sí entre repeticiones ( $P < 0,05$ ) para las especies A. bicornis (20 y 28,2%), A. leucostachyus (16,8 y 8,8%) P. trichantum (0,12 y 7,3%), I. petrosa (1,2 y 3,6%), S. capitata (5,2 y 0,5%) y M. pitieri (1,5 y 3,5%) para las repeticiones 1 y 2 respectivamente.

## 5. DISCUSION GENERAL

El animal seleccionó básicamente gramínea verde (94,4%) con una alta proporción de hoja (87,8%). Estas proporciones se mantuvieron casi constantes a través del tiempo. Sin embargo, a pesar de esta alta selectividad, la digestibilidad de la dieta fue muy baja (32%), lo cual posiblemente tuvo un efecto depresivo sobre el consumo al permanecer los residuos de forraje mucho tiempo en el retículo-rumen (Minson, 1982a). La digestibilidad baja del forraje seleccionado estuvo asociada con niveles altos de fibra neutral indigerible, pero no con fibra neutral detergente. En algunos estudios con gramíneas tropicales y de zona templada se han encontrado relaciones negativas entre fibra neutral detergente y digestibilidad (Van Soest, 1982); sin embargo estas relaciones parecen ser muy variables entre especies y componentes del forraje (Minson, 1976).

Si bien el nivel de proteína cruda (PC) en la gramínea ofrecida fue muy bajo (4,5%), los animales seleccionaron una dieta que contenía entre el 6 y 9% de PC. Algo similar ha sido observado en otros estudios en sabana bajo quema, en los llanos de Colombia (Schneichel, 1985) y en los Cerrados del Brasil (Escuder et al, 1979). En ellos se encontró que los niveles de proteína en la dieta seleccionada superaban el nivel crítico del 7% (Minson, 1971), mientras la digestibilidad in vitro de la materia seca pocas veces superaba el nivel del 40%. Los estudios de calidad en la dieta seleccionada por animales fistulados del esófago, permiten apoyar la hipótesis de que la energía es el factor nutricional más limitante de la producción animal en pasturas tropicales (Van Dyne y Heady, 1965; Minson y Milford, 1967; Langlands, 1969; Hunter et al, 1976; Escuder et al, 1979; Moir et al, 1979; Gardener, 1980; Zemelink, 1980; Alden, 1981; Schneichel, 1985. Si se asume un consumo de materia seca de forraje de 1,8% del peso vivo en base a la fórmula de Reid (1952), citado por Minson (1982b); el consumo de energía

metabolizable estaría por debajo de los requerimientos de mantenimiento, mientras la proteína permitiría ganancias superiores a los  $200 \text{ g an}^{-1} \text{ día}^{-1}$ . Por otro lado, los niveles de calcio (0,12%), fósforo (0,05%) y zinc ( $15 \text{ mg kg}^{-1}$ ) en el forraje ofrecido tampoco llenarían los requerimientos de mantenimiento; sin embargo, dado que los animales consumieron sal mineralizada ( $83,4 \text{ g de M.S. an}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ), se considera que ningún elemento mineral fue limitante.

No se detectaron diferencias en ganancia de peso, cuando se compararon las áreas de  $1.500$  y  $2.250 \text{ m}^2$  de leguminosa suplementada por animal. La misma tendencia se observó en un periodo previo de evaluación en este mismo experimento (CIAT,1985a). También se observó que las ganancias de peso del periodo previo fueron muy superiores en todos los tratamientos a las del presente estudio. Las ganancias de peso bajas obtenidas en este estudio con relación al periodo previo pudieron ser debidas a la disponibilidad muy baja de S capitata cv capica en la pastura (1,5%). La disponibilidad baja de capica durante este estudio pudo estar asociado a un alto consumo durante el periodo previo, dada su alta apetibilidad por el ganado (CIAT,1983,1984,1985a).

Estos resultados sugieren que un área de  $1.500 \text{ m}^2$  de leguminosa por animal podría ser suficiente para corregir deficiencias nutricionales, siempre y cuando la leguminosa sea persistente y productiva.

El efecto positivo de las leguminosas a través de su aporte de proteína y energía al animal en forma directa, ó indirecta estimulando consumo de las gramíneas nativas en estado avanzado de madurez, ha sido señalado por diferentes autores (Norman y Stewart, 1967; Shaw y 't Mannelje, 1970; Taylor et al, 1983; Tergas et al, 1984; Spain et al,1984). Sin embargo, los resultados de este estudio sugieren que debido a la baja digestibilidad de las gramíneas nativas no se esperarían ganancias de peso muy altas con el uso de

leguminosas asociadas con la sabana sin quema, pero sí incrementos significativos en la capacidad de carga animal.

Las leguminosas ideales como suplemento de la sabana deberían ser de fácil establecimiento, rústicas y agresivas para poder competir con las malezas y las gramíneas nativas presentes. También deberían ser productivas para estimular y mantener un adecuado nivel de consumo de las gramíneas, particularmente durante la estación seca. Las leguminosas deberían producir suficiente semilla para garantizar su persistencia en el sistema. Sería conveniente no utilizar leguminosas tan apetecibles como el capica, ya que su contribución durante la época seca se reduciría al mínimo. Es importante que las leguminosas tengan alta capacidad de fijación de nitrógeno para estimular crecimiento y mejorar la calidad de las gramíneas. Además las leguminosas deberían ser tolerantes a los fuegos accidentales que ocurren en la región.

En general la disponibilidad de forraje total aparentemente no fue un factor limitante del consumo (Minson, 1982b) y por ende de ganancia de peso. Sin embargo, dada la variabilidad en hábito de crecimiento y apetecibilidad relativa de las especies que componen la sabana nativa, es de esperar que el tamaño de bocado haya contribuido a limitar el consumo (Stobbs, 1973, 1975b; Hodgson, 1979; Minson, 1982b).

Las gramíneas rastreras o de porte bajo presentaron mejor calidad y mayor índice de preferencia (IP) que las especies erectas. Sin embargo, debido a la baja disponibilidad de las gramíneas rastreras (118 kg de M.S. ha<sup>-1</sup>) con relación a las erectas (2.439 kg de M.S. ha<sup>-1</sup>), se encontró un mayor porcentaje de especies erectas en la dieta (79 vs 21% respectivamente). Ahora bien, si se expresa la selectividad como la relación de lo seleccionado respecto lo disponible, se observa que la selectividad relativa fue a

favor de la gramínea rastrera (4,5 veces) y en contra de la gramínea erecta (0,8 veces).

El análisis de las especies presentes en la dieta seleccionada indicó que la selectividad relativa por Eragrostis maypurensis, Panicum trichantum, Mesosetum pitieri, y Gymnopogon foliosus fue alta, aún cuando su disponibilidad fue limitada. Por otro lado, Andropogon bicornis y Trachypogon vestitus mostraron una selectividad relativamente alta, coincidente con una disponibilidad alta. En cambio, Paspalum pectinatum y Andropogon selloanus parecen tener problemas de consumo, pues a pesar de su alta disponibilidad no contribuyeron significativamente a la dieta. Además se identificó otro grupo de especies de hábito erecto y de fácil acceso para los animales en pastoreo, pero que no fueron seleccionadas por los animales, entre las que se encuentran Paspalum carinatum, Leptocoryphium lanatum, Sporobolus cubensis y Aristida riparia.

