

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE ENSEÑANZA
ÁREA DE POSGRADO

DISPONIBILIDAD, COMPOSICIÓN BOTÁNICA, SELECTIVIDAD Y CALIDAD
NUTRITIVA DE SEIS ASOCIACIONES GRAMÍNEA-LEGUMINOSA MANEJADAS
BAJO DOS CARGAS ANIMALES EN EL TRÓPICO HÚMEDO DE COSTA RICA

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico Académico
del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y
Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de
Investigación y Enseñanza, para optar al grado de

MAGISTER SCIENTIAE

por

ALEJANDRO MARTINEZ FERNANDEZ

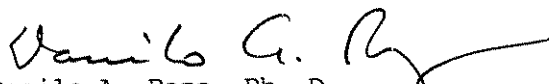
Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Turrialba, Costa Rica

1992

Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE


FIRMANTES:


Danilo A. Pezo, Ph. D.

Profesor Consejero

Assefaw Tewolde, Ph. D.

Jefe, Area de Posgrado


Ramón Lastra, Ph. D.

Director, Programa de Enseñanza


Alejandro Martínez Fernández

Candidato

DEDICATORIA

A la memoria de mis padres
Santos Martínez
y
Florinda Fernández de Martínez
por haber sido padres ejemplares
y sentar las bases de mi formación
profesional

A mi esposa Iris Belkis Bonilla e
hijas Iris Alexandra, Iris Grace
y Kathia Lorena

A mi siempre adorada
Anubis Yoselín, a todos mis
hermanos y sus amables familias

A don Eusebio Bonilla y
doña Victoria del Rosario
mis suegros

A Muhammed Ibrahim
Miembro del Comité Asesor

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su gratitud a las siguientes personas e instituciones:

Al Dr. Danilo Pezo, Profesor Consejero, por sus valiosos aportes, acertada orientación y revisión del presente estudio, por su gran amistad y humildad, quién supo conducirme durante toda mi estadía en CATIE. Su permanencia en esta institución contribuye con el avance científico de los estudiantes del área.

A Muhammad Ibrahim, Miembro del Comité por sus inconmensurables e incondicional apoyo, por sus valiosos aportes tanto a nivel de campo como en la revisión y corrección del presente estudio. Muhammad, estoy muy satisfecho, orgulloso de haber trabajado con usted y lamento no poder seguir a su lado, muchas gracias.

A los miembros del Comité Asesor: Dr. Pedro Argel, Dr. Francisco Romero y M. Sc. José Arze por sus valiosas sugerencias y observaciones al texto.

Al Dr. Asefaw Tewolde, Coordinador de Posgrado, por su gran labor y respeto[?] a sus "colegas", los estudiantes. Reciba pues mis más sinceros agradecimientos, estoy seguro que persona como usted enaltecen el prestigio de esta institución.

Al Dr. Ramón Lastra, Director del Programa de Enseñanza, por su gran labor y humildad con los estudiantes.

A la Dra. María Kass, por su buena labor, bella amistad y defensa a los estudiantes.

A la Universidad Central del Este (UCE) por la confianza depositada en mí al enviarme a esta prestigiosa Institución. Muy especialmente, al Dr. José Hazim Frappier (Rector), Ing. Miguel Rodríguez Collado, Ing. Marylín Díaz, Lic. Miledys Santana, Ing. Juan Hazim, quienes me apoyaron en todo momento.

Al Instituto Agrario Dominicano por el permiso concedido en mi trabajo.

Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza por haberme permitido incrementar mis conocimientos.

Al Gobierno Holandés por haberme financiado los estudios.

Al Prof. L. 't Mannelje por haberme sugerido trabajar en el Proyecto CATIE/UAW/MAG, por su aporte y recomendaciones al estudio.

Al Dr. Roberto Sevenhuysen, Coordinador del Convenio CATIE/UAW/MAG por los recursos facilitados en la ejecución de este trabajo y por su gran amistad.

Al personal del Centro de Cómputo y de la Biblioteca Conmemorativa ORTON.

A la familia Ibrahim por haberme considerado miembro de su lindo hogar.

A la familia Pezo por su buena amistad y buen trato.

A la familia Rivas-Villamán por su bella amistad, buen trato y amor a mis hijas. Comadre Venecia de Rivas es usted una auténtica dominicana, la verdadera embajadora, mi familia honra su nombre, siempre les recordaremos, muchas gracias.

A la familia Ferrán por sus buenos tratos en su hogar, por su aptitud cooperadora en favor de los míos.

A la colonia dominicana en el país, de manera especial a Eddy Romero, Leopoldo Gómez y los estudiantes dominicanos en CATIE.

A los compañeros de mi promoción por los momentos felices que compartimos. De manera especial a Pedro Evo, Pedro S. Jorge, Roldán, Guillermo, Gerardo, Lisset, José Cisne, Jorge Rodríguez y Fernando Cabrera.

A los compañeros de las promociones 89-91 y 92-94 por su buena amistad. De manera muy especial para Héctor Sagastumes por sus valiosas cátedras en estadística y David Urriola.

Al pueblo de Costa Rica por tener tanta gente amable y por ser el país natal de mi hija Kathia Lorena.

BIOGRAFIA

El autor nació el 9 de octubre de 1958, en Las Guajabas, provincia del Seybo, República Dominicana. Realizó sus estudios primarios y secundarios, en la escuela primaria Paso Cibao y Liceo César N. Pénzon, respectivamente.

En agosto de 1978 ingresa a la Universidad Central del Este, obteniendo en 1983 el Título de Ing. Agrónomo. Al inicio de ese período, mueren sus padres y se vio forzado a continuar con sus esfuerzos.

En 1984, en combinación con la Misión Técnica China existente en el país, inicia investigaciones en determinación de pérdidas de suelos por escorrentía superficial.

En 1986 fue llamado al Departamento de Planeamientos Urbanos del Ayuntamiento Municipal de San Pedro de Macorís, donde realiza diversas funciones.

En 1989, ocupa la función de Administrador de Proyectos Agropecuarios, en el Instituto Agrario Dominicano. Simultáneamente, labora para la Universidad Central del Este, como profesor auxiliar.

En noviembre de 1990 ingresó al Programa de Estudios de Posgrado en Producción Animal de CATIE, obteniendo el grado de *Magister Scientiae*, con énfasis en Nutrición de Rumiantes, en noviembre de 1992.

CONTENIDO

RESUMEN.....	ix
SUMMARY.....	xi
LISTA DE CUADROS.....	xiii
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	5
2.1 Descripción de las especies.....	5
2.1.1 <i>Stylosanthes guianensis</i>	5
2.1.2 <i>Arachis pintoii</i>	9
2.1.3 <i>Centrosema macrocarpum</i>	11
2.1.4 <i>Brachiaria ssp.</i>	14
2.2 Efecto del manejo del pastoreo y estatus de nutrimentos sobre la persistencia de leguminosas en praderas asociadas.....	17
2.3 Papel de las leguminosas en el mejoramiento del valor nutritivo de pasturas asociadas.....	25
2.4 Selectividad en pastoreo.....	30
3. MATERIALES Y METODOS.....	34
3.1 Localización.....	34
3.2 Manejo general del experimento.....	36
3.3 Variables experimentales.....	37
3.4 Variables de respuesta.....	38
3.4.1 Composición botánica del forraje.....	38
3.4.2 Disponibilidad de forraje.....	39
3.4.3 Calidad del forraje.....	40
3.4.4 Composición y calidad de la dieta seleccionada.....	41
3.5 Diseño experimental.....	43
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	47
4.1 Composición Botánica.....	47
4.1.1 Contribución de las gramíneas establecidas.....	47
4.1.2 Contribución de las leguminosas sembradas.....	51
4.1.3 Contribución del pasto natural.....	55

4.1.4 Contribución de las malezas.....	58
4.2 Disponibilidad de forraje en oferta.....	59
4.2.1 Disponibilidad de las gramíneas sembradas.....	62
4.2.2 Disponibilidad de las leguminosas sembradas...	67
4.2.3 Disponibilidad de pasto natural.....	69
4.2.4 Disponibilidad de malezas.....	71
4.3 Calidad Nutritiva del Forraje Disponible	71
4.3.1 Contenido de proteína cruda (PC).....	72
4.3.1.1 Contenido de PC de la fitomasa en oferta.....	72
4.3.1.2 Contenido de proteína cruda de las gramíneas.....	76
4.3.1.3 Contenido de proteína cruda de las leguminosas.....	78
4.3.2 Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS).....	79
4.3.2.1 DIVMS del forraje en oferta.....	81
4.3.2.2 DIVMS e las gramíneas sembradas.....	83
4.3.2.3 DIVMS de las leguminosas.....	86
4.4 Selectividad.....	87
4.4.1 Composición botánica del forraje seleccionado	87
4.4.1.1 Aporte de las gramíneas a la dieta....	87
4.4.1.2 Aporte de la leguminosa a la dieta....	88
4.4.1.3 Proporción de pasto natural en la dieta.....	95
4.4.1.4 Proporción de material inerte en la dieta.....	97
4.4.1.5 Relación hoja/tallo en el material seleccionado.....	99
4.4.2 Calidad nutritiva de la dieta.....	102
4.4.2.1 Contenido de proteína cruda.....	102
4.4.2.2 Digestibilidad in vitro de la materia seca.....	104
4.5 Discusión General.....	107
5. CONCLUSIONES.....	117
6. RECOMENDACIONES.....	119
6. BIBLIOGRAFIA.....	120
7. BIBLIOGRAFIA.....	120
8. ANEXO.....	138

MARTINEZ F., A. 1992. Disponibilidad, composición botánica, selectividad y calidad nutritiva en seis asociaciones gramínea-leguminosa manejadas bajo dos cargas animales en el trópico húmedo de Costa Rica. Tesis, Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, CATIE. 146 p. (186 Ref.)

PALABRAS CLAVES: Asociaciones, disponibilidad, composición botánica, calidad nutritiva, selectividad, carga animal, ciclo de pastoreo, persistencia, estrusa, *B. brizantha*, *B. humidicola*, *A. pintoii*, *C. macrocarpum*, *S. guianensis*.

RESUMEN

El presente estudio se inició en el Centro de Cría e Investigación "Los Diamantes", del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), localizado en Guápiles, Costa Rica, a 10° 13'N y 83° 47'W, a una altitud de 249 msnm, en trópico húmedo, con promedios de temperatura y precipitación de 23.10C y 4705 mm, respectivamente. El propósito del estudio fue evaluar los cambios en disponibilidad, composición botánica, calidad nutritiva y selectividad en dos gramíneas (*B. brizantha* y *B. humidicola*) de diferente hábito de crecimiento (semi-erecto o rastrero) asociadas con tres leguminosas de morfología diferente (rastrera, erecta y voluble), establecidas dos años antes. Las pasturas fueron manejadas en pastoreo con dos cargas animales (1,75 y 3,0 UA/ha), con 5 días de ocupación y 30 días de descanso.

Entre las gramíneas la *B. brizantha* mantuvo mayor proporción y disponibilidad de forraje en la pastura a lo largo del tiempo que duró el experimento. Con un porcentaje en la pastura que varió desde 85 a 97% en carga baja y de 69 a 92% en carga alta, correspondiendo el menor valor, donde estuvo asociada con *A. pintoii* en carga alta dada la mayor contribución de la leguminosa (19.5%). La disponibilidad de *B. brizantha* fue superior cuando estuvo asociada con *S. guianensis* y *C. macrocarpum* que con *A. pintoii* (5327 y 5006 vs 4501), pero esta última fue la asociación más estable, pues el *Centrosema* y *Stylosanthes* no persistieron en la pastura.

En contraste la disponibilidad de *B. humidicola* fue de 3912, 1535 y 735 kg MS/ha, para los socios con *Stylosanthes*, *Arachis* y *Centrosema*. Cuando estuvo asociada con *Centrosema* en carga baja tanto la gramínea como la leguminosa desaparecieron de la pastura, siendo reemplazadas por *P. fasciculatum*; mientras que en carga alta mantuvieron mayor proporción, registrándose 38.5% para la *B. humidicola* y (4.1%) para el *Centrosema*. Por otro lado, cuando la *B. humidicola* estuvo asociada con *A. pintoii*, el efecto de la carga fue muy marcado, pues la proporción de gramínea fue bastante mayor en la carga baja que en la carga alta (45.8 vs 7.8%, respectivamente) y al final del experimento la proporción de gramínea en carga alta fue muy baja. Esto estuvo asociado con un dominio del *Arachis*, el cual llegó a ocupar 80% en la composición de la pastura, pero descendió drásticamente hasta 18% al final del

experimento, como consecuencia de un fuerte desplazamiento por causa del *P. fasciculatum*.

El *A. pintoii* fue la leguminosa de mayor disponibilidad; correspondiendo los valores más alto al asocio con *B. humidicola* que con *B. brizantha* (1894 vs 811 kg/ha). La disponibilidad de las otras leguminosas fue baja, excepto en el caso del *Stylosanthes* (225 kg MS/ha) asociado con *B. humidicola* y manejado con carga baja.

No hubo diferencias en la PC y la DIVMS de las gramíneas, pero se detectaron diferencias debidas a las leguminosas y la carga. Se registraron valores de 12.2, 11.1 y 9.9% de PC y 64.3, 59.6 y 64.6 de DIVMS, cuando estuvieron asociadas con *Arachis*, *Centrosema* y *Stylosanthes*, respectivamente. A la carga alta le correspondió una mayor DIVMS de las gramíneas (64.6% vs 61.0% para la carga baja).

Para las leguminosas, los valores promedios de PC para *Arachis*, *Centrosema* y *Stylosantes* fueron de 22.4, 21.6 y 20.2%, respectivamente.

En la DIVMS, el *Arachis* con (65.5%) superó a las restantes que promediaron 56.0%.

Los animales seleccionaron mayor cantidad de hojas que tallos y la calidad de la dieta seleccionada fue mayor al forraje en oferta. Entre las gramíneas, los animales tuvieron mayor preferencia por la *B. humidicola* que por la *B. brizantha*. El *A. pintoii*, mostró buena apetecibilidad pero cuando hubo alta proporción de leguminosa en la pastura (>70%) seleccionaron en contra. Los animales sólo consumieron pasto natural y una cantidad apreciable de tallos en cantidad apreciable cuando la disponibilidad de hojas verdes se redujo considerablemente en la pastura luego de cuatro días de ocupación. Además, en todo momento el consumo de material inerte fue muy bajo.

Con base en los datos se concluye que la asociación *B. brizantha/A. pintoii* manejada con 3.0 UA/ha constituye una opción de pastura productiva y persistente bajo condiciones del trópico húmedo. El uso de una carga de 1.75 UA/ha en esta asociación, podría reducir la proporción de leguminosa. Además, el *A. pintoii* asociado con *B. humidicola* tiende a dominar en la pastura por lo que sería necesario intensificar el manejo con la finalidad de garantizar un balance adecuado gramínea/leguminosa. Sin embargo, hay duda sobre la productividad de esta asociación a largo plazo. Por otro lado, bajo las condiciones en que se desarrolló el estudio, el *Centrosema macrocarpum* y el *Stylosanthes guianensis* no persisten bajo pastoreo.

Martinez F. A. 1992. Forage availability, botanical composition, selectivity and nutritive value of six grass-legume associations managed under two stocking rates in the humid tropics of Costa Rica. Thesis, M.Sc; Turrialba, Costa Rica, CATIE. 146 p. (186 Ref.)

Key Words : Associations, yield, botanical composition, nutritive value, selectivity, stocking rate, grazing cycle, persistence, *B. brizantha*, *B. humidicola*, *A. pintoii*, *C. macrocarpum*, *S. guianensis*.

SUMMARY

The present study was conducted in the Experimental Station "Los Diamantes" of the Ministry of Agriculture and Livestock which is located in Guapiles, Costa Rica at an altitude of 249 m.a.s.l. The zone is classified as humid tropics with average temperature and precipitation of 23.1 °C and 4705 mm, respectively. The objective of this study was to evaluate the changes in forage availability, botanical composition, quality and selectivity of two grasses (*B. brizantha* and *B. humidicola*) of different growth habits, associated with three legumes of different morphology (prostrate, erect and twining), which was established in Sept, 1989. The pastures were grazed at two stocking rates (1.75 and 3.0 AU/ha) with a resting period of 30 days and 5 days occupation.