Los resultados de este estudio sugieren que para tener una adecuada apreciación del grado de aceptación o rechazo de una especie en particular, es conveniente considerar en conjunto la disponibilidad de forraje, frecuencia de presencia (FP), índice de preferencia (IP), índice de selectividad (IS) y parámetros de calidad. Así por ejemplo, Eragrostis maypurensis es seguramente más apetecible que Paspalum pectinatum pues el IS para ambas especies fue 11,9 y 1,4 por ciento, respectivamente; no obstante la disponibilidad baja del E. maypurensis en relación con el P. pectinatum (40 y 380 kg MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente) y la menor FP (25 vs 79% respectivamente). La mayor selectividad del E. maypurensis probablemente estuvo asociada con su mayor DIVMS (45,5 vs 25,3%) y su mayor contenido de proteína (8,5 vs 4,5%). En contraste, la mayor selectividad del Andropogon bicornis (24% en la dieta), aparentemente sólo puede ser explicada por su disponibilidad alta (520 kg MS ha<sup>-1</sup>) y no por su calidad. Sin embargo, dado que los datos obtenidos en este estudio

corresponden a una observación puntual en el tiempo, es de esperar que ocurran cambios estacionales en la composición florística, disponibilidad y calidad de las especies, las que podrían a su vez determinar variaciones en el grado de selectividad de las especies.

Las diferencias observadas en selectividad para las diversas especies evaluadas permiten sugerir que la estrategia de eliminar la quema en estos ecosistemas de sabana con el consecuente uso de cargas altas, podría tener a largo plazo efectos adversos sobre la composición florística de la pastura, por la alta presión de pastoreo ejercida sobre las especies más apetecidas por el ganado (Mott, 1985).

En resumen, los resultados de este estudio sugieren que la preferencia y selectividad de las especies está regulada por múltiples factores, tales como: disponibilidad, calidad de las especies, hábito de crecimiento, frecuencia de presencia, frecuencia de consumo, carga animal, sitio y quema.



## 6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en los dos estudios de sabana permiten concluir que:

1. El área de leguminosa disponible por animal no tuvo efecto sobre la producción de biomasa de gramínea, calidad del forraje ofrecido y seleccionado, ni sobre la ganancia de peso, debido a la contribución mínima de la leguminosa (S. capitata) a la biomasa total disponible.

2. Los animales mostraron mayor preferencia (IP) por las gramíneas rastreras (GR), que por las gramíneas erectas (GE). La mayor preferencia de las GR parece estar asociada con su mejor calidad. Sin embargo, debido a la proporción baja de GR en la biomasa total de gramínea (4,8%), la presencia de gramíneas erectas en la dieta (IS), fue superior (79 vs 21%).

3. Las especies más seleccionadas por el animal en pastoreo fueron: Andropogon bicornis, Trachypogon vestitus, Eragrostis maypurensis, Andropogon leucostachyus, Andropogon selloanus y Eschyzachyrium hirtiflorum. En contraste, las especies Leptocoryphium lanatum, Paspalum carinatum, Panicum rudgei, Aristida capillacea, Aristida riparia, Setaria geniculata, Imperata contracta y Sporobolus cubensis no estuvieron presentes en la dieta a pesar de su alta frecuencia de presencia (FP) y arquitectura apropiada para el consumo.

4. El animal seleccionó preferencialmente especies de mayor calidad; sin embargo, la contribución de estas especies en la dieta seleccionada fue limitada, debido a la baja disponibilidad de forraje de las mismas. El factor que más afectó la selectividad del animal en este estudio fue la disponibilidad de forraje.

5. No obstante las grandes diferencias observadas entre especies en términos de disponibilidad, calidad y selectividad, los animales seleccionaron dietas con digestibilidades muy bajas ( $32 + 1,46 \%$ ), pero con contenidos aceptables de proteína cruda ( $7,5 + 0,8 \%$ ).

6. Aparentemente, la masa total de gramínea ofrecida no fue un factor limitante para consumo. Sin embargo, dado que la mayor cantidad de forraje se concentró en muy pocas especies de gramíneas, es posible que el tamaño de bocado se haya constituido en un factor limitante para consumo animal.

## 7. RECOMENDACIONES

Para seleccionar leguminosas destinadas a incluirse en sabana, se recomienda realizar ensayos en pequeñas áreas de pastoreo en donde se incluyan especies diferentes de leguminosa con hábitos de crecimiento contrastantes (p.e. rastreras, erectas, semiarbuscivas). Entre las leguminosas que podrían incluirse en estas pruebas se tienen Stylosanthes guianensis var. pauciflora, Desmodium ovalifolium tolerante a nemátodos y Centrosema acutifolium que ha mostrado una excelente persistencia bajo pastoreo. Con los materiales seleccionados de estas pruebas se deben montar ensayos de pastoreo a largo plazo para evaluar la dinámica de la composición florística de la sabana sometida a un ámbito de cargas en la ausencia de quema.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. 1980. The nutrient requirement of farm livestock. Farnham, G.B., Commonwealth Agricultural Bureaux. 351 p.
- AKIN, D.E. 1986. Anatomical and morphological characteristics of tropical forages. In Tropical American Lowland Range Symposium (38, 1986, Kissimmee, Fla.). Proceedings. Ed. by Robert S. Kalmbacher. Denver, Colo., EE.UU., Society for Range Management. p. 11-16.
- ALLDEN, W.G. 1981. Energy and protein supplements for grazing livestock. In Morley, F.H.W. Grazing animals. Amsterdam, Holanda, Elsevier. p. 289-308.
- ARNOLD, G.W. 1964. Some principles in the investigation of selective grazing. Proceedings of the Australian Society of Animal Production (A.C.T.) 5:258-271.
- ; BALL, J.; McMANUS, W.R.; BUSH, I.G. 1966. Studies on the diet of the grazing animal, 1. Seasonal changes in the diet of sheep grazing on pastures of different availability and composition. Australian Journal of Agricultural Research (A.C.T.) 17(4):543-556.
- . 1981. Grazing behaviour. In Grazing animals. Ed. by F.H.W. Morley. Amsterdam, Holanda, Elsevier. p. 79-104.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (EE.UU.). 1984. Official methods of analysis. 14 ed. Ed. by Sidney Willians. Arlington, Va., (EE.UU.). 1141 p.
- BLYDENSTEIN, J. 1962. La sabana de Trachypogon del alto Llano. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales (Ven.) 23(102):129-206.
- . 1963. Cambios en la vegetación después de protección contra el fuego. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales (Ven.) 23(103): 233-244.
- . 1964. Tropical savanna vegetation of the Llanos of Colombia. Ecology (EE.UU.) 48(1):1-15.
- . 1972. El clima y los pastizales de América del Sur. Turrialba (C.R.) 22(3):258-262.

- BOHNER, E.; LASCANO, C. ; WENIGER, J.H. 1986. Botanical and chemical composition of the diet selected by fistulated steers under grazing on improved grass-legume pastures in the tropical savanna of Colombia, 2. Chemical composition of forage available and selected. 2. Tierzuchtg. Zuchgsbiol. 102:385-394.
- BURNS, J.C. 1978. Antiquality factors as related to forage quality. Journal of Dairy Science (EE.UU.) 61(12):1809-1820.
- BURTON, G.W.; KNOX, F.E. ; BEARDSLEY, D.W. 1964. Effect of age on the chemical composition, palatability and digestibility of grass leaves. Agronomy Journal (EE.UU.) 56:160-161.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1971. Sistemas de producción de ganado de carne. In Informe anual 1970. Cali, Col. p. 7-20.
- . 1972. Sistemas de producción de ganado de carne. In Informe anual 1971. Cali, Col. p. 15-30.
- . 1973. Sistemas de producción de ganado de carne. Informe anual 1972. Cali, Col. p. 13-46.
- . 1974. Sistemas de producción de ganado de carne. In Informe anual 1973. Cali, Col. p. 11-68.
- . 1975. Sistemas de producción de ganado de carne. In Informe anual 1974. Cali, Col. p. 1-55.
- . 1976. Sistemas de producción de ganado de carne. In Informe anual 1975. Cali, Col. p. A11-A32.
- . 1976. Programa de producción de ganado de carne; pastos y forrajes. In Informe anual 1975. Cali, Col. p. C31-C36.
- . 1982. Manual para la evaluación agronómica, red internacional de evaluación de pastos tropicales. Ed. por José. M. Toledo . Cali, Col. 161 p.
- . 1982. Programa de pastos tropicales. Informe anual 1981. Cali, Col. 137 p.
- . 1984. Estudios en sabana nativa en los Llanos de Colombia. In Programa de pastos tropicales. Informe anual 1983. Cali, Col. p. 295-320.
- . 1985a. In Programa de pastos tropicales. Informe Anual 1984. Cali, Col. p. 193-232.