The results showed that the grass *B. brizantha* maintained a greater proportion and forage availability during the entire experiment. The composition of this grass in the pasture varied between 85 and 97% at the low stocking rate and 69 and 92% at the high stocking rate, observing the lowest value in association with *A. pintoii*, which contributed to more than 19% of the pasture composition under heavy grazing. The forage yield of *B. brizantha* was superior in association with *S. guianensis* and *C. macrocarpum* compared to that observed with *A. pintoii* (5327 and 5006 vs 4501), but the latter tended to maintain a more stable production. The legumes *C. macrocarpum* and *S. guianensis* did not persist with *B. brizantha*.

In contrast, forage yield of *B. humidicola* was 3912, 1535 and 735 kg DM/ha, for the *Stylosanthes*, *Arachis* and *Centrosema* associations, respectively. The results showed that the legume *C. macrocarpum* disappeared with this grass, and was replaced with unpalatable weeds such as *Paspalum fasciculatum* which was greater than 38% of the floristic composition. On the other hand, there was a marked effect of stocking rate on *B. humidicola*/*A. pintoii* associations showing a higher proportion of *B. humidicola* when the pasture was lightly grazed (45.8 vs. 7.8%). This may be related to the dominance of *A. pintoii* which accounted for more than 80% of the botanical composition with heavy grazing at the beginning of the experiment, but during the last two cycles the composition of *A. pintoii* declined drastically (18%), and this was mainly due to competition from *P. fasciculatum* which invaded the pasture.

The legume *A. pintoi* resulted in greater yield, observing the highest values with *B. humidicola* compared with *B. brizantha* (1894 vs 811 kg/ha). Forage yield of the other legumes were insignificant except with *S. guianensis* (225 kg/ha) which was lightly grazed with *B. humidicola*.

There were no significant differences between grasses with respect to crude protein (CP) content and In Vitro dry matter digestibility (IVDMD), however differences were detected through the effect of legumes and stocking rate. The CP values were 12.2, 11.1 and 9.9% and IVDMD were 64.3, 59.6 and 64.6 when the grasses were associated with *Arachis*, *Centrosema* and *Stylosanthes* respectively. It should be mentioned that the IVDMD was higher with heavy stocking rate (64.6% vs 61.0%). The average CP values for *Arachis*, *Centrosema* and *Stylosanthes* were 22.4, 21.6 and 20.2%, respectively. The IVDMD of *A. pintoi* (65.5 %) was superior to that observed with the other two legumes which averaged 56%.

With respect to animal selection, a higher proportion of leaf fraction was selected from the pasture, and the quality of forage selected was greater than that on offer. Among the grasses, there was greater preference for *B. humidicola* as compared to *B. brizantha*. The legume *A. pintoi* was very palatable, but the animals tended to select against this legume when its composition in the pasture was greater than 70%. As grazing was prolonged and the amount of green leaves was limiting, a higher proportion of stem, natural grasses and inert material were detected in the diet.

Based on the results obtained in this experiment, it may be concluded, that well managed *B. brizantha/A. pintoi* association constitutes an option for productive and stable pasture production in the humid tropics. The use of low stocking rates can have negative effects on the composition of *A. pintoi*. Besides, *A. pintoi* tends to dominate the pasture when in association with *B. humidicola*, and therefore intensive grazing management should be considered to maintain an adequate legume balance. Furthermore, the legumes *S. guianensis* and *C. macrocarpum* did not persist under grazing under the conditions where this experiment was conducted.

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Contribución de las gramíneas a la composición botánica de seis pasturas asociadas manejadas bajo dos cargas animales.....	51
Cuadro 2. Disponibilidad de biomasa total en oferta (kg MS/ha) en los diferentes tratamientos evaluados.....	60
Cuadro 3. Contenido (%) de PC y DIVMS para gramíneas, leguminosas y la fitomasa total en oferta, para seis asociaciones manejadas bajo dos cargas animales.....	75
Cuadro 4. DIVMS del forraje en oferta en pasturas de <i>B. brizantha</i> (B.b.) y <i>B. humidicola</i> (B.h.) asociadas con tres leguminosas durante los ciclos de pastoreo.....	82
Cuadro 5. Efecto de la asociación y el ciclo de pastoreo sobre la proporción de leguminosas en la dieta	93
Cuadro 6. Proporción de hojas y tallos de gramíneas y leguminosas en el forraje seleccionado por bovinos en pastoreo.....	101
Cuadro 7. Proporción de hojas y tallos de pasto natural en el forraje seleccionado por los animales en pastoreo, en función del tipo de pastura y largo del período de ocupación.....	101
Cuadro 8. Dinámica de la DIVMS de la dieta seleccionada en asociaciones manejadas bajo dos cargas animales a través de los días de ocupación....	106
Cuadro 9. Efecto de la carga animal sobre la DIVMS de la dieta seleccionada a través de los ciclos de evaluación.....	107
Cuadro 1A. Análisis de varianza para la composición botánica de los componentes de las praderas..	139
Cuadro 2A. Análisis de varianza para la disponibilidad (kg MS/ha) de biomasa total en oferta.....	140
Cuadro 3A. Análisis de varianza para la disponibilidad de los componentes de la pradera.....	141
Cuadro 4A. Proporción de leguminosas en la composición botánica de seis pasturas manejadas bajo dos cargas animales.....	141

Cuadro 5A. Proporción de pasto natural invasores en seis asociaciones gramíneas-leguminosas manejadas bajo dos cargas animales.....	142
Cuadro 6A. Disponibilidad de biomasa total y de los componentes de las pasturas bajo dos cargas animales.....	142
Cuadro 7A. Disponibilidad promedio (kg MS/ha) para cada componente de las pasturas.....	142
Cuadro 8A. Disponibilidad promedio por ciclos de pastoreo para los componentes de la pradera.....	143
Cuadro 9A. Análisis de varianza para la concentración de PC en los componentes y material en oferta...	143
Cuadro 10A. Análisis de varianza para la DIVMS de los componentes de las pasturas y en oferta.....	144
Cuadro 11A. Análisis de varianza para la composición de la dieta seleccionada.....	144
Cuadro 12A. Análisis de varianza para la relación hoja/tallo de la dieta seleccionada.....	145
Cuadro 13. Análisis de varianza para la calidad de la dieta seleccionada.....	145

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Datos climáticos (Temp. y Prec.) durante el período que abarcó el experimento.....	35
2. Dinámica en la proporción de <i>B.brizantha</i> (a) y <i>B.humidicola</i> (b) asociadas con tres leguminosas (<i>A.pintoii</i> , <i>C.macrocarpum</i> y <i>S.guianensi</i>	49
3. Dinámica en la proporción de leguminosas en pasturas asociadas de <i>B.brizantha</i> (a) y <i>B.humidicola</i> (b) manejadas bajo dos cargas animales.....	52
4. Proporción de pasto natural en la composición botánica de seis asociaciones manejadas bajo dos cargas animales.....	56

5. Disponibilidad de biomasa (t MS/ha) en seis asociaciones manejadas bajo dos cargas animales.....	61
6. Dinámica en la disponibilidad de biomasa (kg MS/ha) en <i>B.brizantha</i> y <i>B.humidicola</i> bajo dos cargas.....	64
7. Dinámica de la disponibilidad de biomasa de <i>B.brizantha</i> y <i>B.humidicola</i> cuando estaban asociadas con tres leguminosas	65
8. Disponibilidad de biomasa (kg MS/ha) de tres leguminosas (<i>A.pintoï</i> , <i>C.macrocarpum</i> y <i>S.guianensis</i>), cuando estuvieron asociadas con <i>B.brizantha</i> (a) y <i>B.humidicola</i> (b) manejadas bajo dos cargas animales.....	68
9. Dinámica en la disponibilidad de pasto natural en seis asociaciones manejadas bajo dos cargas animales	70
10. Variación en el contenido de proteína cruda (PC) del forraje en oferta en las pasturas de <i>B.brizantha</i> y <i>B.humidicola</i> manejadas bajo dos cargas animales.....	74
11. Efecto de las leguminosas asociadas sobre la concentración proteína cruda (PC) en las gramíneas cultivadas en asocio.....	77
12. Dinámica del contenido de PC de las leguminosas establecidas.....	80
13. Dinámica de la DIVMS de las <i>B.brizantha</i> (a) y <i>B.humidicola</i> (b) cuando estuvieron asociadas con tres leguminosas.....	85
14. Dinámica de la DIVMS de las tres leguminosas estudiadas.....	86
15. Selectividad en <i>B.brizantha</i> y <i>B.humidicola</i> asociada con <i>A.pintoï</i> , manejadas bajo dos cargas.....	89
16. Efecto del tipo de pastura, la carga animal y el largo del periodo de ocupación sobre la proporción de gramíneas en el forraje seleccionado.....	90
17. Selectividad de <i>A.pintoï</i> cuando estuvo asociado con <i>B.brizantha</i> y <i>B.humidicola</i> bajo dos cargas.....	92
18. Dinámica de la proporción de leguminosa en la dieta, en pasturas de <i>B.brizantha</i> y <i>B.humidicola</i> asociadas con <i>A.pintoï</i> .a través de los días de ocupación y ciclos de pastoreo.....	94
19. Dinámica de la proporción de pasto natural de la dieta de animales que pastaron asociaciones de <i>B.brizantha</i> y <i>B.humidicola</i> con <i>A.pintoï</i> , manejado bajo dos cargas....	96

20. Porcentaje de material inerte en la dieta en tres momentos de pastoreo durante tres ciclos de pastoreo...	98
21. Efecto de la carga animal en la proporción de material inerte en la dieta durante tres días de ocupación.....	98
22. Dinámica del contenido de proteína cruda de la dieta seleccionada en pastura de <i>B.brizantha</i> y <i>B.humidicola</i> asociadas con <i>A.pintoi</i>	103
23. Efecto de la carga animal y el ciclo de pastoreo sobre el contenido de PC de la dieta seleccionada en las pasturas de <i>B.brizantha</i> y <i>B.humidicola</i> asociadas con <i>A.pintoi</i>	103
24. Dinámica de la DIVMS de la dieta seleccionada durante los días de ocupación (1, 3 y 5) a través de los ciclos de pastoreo	105
25. Efecto de la carga animal sobre la calidad nutritiva de los componentes, material en oferta y seleccionado en el 1, 3 y 5 días de ocupación en pasturas de <i>B.brizantha/A.pintoi</i>	113
26. Efecto de la carga animal sobre la calidad nutritiva de los componentes, material en ofrecido y seleccionado a lo largo de los días de ocupación en pasturas de <i>B.humidicola/A.pintoi</i>	113
1A. Porcentaje de malezas en seis asociaciones manejadas bajo dos cargas animales.....	146

1. INTRODUCCION

En ambientes tropicales, la producción de leche y carne es muy baja cuando se compara con los valores obtenidos en las zonas templadas, lo cual con frecuencia es atribuido al nivel nutricional bajo que presentan los animales que pastorean praderas tropicales. En la mayoría de las investigaciones realizadas a nivel de fincas se ha encontrado que vacas lecheras en pastoreo producen menos de 5 kg de leche por día y que animales en crecimiento ganan en promedio menos de 200 gr/día (CIAT, 1987; 1988; 1989). Esto explica en gran medida el hecho de que habiendo en los trópicos más del 64% de la población mundial bovina, en ellos sólo se producen 36% de la carne y 18% de leche (t'Mannetje, 1991). En vista de esto, se ha sugerido que la vía más eficiente para lograr buena disponibilidad de alimentos en gran escala es el desarrollo de las pasturas cultivadas (Hutton y Henzell, 1976).

En los trópicos húmedos, más del 90% de las pasturas están ubicadas en suelos pobres e infértiles, donde la producción y calidad de los pastos sin fertilizar es baja y en estas circunstancias la capacidad de carga animal es alrededor de 1.2 UA/ha. En algunos casos los sistemas intensivos de uso de gramíneas fertilizadas son una alternativa para mejorar la producción animal; sin embargo, es cada vez mayor la necesidad de búsqueda de sistemas de bajos insumos para una producción animal eficiente. Entre

las alternativas de bajo insumos se incluyen: la siembra de cultivos forrajeros adaptados a suelos pobres, el uso de asociaciones gramíneas-leguminosas, el uso de leguminosas herbáceas y arbóreas en bancos de proteína, etc..

En esta línea, el uso de asociaciones gramínea-leguminosa es una alternativa viable para lograr un sistema de producción animal sostenible. Esto se relaciona con la capacidad de las leguminosas para fijar nitrógeno atmosférico y hacerlo disponible para el crecimiento de las gramíneas asociadas. Otra ventaja de las leguminosas es la capacidad inherente de mantener por mayor tiempo su valor nutritivo, además de poseer un mayor contenido de proteína y algunos minerales que las gramíneas tropicales, lo cual redundaría en un mejor comportamiento animal (Whiteman, 1980, Kretschmer, 1985; 't Mannetje, 1991).

Aunque se conoce la potencialidad de las asociaciones gramínea-leguminosa, esta tecnología ha estado limitada en su difusión, validación y adopción por parte de la mayoría de los productores de América tropical. Es claro que aún falta generar mayor información sobre las relaciones de competencia entre gramíneas y leguminosas tropicales, así como la identificación de genotipos compatibles que permitan un mejor comportamiento de las asociaciones. También se hace necesario ampliar los conocimientos actuales, mediante la utilización directa de los animales en pastoreo. Si bien algunas especies han demostrado buena adaptación al ambiente cuando se han evaluado agrónomicamente; sin embargo, cuando

éstas se manejan bajo pastoreo, los comportamientos son muy diferente. Por tal razón no es aconsejable extrapolar resultados de adaptación de germoplasma al ambiente, de los ensayos agronómicos a condiciones de pastoreo (Reátegui, et al., 1990).

El presente trabajo se ha conducido dentro del contexto anteriormente discutido, pues parte de materiales identificados individualmente como promisorios para la zona Atlántica desde el punto de vista agronómico, pero se desconoce su comportamiento potencial en asocio y manejados bajo pastoreo.

El presente estudio, que forma parte de un trabajo de más largo plazo tiene como objetivo general, determinar los cambios en disponibilidad, composición botánica, calidad nutritiva y selectividad en asociaciones de dos gramíneas de diferente hábito de crecimiento (semi-erecto o rastrero) con tres leguminosas de morfología diferente (rastrera, erecta y voluble), manejadas en pastoreo con dos cargas animales contrastantes.

Los objetivos específicos del presente estudio son:

1) Evaluar los cambios en disponibilidad de fitomasa y composición botánica en seis asociaciones gramínea-leguminosa manejadas bajo dos cargas animales.

2) Determinar el efecto de tipo de pastura y carga animal sobre la calidad nutritiva (%PC y DIVMS) del forraje en oferta y seleccionado por los animales.

3) Evaluar la contribución relativa de las leguminosas a la dieta seleccionada por animales que pastorean seis asociaciones gramínea-leguminosa, manejadas bajo dos cargas animales.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Descripción de las especies

En este tópicó se describen características agronómicas, físicas y morfológicas de las especies en estudio, con base en la revisión de trabajos realizados bajo diversas condiciones ambientales. Así mismo, se hace énfasis en las evaluaciones de pasturas asociadas manejadas bajo pastoreo, porque se entiende que el comportamiento de gramíneas y leguminosas se ve fuertemente afectado por los efectos que causan los animales y por la competencia interespecífica.

2.1.1 *Stylosanthes guianensis*

El *S. guianensis* es una especie tropical que se adapta bien a suelos infértiles, a estrés hídrico y tolera el pastoreo intenso. Algunas especies de este género son susceptibles al sombrío y crecen a una tasa menor que las gramíneas tropicales en condiciones favorables. La dominancia de *Stylosanthes* en la pastura podría favorecerse cuando se trabaja con cultivares poco apetecibles, de buenas capacidades regenerativas y con poca transferencia de N a las especies asociadas (Gardener, 1984); sin embargo estas no son condiciones deseables.

El *Stylosanthes guianensis* se ha adaptado bien en los trópicos húmedos de Puerto Rico. Algunas accesiones han demostrado crecimiento vigoroso, característica que le hacen favorables para competir con malezas (Ramos-Santana y Tergas, 1990). Esta especie se destaca por su habilidad para crecer bien en suelos con bajos contenido de P (Jones, 1990; Fenster y León, 1978), en simbiosis con cepas nativas de rizobio (Valles, 1985); y cuando es inoculada con mycorrizas en suelos ácidos incrementa la toma de fosfato, aumentando la nodulación y fijación de N (Rovira, 1978).

El género *Stylosanthes* contiene un número amplio de especies. Dentro de éstas las especies más estudiadas han sido: *S. guianensis*, *S. humilis*, *S. hamata*, *S. scabra*, *S. capitata*, entre otras. Sin embargo para la mayoría de las especies se hace necesario generar más información sobre su valor nutritivo y los cambios de esta a través del año (McIvor, 1979) y sus atributos relacionados con el manejo bajo pastoreo.

Uno de los problemas fitosanitarios más importante en *Stylosanthes guianensis* es la antracnosis. En poblaciones naturales hay gran diversidad genética tanto en hospedero como en patógeno. Esta diversidad genética puede contribuir a la persistencia y estabilidad del *S. guianensis* en la presencia de (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc.) (Lenné y Sonoda, 1979a; Miles y Lenné, 1984), patógeno causante de la antracnosis. Es posible que las temperaturas bajas, los días cortos, la senescencia de las plantas

hospedantes o una combinación de estos factores favorezcan la reproducción sexual del patógeno. La recombinación en *Glomerella cingulata* (estado sexual de *C. gloeosporioides*), podría incrementar el potencial de producción de nuevas cepas, lo cual puede afectar la resistencia de algunas accesiones de *Stylosanthes* (Lenné y Sonoda, 1979a). Además, en ese estudio se observó que existe otro patógeno, *C. dematium* f. sp. *trumada*, que en algunas accesiones se ha manifestado más patogénico que *C. gloeosporioides*.

Los síntomas de la antracnosis en *S. guianensis* se manifiestan como manchas foliares, necrosis, las cuales pueden variar dependiendo del ambiente y la especie. Cuando hay severa infestación, ocurren lesiones agrupadas que resultan en pérdidas de hojas y en reducción de la producción de semillas (Lenné y Sonoda, 1979a); reduciendo considerablemente el peso seco de las raíces y rebrotes, de tal forma que la persistencia de algunas especies, por ejemplo, *Stylosanthes hamata*, puede ser reducida por la presencia de este patógeno (Lenné y Sonoda, 1979b).

El desarrollo de antracnosis en *Stylosanthes guianensis* ha sido controlado utilizando mulch de *A. gayanus* como barrera de suelo para reducir la expansión del inóculo. El mismo efecto no ha sido detectado cuando se ha utilizado el *A. gayanus* como barrera aérea (CIAT, 1988).

La floración de *S. guianensis* es afectada por los cambios fotoperiódicos; se ve favorecida por días cortos, con variaciones de la temperatura diurna y nocturna de 30°C

y 25°C, respectivamente (Ison y Humphreys, 1984; 'tMannetje, 1965). Estos cambios en el fotoperíodo no afectan su hábito de crecimiento ('tMannetje, 1965). Se considera que los cambios en nubosidad pueden ser causantes de la variación en floración entre los cultivares de esta especie (Ramos-Santana y Tergas, 1990); lo cual indica que para incrementar la producción de semillas deben tomarse en cuenta los cambios climáticos (Ison y Humphreys, 1984); siendo esta variación un atributo de gran importancia para la producción y habilidad regenerativa (Edye et al., 1973). Sin embargo, en términos generales se ha observado que los genotipos de crecimiento erecto, son menos variables que los de crecimiento postrado en cuanto a días de floración, diámetro promedio de la copa, área basal, hábito de crecimiento y producción de materia seca (Martins y Vello, 1983). De manera similar, las especies perennes han demostrado ser más estables bajo condiciones de pastoreo que las especies anuales e igualmente son más eficientes cuando se utiliza el P para su desarrollo (Jones, 1990).

La accesión CIAT 184, también conocido como cultivar Pucallpa, la cual se utilizó en el presente estudio, es tolerante a la antracnosis, alcanza producciones cercanas a las 10.0 tm de MS ha⁻¹ año⁻¹ (CIAT, 1985; CIAT, 1987; Roig, 1989) y ha demostrado buena persistencia cuando se utiliza bajo pastoreo. También existen indicios de que este cultivar permite recuperar pasturas degradadas sin la necesidad de mecanización, pues en el trabajo publicado por

el CIAT, (1990) se observa que cuando el *S. guianensis* fue sembrado al voleo sobre un área de pasturas nativas degradadas, la leguminosa mostró buen establecimiento y acumulación de biomasa.

Por otro lado, para el establecimiento de dicho cultivar se ha sugerido la siembra en línea, utilizando una densidad de plantación de 1.5 Kg/ha, ya que en estas circunstancias se puede alcanzar buenos rendimientos y altos contenidos de leguminosa en la biomasa de la pastura asociada (Hernández y Pérez, 1986).

2.1.2 *Arachis pintoï*

El *Arachis pintoï* CIAT 17434 es una leguminosa que ha demostrado compatibilidad con varias especies de *Brachiaria*; persistencia cuando se mezcla con gramíneas y se maneja bajo pastoreo controlado. A diferencia de otras leguminosas sin problemas de apetecibilidad, el *Arachis pintoï* tiende a aumentar en la pastura con el tiempo y puede aún dominar si no se maneja adecuadamente (CIAT, 1991). Otro atributo relevante de esta especie es la alta producción de semillas durante todo el año, que unida a su hábito prostrado y desarrollo estolonífero, favorecen su propagación (Rocha *et al*, 1985; Ibrahim, *et al*, 1992). En asociación con *Brachiaria humidicola* y *Brachiaria dictyoneura* se ha encontrado en promedio 670 y 618 semillas m², respectivamente (Rocha, *et al*, 1985); cantidad que puede

duplicarse cuando se prolonga el período de evaluación (Ibrahim, 1992, datos sin publicar).

Estudios realizados en asociaciones de *A. pintoii* CIAT 17434 con especies de *Brachiaria*, muestran ofertas de forrajes de alta calidad durante todo el año (CIAT, 1988 y Carrulla, 1990). Para el *A. pintoii* se han reportado valores de PC y DIVMS de 16.9 y 65.6% (Hurtado, 1988), 25 y 58%, respectivamente (CIAT, 1990), y para praderas formadas por este tipo de pasturas, los contenidos de proteína, fósforo, potasio y calcio, de la asociación, fueron de 14.1, 0.18, 1.30, 1.77%, respectivamente, razón por la cual el autor consideró que las concentraciones de estos elementos son superiores a los requeridos por el ganado de carne (Grof, 1986).

En pasturas asociadas con esta especie, utilizando una carga animal de 2.3 UA ha⁻¹ (UA = 420 Kg PV), se reportó ganancias de peso equivalente a 627 Kg ha⁻¹ año⁻¹ y 521 g animal⁻¹ día⁻¹ (Grof, 1986). Sin embargo, es posible que si los animales no son previamente adaptados, durante un período no menor de 6 meses, se reduzca el consumo. En este caso, las ganancias de peso podrían ser subestimadas en lugares donde los animales se cambian cada año (CIAT, 1990).

La asociación de *A. pintoii* con *B. humidicola*, en época lluviosa, incrementa el nivel de proteína de ésta última. En contraste, donde las condiciones ecológicas han sido desfavorables, el *A. pintoii* asociado con *B. dictyonaura* cv Llanero, se ha comportado improductivo e inestable (CIAT,

1988). Igual comportamiento ha experimentado bajo plantaciones de palmas (Keller-Grein, 1990) y puede deberse a la gran competencia radicular ejercida por esta última.

Los daños causados por enfermedades en esta especie han sido de poca importancia. Se han registrado algunas enfermedades pero no han producido daños importantes en lugares de alto potencial productivo. Entre estas enfermedades se encuentran el moteado en las hojillas producida por un potyvirus, el cual difiere del potyvirus del maní forrajero, el más ampliamente distribuido en este género. Sobre *A. pintoii* CIAT 17434 se ha detectado *Sphacelona arachis* causante de la costra por *Sphacelona*. Este hongo también causa lesiones cauchosas sobre peciolo y hojillas, resultando en enrollamiento, distorsión y caída de las hojas. Otras enfermedades detectadas en *Arachis pintoii* son: *Leptosphaerulina* o mancha pimienta y el síndrome de la hoja enrollada, asociada con invasión de *Rhizoctonia* en las raíces (CIAT, 1988).

2.1.3 *Centrosema macrocarpum*

Los hábitats de esta especie van desde los bordes de bosque en galería en las regiones de sabana, con una estación seca de hasta 6 meses de duración, hasta regiones con precipitaciones cercanas a los 4000 mm año⁻¹ (Schultze-Kraft, 1986).

La mayoría de los genotipos colectados de *C. macrocarpum* proceden de suelos ácidos, de baja fertilidad,

con un pH de 4.5 a 5.5, con niveles de saturación de Al hasta del 90% y con problemas de toxicidad de manganeso. No obstante, algunas accesiones proceden de suelos menos ácidos o ligeramente alcalinos, con un alto nivel de bases intercambiables (Schultze-Kraft, 1986).

De acuerdo a los ensayos regionales realizados en América tropical por la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), *C. macrocarpum* parece tener un potencial alto para la producción de biomasa forrajera en el trópico húmedo. Evaluado bajo corte ha demostrado excelente cobertura (Dias Filho *et al.*, 1990). Además, su calidad nutritiva es aceptable, pues con corte efectuados con una frecuencia de 3 meses su contenido de PC varía de 23.9 a 24.9% y la DIVMS de 54.6 a 56.0% (Schultze-Kraft y Keller-Grein, 1985).

El potencial productivo y valor nutritivo observado en pasturas basadas en *Centrosema* lo han identificado como material promisorio en aquellos lugares donde ha persistido. Los resultados de un experimento realizado por el CIAT, (1990) muestran que pasturas de *Brachiaria dictyoneura* asociada con especies de *Centrosema* incrementan la producción de leche alrededor de un 20%, lo cual representa un aumento aproximadamente 2 litros/vaca/día, y tiene obvias implicaciones sobre el flujo de ingresos del productor (CIAT, 1990). Esos resultados concuerdan con los obtenidos por (Lascano y Avila, 1991) en este tipo de pasturas, donde

vacas en pastoreo produjeron 10 litros diarios en la asociación, comparado con 8.1 litros en pasturas pura.

Las especies de *Centrosema* parecen ser más compatibles con gramíneas erectas que con las estoloníferas; y los diferentes sistemas y presiones de pastoreo afectan su proporción en pasturas asociadas (Mendoza, et al; 1990). Esta propiedad, junto al alto índice de aceptabilidad por parte de los animales y la poca producción de semillas para eventual producción de nuevas plántulas, son factores que dificultan la persistencia de esta especie (CIAT, 1991). Lo anterior explica la declinación sucesiva observado en todos los ciclos de pastoreo, cuando ésta especie estuvo asociado con *B. brizantha* y *B. humidicola*, con cargas de 1.75 y 3.0 UA/ha, respectivamente (Ibrahim et al., 1992).

El *Centrosema macrocarpum* evaluado bajo pastoreo ha manifestado mayor rendimiento de forraje en oferta cuando ha estado asociado con *B. dictyoneura* que con *Andropogon gayanus*. Sin embargo se observó que en el asocio con *B. dictyoneura* fue reduciendo conforme avanzó la fase de medición; mientras que asociado con *A. gayanus* tendió a aumentar con el tiempo (CIAT, 1990).

La enfermedad más importante de este género es el añublo foliar, causado por *Rhizoctonia solani*. En Costa Rica se han evaluado los daños causado por este patógeno, observándose pérdidas desde un 25 a 50% (CIAT, 1990), pero en la zona Atlántica no se han presentado los problemas señalados. Las accesiones de *C. macrocarpum* han mostrado

mayor tolerancia a las enfermedades foliares en comparación a otras especies dentro de este género (CIAT, 1988).

2.1.4 *Brachiaria ssp*

El género *Brachiaria* se desarrolla en altitudes por debajo de los 2000 msnm, en climas húmedos con precipitaciones anuales mayores a los 750 mm y con estaciones secas no mayores de seis meses de duración (Vallejos, 1988). Tolera la sequía, se recupera rápidamente después del pastoreo y presenta poca exigencia en fertilidad de suelos. Sin embargo, la mayoría de las especies de este género, no soportan el encharcamiento (Terherbilcock y Montoya, 1980).

Las especies del género *Brachiaria* están bien adaptadas a suelos pobres o cuando hay pocas posibilidades de hacer uso de altos insumos, pues bajo esas condiciones son capaces de manifestar adecuada velocidad de rebrote, mantener buena composición botánica y proporcionar una aceptable producción animal (Machado y Núñez, 1991).

La gran adaptabilidad de este género así como su alta producción de semilla y fácil propagación han favorecido su persistencia; Además las especies de *Brachiaria* presentan gran habilidad para crecer en asociación con muchas leguminosas tropicales (CIAT, 1986). Sin embargo, uno de los mayores problemas de este género es su susceptibilidad al salivazo (también conocido como mión de los pastos, mosca pinta, cigarrinha o salivita), el cual es producido por *Deois spp.*,

Aeneolamia spp., *Zulia* spp., y *Prosapia* spp (Ferrufino y Vallejos, 1986; Ferrufino, 1987; Vallejos, 1988). Sus ninfas segregan una espuma con aspecto de saliva en la que se envuelven, de donde se deriva su nombre. Los potreros altamente infectados muestran un amarillamiento acentuado en el follaje, secándose posteriormente (Navas, 1989). El salivazo es responsable de la pérdida de vigor, defoliación y en muchas ocasiones la muerte de la planta en materiales susceptibles (Lenné et al., 1987). Esta plaga se ve favorecida por la humedad y no se recomienda el control químico (Navas, 1989). Algunas de las accesiones de *Brachiaria* spp. han demostrado ser tolerantes al salivazo, e incluso la *Brachiaria brizantha* CIAT 6780 (cv. Marandú) ha mostrado resistencia a esta plaga; por el efecto de antibiosis que inhibe el ataque del insecto (Cosenza, 1982; Ferrufino, 1987), ya sea por los efectos de una hormona ecdisona que controla el proceso de muda en los insectos (CIAT, 1990) o por los tricomas de la vaina foliar.

En años reciente se ha identificado otra enfermedad causada por una roya denominada *Uromyces setariae - italicae* Yosh., la cual está calificada potencialmente como la enfermedad más importante de las pasturas tropicales, particularmente del género *Brachiaria*, el cual ocupa alrededor de 20 - 25 millones de hectáreas en América Latina. La roya se ha observado sobre *Brachiaria* spp. en Brasil, Colombia, Ecuador y Costa Rica (CIAT, 1990). Esta institución inicia rápidamente los estudios de control y han

observado que el control biológico con un micoparásito, *Endoluca sp.*, es un factor importante que limita la severidad de la roya.

Por otro lado, en *Brachiaria humidicola* se ha observado que no soporta defoliaciones intensas y frecuentes: bajo esas condiciones se reduce la disponibilidad de forraje y la producción de PC, resultando en la degradación de la pastura (Costa, et al., 1989 y Blanco, 1990) más aún cuando la especie leguminosa asociada es de baja aceptabilidad, donde se ejerce una máxima presión sobre la gramínea (Huamán, et al., 1990a). La *B. humidicola* ha demostrado mejor comportamiento en periodo de mínima precipitación y de nortes (Hernández et al., 1990). Otro atributo importante de *B. humidicola* es que presenta un nivel de tolerancia relativamente alto a las hormigas cortadoras (CIAT, 1990).

En contraste la *B. brizantha* presenta excelente cobertura y ha demostrado buen comportamiento en época de máxima precipitación (Keller-Grein et al., 1990; Villares y Cháves, 1991). Así mismo, dado su rápido crecimiento y altura compite con ventaja por luz y nutrimentos con la especie asociada (González y Anzules, 1990). Sin embargo, su hábito de crecimiento macollador favorece la invasión de malezas y perjudica el desarrollo de la leguminosa asociada debido al pisoteo de los animales que caminan entre las hileras, sobre todo en suelos ultisoles (Keller-Grein, et al., 1990 y CIAT, 1990). Por eso se ha sugerido que la *B.*

brizantha no debe sembrarse en surcos sino al voleo, para evitar el excesivo pisoteo entre los surcos, y de ese modo ejerzan un daño a la leguminosa asociada (CIAT, 1990).

La mayoría de las especies cultivadas del género *Brachiaria* gozan de excelentes atributos para la producción animal. En los trabajos revisados, el único efecto nocivo encontrado fue reportado por Andrade et al., (1971), quienes observaron que ganado alimentado con *Brachiaria radicans* Napper. (pasto Tanner), presentó intoxicaciones debidas a un nivel elevado de nitratos en la planta. Sin embargo, estos problemas no se presentan en estado más avanzado de madurez de la planta ni cuando ésta estuvo asociada con otra especie; con base en ello, concluyeron en que estas intoxicaciones probablemente se debieron a que en los terrenos donde se sembró la *Brachiaria radicans* (pasto Tanner) habían recibido alta dosis de N P K. Más tarde, Terheebilcock y Montoya (1980), observaron que los niveles de NO_3^- contenido en pasto Tanner no pueden ser considerados como tóxicos; por ello se ha afirmado que en condiciones naturales, éste pasto no encierra ninguna amenaza de intoxicación por nitratos a los bovinos que lo consumen.