- . 1985b Sistemas de producción pecuaria extensiva; Brasil, Colombia, Venezuela. Informe final Proyecto ETES; 1978-1982. Ed. por Raul Vera; Carlos Sere. Cali, Col. 538 p.
- . 1986. Calidad y productividad de pasturas. In Programa de pastos tropicales. Informe Anual 1985. Cali, Col. p. 295-317. (Documento de trabajo no. 17)
- COCHRANE, T.T. 1985. Land use and productive potential of American savannas. In International Savanna Symposium (1984, Queensland). Ecology and management of the world's savannas. Ed. by J.C. Tothil; J.J. Mott. Queensland, A.C.T., CSIRO. p. 108-114.
- . 1986. Soils, climate and vegetation in rangeland of Tropical America. In Tropical American Lowland Range Symposium (38, 1986, Kissimmee, Fla.). Proceedings. Ed. by Robert S. Kalmbacher. Denver, Colo., EE.UU., Society for Range Management. p. 1-10.
- COHEN, R.D.H. 1970. Factors influencing the estimation of the nutritive value of the diet selected by cattle fistulated at the oesophagus. Journal of Agriculture Science (G.B.) 93:607-618.
- COSTA, N.M.; FERREIRA M.B.; CURADO T. DE F.C. 1978. Leguminosas nativas do estado de Minas Gerais. Coletada, avaliações preliminares de alguns generos. Belo Horizonte, Bra., EPAMIÚ. 63 p.
- COUTINHO, L.M.; JURKEVICS, I.R. 1978. Aspectos ecológicos do fogo no Cerrado. V-O efeito de altas temperaturas na germinação do amu especie de Mimosa. Ciencia e Cultura (Bra.) 30 (Supl.):420.
- . 1982. Ecological effects of fire in Brazilian cerrado. In Ecology of tropical savannas. Ed. by B.J. Huntley; B.H. Walter. Berlin, Springer-Verlag. p. 273-291.
- COWLISHAW, S.J.; ALDER, F.E. 1960. The grazing preferences of cattle and sheep. Journal of Agricultural Science (G.B.) 54:257-265.
- CROWDER, L.V. 1967. Grasslands of Colombia. Herbage Abstracts (G.B.) 37(4):237-245.
- CUNHA, E.; CABELLO, P.; CHICCO, F. 1971. Composición química y digestibilidad in vitro del Trachypogon sp. Agronomia Tropical (Ven.) 21(3):183-193.

- CHACON, E.A.; STOBBS, T.H.; HAYDOCK, K.P. 1977. Estimation of leaf and stem contents of esophageal extrusa samples from cattle. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science (A.C.T.)* 43(1-2):73-75.
- .; STOBBS, T.H.; DALE, M.B. 1978. Influence of sward characteristics on grazing behaviour and growth of hereford steers grazing tropical grass pastures. *Australian Journal of Agricultural Research (A.C.T.)* 29:89-102.
- ELLIS, W.C. 1970. The *in vitro* determination of true and apparent digestibility of forages. Texas, Texas A & M University. Animal Science Department. 6 p.
- ESCOBAR, A.; GONZALEZ, E. 1975. Production primaire de la savane inondable. *Symposium of Tropical Ecology (1975, Zaire)*. s.l. p. irr.
- ESCUDE, C.J.; RODRIGUEZ, N.M.; LIMA, M.A. 1979. Alguns fatores que influem no consumo de forragens e ganho em peso de bovinos em pastagens nativas de cerrado. *Arquivos da Escola de Veterinaria (Bra.)* 32(2):235-242.
- .; MACEDO, G.A.R. 1980. Pastagens naturais e cultivadas na regio dos cerrados. *Informe Agropecuario (Bra.)* 6(70):70-73.
- FASSBENDER, H.W. 1986. Quimica de suelos. Con énfasis en suelos de América Latina. San Jose. Costa Rica, IICA. 398 p.
- FERREIRA, M.B. 1980. Cerrado: Fonte de forrageiras. *Informe Agropecuario (Bra.)* 6(61):25-27.
- .; ESCUDE, C.J.; MACEDO, G.A.R. 1982. Dieta dos bovinos, pastejando em areas de cerrado, 1. Composição botânica. *Arquivos da Escola de Veterinaria (Bra.)* 34(1):153-165.
- FERRI, M.G. 1977. A flora do cerrado. Bases para utilizacao agropecuaria. *In* Simposio sobre o Cerrado (4, 1976, Brasilia). *Trabalhos*. Brasilia, Bra. Universidade de Sao Paulo. p. 211-232.
- FROST, P.G.H. 1985. The responses of savanna organism to fire. *In* *International Savanna Symposium (1984, Queensland)*. *Ecology and management of the world's savannas*. Ed. by J.C. Tothil; J.J. Mott. Queensland, A.C.T., CSIRO. p. 232-237.

- GARCIA, M.J.; SAN JOSE, J.J. ; HERNANDEZ, J.I. 1983. Effects of added nitrogen, phosphorus and potassium on above-ground biomass production and nutrient content of *Trachypogon* savanna grasses. *Tropical Ecology (India)* 24(1):33-42.
- GARDENER, C.J. 1980. Diet selection and liveweight performance of steers on *Stylosanthes hamata*-native grass pastures. *Australian Journal of Agricultural Research (A.C.T.)* 31:379-392.
- . 1980. Tolerance of perennating *Stylosanthes* plants to fire. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry (A.C.T.)* 20:587-593.
- GERMOPLASMA FORRAJERO BAJO PASTOREO EN PEQUEÑAS PARCELAS. REUNION DE TRABAJO (1982, Cali, Col.) Memorias. Ed. por O. Paladines ; C. Lascano. Cali, Col., CIAT. 185 p.
- GROF, B. 1985. Especies forrajeras promisorias para las sabanas de suelos ácidos e infértiles de América Tropical. *In* Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (3, 1985, Cali, Col.). Resultados 1982-1985. Cali, Col., CIAT. v.1, p. 5-26.
- GUINAN, L.; SANCHEZ, P. 1979. Productividad primaria, fenología y composición florística de un tipo de sabana situada en el territorio Federal del Amazonas. Trabajo de grado. Caracas, Ven., Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias. 172 p.
- HACKER, J.B.; MINSON, D.J. 1981. The digestibility of plant parts. *Herbage Abstracts (G.B.)* 51(9):459-482.
- HACKER, K.W.; TORELL, D.T.; VAN DYNE, G.M. 1964. Botanical examination of forage from esophageal fistulas in cattle. *Journal of Animal Science (EE.UU.)* 23(2):465-469.
- HAMILTON, B.A.; HALL, D.G. 1975. Estimation of the botanical composition of esophageal extrusa samples, 1. A modified microscope point technique. *Journal of the British Grassland Society (G.B)* 30:229-235.
- HARGREAVES, J.N.G.; KERR, J.D. 1978. Botanal. A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition, 2. Computational package. CSIRO. Australian Division Tropical Crops and Pasture Tropical Agronomy (A.C.T.). Technical Memorandum no.9. p. irr.



- HAYDOCK, K.P.; SHAWN, N.H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry (A.C.T.) 15:663-670.
- HEADY, H.F.; TORELL, D.T. 1959. Forage preference exhibited by sheep with esophageal fistula. Journal of Range Management (EE.UU.) 12(1):28-34.
- HEANEY, D.P.; PIGDEN, W.J. 1963. Interrelationship and conversion factors between expressions of the digestible energy value of forages. Journal of Animal Science (EE.UU.) 22:956-960.
- HEGARTY, M.P. 1982. Deleterious factors in forages affecting animal production. In Nutritional limits to animal production from pastures. Ed. by J.B. Hacker. Farnham Royal, G.B., CAB. p. 133-150.
- HIERNAUX, P. ; DIARRA, L. 1985. Savanna burning, a controversial technique for rangeland management in the niger flood plains of central Mali. In International Savanna Symposium (1984, Queensland). Ecology and management of the world's savannas. Ed. by J.C. Tothil; J.J. Mott. Queensland, A.C.T., CSIRO. p. 239-243.
- HODGKINSON, K.C. 1979. The shrubs of poplar box (Eucalyptus populnea) lands and their biology. Australian Rangeland Journal (A.C.T.) 1:280-293.
- HODGSON, J. 1979. Nomenclature and definitions in grazing studies. Grass and Forage Science (G.B.) 34:11-18.
- . 1982. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. In Nutritional limits to animal production from pastures. Ed. by J.B. Hacker. Farnham Royal, G.B., CAB. p. 153-166.
- HOLECHEK, J.L.; VAVRA, M.; PIEPER, R.D. 1982. Methods for determining the nutritive quality of range ruminant diets: A review. Journal of Animal Science (EE.UU.) 54(2):363-376.
- ; VAVRA, M. 1983. Fistula sample numbers required to determine cattle diets forest and grassland range. Journal Range Management (EE.UU.) 36:323-326.
- HUERTAS, H.B.; ALARCON, E.; MENDOZA, P.E. 1978. Valor nutritivo de los pastos Guaratara (Axonopus purpusii mets) y Paja Llanera (Trachypogon vestitus, ANDERS) nativos de los Llanos Orientales de Colombia. Revista ICA (Col.) 13(3):519-526

- HUMPHREYS, L.R. 1976. Grazing systems on tropical pastures. In Seminario Internacional de Ganaderia Tropical (1976, Acapulco, Méx.). Memoria. Mexico, D.F.; FIRA. v.4, p. 215-220.
- HUNTER, R.A.; SIEBERT, B.D.; BREEN, M.J. 1976. The botanical and chemical composition of the diet selected by steers grazing townsville stylo grass during a period of liveweight gain. Proceedings of Australian Society of Animal Production (A.C.T.) 11:457-460.
- JOHNSON, M.K. 1982. Frequency sampling for microscopic analysis of botanical compositions. Journal of Range Management (EE.UU.) 35(4):541-542
- JONES, R.J.; SANDLAND, R.L. 1974a. The relation between animal gain and stocking rate. Journal of Agricultural Science (G.B) 83:335-342.
- . 1974. The relation of animal and pasture production to stocking rate on legume based and nitrogen fertilized subtropical pastures. Proceedings of Australian Society of Animal Production (G.B.) 10:340.
- ; LUDLOW, M.M.; TROUGHTON, J.H.; BLUNT, C.G. 1979. Estimation of the proportion of C<sup>3</sup> and C<sup>4</sup> species in the diet of animals from the rating of natural C<sup>13</sup> and C<sup>14</sup> isotopes in the faeces. Journal of Agricultural Science (G.B.) 92:91-100.
- . 1983. Efecto del clima, el suelo y el manejo del pastoreo en la producción y persistencia del germoplasma forrajero tropical. In Germoplasma Forrajero bajo Pastoreo en Pequeñas Parcelas. Reunión de Trabajo (1982, Cali, Col.) Memorias. Ed. por O. Paladines ; C. Lascano. Cali, Col., CIAT. p. 11-32.
- . 1986. Persistencia de las especies forrajeras bajo pastoreo. In Evaluación de Pasturas con Animales. Alternativas metodológicas. Reunión de Trabajo (1984, Lima, Perú). Memorias. Ed. por C. Lascano ; E. Pizarro. Cali, Col., CIAT. p. 167-200.
- LANGLANDS, J.P. 1969. Studies on the nutritive value of the diet selected by grazing sheep, 4. Variation in the diet selected by sheep differing in age, breed sex, strain and previous history. Animal Production 11(3):369-378.

- . et al. 1982. The nutrition of ruminants grazing native and improved pastures, 4. Effects of stocking rate and soil ingestion on the Copper and Selenium status of grazing sheep. Australian Journal of Agricultural Research (A.C.T.) 33:313-320.
- LAREDO, M.A.; MINSON, D.J. 1973. The voluntary intake, digestibility and retention time by sheep of leaf and stem fractions of five grasses. Australian Journal of Agricultural Research (A.C.T.) 24:875-888
- LAREZ, A.R.; VIRRUETA, A.V. 1970. Inventario y evaluación del recurso forrajero de la sabana de Jusepin, Venezuela. Oriente Agropecuario (Ven.) 2(2):107-119.
- LASCANO, C. 1983. Factores edáficos y climáticos que intervienen en el consumo selección de plantas forrajeras bajo pastoreo. In Germoplasma Forrajero bajo Pastoreo en Pequeñas Parcelas Reunión de Trabajo (1982, Cali, Col.) Memorias. Ed. por O. Paladines ; C. Lascano. Cali, Col., CIAT. p. 49-64.
- ; SCHNEICHEL, M. 1985. Bancos de proteína como alternativa para la suplementación del ganado en pastoreo. Cali, Col., CIAT. 22 p.
- ; SPAIN, J.M. 1986. Animal nutrition on rangelands of the Tropical American savannas. In Tropical American Lowland Range Symposium (39, 1986, Kissimmee, Fla.). Proceedings. Ed. by Robert S. Kalmbacher. Denver, Colo., EE.UU., Society for Range Management. p. 1-9.
- . 1987a. Canopy structure and composition in legume selectivity. Cali, Col. ,CIAT. 10 p.
- . 1987b. Manejo del pastoreo en asociaciones gramíneas leguminosas en el trópico. Cali, Col., CIAT. 11 p.
- LEACH, G.J.; DALE, M.B.; RATCLIFF, D. 1984. Effects of grazing management on the botanical composition of a lucerne pasture in South-Eastern Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry (A.C.T.) 24:93-103.
- LEBDOSOECKOJO, S.; AMMERMAN, C.B.; RAUN, N.S.; GOMEZ, J. ; LITELL, R.C. 1980. Mineral nutrition of beef cattle grazing native pastures on the eastern plains of Colombia. Journal of Animal Science (EE.UU.) 51(6):1249-1261.
- LIPKE, H. 1980. Forage characteristics related to intake, digestibility and gain by ruminants. Journal of Animal Science (EE.UU.) 50:952-961.