2.2 Efecto del manejo del pastoreo y estatus de nutrimentos sobre la persistencia de leguminosas en praderas asociadas

La persistencia de la pastura va ha depender del manejo, la adaptación de la especie, su fisiología, la compatibilidad entre las especies asociadas, y la

interrelación de esta con el medio ambiente que le rodea (Blanco, 1991).

Bajo condiciones tropicales, la compatibilidad de gramíneas y leguminosas no es tarea fácil, pues la mayoría de las gramíneas poseen un ciclo fotosintético tipo C_4 , el cual resulta en mayores tasas de crecimiento que lo observado en las leguminosas, las cuales son de tipo C_3 (Ludlow y Wilson, 1970). Estos dos grupos difieren en cuanto a su relación entre la irradiación y la tasa de fotosíntesis neta (Ludlow, 1978) y en la eficiencia de utilización del agua (Turner y Begg, 1978). La mayor eficiencia total que presentan las especies C_4 se debe a su mayor capacidad fotosintética y tasa de crecimiento, las cuales son favorecidas por los altos niveles de radiación solar y de temperatura registrados en condiciones tropicales.

En alguna medida, a través del manejo del pastoreo es posible regular las relaciones de competencia entre especies y consecuentemente la productividad y persistencia de las asociaciones gramínea-leguminosa (Whiteman, 1980). Sin embargo, también la selección de las gramíneas y leguminosas componentes de la asociación juega un papel preponderante en este particular. Se ha sugerido que la combinación de leguminosas con hojas más o menos horizontales al nivel del suelo y gramíneas con hojas erectas podría minimizar la competencia y promover la estabilidad en composición botánica (Ludlow, 1978). Cuando están asociadas, las

plantas de crecimiento erecto presentan ventaja competitiva sobre las postradas en cuanto su acceso a la luz (Rhodes y Stern, 1978).

La mayoría de los estudios sobre el manejo de asociaciones gramíneas-leguminosas bajo pastoreo, coinciden en indicar que intensidades de defoliación altas son perjudiciales para la sobrevivencia de las leguminosas (Whiteman, 1980). Igualmente, estudios conducidos por Stobbs (1969) mostraron que la leguminosa *Stylosanthes guianensis* en asociación con la gramínea *Hyparrhenia rufa*, tendió a desaparecer cuando se manejó con carga animal alta, mientras que la carga baja favoreció la persistencia de la leguminosa.

Existe gran variabilidad entre leguminosas en cuanto a la tolerancia al pastoreo. Las especies volubles, tales como *Centrosema macrocarpum*, *Centrosema pubescens* y *Pueraria phaseoloides* son muy susceptibles a intensidades de defoliación fuertes; en cambio, especies postradas como el *Arachis pintoii* y *Desmodium ovalifolium* son más tolerantes al pastoreo (Mannetje, 1991). Esto fue verificado en estudios realizados por Hurtado (1988) bajo condiciones de trópico húmedo en Turrialba, el cual demostró que la leguminosa *Pueraria phaseoloides* en asociación con estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) tendió a desaparecer bajo pastoreo intensivo, mientras que el mayor aporte de la leguminosa a la biomasa total ocurrió con especies postradas como *Arachis pintoii* y *Desmodium ovalifolium*.

La habilidad de las especies postradas para tolerar intensidades de defoliación altas, en comparación con las erectas, está asociado con la localización de los puntos de crecimiento cerca al nivel del suelo, lo cual ofrece protección a las yemas contra la defoliación (Brown y Blaser, 1968).

En otro particular, Maraschin y Mott (1982) encontraron que la interacción carga por frecuencia de pastoreo es crítica para la estabilidad de asociaciones gramíneas-leguminosas. En estudios con pasturas asociadas, estos autores observaron que se lograba un balance adecuado de ambos componentes con pastoreo frecuente pero ligero (baja intensidad de defoliación), o con un pastoreo poco frecuente pero severo (alta intensidad de defoliación). La combinación de pastoreo frecuentes y severo atenta contra la persistencia, pues bajo ese manejo también ocurre una disminución en la biomasa radicular (Davidson, 1978). En otro estudio, Jones y Clements, (1987) observaron desaparición de la leguminosa con carga alta porque declinó la reserva de semillas de la pastura, cuando se manejó con carga alta. En general el pastoreo frecuente en asociaciones gramíneas-leguminosas ha tendido a favorecer a las leguminosas, pues de este modo los animales ejercen máxima presión de pastoreo sobre las gramíneas. Por el contrario, con intervalos de pastoreo largos, las gramíneas tienden a dominar (CIAT, 1987).

Lo anterior explica, en parte, las razones por las cuales se hace necesario el definir adecuadamente el manejo del pastoreo, ya que ello va a provocar variaciones en la composición botánica y junto a esta, también ocurrirán modificaciones en la estructura de la pradera. Por ejemplo se ha visto que cargas bajas, acompañadas de periodos de descanso largos, reducen la densidad de la pradera al aumentar la altura de la planta, como consecuencia de un alargamiento de los entrenudos. Cargas altas y periodos de descanso cortos causan un resultado opuesto al aumentar la densidad de hojas, principalmente en los estratos inferiores (0-15 cm), donde además aumenta la densidad de material muerto (Avendaño, *et al*, 1986).

Es claro que las dos variables claves, del manejo del pastoreo que influyen la productividad de la pradera y la persistencia de leguminosas son la carga animal y el método de pastoreo (Jones, 1983).

Cargas bajas favorecen la ganancia de peso por animal, mientras que en cargas altas se limita la ganancia de peso debido fundamentalmente a la cantidad de forraje disponible (Cowan *et al.*, 1975; Southwood y Robards, 1975; Cajas *et al.*, 1985; Norton., *et al.*, 1990b). Sin embargo, la carga alta favorece la calidad del forraje mediante la formación de rebrotes jóvenes (Hoyos y Lascano, 1985 y Alfonso, *et al.*, 1988) y se considera que puede estar asociado con la mineralización del N en el suelo (CIAT, 1985); lo cual se atribuye a que con baja intensidad de pastoreo es menor la

utilización del forraje (40%) en comparación al pastoreo severo (80%), por lo que el porcentaje excretado será mayor con carga alta (Meyers y Robbins, 1991).

El sistema de pastoreo puede ser tan importante como la intensidad de pastoreo en el mantenimiento de la estabilidad gramínea-leguminosa. Los resultados de un experimento realizado en el CIAT, (1986) en asociaciones de *A. gayanus-S. capitata* mostró que el pastoreo rotacional con carga superior a 2 UA/ha favoreció la gramínea mientras que el pastoreo continuo tendió a favorecer a la leguminosa.

Cualquiera sea el sistema de manejo que se elija, éste debe permitir la acumulación de carbohidratos de reservas a ser utilizadas para el rebrote de nuevos órganos (Evans, 1972; Harris, 1978). El rebrote puede también ser afectado por el índice de área foliar remanente después del pastoreo, el cual está en relación directa con la síntesis de biomasa resultante de la actividad fotosintéticas de las hojas residuales (Ferrufino y Vallejos, 1990). En este sentido, cuando el pastoreo es muy severo, una mayor porción de los tejidos fotosintéticos de la planta son cosechados y eso va a incidir negativamente en la capacidad de rebrotes (Evans, 1972).

Por otro lado, debe considerarse que los animales en pastoreo, por efecto del pisoteo, alteran las características físicas del suelo, compactándolo principalmente en los primeros 15 cm, lo cual resulta en un incremento de la resistencia mecánica, ocasionando severa

disminución en el movimiento interno del agua, y aumento en la densidad aparente. Esto trae como consecuencia una disminución en la porosidad y cambios desfavorables en la relación suelo-agua-aire que afectan el desarrollo radicular y la productividad (Reátegui, et al., 1990; Pinzón y Amézquita, 1991). Sin embargo, algunas especies reducen la acción del pisoteo por su cobertura y por la densidad de raíces; resultando en una menor compactación (Pinzón y Amézquita, 1991).

Otros factores que pueden afectar la persistencia de las leguminosas bajo pastoreo son: presencia de deficiencias nutricionales, como pueden ser las provocadas por la no aplicación de fósforo (Andrew y Johansen, 1978), el ambiente químico del suelo desfavorable (Robson y Loneragan, 1978), el estrés de humedad, ataque de insectos y pobre regeneración de semillas (Imrie *et al.*, 1983).

Las características físicas y químicas de los suelos son los principales determinantes de la persistencia de las leguminosas. Se ha observado que suelo poco profundo, de textura fina, de capa dura en el horizonte A y usualmente menos "moteados" en el horizonte B o un horizonte B sódico y solódico son menos permeable, presentan mayor escorrentía, menor acceso a la humedad y por tanto las plantas tienen menor humedad disponible (Rayment *et al.*, 1979).

Se ha reportado que los suelos oxisoles y ultisoles, tan comunes en América Tropical, presentan muy bajos niveles de P disponible, para el establecimiento y mantenimiento de

praderas mejoradas (Fenster y León, 1978) y que éste es uno de los principales factores limitante de la producción de pastos en los trópicos, principalmente leguminosas (Jones, 1990; Probert y Williams, 1986; Coates *et al.*, 1990; Kerridge *et al.*, 1990; Gilbert y Shaw, 1980; Clarkson y Andrew, 1979). Además que estos suelos ácidos presentan a menudo contenido altos de óxidos e hidróxidos libres de Fe y Al, los cuales tienden a fijar con mayor rapidez cantidades apreciables de P, especialmente cuando este elemento se aplica en forma de superfosfato simple o triple (Fenster y León, 1978).

Las praderas basada en leguminosas requieren de niveles adecuado de P, S, Ca, K, Mo, Zn y Cu, ya que son mucho más sensibles a las deficiencias de nutrimentos que las gramíneas (Hutton, 1978). Las pasturas basadas en leguminosa responden bien a las aplicaciones de P incrementando el rendimiento; su efecto sobre la composición botánica depende del contenido de P en el suelo, de las especies y la precipitación. Las pasturas nativas generalmente no responden a las aplicaciones de P y en ellas el N es normalmente el factor más limitante. Sin embargo, entre las especies de leguminosas y de gramíneas se acepta que existen diferencias en su habilidad para utilizar el P lo cual ha sido explotada con el fin de reducir la necesidad de altas inversiones de fertilizantes a base de P (Jones, 1990; Coates *et al.*, 1990).

En otro estudio donde se aplicó fósforo en combinación con CaCO_3 se observaron incrementos importantes en la producción de MS de 1500 a 5200 Kg/ha y de 3500 a 7700 Kg/ha. Los efectos benéficos de la cal se traducen en el incremento la disponibilidad del fósforo y Mo y en la reducción del Mn y Al (Clarkson y Andrew, 1979). El S y el Mo pueden ser determinante para la persistencia de la leguminosa. Se ha reportado que el desarrollo de la leguminosa estuvo estrechamente relacionado con el S extraíble del suelo (Probert y Jones, 1982; Rayment *et al.*, 1979).

Por otro lado, el nivel de esos microelementos, citados anteriormente, va a influir en la concentración de N y P en la planta (Probert y Williams, 1986; Probert y Jones, 1982; Gilbert y Shaw, 1980; Rayment *et al.*, 1979; Clarkson y Andrew, 1979) lo que a su vez incidirá en la respuesta animal (Coates., *et al.*, 1990; Kerridge., *et al.*, 1990).

2.3 Papel de las leguminosas en el mejoramiento del valor nutritivo de pasturas asociadas

Las leguminosas tienen un potencial para la fijación de N; pero la cantidad y proporción de N fijado son afectados por factores ambientales y de manejo, tal es como la concentración de N mineral presente en el suelo, la proporción de leguminosas en la mezcla, la presencia de una cepa efectiva de *Rhizobium* que infecte la raíz de la leguminosa, la competencia ejercida por la vegetación

asociada y la intensidad de defoliación (Ara, 1987; Crowder y Chheda, 1982; Robson y Loneragan, 1978).

La contribución primaria de las leguminosas a los sistemas de pasturas asociadas es el N fijado de la atmósfera, a través de su relación simbiótica con bacterias del género *Rhizobium*, contribuyendo con el aumento de la fertilidad del suelo (Ara, 1987). La cantidad de N fijado por leguminosas tropicales oscila entre 30 a 290 kg N ha⁻¹ (Vallis y Gardener, 1985). Pasturas que contienen de 5-15% de leguminosa, podrían fijar hasta 100 Kg de N/ha/año. Cuando esta proporción se eleva hasta 30-50%, la cantidad de nitrógeno fijado puede ser 200 kg/ha/año. En consecuencia la capacidad de fijación de N por parte de la leguminosa parece estar correlacionado con la tasa de crecimiento de la misma (Humphreys, 1978; Imrie, et al; 1983). Básicamente, la fijación depende de la conversión del excedente de energía asimilable y puede esperarse entre 20 y 40 Kg de N fijado por cada 1000 Kg de materia seca (Humphreys, 1978). Por otro lado, en condiciones de pastoreo, la transferencia de nitrógeno ocurre principalmente a través de los compuestos solubles liberados por raíces activas de leguminosas, y la descomposición de las excretas animales y de los residuos de leguminosas (Ara, 1987).

Con referencia al valor nutritivo los niveles de proteína cruda (PC) en las leguminosas son consistentemente mayores que en las gramíneas. Al respecto, al revisar Minson (1990) los resultados de cientos de muestras

gramíneas y leguminosas tropicales, encontró contenidos promedio de PC de 10.6% y 16.7%, respectivamente. En consecuencia la presencia de leguminosas en la pastura eleva el contenido de PC de la mezcla, mejorando el desempeño animal, funcionando prácticamente como un suplemento para gramíneas con contenido bajo de proteína (Ara, 1987; Minson, 1988; Rusland et al., 1988), tal como en la *Brachiaria humidicola*, en donde las posibilidades de alta producción animal están limitada por su bajo nivel de proteína (Hoyos y Lascano, 1985). Generalmente, en la época de sequía, cuando el contenido de PC de las gramíneas es inferior a 7% (CIAT, 1984); como consecuencia de la translocación de nutrimentos hacia los órganos de reserva de la planta (Pezo, 1981) y las leguminosas tienden a mantener más su contenido de proteína (Moog, 1991) contribuyendo a la mejora de la calidad de la mezcla.

Las leguminosas generalmente presentan mayores contenido de elementos minerales, excepto el sodio, que las gramíneas tropicales (Minson, 1985); y a diferencia de la PC, en época de lluvias ocurren deficiencias minerales debido a la dilución que sufren los elementos minerales al aumentar el material verde de los forrajes (Laredo., et al 1984).

En cuanto a la disponibilidad, muchas de las leguminosas tropicales presentan valores relativos a los de las gramíneas tropicales, pero los consumos tienden a ser superiores en las leguminosas, debido a que estas muestran

tasas de degradación y pasaje más rápido que las gramíneas, (Minson, 1985); sin embargo, hay varias leguminosas tropicales que muestran niveles de digestibilidad y consumo inferiores a las de las gramíneas, como consecuencia de su contenido de taninos (Minson y Hegarty, 1985; Pereira, *et al.*, 1990; Abaunza, *et al.*, 1991; Valerio, 1991) y alcaloides (Lascano, 1983).

Por ello, las leguminosas tropicales difieren no solo en su contenido de PC, sino también en su aporte potencial de energía al animal (Villaquirán y Lascano, 1986).

Las ventajas de las leguminosas en sistema de producción de climas tropicales está comprobado en muchos estudios (Stobbs, 1976; Van Heurck, 1990; Lascano y Avila, 1991). Estos investigadores observaron que vacas lecheras pastoreando gramíneas y leguminosas produjeron más de 8 Kg de leche/día. Sin embargo para lograr que una tecnología de pasturas cause impacto de producción de leche, es necesario que esta vaya acompañada de mejoras en el potencial genético de las vacas (Pezo, 1982; CIAT, 1991). En los trópicos semi-húmedos se ha observado que pasturas asociadas fertilizadas moderadamente (90-130 kg/ha/año) utilizando vacas europeas podrían, producir de 3300 a 4200 kg/lactancia y de 4500 a 6000 kg/ha/año (García Trujillo, 1991). También se puede mencionar que en estudios de ganado de carne los animales pastoreando en asociaciones ganaron más de 600 g/día (Rusland, *et al.*, 1988; CIAT, 1991).