- LITTLE, D.A. 1975. Studies on cattle with oesophageal fistulae: Comparison of concentrations of mineral nutrients in feeds and associated boluses. Australian Journal of Experimental Agricultural of the Animal Husbandry (A.C.T.) 15:437-439.
- LOS SISTEMAS de producción pecuaria extensiva del trópico sudamericano; Brasil, Colombia, Venezuela. 1985. In Los sistemas de producción pecuaria extensiva del trópico sudamericano. Análisis comparativo. Ed. por R. Vera ; C. Sere. Cali, Col., CIAT. p. 431-449.
- LUDLOW, M.M. 1980. Stress physiology of tropical pastures plants. Tropical Grassland (A.C.T.) 14:137-145.
- . 1986. Simultaneous pressures of water stress and defoliation in rangeland plants. In International Rangeland Congress (2., 1984, Adelaide). Rangelands: a source under siege. Proceedings. Canberra, (A.C.T.), Australian Academy of Science. p. irr.
- McDOWELL, L.R.; CONRAD, J.H.; THOMAS, H.E.; HARRIS, L.E.; FICK, K.R. 1977. Composición de los forrajes latinoamericanos. Producción Animal Tropical (Méx.) 2:282-288.
- .; CONRAD, J.H.; ELLIS, G.L. ; LOOSLI, J.K. 1983. Minerals for grazing ruminants in tropical regions. University of Florida. Bulletin. 86 p.
- MACEDO, G.A.R.; FERREIRA, M.B.; ESCUDER, J. 1978. Dieta de novilhos em pastagem nativa do cerrado. Belo Horizonte, Bra., EPAMIG. 30 p.
- McLEOD, M.N.; MINSON, D.J. 1969. Sources of variation in the in vitro digestibility of tropical grass. Journal of the British Grassland Society (G.B.) 27:261-263.
- .; JONES, R.J.; STOBBS, T.H. 1976. Pasture evaluation by grazing experiments. In Tropical pasture research: principles and methods. Ed. by N.H. Shaw ; W.W. Bryan. Farnham Royal, G.B., CAB. p. 194-234. (Bulletin no. 51)
- .; EBERSOHN, J.P. 1980. Relations between sward characteristics and animal production. Tropical Grassland (A.C.T.) 14:273-280.
- . 1982. Problems of animal production from tropical pastures. In Nutritional limits to animal production from pastures. Ed. by J.B. Hacker. Farnham Royal, G.B., CAB. p. 67-85.

- MARSHALL, J.W. 1979. Accuracy of quantitative methods used for the botanical analysis of oesophageal fistula samples. *Tropical Grasslands (A.C.T.)* 13:140-148.
- HELOTTI, L. 1979. Utilizaçao de pastagem natural de grama-batatais (Paspalum notatum FLUGGE) con introduçao de leguminosas e adubaçao fosfatada. *Boletim de Industria Animal (Bra.)* 36(1):181-191.
- MENAUT, J.C. 1983. The vegetation of African savannas. *In Tropical Savannas*. Ed. by F. Bourliere. Amsterdam, Elsevier. p. 109-149.
- MENDOZA, P. ; LASCANO, C. 1986. Mediciones en la pastura en ensayos de pastoreo. *In Evaluación de Pasturas con Animales. Alternativas metodológicas. Reunión de Trabajo (1984, Lima, Perú). Memoria*. Ed. por C. Lascano y E. Pizarro. Cali, Col., CIAT. p. 143-166.
- MILES, W.H.; McDOWELL, L.R. 1983. Mineral deficiencies in the Llanos rangelands of Colombia. *World Animal Review (Ita.)* 46:2-10.
- MINSON, D.J.; MILFORD, R. 1967. The voluntary intake and digestibility of diets containing different proportions of legume and mature Pangola grass (Digitaria decumbens). *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry (A.C.T.)* 7:546-551.
- ; McLEOD, M.N. 1970. The digestibility of temperate and tropical grasses. *Proceedings of the International Grassland Congress (A.C.T.)* 11:719-722.
- . 1971a. Influence of lignin and silicon on a summative system for assessing the organic matter digestibility of Panicum. *Australian Journal of Agricultural Research (A.C.T.)* 22:589-598.
- . 1971b. The nutritive value of tropical pastures. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Sciences (A.C.T.)* 37(3):255-263.
- . 1976. Relation between digestibility and composition of feed. *In Carbohydrate research in plants and animals. Agricultural University, Wageningen. Miscellaneous paper no. 12.* p. 101-114.
- ; WILSON, J.R. 1980. Comparative digestibility of tropical and temperate forage a contrast between grasses and legumes. *Journal of the Australian Science (A.C.T.)* 46(4):247-249.

- . 1982a. Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. In Nutritional limits to animal production from pastures. Ed. by J.B. Hacker. Farman Royal, G.B., CAB. p. 167-182.
- . 1982b. Forage quality: assessing the plant-animal complex. In International Grassland Congress (14., 1981, Lexington). Summaries of papers. Lexington, Westview. p. 23-29.
- MOIR, K.W.; DOUGHERTY, H.G.; GODDWIN, P.J.; HUMPHREYS, R.J.; MARTIN, P.R. 1979. An assessment of whether energy was the first factor limiting production of dairy cows grazing kikuyu grass pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry (A.C.T.) 19:530-534.
- . 1983. Evaluation of pasture for beef cattle from measurements of cell wall in separated leaf and stem fractions. Journal of Agricultural Science (G.B.) 100:513-518.
- . 1984. Location of sources of variation in forage digestibility. Journal of the Science of Food and Agriculture (G.B.) 35:9-13.
- MONTALDO, P. 1977. El espectro de las tribus de gramíneas de los Llanos venezolanos. Turrialba (C.R.) 27(2):175-177.
- MOTT, G. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. International Grassland Congress (8., Reading, G.B.). Proceedings. Reading, G.B. p. 606-611.
- . 1983. Evaluación del germoplasma forrajero bajo diferentes sistemas de manejo del pastoreo. In Germoplasma Forrajero bajo Pastoreo en Pequeñas Parcelas. Reunión de Trabajo (1982, Cali, Col.) Memorias. Ed. por O. Paladines ; C. Lascano. Cali, Col., CIAT. p. 149-164.
- MOTT, J.J. 1985. Mosaic grazing. Animal selectivity in tropical savannas of Northern Australia. In International Grassland Congress (15., 1985, Kyoto, Japan). Proceedings. Kyoto, Japan. pp. 1129-1130.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1976. Nutrient requirements of beef cattle. 5 ed. Washington, D.C., EE.UU., National Academy of Science. 55 p.
- NAZOA, S.E.; LOPEZ, D.H. 1981. Contenido nutricional de Trachypogon sp. cercanas a Puerto Ayacucho, Venezuela. Acta Biológica (Ven.) 11(1):21-50.

- NORMAN, M.J.T. 1963. The patterns of dry matter and nutrient content changes in native pastures at Katherine, N.T. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry (A.C.T.)* 3:119-124.
- . 1965. Dry season protein and energy supplements for beef cattle on native pasture at Katherine, N.T. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry (A.C.T.)* 3:280-283.
- . 1965. Seasonal performance of beef cattle on native pasture at Katherine, N.T. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry (A.C.T.)* 5:227-231.
- ; STEWART, G.A. 1967. Complementary grazing of native pasture and standing townsville lucerne in the dry season of Katherine, N.T. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry (A.C.T.)* 7:225-231.
- NORTON, B.W. 1982. Differences between species in forage quality. *In* Nutritional limits to animal production from pastures. Ed. by J.B. Hacker. Farnham Royal, G.B., CAB. p. 89-110.
- O'DONOVAN, P.B.; EUCLIDES, V.P.; SILVA, J.M. 1982. Valor nutritivo de pastagens nativas para produçao de carne. *In* Seminario sobre Nutriçao de Plantas Forrageiras em Solos Tropicais Acidos (Campo Grande - MS, Bra.). Ed. por A. Book; A.L. Garner. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. Documento no.3. p. 68-82.
- PALADINES, O. 1975. El manejo y la utilización de las praderas naturales en el americano. *In* El potencial para la producción de ganado de carne en América Tropical. CIAT (Col). Serie CS-10. p. 23-44.
- ; LEAL, J.A. 1979. Manejo y productividad de las praderas en los Llanos Orientales de Colombia. *In* Seminario sobre Producción de Pastos en Suelos Acidos de los Trópicos (1978, Cali, Col.). Memorias. Ed. por L.E. Tergas ; P.A. Sánchez. Cali, Col. p. 347-364.
- . 1981. Feeding systems and productivity of cattle in tropical America. *In* European Association for Animal Production, Annual meeting. (32., Zagreb, Yugoslavia). Proceeding. s.l. p. irr.
- PEZO, D. 1982. El pasto como base de la producción bovina. *In* CATIE (C.R.). Aspectos nutricionales en los sistemas de producción bovina en el trópico. Turrialba, C.R. p. 87-95.

- RAMIA, M. 1966. Tipos de sabanas en los llanos de Venezuela. Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales. Boletín (Ven.) 27(112):264-288.
- RAYMOND, W.F. 1967. The nutritive value of forage crops. Advances in Agronomy (EE.UU.) 21:1-108.
- RIZZINI, C.T. 1971. A flora do cerrado, análise florística das savannas centrais. In Simposio sobre o Cerrado (1962, Sao Paulo, Bra.). Trabalhos. Sao Paulo, Bra. p. 125-177.
- ROBERTS, C.R. 1979. Grazing management of tall tropical legume based pastures. In Australian Society of Animal Production Meeting on Tropical Pastures for Beef Production (Murwillumbah, A.C.T.). Proceedings. Murwillumbah, A.C.T., Wollongbar Agricultural Research Center. p. 1-11.
- . 1980. Effect of stocking rate on tropical pastures. Tropical Grasslands (A.C.T.) 14:225-231.
- SALINAS, J.G. ; LASCANO, C. 1983. La fertilización con azufre mejora la calidad de Desmodium ovalifolium. Pastos Tropicales, Boletín Informativo CIAT (Col.) 5(1):1-2.
- ; GARCIA, R. 1985. Métodos químicos para el análisis de suelos ácidos y plantas forrajeras. Cali, Col., CIAT. Programa de Pastos Tropicales. 83 p.
- SANCHEZ, L.F ; COCHRANES, T.T. 1980. Paisajes, suelos y clima de lo llanos orientales de Colombia. Cali, Col, CIAT. 46 p.
- SANCHEZ, P.A. ; ISBELL, R.F. 1979. Comparación entre suelos de los trópicos de América Latina y Australia. In Seminario sobre Producción de Pastos en Suelos Acidos de los Trópicos (1978, Cali, Col.). Memorias. Ed. por L.E. Tergas ; P.A. Sánchez. Cali, Col. p. 29-58.
- . 1981. Suelos del trópico. Características y manejo. Traducción del inglés por E. Camacho. San José, C.R., IICA. 660 p.
- ; SALINAS, J.G. 1983. Suelos ácidos. Estrategias para su manejo con bajos insumos en América tropical. Bogotá, Col., Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. 93 p.
- SAN JOSE, J.J.; FARINAS, M.R. 1983. Changes in the tree density and species composition on a protected Trachypogon savanna, Venezuela. Ecology 64:447-453.



- . 1986. Ecología y manejo de los pastizales de Trachypogon en los Llanos Orientales del Orinoco. In Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (10., 1985, Acapulco, Méx.) Memorias. México, ALPA. p. 27-56.
- SCHNEICHEL, M. 1985. Quantitative and qualitative Futterereau-for ahme von rindern auf savannas mit zusätzlicher leguminosenwide in den Llanos Orientales Kolumbiens. Dr. Sc. Agr. Dissertation. Berlin, Technischen Universität. D. 83 Nr150.
- SHAW, N.H. 1961. Increased beef production from Townsville Lucerne (Stylosanthes sunaica TAUB.) in the spear grass pastures of Central Coastal Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry (A.C.T.) 1:73-80.
- ; 't MANNETJE, L. 1970. Studies on a spear grass pasture in central coastal Queensland. The effect of fertilizer, stocking rate and oversowing with Stylosanthes humilis on beef production and botanical composition. Tropical Grassland (A.C.T.) 4:43-56.
- ; ANDREW, C.J. 1979. Superphosphate and stocking rate effects on a native pasture oversown with Stylosanthes humilis in Central Coastal Queensland, 4. Phosphate and potassium sufficiently. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry (A.C.T.) 19:426-436.
- SIEBERT, B.D.; KENNEDY, P.M. 1972. The utilization of spear grass (Heteropogon contortus), I. Factors limiting intake and utilization by cattle and sheep. Australian Journal of Agricultural Research (A.C.T.) 23:35-44.
- ; HUNTER, R.A. 1977. Prediction of herbage intake and liveweight gain of cattle grazing Tropical Pastures from the composition of the diet. Agricultural Systems (G.B.) 2:199-209.
- SIMAO NETO, M. 1976. Composição botânica e qualidade da dieta seleccionada em pastagem nativa por novilhos azebados com fistula esofagica. Tese Mag. Sc. Belo Horizonte-MG, Bra., Universidad Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária. 62 p.
- SPAIN, J.M. 1979. Establecimiento y manejo de pastos en los Llanos Orientales de Colombia. In Seminario sobre Producción de Pastos en Suelos Acidos de los Trópicos (1979, Cali, Col.). Memorias. Ed. por L.E. Tergas; P.A. Sánchez. Cali, Col. p. 181-189.

- . 1980. The effect of grazing management on persistence, stability and productivity of legume-grass associations on well-drained soils in the seasonal humid tropics. Internal Document. Cali, Col., CIAT. Tropical Pasture Program. 12 p.
- , J.M.; HAYASHI, H.; NAVAS, G.; FRANCO, R.H. 1984. A strategy for the gradual replacement of native savanna on an Oxisol in eastern Colombia. International Savanna Symposium (1984, Brisbane, A.C.T.). Proceedings. Brisbane, A.C.T. p. irr.
- . 1984. Suelos marginales y pastos tropicales: Hacia un uso más eficiente de los recursos. In Foro Internacional sobre Taxonomía de Suelos (6., 1984, Turrialba, C.R.). Memorias. CATIE (C.R.). Informe Técnico no. 43. p. 152-170.
- . ; LASCANO, C.E. 1986. Estrategias para mejorar la eficiencia de utilización de sabanas nativas en el trópico húmedo. In Reunión de la Asociación Lationamericana de Producción Animal (10., 1986, Acapulco, Méx.). Memorias. México, ALPA. p. 57-66.
- .; PEREIRA, J.M. 1986. Sistemas de manejo flexible para evaluar germoplasma bajo pastoreo: una propuesta. In Evaluación de Pasturas con Animales. Alternativas metodológicas. Reunión de Trabajo (1984, Lima, Perú). Memorias. Ed. por C. Lascano ; E. Pizarro. Cali, Col., CIAT. p. 85-98.
- SQUIRES, V.R. 1982. Behaviour of free-ranging livestock on native grasslands and shrublands. Tropical Grasslands (A.C.T.) 16(4):161-170.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. 1982. SAS User's Guide: Statistics. Cary, NC. SAS Institute Inc. 584 p.
- STOBBS, T.H. 1969a. The effect of grazing management upon pasture productivity in Uganda, 1. Stocking rate. Tropical Agriculture (Trinidad) 46(4):293.
- . 1969b. The effect of grazing management upon pasture productivity in Uganda. Grazing frequency. Tropical Agriculture (Trinidad) 46(3):195-200.
- . 1973. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures, 2. Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing Setaria anceps and chloris gayana at various stages of growth. Australian Journal of Agricultural Research (A.C.T.) 24:821-829.