Los resultados de un conjunto de experimentos cuyos tratamientos permiten estimar el efecto de la introducción de la leguminosa, sugieren que el incremento en productividad animal puede ser tan alto como 30%, como en el caso de *Stylosanthes guianensis* en una pastura natural de *Imperata* (Ara, 1987). Las ventajas de la introducción de las leguminosas parecen ser maximizadas en sistemas de pasturas nativas. Del trabajo presentado por Moog, (1991) se observó que los animales pastoreando pasturas nativas de *Imperata* asociadas con *Stylosanthes humilis* y *Centrosema pubescens* superaron 3 ó 4 veces las ganancias obtenidas en la pastura nativa. Cuando los animales pastorearon la pastura compuesta por *Stylosanthes* asociado con *Imperata*, ganaron 324 g/animal/día utilizando 1 UA/ha en ambiente seco y suelo ácido. Bajo las mismas condiciones, los animales que pastorearon sólo *Imperata* apenas ganaron 70 g/día.

Las ventajas del uso de asociaciones de gramíneas-leguminosas, no ha sido documentado sólo en términos de ganancia de peso, sino también de comportamiento reproductivo. Las pasturas basadas en leguminosas pueden mejorar los parámetros reproductivos, cuando los animales pastan en pasturas mejoradas, en comparación a las sabanas nativas (CIAT, 1990). En otro estudio, Coates y t Mannetje, (1990) evaluaron durante 10 años la ganancia de peso de vacas lecheras y sus parámetros reproductivos en cuatro sistemas de pastoreo, compuesto de pasturas nativas y pasturas cultivadas asociadas. Observaron que la

productividad/unidad de área en pasturas cultivadas asociadas fue cinco veces mayor que la obtenida en pasturas nativas; los terneros presentaron mayor tasa de crecimiento y mejor peso al destete. Ese incremento en productividad animal en pasturas cultivadas asociadas con respecto a las nativas y a las degradadas debido al mal manejo, se debe a que las primeras soportan mayor carga animal (Coates y 'tMannetje, 1990; Moog, 1991; Paterson, 1988) y presentan mayor valor nutritivo.

Otras de las ventajas de las leguminosas es que con la permanencia del humus, contribuyen, a que los suelos permanezcan productivos por más largo tiempo (Rotar y 'tMannetje, 1983). Además las pasturas asociadas mejoran la estructuras del suelo, elevan el nivel de M.O. y la concentración de nutrimentos en el horizonte superior del suelo, provocando cambios en la población microbiana y en la macrofauna (CIAT, 1990).

2.4 Selectividad en pastoreo

La composición botánica y morfológica de la vegetación puede ejercer un efecto marcado sobre la selectividad de los animales en pastoreo y consecuentemente, sobre la calidad de la dieta seleccionada. De manera recíproca, los resultados de la selectividad causan un cambio marcado en la composición botánica y quizás en la estacionalidad de crecimiento de las pasturas (Pearson e Ison, 1987).

Variaciones en estructura de la pradera y proporción relativa de los componentes dentro de la fitomasa en oferta, la carga y el sistema manejo del pastoreo (Hodgson, 1984; Pearson e Ison, 1987), el ambiente donde crece la planta, la época del año y factores propios del animal (Lascano, 1983), influyen sobre la oportunidad de selección. La fortaleza estructural de las hojas o tallos y la fuerza requerida para su cosecha también afectan la selección de la dieta (Hodgson, 1986).

Además, factores sensoriales pueden ser de igual importancia para la selección. Los animales muestran preferencia por las hojas verdes y en muchos casos esto puede estar más determinado por la forma de presentación y facilidad de acceso para el animal que a una acción de selectividad *per se* a favor de hojas (Watkins y Clements, 1978; Hodgson, 1983; Hodgson, 1984). Los animales seleccionan materiales que puedan cosechar rápidamente y se ha observado que cuando la producción de hojas es menor a 1 tm de MS/ha se reduce el tiempo de pastoreo y por ende el consumo (Cowan et al., 1986). En consecuencia cuando la producción de hierba en oferta es menor de 1000 Kg/ha la selección decrece drásticamente (Hamilton et al, 1973; Arnold, 1960). Este comportamiento de ingestión selectiva resulta en que la proporción de hojas verdes sea mayor en el material consumido que en el forraje en oferta; igualmente, el forraje ingerido muestra un mayor contenido de PC, P, carbohidratos solubles y digestibilidad que el forraje

disponible. En cambio los contenidos de carbohidratos de lignina y carbohidratos estructurales son mayores en forraje disponible (Watkins y Clements, 1978).

Lo anterior fue verificado en el estudio conducido por (McNaughton, 1985). Este investigador observó que existe un nivel crítico de forraje verde, aproximadamente 20 g/m², por debajo del cual el consumo de material muerto incrementa drásticamente. Bajo esas circunstancias la dieta consumida por el ganado es de menor calidad que lo esperado, habiendo un mayor contenido de tallo; pero incluso ahí los animales consumen un forraje de mejor calidad que lo contenido en la pastura.

Es obvio que factores del manejo de la pastura que tengan incidencia sobre la selectividad, ejercerán un efecto sobre la calidad del forraje consumido. Uno de los factores del manejo que afectan la calidad nutritiva del forraje ingerido es la carga animal o la presión de pastoreo, estableciéndose en términos generales que a mayor presión de pastoreo el animal tiene una menor capacidad de selección y consecuentemente ingerirá un alimento de menor calidad. Esta relación no es lineal, pues a presiones de pastoreo bajas la eficiencia de utilización de la pastura se reduce y ello redundará en una acumulación de material muerto que aparentemente no puede ser superado por la selectividad (Pezo, 1982).

Por otro lado, se ha observado diferencias importantes entre especies de leguminosas y de gramíneas en términos a

su apetecibilidad relativa (Arnold, 1981). Esa diferencia puede conducir a un pastoreo menos selectivo en la especie más palatables (Arnold, 1960). A manera de ejemplo, es conocido que *Desmodium ovalifolium* es una leguminosa poco apetecible para el ganado, por tanto el animal tiende a seleccionar en contra de esa leguminosa (Toro, 1990). Sin embargo, también existen diferencia entre especies de animales en cuanto a su habilidad de selección (Dudzinski y Arnold, 1973; Pearson e Ison, 1987). La selectividad se manifiesta de manera más efectiva cuando hay vegetación más diversa (McNaughton, 1985).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización

El estudio se realizó en el Centro de Cría e Investigación "Los Diamantes", del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el cual está localizado en Guápiles, Costa Rica, a $10^{\circ} 13'$ de latitud Norte y $83^{\circ} 47'$ de longitud Oeste, a una altitud de 249 msnm. La temperatura media anual es de 23.1°C ; los promedios de temperatura máxima y mínima son de 28.0°C y 19.5°C (Instituto Meteorológico Nacional, 1986). La precipitación media anual es de 4700 mm, bien distribuida durante todo el año, con un promedio mensual de 392 mm, correspondiendo los valores más bajos de 252 y 221 mm a los meses de febrero y marzo, respectivamente. El promedio anual de insolación es de 4.2 h día^{-1} (Rojas, *et al*, 1983) y la humedad relativa media es de 87%. La Figura 1 muestra los valores de temperatura y precipitación durante el periodo en que se desarrolló el experimento.

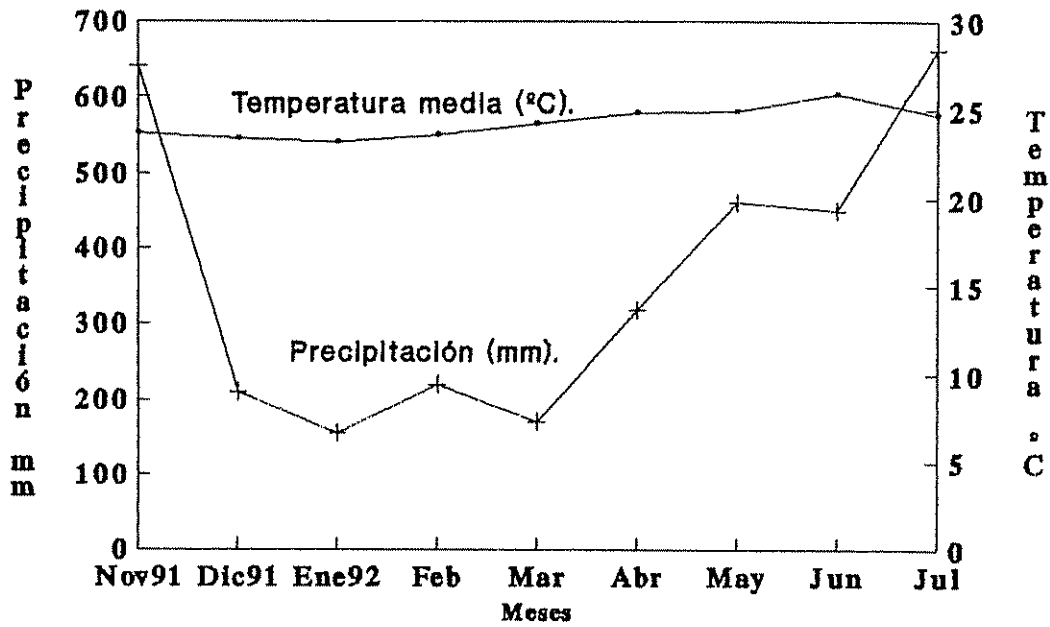


Figura 1. Datos climáticos (Temperatura y lluvia) registrados en el sitio experimental durante el periodo en que se efectuó el estudio.

El ecosistema de la zona, según Cochrane (1982) es un "Bosque tropical lluvioso". El suelo se clasifica como Inceptisol Typic Dystropepts, de textura franco arenosa y estructura física que posee buena granulación y buen drenaje, es de acidez mediana y de fertilidad aceptable: pH 5.7; los contenidos de Al, Ca, Mg, K y P son de 0.2, 4.0, 1.95, 0.23 y 6.5 mg 100 ml⁻¹ en solución del suelo.

3.2 Manejo general del experimento

Las asociaciones gramíneas-leguminosas fueron establecidas durante el mes de agosto 1989. Las gramíneas y leguminosas fueron sembradas en hileras alternas, con un distanciamiento de 0.5 m entre hileras y con el mismo distanciamiento entre plantas. El pastoreo se inició en enero 1990 para uniformar todas las parcelas y para establecer el ciclo de pastoreo. El presente trabajo, el cual se desarrolló entre los meses de noviembre de 1991 a agosto de 1992, cubriendo ocho ciclos de pastoreo, es parte de un estudio de más largo plazo, el cual constituye el proyecto titulado "Dinámica de Población y Calidad Nutritiva de Asociaciones de Gramíneas y Leguminosas Manejadas bajo Pastoreo", el cual es desarrollado como un proyecto de cooperación entre el CATIE, la Universidad Agrícola de Wageningen, el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica y el CIAT.

Las pasturas que forman parte del presente experimento han sido manejadas rotacionalmente, con un sistema de 5 días de ocupación y 30 días de descanso. Los animales utilizados como cosechadores tenían un peso que variaba entre 260 y 320 kg de peso. Los animales eran introducidos simultáneamente a todas las parcelas experimentales, permaneciendo en otros potreros fuera del experimento, durante los 30 días que duraba el período de descanso. Durante todo el experimento los animales utilizados tuvieron libre acceso a bebederos y suplementos minerales.

En abril del 1991 se fistularon al esófago seis (6) animales, para estudiar los niveles de selectividad ejercida por los animales en las diferentes asociaciones bajo estudio. Todos los animales fueron mantenidos bajo pastoreo, suministrándoles sólo suplementación mineral.

3.3 Variables experimentales

En este experimento se estudiaron doce (12) tratamientos. Estos consistieron de un arreglo factorial (2x3x2) de dos gramíneas morfológicamente diferentes, tres leguminosas con hábitos de crecimiento contrastantes y dos cargas animales. Las especies de gramíneas y leguminosas y los niveles de carga animal estudiadas fueron las siguientes:

- Gramíneas: (1) *Brachiaria brizantha* CIAT 6780
 (2) *Brachiaria humidicola* CIAT 6369

- Leguminosas: (1) *Arachis pintoï* CIAT 17434
 (2) *Stylosanthes guianensis* CIAT 184
 (3) *Centrosema macrocarpum* CIAT 5713
- Cargas: (1) 1.75 UA/ha
 (2) 3.00 UA/ha

Las cargas animales fueron ajustadas en función del tamaño de los potreros, los cuales eran de 650 y 960 m², para las cargas alta y baja, respectivamente.

3.4 Variables de respuesta

3.4.1 Composición botánica del forraje

El efecto del pastoreo sobre la composición florística de la asociaciones gramíneas/leguminosas se midió en todos los ciclos usando el Método del Rango de Peso Seco (t Mannelje y Haydock, 1963). Para esta determinación, en cada parcela se tomaron 50 y 60 observaciones al azar, dependiendo del tamaño de la parcela (650 y 960 m²), tomando en consideración la especie de pasto más importante. Los componentes considerados fueron: gramínea sembrada, leguminosa sembrada, otras gramíneas y malezas. En cada marco (0.5 x 0.5 m) las especies se graduaron de acuerdo a su contribución al peso seco total. La composición porcentual de cada especie, fue calculado con base en la

fórmula propuesta por t Mannetje y Haydock (1963), la cual se presenta a continuación:

$$Y = 70.19X_1 + 21.08X_2 + 8.73X_3$$

Donde Y es el porcentaje estimado de la especie presente y X_1 , X_2 y X_3 , representan las proporciones de la especie registradas, en primero, segundo y tercer lugar, respectivamente.

3.4.2 Disponibilidad de forraje

La disponibilidad de forraje se determinó durante todos los ciclos (cada 35 días), usando el método de doble muestreo conocido como procedimiento del Rendimiento Comparativo (Haydock y Shaw, 1975). En cada parcela se seleccionaron 5 muestras reales que representaban niveles crecientes de disponibilidad de fitomasa, las cuales sirvieron de referencia para las 60 ó 50 muestras visuales, tomadas en las parcelas correspondientes a las cargas 1.75 ó 3.0 UA ha⁻¹, respectivamente. Una vez terminada la evaluación de las muestras visuales se cosecharon las muestras reales a 10 cm del nivel del suelo y se pesaron en fresco. Para la determinación del contenido de materia seca,

se tomó una submuestra de 250 gramos por cada muestra real, la que fue secada a 60°C por 72 horas.

Para tener un estimado de la disponibilidad de materia seca, el valor obtenido en las muestras reales se ajustó por la frecuencia de las observaciones visuales, mediante el uso de un modelo de regresión, cuya ecuación se describe a continuación:

$$Z = Y + b(X_1 - X)$$

Donde:

Z = Forraje disponible estimado, g MS por 0.25 m²

Y = Forraje disponible promedio cosechado en las muestras reales, g MS por 0.25 m².

X = Promedio de notas de las observaciones visuales.

X₁ = Promedio de notas correspondientes a las muestras reales.

b = Coeficiente de regresión entre las notas correspondientes a las muestras reales (X) y el forraje cosechado en las mismas (Y).

3.4.3 Calidad del forraje

La calidad del forraje potencialmente utilizable fue determinada en términos de su contenido de proteína cruda (PC) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS). Las muestras para esta determinación fueron tomadas en los

ciclos impares, simulando pastoreo ("hand plucking"). Estas muestras estuvieron formadas mayormente por hojas verdes. Se tomaron muestras en cada parcela e individualmente para cada especie sembrada. Las muestras fueron secadas a 60°C por 72 horas y posteriormente molidas en un molino Willey, utilizando una malla de 1 mm de diámetro.

Para la determinación de la calidad del forraje en oferta se tomaron las muestras reales cosechados para la disponibilidad total de forraje (ver sección 3.4.2), las mismas fueron revueltas obteniéndose una submuestra (250 g) por parcela, incluyendo todo el material presente. Los procedimientos de secado y molienda aplicados a estas muestras fueron similares a los descritos anteriormente.

El contenido de PC de las muestras se determinó usando la técnica Micro-Kjeldahl (Bateman, 1970) y la DIVMS con el método de Tilley y Terry (1963).

3.4.4 Composición y calidad de la dieta seleccionada

Para determinar los niveles de selectividad ejercidos por los animales sobre las pasturas asociadas gramínea/leguminosa, se utilizaron animales fistulados al esófago. Antes de cada muestreo, los animales fistulados ayunaron bajo la sombra durante un período de 6 horas, pero tuvieron acceso al agua de bebida. En cada parcela experimental dos animales fistulados pastorearon por un período de 20 minutos; colectándose en bolsas colocadas

debajo de la fístula alrededor de 1 kg de la muestra fresca seleccionada. Estas muestras fueron identificadas, colocadas en bolsas plásticas y luego congeladas, para posteriormente evaluar la composición de la dieta. Esta última se determinó usando la Técnica de Punto (Heady y Torrel, 1959), mediante el uso de un microscopio estereoscópico.

En las muestras colectadas mediante el uso de los animales fistulados al esófago se identificaron los siguientes componentes: gramíneas sembradas, leguminosas sembradas, otros pastos invasores, malezas y el material inerte. Para cada uno de ellos se determinó la frecuencia relativa de presencia en la extrusa. En el caso de las gramíneas y las leguminosas también se identificaron separadamente hojas y tallos, para con base en la frecuencia relativa de estos estimarse la relación hoja/tallo para cada uno de estos componentes.

Una sub-muestra de la extrusa fue secada a 60°C por 72 horas, para en ellas proceder a efectuar las determinaciones de PC y DIVMS, siguiendo los procedimientos citados en la sección 3.4.3. Todas las determinaciones de selectividad se hicieron en muestras individuales obtenidas separadamente de cada animal fistulado, pero para la muestra de calidad se juntaron las de ambos animales. Estas determinaciones sólo se hicieron en las pasturas asociadas con *A. pintoï* debido a la reducción en las demás leguminosas.

3.5 Diseño experimental

El ensayo se estableció en el campo utilizando un diseño irrestricto al azar, con parcelas divididas en el tiempo, con dos repeticiones en el espacio (Steel y Torrie, 1985). Las parcelas grandes estuvieron formadas por el arreglo factorial de las asociaciones (gramínea*leguminosa) y la carga, mientras que las parcelas pequeñas estuvieron constituidas por los ciclos de pastoreo. El número de niveles para las parcelas grande fue de doce (12), y ocho (8) para las parcelas pequeñas (ciclo de pastoreo).

Los diferentes parámetros evaluados fueron analizados mediante procedimientos de análisis de varianza, utilizando el paquete estadístico GLM del programa SAS (1985). Los análisis de varianza se efectuaron primeramente para los datos colectados en cada ciclo de pastoreo y luego de chequear la homogeneidad de varianzas, sólo cuando se cumplió con esta restricción se procedió a efectuar los análisis combinados. En el caso de los datos de composición botánica y disponibilidad, se corrió un modelo que incluía los efectos de gramíneas y leguminosas, así como su interacción. De manera similar se procedió en los análisis de calidad y selectividad.

El modelo estadístico utilizado para el análisis de la información del componente pastura, disponibilidad de forraje en base seca, proporción de leguminosa en oferta, proporción de gramíneas en oferta, proporción de otros pastos y proporción de malezas fue el siguiente:

$$\begin{aligned}
 Y_{ijklm} = & \mu + G_i + L_j + (G*L)_{ij} + Ca_k + (G*Ca)_{ik} + \\
 & (L*Ca)_{jk} + \alpha_{ijklm} + Ci_1 + (G*Ci)_{i1} + \\
 & (L*Ci)_{j1} + (G*L*Ci)_{ij1} + (CaCi)_{k1} + (G*Ca*Ci)_{ik1} \\
 & + (L*Ca*Ci)_{jk1} + (G*L*Ca*Ci)_{ijk1} + \beta_{ijklm}.
 \end{aligned}$$

Donde:

Y_{ijklm} = Cualquier variable de respuesta.

μ = Media general.

G_i = Efecto de la i-ésima gramínea.

L_j = Efecto de la j-ésima leguminosa.

$(G*L)_{ij}$ = Efecto de la interacción de la i-ésima gramíneas x j-ésima leguminosas.

Ca_k = Efecto de la k-ésima carga animal.

$(G*Ca)_{ik}$ = Interacción entre la i-ésima gramínea y la k-ésima carga.

$(L*Ca)_{jk}$ = Efecto de la interacción entre la l-ésima leguminosa y la k-ésima carga.

$(G*L*Ca)_{ijk}$ = Efecto de la interacción entre la i-ésima gramínea x la j-ésima leguminosa x la k-ésima carga.

α_{ijklm} = Error asociado a la parcela grande.

Ci_1 = Efecto del 1-ésimo ciclo de pastoreo.

$(G*Ci)_{i1}$ = Interacción entre la i-ésima gramínea x el 1-ésimo ciclo.

$(L*Ci)_{j1}$ = Interacción entre la j-ésima leguminosa y el 1-ésimo ciclo.

$(G*L*Ci)_{ijk1}$ = Interacción entre la i-ésima gramínea x la j-ésima leguminosa x el l-ésimo ciclo.

$(CaCi)_{k1}$ = Interacción entre la k-ésima carga x l-ésimo ciclo.

$(G*Ca*Ci)_{ik1}$ = Interacción entre la i-ésima gramínea x la k-ésima carga x el l-ésimo ciclo.

$(L*Ca*Ci)_{jk1}$ = Interacción entre la j-ésima leguminosa x la k-ésima carga x el l-ésimo ciclo.

$(G*L*Ca*Ci)_{ijk1}$ = Interacción entre la i-ésima gramínea x la j-ésima leguminosa x la k-ésima carga x el l-ésimo ciclo

β_{ijk1m} = Error asociado a la parcela pequeña.

Para los análisis de Selectividad y Calidad de la dieta se utilizó un diseño de parcelas subdivididas con dos repeticiones de campo. Las parcelas grandes estaban definidas por la interacción pastura*carga, las sub-parcelas por el ciclo de pastoreo y las sub-subparcelas por el día de ocupación. El modelo estadístico para estas variables fue el siguiente:

$$\begin{aligned}
 Y_{ijk1m} = & \mu + P_i + Ca_j + PCa_{ij} + \alpha_{ijk} + Ci_l + PCi_{il} + \\
 & CaCi_{jl} + PCaCi_{ijl} + \beta_{ijk1} + D_m + PD_{im} + CaD_{jm} \\
 & + PCaD_{ijm} + CiD_{lm} + PCiD_{ilm} + CaCiD_{jlm} + \\
 & PCaCiD_{ijlm} + \sigma_{ijk1m}
 \end{aligned}$$

La definición de los componentes del modelo usado para selectividad es la misma que se usó para el modelo anterior, con excepción de los componentes asociados a la Sub-subparcelas, donde:

D_m = Efecto del m-ésimo día de ocupación (momento).

PD_{1m} = Interacción pasturas x momento.

CaD_{1m} = Interacción carga x momento.

$PCaD_{11m}$ = Interacción pasturas x Carga x momento.

CiD_{11m} = Interacción ciclo x momento.

$PCiD_{11m}$ = Interacción pasturas x ciclo x momento.

$CaCiD_{11m}$ = Interacción carga x ciclo x momento.

$PCaCiD_{111m}$ = Interacción pasturas x carga x ciclo x momento.

σ_{111k1m} = Error asociado a la sub-subparcelas.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Composición Botánica

La evaluación de la composición botánica de una pastura es importante, no sólo porque da una idea de la contribución relativa de los componentes de la pastura en un momento dado, sino porque cuando se practica esta evaluación en el tiempo, permite apreciar las relaciones de compatibilidad o competencia entre los componentes de la pastura. Además, cuando se consideran conjuntamente la composición botánica y la disponibilidad de forraje, es posible evaluar cómo algunos tratamientos pueden modificar la persistencia de las especies sembradas.

4.1.1 Contribución de las gramíneas establecidas

La proporción de las gramíneas en la composición florística mostró diferente comportamiento dependiendo de la especie de gramínea, de las leguminosas asociadas y de la carga animal utilizada. El análisis de varianza detectó significancia ($p < 0.0129$) para la interacción carga*gramíneas*leguminosa. Sin embargo, la carga animal como factor simple, no tuvo efecto sobre las gramíneas establecidas. Por otro lado, la contribución de las gramíneas varió a través de los ciclos de pastoreo ($p < 0.0473$) y se detectó significancia para las interacciones leguminosa x

ciclo ($p < 0.0021$) y carga x ciclo ($p < 0.0402$), tal como se observa en el Cuadro 1A.

Entre las gramíneas, la *B. brizantha* contribuyó en mayor porcentaje a la biomasa total en oferta, tendencia que se mantuvo durante todo el experimento y prácticamente en todas las asociaciones evaluadas (Figura 2a). El menor porcentaje de *B. brizantha* (68.97%) se obtuvo cuando esta gramínea estuvo asociada con *A. pintoi* y manejada con una carga de 3.0 UA/ha (Cuadro 1). En esta asociación, la *B. brizantha* mostró una reducción con el tiempo, la cual puede atribuirse al efecto competitivo del *A. pintoi*, dada su alta densidad de estolones (Ibrahim, *et al.*, sin publicar) y la mayor presión ejercida sobre la gramínea por los animales en pastoreo. La contribución de esta gramínea fue más alta y mantuvo mayor constancia cuando estuvo asociada con *Centrosema macrocarpum* y *S. guianensis* (Cuadro 1). Esto puede atribuirse a la menor competencia ejercida por esas dos leguminosas, las cuales tendieron a desaparecer tempranamente del área experimental (M. Ibrahim, comunicación personal). Aparentemente, el hábito de crecimiento semi-erecto de la *B. brizantha*, la cual puede crecer hasta una altura de 1.2 m, puede haber contribuido a la dominancia ejercida por esta especie, pues mantiene buena cobertura aérea y restringe la penetración de luz al estrato inferior.

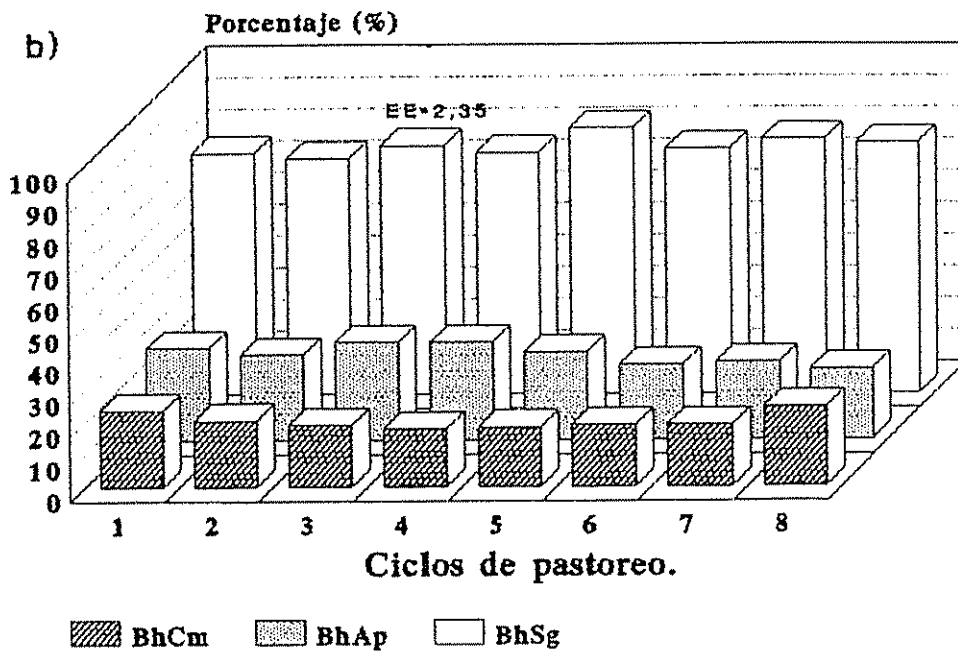
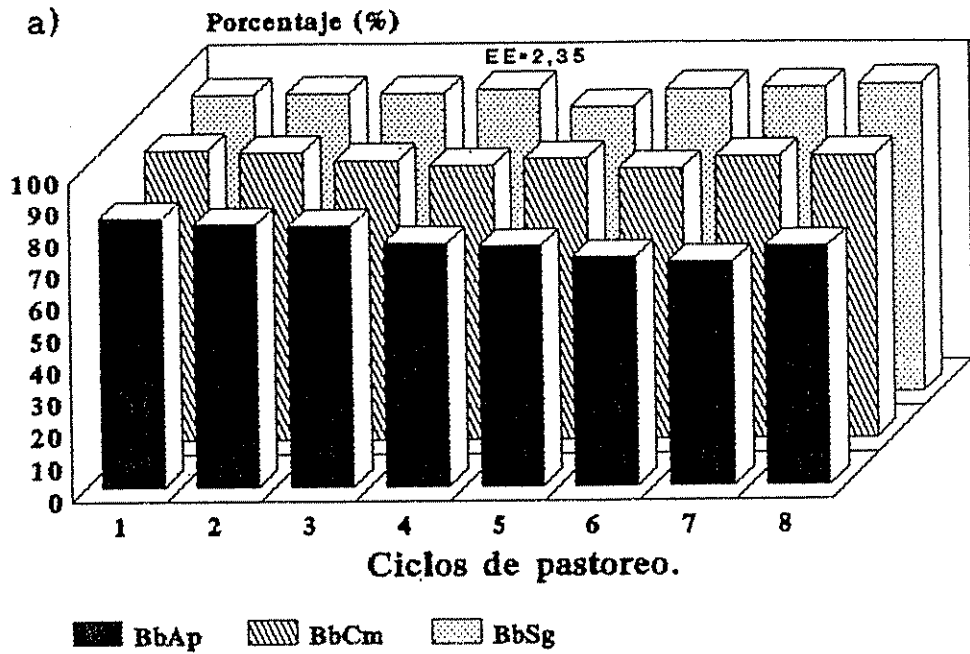


Figura 2. Dinámica en la proporción de *B. brizantha* (a) y *B. humidicola* (b) asociadas con tres leguminosas (*A. pintoi* (Ap), *C. macrocarpum* (Cm) y *S. guianensis*).

Por su parte, la *B. humidicola* presentó su mayor aporte en las parcelas donde estuvo asociada con *S. guianensis*. En esas praderas se registraron promedios de 85.4 y 70.2%, para el aporte de la *B. humidicola* en los tratamientos de carga alta y baja, respectivamente. Estos valores difieren de los obtenidos para las otras asociaciones, en las que el aporte de la *B. humidicola* fue bastante bajo, llegando en el caso del asocio con *C. macrocarpum* a un nivel tan bajo como menos del 2.0%, cuando fue manejado con la carga de 3.0 UA/ha (Cuadro 1).

Los resultados obtenidos en la asociación *B. humidicola/C. macrocarpum* evidencian la poca compatibilidad entre ambas especies, pues en los primeros meses después del establecimiento la leguminosa representó hasta un 65% de la biomasa presente (M. Ibrahim *et al*, datos no publicados), lo cual bloqueó el paso de luz a la gramínea, con el consecuente debilitamiento y pérdida de plantas de la *B. humidicola* (Humphreys, 1991); sin embargo, luego de la eliminación de esa competencia por pérdida de plantas de la leguminosa, el espacio fue probablemente ocupado por malezas y otras gramíneas.

En las pasturas de *B. humidicola/A. pintoi*, el aporte de la gramínea tendió a disminuir ligeramente con el tiempo, aunque se presentaron pequeños incrementos en los ciclos 3 y 4 del presente estudio. Por el contrario, en la asociación *B. humidicola/C. macrocarpum* la gramínea se mantuvo

prácticamente constante a través de los ciclos, observándose un incremento sólo en el ciclo B (Figura 2b).

Cuadro 1. Contribución de las gramíneas a la composición botánica de seis pasturas asociadas manejadas bajo dos cargas animales.