- . 1975a. The effect of planta structure on the intake of tropical pastures, 3. Influence of fertilizer nitrogen on the size of bite harvested by Jersey cows grazing Setaria anceps cv Kazungula swards. Australian Journal of Agricultural Research (A.C.T.) 26:997-1007.
- . 1975b. Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production. Tropical Grasslands (A.C.T.) 9(2):141-150.
- . 1977. Seasonal changes in the preference by cattle for Macroptilium atropurpureum cv Siratro. Tropical Grassland (A.C.T.) 2(1):87-91.
- TAINTON, N.M. 1981. Veld and pasture management in South Africa. s.l., Shuter & Shoter. 481 p.
- TANAKA, A. et al. 1986. Agroecological condition of the Oxisol-Ultisol area of the Amazon river system. Report of a survey of Llanos in Colombia and Jungle in Perú. Sapporo, Japon, Hokkaido University, Faculty of Agriculture. 103 p.
- TAYLOR, J.A.; TULLOCH, O. 1985. Rainfall in the wet-dry tropics: extreme events at Darwin and similarities between years during the period 1870-1983 inclusive. Australian Journal of Ecology (A.C.T.)10:75-89.
- TAYLOR, W.J.; HAPROYO, R.G.; REBEGETS, J.G. 1982. The inference of nitrogen passed supplements of liveweight fertility, mortality of heifers grazing dry season native pasture. Proceedings of the Australian Society of Animal Production (A.C.T.) 14:277-280.
- TEJOS, M.R. 1980. Efecto del nitrógeno y fósforo sobre la producción de forraje de una sabana. Agronomía Tropical (Ven.) 29:205-218.
- TERGAS, L.E.; LASCANO, C. 1982. Contribución de las leguminosas a la productividad animal como bancos de proteína en sabanas tropicales de América. In Simposium sobre Leguminosas en Alimentación Animal. Convención Anual (32., 1982, Caracas, Ven.). Trabajos. Caracas, Ven.
- ; PALADINES, O.; KLEINHEISTERKAM, I.; VELAZQUEZ, J. 1983a. Animal production from antive pastures with complementary grazing of Pueraria phaseoloides in the Eastern Plains of Colombia. Tropical Animal Production (Méx.) 8:187-195.

- ..... 1983b. Efecto del manejo del pastoreo en la utilización de la pradera tropical. In Germoplasma Forrajero bajo Pastoreo en Pequeñas Parcelas Reunión de Trabajo (1982, Cali, Col.) Memorias. Ed. por O. Paladines; C. Lascano. Cali, Col., CIAT. p. 65-80.
- .....; PALADINES, O.; KLEINHEISTERKAMP, I. 1982. Resultados de levante de novillos en varios sistemas de praderas en la altillanura plana de los llanos orientales de Colombia. In Sistemas de Producción con Bovinos en el Trópico Americano, Taller de trabajo. (1981, Colonia Tovar, Aragua, Ven.). Trabajos. Caracas, Universidad Central de Venezuela. p. 211-224.
- THERON, E.P.; BOOYSEN, P. DE V. 1976. Palatability in grasses. Proceedings of Congress of the Grassland Society of Southern Africa 1:111-120.
- THOMAS, D. ; ROCHA, C.M.C. DA. 1986. Manejo de pastural y evaluación de la producción animal. In Evaluación de Pasturas con Animales. Alternativas metodológicas. Reunión de Trabajo (1984, Lima, Perú). Memorias. Ed. por C. Lascano ; E. Pizarro. Cali, Col., CIAT. p. 43-60.
- THORNTON, D.D. 1971. The effect of different stocking rates on the weight gain of ankole steers on natural grassland in Western Uganda. Journal of Agricultural Science (G.B.) 76:97-106.
- 't MANNETJE, L.T.; HAYDOCK, K.P. 1963. The dry-weight-rank method for the botanical analysis of pasture. Journal of the British Grassland Society (G.B.) 18:268.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society (G.B.) 18:104-111
- TOLEDO, J.M.; LASCANO, C.; GIRALDO, H. 1983. Medidas en la pastura y su relación con producción animal. Memoria ALPA (Méx.) 18:112-113.
- VAN DYNE, G.M.; HEADY, H.F. 1965. Botanical composition and chemical dietary components of animals grazing dry annual range. Journal of Animal Science (EE.UU.) 24:465.
- VAN SOEST, P.J. 1965. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. Journal of Animal Science (EE.UU.) 24(3):834-843.

- .; ROBERTSON, J.B. 1980. Systems of analysis for evaluating fibrous feed. In Pigden, W.J.; Balch, C.C.; Graham, M. Standardization of analytical methodology for feeds. Ontario, Can., IDRC. p. 49-60.
- . 1982. Nutritional ecology of the ruminant. Corvallis, EE.UU., O & B Books. 374 p.
- WEST, O. 1971. Fire, man and wildlife as interacting factors limiting the development of climax vegetation in Rhodesia. Proceedings of the Tall Timbers Fire Ecology Conference 11:121-145.
- WESTON, R.H. 1982. Animal factors affecting feed intake. In Nutritional limits to animal production from pastures. Ed. by J.B. Hacker. Farnham Royal, G.B., CAB. p. 183-198.
- WHITEMAN, P.C. 1976. Comparison of legume based and nitrogen fertilized tropical for animal production. In Seminario Internacional de Ganaderia Tropical (1976, Acapulco, Méx.). Memoria. México, D.F., FIRA. v.4, p. 109-120.
- WILSON, J.R.; TAYLOR, A.O.; DOLBY, G.R. 1976. Temperature and atmospheric humidity effects on cell wall content and dry matter digestibility of some tropical and temperate grasses. New Zealand Journal of Agricultural Research (Nueva Zelanda) 19:41-46.
- .; MINSON, D.J. 1980. Prospects for improving the digestibility and intake of tropical grasses. Tropical Grasslands (A.C.T.) 14:253-259.
- . 1982. Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. In Nutritional limits to animal production from pastures. Ed. by J.B. Hacker. Farnham Royal, (G.B.), CAB. p. 111-131.
- YATES, D.A.; CLANTON, D.C.; NICHOLS, J.T. 1982. Effect of continuous grazing on the diet of steers. Journal of Range Management (EE.UU.) 35(3):339-341.
- ZEMMELINK, G. 1980. Effect of selective consumption on voluntary intake and digestibility forages. Wageningen, Netherlands, Centre for Agricultural Publishing and Documentation. 100 p.

9. APENDICE

Cuadro 1a Agrupación por géneros de las especies nativas estudiadas en la dieta seleccionada por el animal.

GENERO	ESPECIES
A) GRAMINEAS	
1) PASPALUM	P. PECTINATUM, P. PARVIFLORUM, P. STELLATUM, P. CARINATUM, P. CLAVULIFERUM, P. HETEROIRICHON
2) ANDROPOGON	A. BICORNIS, A. SELLOANUS, A. LEUCOSTACHYUS, SCHYZACHYRIUM HIRTIFFLORUM (CLASIFICADA COMO A. SEMIBREVIS EN ALGUNOS TEXTOS).
3) AXONOPUS	A. CHRYSOLEFARIS, A. PURPUSII, A. AUREUS, A. ELISSIFOLIUS
4) ARISTIDA	A. LINCYA, A. CAPILLACEA
5) PANICUM	P. RUGGEL, P. TRICHANTUM
6) IHRASYA	I. PETROSA
7) TRACHYPOGON	I. VESTITUS
8) ERAGROSTIS	E. MAYPURENSIS
9) GYMNOPOGON	G. FOLIOSUS, G. SPICATUS
10) MESOSETUM	M. PITIERI
11) HOMOLEPIS	HOMOLEPIS S.P.
12) SETARIA	S. GENICULATA
13) LEPTOCORYPHIUM	L. LANATUM
B) CIPERACEAS	
14) RHYNCHOSPORA	R. GLOBOSA, R. PODOESPERMA, R. CORIMBOSA

Cuadro 2a Frecuencia de presencia (FP) e índice de preferencia (IP) de gramíneas nativas en una sabana sin quema y suplementada con leguminosa (1.500 m<sup>2</sup> de S. capitata an<sup>-1</sup> bajo pastoreo continuo.