Pasturas	Carga animal	
	1.75	3.0
	----- % gramíneas-----	
<i>B.brizantha</i> + <i>A.pintoï</i>	84.7	68.9
<i>B.brizantha</i> + <i>C.macrocarpum</i>	85.0	91.9
<i>B.brizantha</i> + <i>S.guianensis</i>	97.1	92.1
<i>B.humidicola</i> + <i>A.pintoï</i>	45.8	7.8
<i>B.humidicola</i> + <i>C.macrocarpum</i>	1.9	38.5
<i>B.humidicola</i> + <i>S.guianensis</i>	70.2	85.4
Error standard ¹	5.47	5.47

1 = para las medias de la interacción pastura*carga

4.1.2 Contribución de las leguminosas sembradas

El aporte de las leguminosas a la fitomasa total en oferta, fue afectado significativamente por el efecto simple y combinado de todas las variables estudiadas (Cuadro 1A). Independientemente de cuál fuese la gramínea asociada, el *A. pintoï* fue la leguminosa que hizo el mayor aporte a la biomasa disponible, pero su contribución fue más evidente en el asocio con *B. humidicola* y cuando se utilizó la carga de 3.0 UA/ha (Figuras 3ab). En este caso, al inicio de la evaluación el *A.*

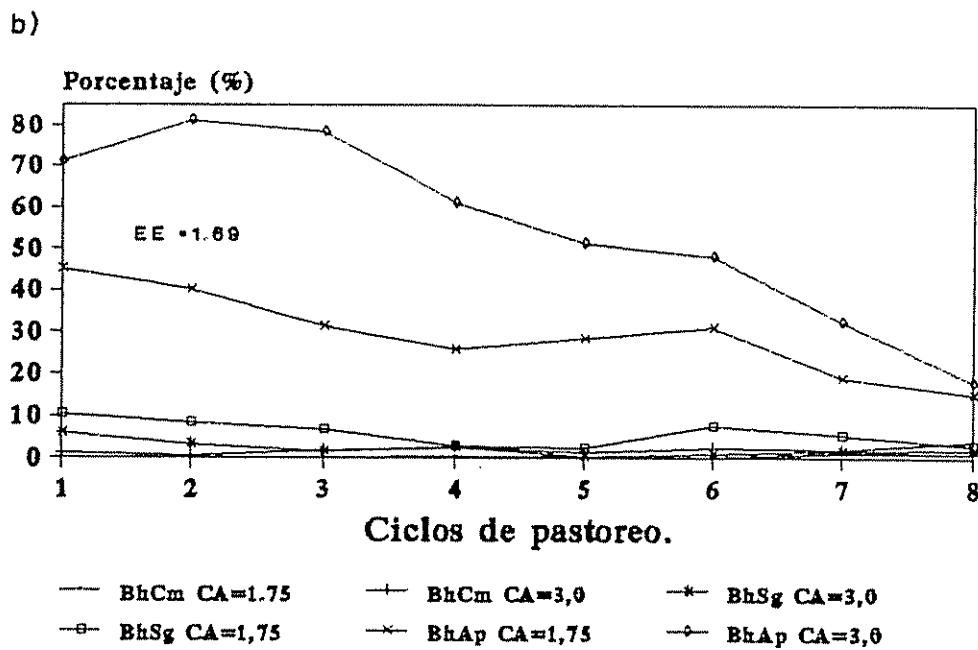
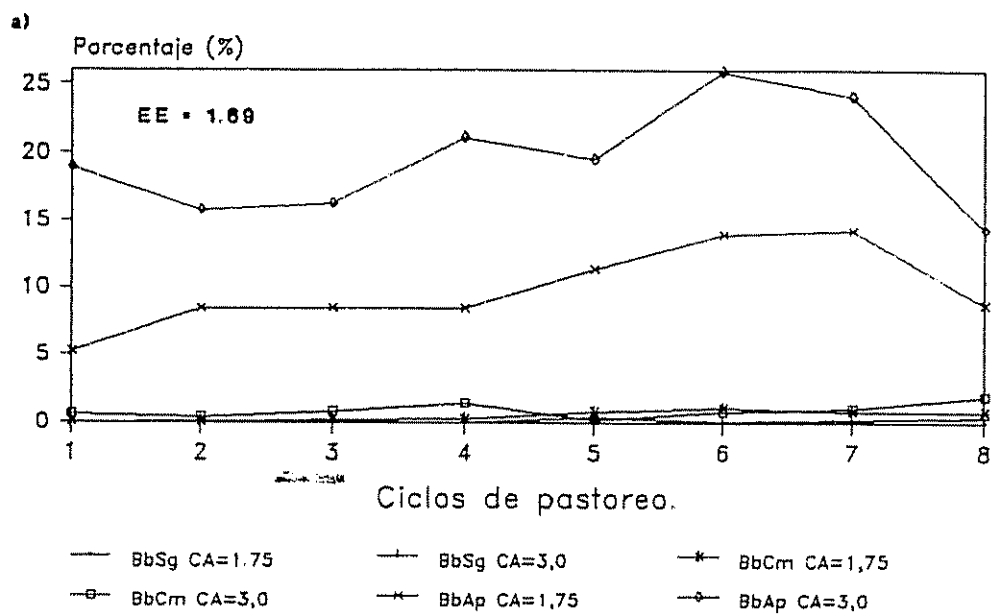


Figura 3. Dinámica en la proporción de leguminosas en pasturas asociadas de *B. brizantha* (a) y *B. humidicola* (b) manejadas bajo dos cargas animales.

pintoi representó el 80% de la biomasa en oferta, pero luego descendió drásticamente hasta alcanzar apenas el 18% al final del período de evaluación, cuando el gamalote (*Paspalum fasciculatum*), especie bien adaptada a esta zona y muy agresiva, aparentemente desplazó a las especies sembradas (Figura 3b). En contraste, cuando el *A. pintoi* estuvo asociado con *B. brizantha* tendió a mantener cierta constancia en cuanto a su aporte a la fitomasa en oferta. Este aporte estuvo dentro de los rangos observados por Grof (1986) trabajando con la misma especies.

Lo anterior sugiere que el *Arachis pintoi* evidencia su mayor agresividad cuando está asociado con gramíneas de crecimiento estolonífero o decumbente, lo cual coincide con otros estudios donde al cabo de un tiempo se observó un completo dominio sobre *B. humidicola* (CIAT, 1987). Algo similar se ha observado en asociados con pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*) (Van Heurck, 1990) y con *B. ruziziensis* (Grof, 1986).

Las otras leguminosas bajo estudio contribuyeron muy poco a la fitomasa presente en las pasturas. Durante el período comprendido por el presente estudio, el *C. macrocarpum* mostró una cierta tendencia a aumentar con el tiempo, pero en todo momento su aporte a la biomasa presente fue muy pobre, pues al final del experimento se registró apenas 4.1 y 1.9% de *C. macrocarpum* en los asociados con *B. humidicola* y *B. brizantha*, respectivamente.

Los resultados obtenidos para *Centrosema* asociado con *B. brizantha* concuerdan con los del estudio de Keller-Grein et al (1990), quienes tuvieron que suspender la evaluación de esta asociación en el ciclo 14 de su estudio, debido a la baja proporción de la leguminosa en la pradera y la consecuente invasión de malezas y el alto porcentaje de área descubierta. En otro estudio realizado en los Llanos Orientales de Colombia (CIAT, 1988), la *C. macrocarpum* asociada con *A. gayanus* no persistió bajo pastoreo y cuando estuvo asociado con *B. dictyoneura* + *B. brizantha*, manejados en un sistema de pastoreo alternativo flexible, su contribución a la biomasa declinó muy fuertemente al cabo de dos años de uso.

Los resultados anteriormente descritos difieren de los obtenidos por (Huamán 1988) en Quilichao, Colombia, donde el *Centrosema macrocarpum* tendió a dominar al *A. gayanus* que lo acompañaba en el asocio, cuando la pastura estaba manejada con carga baja y en un sistema de pastoreo alternativo flexible. Con este manejo, para evitar que la leguminosa dominara fue necesario aumentar el intervalo de descanso de siete a 28 días. El mismo autor sostiene que la *C. macrocarpum* es una especie muy productiva en esa región cuando se asocia con gramíneas de crecimiento erecto, pero es bastante sensible a intensidades de pastoreo altas.

El *S. guianensis*, cuando fue sembrado en asocio con *B. brizantha* tendió a desaparecer tempranamente de la pastura; en contraste, con *B. humidicola* tendió a mostrar una mayor

proporción, particularmente cuando se utilizó la carga de 1.75 UA/ha. Los valores aquí reportados para el aporte del *Stylosanthes* cuando estuvo asociado con *B. humidicola* son menores al 26% obtenido por Gonçalves et al (1990).

4.1.3 Contribución del pasto natural

El gamalote (*Paspalum fasciculatum*) fue la especie de gramínea naturalizada de mayor capacidad invasora en las pasturas evaluadas, especialmente en aquellas donde estaba presente la *B. humidicola*. Esto puede explicarse debido a varias razones: a) el terreno donde se estableció el ensayo estaba totalmente cubierto por esta gramínea, por lo que se considera que pudieron quedar residuos de estolones y un banco de semillas de gamalote, los que incidieron en la presencia de esta especie; b) el gamalote es una especie bien adaptada a las condiciones ambientales del trópico húmedo, de crecimiento muy agresivo en los terrenos llanos y pantanosos (Rivera-Brenes et al, 1959; CIAT, 1990) y c) las áreas contiguas a las parcelas experimentales estuvieron totalmente cubiertas por gamalote. Todo esto facilitó su penetración en las áreas donde la gramínea y la leguminosa sembradas dejaron de cubrir (Blanco, 1991).

La contribución del pasto natural a la biomasa presente fue afectado significativamente por todas las variables bajo estudio y por sus interacciones (Cuadro 1A). La Figura 4 muestra que el aporte del pasto natural a la biomasa en oferta estuvo siempre por debajo del 20% en las pasturas que

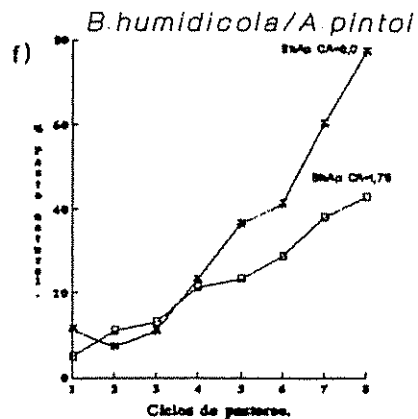
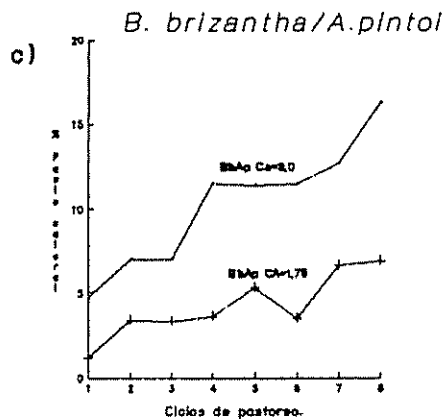
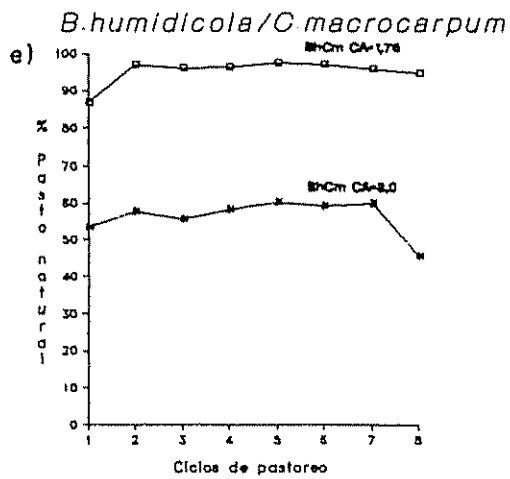
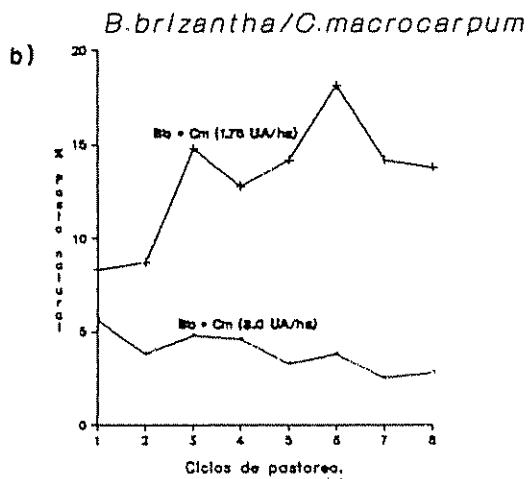
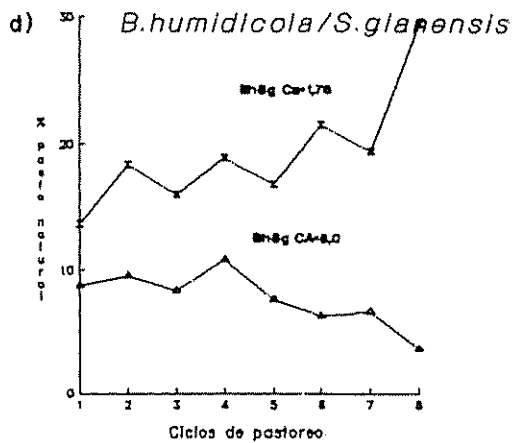
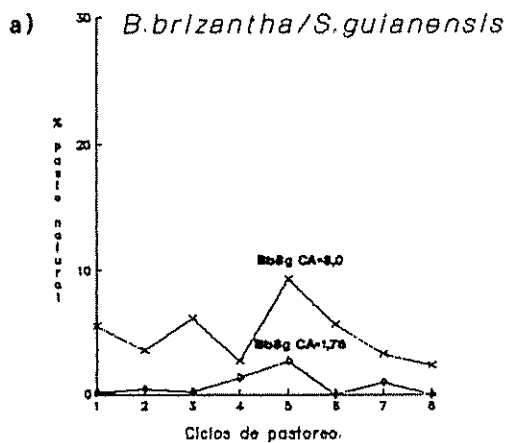


Figura 4. Proporción de pasto natural en la composición botánica de seis asociaciones manejadas bajo dos cargas animales.

contenían *B. brizantha*; en contraste en las de *B. humidicola* hubieron algunas parcelas donde el pasto natural representó hasta más del 90%. Esto evidencia que bajo las condiciones del estudio la *B. brizantha* fue más vigorosa y con mayor habilidad competitiva, lo cual coincide con lo observado por Machado (1980); sin embargo, en el presente estudio hubieron además diferencias en función de la leguminosa asociada y la carga animal a la que fueron sometidas.

Por ejemplo, los valores más bajos de invasión de pasto natural se presentaron para el asocio con *S. guianensis* y con la carga baja (1.75 UA/ha); mientras que los niveles más altos correspondieron al asocio con *C. macrocarpum* manejado con carga baja y para el asocio con *A. pintoii* con carga alta (3.0 UA/ha). En la mayoría de estas asociaciones se vió una cierta estabilidad en el aporte del pasto natural, pero en el asocio con *A. pintoii* manejado con carga alta se observó una tendencia a que el pasto natural se elevara a medida progresaron los ciclos de pastoreo.

En las asociaciones con *B. humidicola* también hubo una respuesta diferencial en función de la leguminosa y la carga animal aplicada (Figura 4). En el asocio con *C. macrocarpum*, tanto con carga alta como baja se mostraron niveles importantes de invasión de pasto natural (50 y 90%, respectivamente), los cuales tendieron a mantenerse a lo largo de los diferentes ciclos de pastoreo. En cambio, el asocio con *S. guianensis* manejado con carga alta mostró apenas 10% de

pasto natural en la biomasa presente y este aporte tendió a declinar ligeramente con el tiempo. El asocio de *B. humidicola* con *A. pintoii*, antes del inicio de las evaluaciones que se incluyen en esta tesis, había mantenido niveles muy bajos de pasto natural, pero durante el desarrollo del presente trabajo manifestaron una tendencia creciente a la invasión de pasto natural, llegándose con la carga de 3.0 UA/ha hasta 80% de aporte de las gramíneas nativas y del 40% para la misma asociación manejada con carga baja.

4.1.4 Contribución de las malezas

Las mayoría de las especies invasoras calificadas como malezas, están caracterizadas por ser de muy baja palatabilidad. Las malezas más frecuentes en las áreas experimentales fueron *Cyperus* sp. y *Mimosa pudica*. Cabe anotar que a lo largo del estudio no se aplicó ningún método de control de malezas.

En términos generales, la proporción de malezas fue baja en las pasturas evaluadas, pero su presencia estuvo influenciada (Cuadro 1A) por la gramínea sembrada ($P < 0.0496$), el ciclo de pastoreo ($p < 0.0002$) y las interacciones de ciclo con gramíneas ($p < 0.0099$), con carga ($p < 0.0396$) y con carga*leguminosa ($p < 0.0044$).

En la Figura 1A puede observarse la proporción de malezas en todos los tratamientos estudiados y sus fluctuaciones con

el tiempo. La baja proporción de malezas registrada en este estudio, sobre todo en las parcelas donde se había sembrado la *B. brizantha*, puede ser calificada como atípica para el trópico húmedo, donde las condiciones ambientales favorecen el desarrollo de malas hierbas, pero a la vez reafirma la habilidad competitiva de esta gramínea, bajo las condiciones en las que se desarrolló el presente estudio.