ESPECIE	F.P. <sup>1/</sup>	I.P. <sup>2/</sup>
	----- % -----	
<u>TRACHYPOGON VESTITUS</u>	50	84
<u>PASPALUM PECTINATUM</u>	78	76
<u>PASPALUM PARVIFLORUM</u>	44	75
<u>PASPALUM STELLATUM</u>	3	62
<u>PASPALUM CARINATUM</u>	90	9
<u>PASPALUM Plicatulum</u>	2	0
<u>PASPALUM CLAVULIFERUM</u>	62	58
<u>LEPTOCORYPHIUM LANATUM</u>	19	14
<u>ANDROPOGON BICORNIS</u>	53	72
<u>SCHYZACHYRIUM HIRTIFLORUM</u>	74	67
<u>AXONOPUS CRYSOLEFFARIS</u>	26	76
<u>ERAGROSTIS MAYPURENSIS</u>	46	96
<u>GYMNOPOGON FOLIOSUS</u>	41	81
<u>GYMNOPOGON SPICATUS</u>	11	5
<u>PANICUM RUDGEI</u>	5	15
<u>PANICUM LAXUM</u>	6	30
<u>HOMOLEPSIS S.P.</u>	38	28
<u>PANICUM TRICHANTUM</u>	64	80
<u>ANDROPOGON LEUCOSTACHYUS</u>	23	92
<u>ANDROPOGON SELLOANUS</u>	50	82
<u>PASPALUM HETEROTRICHON</u>	8	60
<u>AXONOPUS FLSSIFOLIUS</u>	45	39
<u>ARISTIDA CAPILLACEA</u>	68	0
<u>SPOROBOLUS CUBENSIS</u>	54	48
<u>ARISTIDA RIPARIA</u>	50	50
<u>ARISTIDA TINCTA</u>	48	21
<u>AXONOPUS PURPUSII</u>	8	64
<u>AXONOPUS AUREUS</u>	6	39
<u>SETARIA GENICULATA</u>	4	0
<u>IMPERATA CONTRACTA</u>	15	0
<u>MESOSETUM PITIERI</u>	20	90
<u>ELYONURUS ADUSTUS</u>	14	30
<u>THRASYA PETROSA</u>	19	77

1/ FP = NÚMERO DE VECES QUE SE ENCONTRÓ UNA ESPECIE "X" EN 100 MARCOS.

2/ IP = FRECUENCIA VISUAL DE CONSUMO DE UNA ESPECIE "X" DIVIDIDO ENTRE FP x 100.



Cuadro 3a Frecuencia de presencia (FP) e índice de preferencia (IP) de leguminosas en una sabana sin quema y suplementada con 1.500 m<sup>2</sup> de S. capitata an<sup>-1</sup> bajo pastoreo continuo.

ESPECIE	F.P. 1/	I.P. 2/
	----- % -----	
CASSIA DIPHYLLA	2	0
CASSIA TETRAPHYLLA	8	0
CLITORIA GULANENSIS	10	10
GALACTIA JUSEIANA	11	0
VIGNA S.P.	12	0
AESCHYNOMENE HIXTRIX	5	0
CROTALARIA S.P.	6	0
ERIOSEMA MONOPHYLLUM	3	0
DESMODIUM BARBATUM	3	0
CENTROSEMA VENOSUM	20	0
CENTROSEMA ANGUSTIFOLIUM	25	0
CASSIA HIRSA	15	0
ERIOSEMA SIMPLICIFOLIUM	28	30
ERIOSEMA CRINITUM	6	0
ERIOSEMA RUFUM	22	0
MACROPTILIUM MONOPHYLLUM	6	0
STYLOSANTHES CAPITATA (cv. CAPICA)	28	50

1/ FP = NÚMERO DE VECES QUE SE ENCONTRÓ UNA ESPECIE "X" EN 100 MARCOS.

2/ IP = FRECUENCIA VISUAL DE CONSUMO DE UNA ESPECIE "X" DIVIDIDO ENTRE FP x 100.

Cuadro 4a Frecuencia de presencia (FP) e índice de preferencia (IP) de malezas de hoja angosta (ciperáceas) en sabana sin quema suplementada con 1.500 m<sup>2</sup> de *S. capitata* an<sup>-1</sup> bajo pastoreo continuo.

ESPECIE	F.P. 1/	I.P. 2/
	----- % -----	
<i>CYPERUS FLAVUS</i>	3	0
<i>CYPERUS TENUIFOLIUS</i>	10	30
<i>DICHRONEMA CILIATA</i>	6	0
<i>RYNCHOSPORA GLOBOSA</i>	32	9
<i>RYNCHOSPORA PODOESPERMA</i>	42	1
<i>RYNCHOSPORA CORIMBOSA</i>	9	0
<i>BULBOSTYLIS PARADOXA</i>	40	0

1/ FP = NÚMERO DE VECES QUE SE ENCONTRÓ UNA ESPECIE "X" EN 100 MARCOS.

2/ IP = FRECUENCIA VISUAL DE CONSUMO DE UNA ESPECIE "X" DIVIDIDO ENTRE FP x 100.

Cuadro 5a Frecuencia de presencia (FP) e índice de preferencia (IP) de malezas de hoja ancha en una sabana sin quema y suplementada con leguminosa (1.500 m<sup>2</sup> de *S. capitata* an<sup>-1</sup>) bajo pastoreo continuo.

ESPECIE	F.P. <sup>1/</sup>	I.P. <sup>2/</sup>
	----- % -----	
LAMOUROUXIA A.F.F. VIRGATA	15	0
ICHTHYOTHERE TERMINALIS	10	0
EUPATORIUM AMYGDALINUM	6	0
TURNERA HUMILEA	5	0
SIPANEA HISPIDA	21	2
WEDELIA LATIFOLIA	46	0
TRICHOSPIRA VERTICILLATA	2	0
BORRERIA OCIMOIDES	17	1
BORRERIA LATIFOLIA	8	0
HYPTIS DILATATA	17	0
DECLEUXIA FRUGIGOSA	10	0
BACOPA S.P.	17	0
CISSAMPELOS PAREIRA	6	4
ADLANTHUM S.P.	28	6
CROTON RHAMNIFOLIUS	25	0
CLIDEMIA SERICEA	3	0
CLIDEMIA HIRTA	2	0
HIBISCUS FURCELLATUS	13	5
CASUARIA SYLVESTRIS	5	0
EVOLVULUS SERICEUS	5	0
EVOLVULUS PTEROCAULON	3	0
ELEPHANTOPUS MOLLIS	2	0
CALADIUM MACROTITES	19	0
PSIDIUM GUIANEENSE	10	0
MELOCHYA VILLOSA	2	0
PALICOUREA RIGIDA	5	0
RUPELLIA GEMINIFLORA	15	25
MYRCIA S.P.	2	0
TELEIOSTACHIA LANCEOLATUS	7	0
CHELLONANTHUS BIFIDUS	5	3
CURCULIGO SCORZONERAEFOLIA	6	0
BORRERIA CAPITATA	5	0
PHYLLANTHUS NIRURI	3	0

1/ FP = NÚMERO DE VECES QUE SE ENCONTRÓ UNA ESPECIE "X" EN 100 MARCOS.

2/ IP = FRECUENCIA VISUAL DE CONSUMO DE UNA ESPECIE "X" DIVIDIDO ENTRE FP x 100.