4.2 Disponibilidad de forraje en oferta

El análisis de varianza para disponibilidad de materia seca total en oferta indicó diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$) para las asociaciones y sus interacciones con la carga y los ciclos de pastoreo (Cuadro 2A).

Bajo una misma carga, las asociaciones que incluían *B. brizantha* mostraron una mayor disponibilidad de biomasa que aquellas con *B. humidicola*; de igual forma, en todas las asociaciones se observó una mayor disponibilidad de forraje cuando se utilizó la carga baja (Cuadro 2). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Hoyos y Lascano, (1985), Huamán (1988) y Huamán *et al* (1990ab) con otras asociaciones de gramíneas y leguminosas tropicales.

Cuadro 2. Disponibilidad de biomasa total en oferta kg (MS/ha) en los diferentes tratamientos evaluados.

	B. brizantha		B. humidicola	
	1.75	carga animal 3.0	1.75	3.0.
A. pintoi	6706.6	4870.9	6057.5	4378.6
C. macrocarpum	7031.2	4404.7	5247.2	3559.4
S.guianensis	6744.2	4445.3	6234.5	4026.7
Error estandar [±]	122.6		122.6	

1 = error estandar para las medias de la interacción gramínea* leguminosa*carga.

Los resultados de disponibilidad de biomasa total encontrados en este estudio, son superiores a los reportados por otros investigadores (Keller-Grein et al, 1990; Pereira, et al, 1992a) que trabajaron con las mismas pasturas. Esto puede atribuirse a las condiciones climáticas y edáficas prevalentes en la zona, las cuales favorecen una mejor expresión del potencial de crecimiento que poseen esas pasturas.

A pesar de que el análisis de varianza detectó significancia ($p < 0.0001$) para la interacción gramínea* leguminosa*carga*ciclo (Cuadro 2A), en la Figura 5 puede observarse que todas las pasturas mostraron prácticamente el mismo patrón de variación de la disponibilidad en función del tiempo, excepto en el caso de la asociación *B. humidicola/A. pintoi* manejada con una carga de 3.0 UA/Ha, la cual mostró un aumento importante en la disponibilidad después

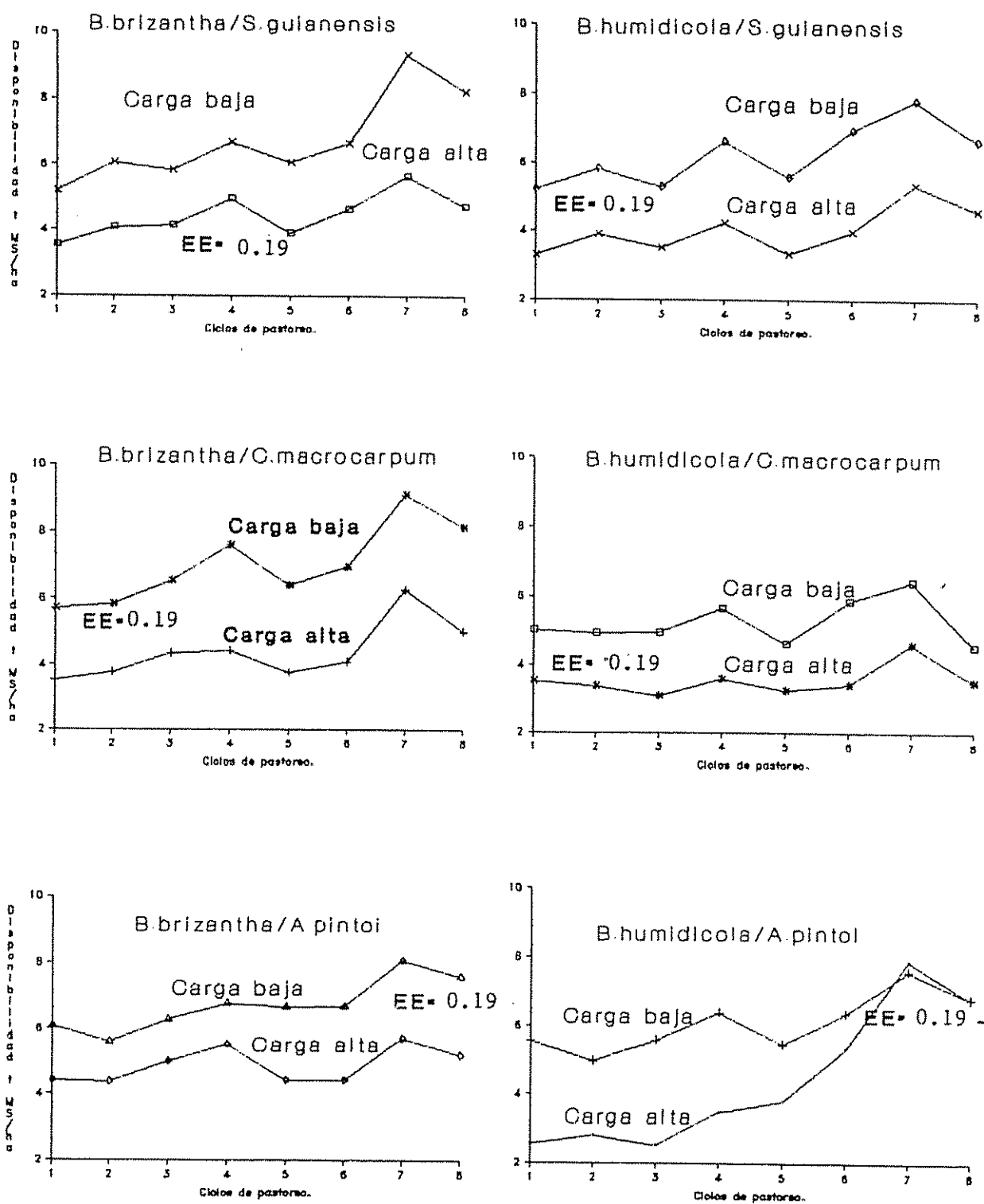


Figura 5. Disponibilidad de biomasa (t MS/ha) en seis asociaciones manejadas bajo dos cargas animales.

del cuarto ciclo de evaluación, llegando al final de este estudio a igualar la obtenida para la carga baja. Es probable que esta disponibilidad estuvo fuertemente influenciada por la invasión de gamalote (*Paspalum fasciculatum*), especie que tiene un alto potencial de crecimiento, pero que a la vez es poco apetecible para el ganado.

Los resultados obtenidos evidencian que bajo las condiciones en las que se desarrolló el estudio, estas pasturas pueden garantizar suficiente oferta de forraje durante todo el año. Minson (1983) ha señalado que cuando existe una disponibilidad de forraje verde por encima de los 1,500 kg de MS/ha, no habría dificultad para satisfacer el apetito del animal, favoreciendo la selección ejercida por éste y por ende permitiendo que el animal se manifieste adecuadamente; sin embargo, debe recordarse que en varias de estas pasturas una buena proporción de la biomasa disponible está constituida por gramíneas invasoras de baja apetecibilidad.

4.2.1 Disponibilidad de las gramíneas sembradas

La disponibilidad de gramínea sembrada fue afectada significativamente por efectos simples de todas las variables bajo estudio (gramínea, leguminosa, carga y ciclo de pastoreo), por las interacciones dobles de éstas variables y por la interacción triple ciclo*gramínea* leguminosa (Cuadro 3A).

Las pequeñas diferencias que se habían observado en términos de disponibilidad total de biomasa forrajera (Cuadro 2) se magnificaron cuando se consideró exclusivamente el componente gramínea sembrada. Al comparar las Figuras 6ab, se observa que la disponibilidad de *B. brizantha* prácticamente duplicó a la obtenida con *B. humidicola*, que en todas las asociaciones se detectó mayor disponibilidad de biomasa de la gramínea cuando se utilizó la carga baja (1.75 UA/ha). Por otro lado, cuando hay algunas diferencias en las variaciones en disponibilidad de gramínea en función del ciclo de pastoreo, en todas las pasturas se observó una mayor disponibilidad de gramínea en los dos últimos ciclos, los cuales corresponden a muestreos efectuados en los meses de junio y julio, en le cual se presentan condiciones más favorables para el crecimiento de los pastos.

Cuando se analiza la disponibilidad de gramínea en función de la asociación y el ciclo de pastoreo (Figura 7), se confirma que independientemente de la leguminosa en asocio, la *B. brizantha* hizo un mayor aporte a la fitomasa en oferta que la *B. humidicola*. Sin embargo, la disponibilidad promedio de *B. brizantha* fue ligeramente superior cuando estuvo asociada con *S. guianensis* y con *C. macrocarpum* que con *A. pintoi* (5327 y 5006 vs. 4501 kg MS/ha, respectivamente). En contraste, las disponibilidades promedio de *B. humidicola* fueron de 1535, 735 y 3912 kg de MS/ha, para los socios con *A. pintoi*, *C. macrocarpum* y *S. guianensis*, respectivamente.

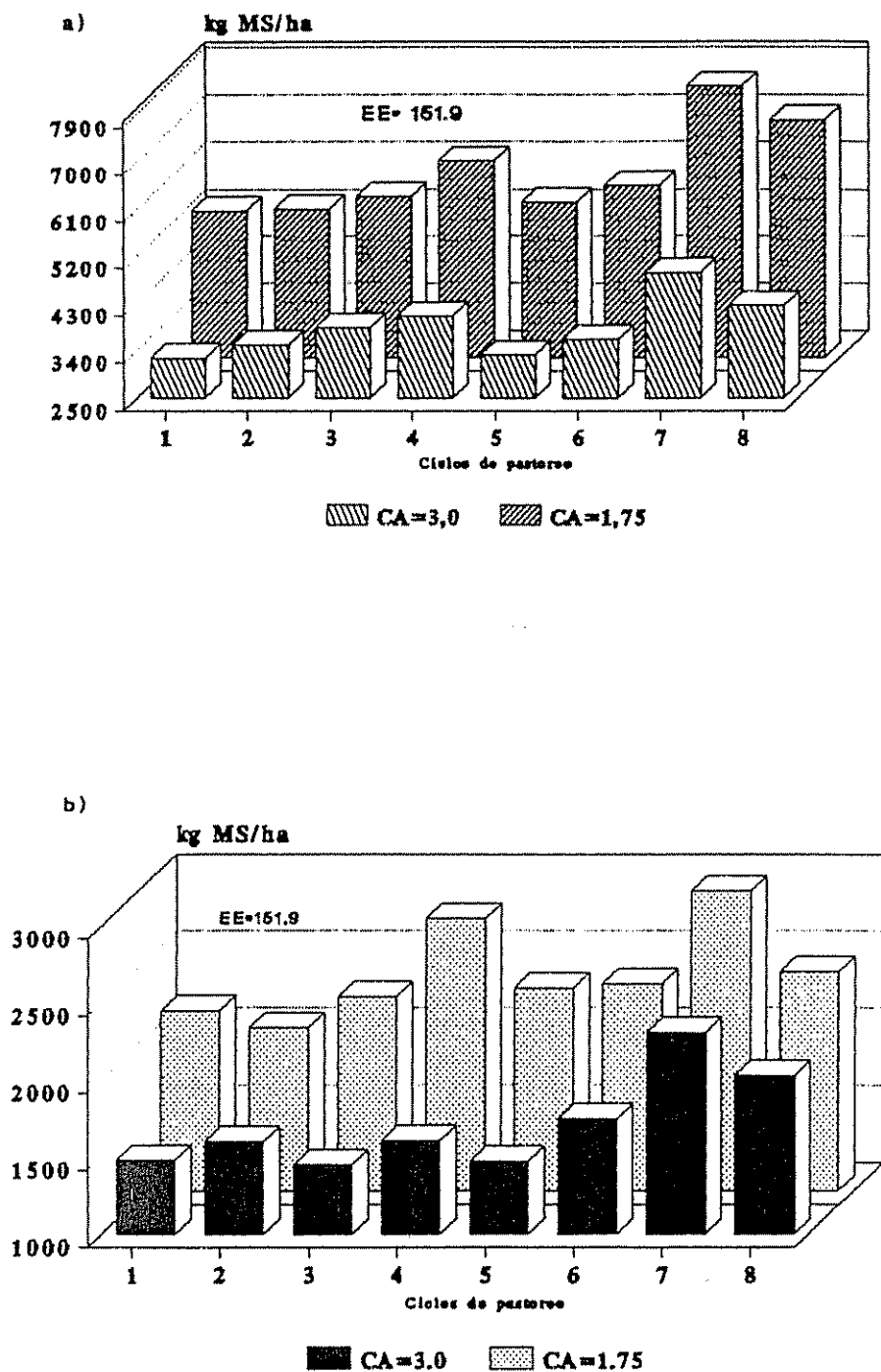


Figura 8. Dinámica en la disponibilidad de biomasa (kg MS/ha en *B. brizantha* (a) y *B. humidicola* (b) manejadas bajo dos cargas animales.

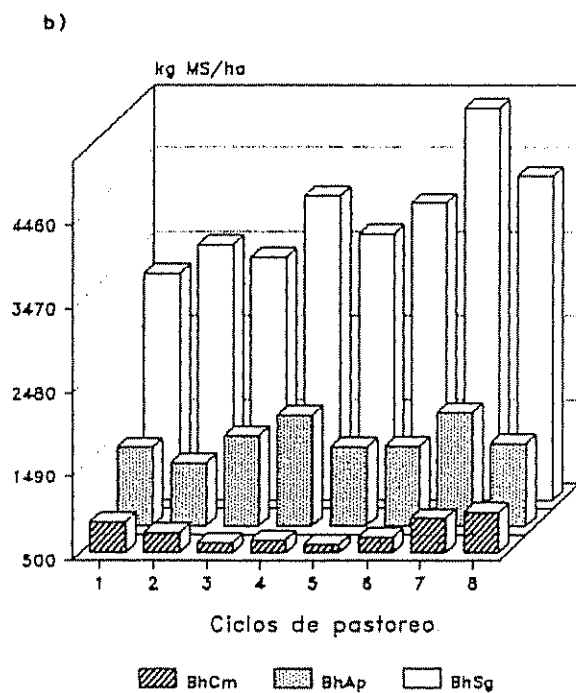
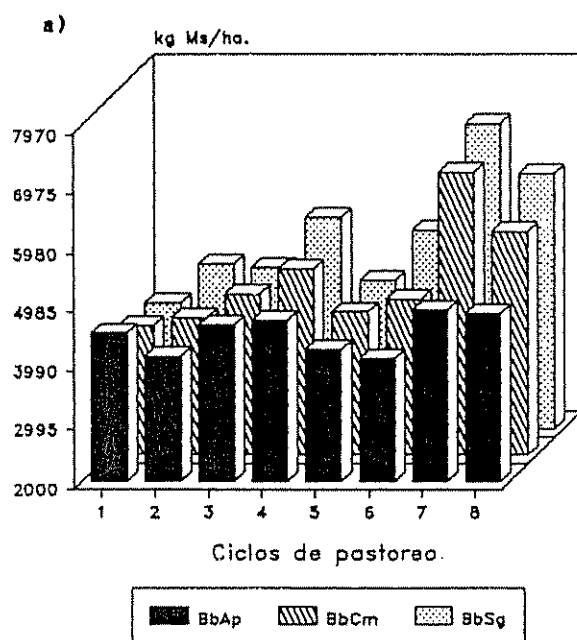


Figura 7. Dinámica en la disponibilidad de biomasa (kg MS/ha) de *B. brizantha* (a) y *B. humidicola* (b) cuando estaban asociadas con tres leguminosas.

Llama la atención que en ninguna de las dos gramíneas se hayan observado los mayores rendimientos cuando estuvieron asociadas al *A. pintoí*, leguminosa que fue la que hizo las mayores contribuciones a la biomasa presente. Esto indicaría o que esta leguminosa no fue suficientemente efectiva en el proceso de fijación/transferencia de nitrógeno, o que en los suelos donde se desarrolló el estudio el nitrógeno no es un factor muy limitante para el crecimiento de esas gramíneas.

Por otro lado, debe señalarse que los niveles de disponibilidad encontrados para la *B. humidicola*, especialmente cuando estuvo asociado con *C. macrocarpum* y *A. pintoí* son bastante más bajos que los reportados por el CIAT (1983) para otros ecosistemas y en asociación con otras leguminosas (p.e. *D. ovalifolium*). Esto lleva a sugerir que la zona donde se efectuó el estudio no es el ambiente apropiado para la especie; pues una especie tan frecuente en la zona como es el gamalote (*Paspalum fasciculatum*), tiende a dominarla y desplazarla. Incluso este proceso parece ser favorecido por el asocio con una leguminosa voluble y agresiva, como la *C. macrocarpum*, la cual inicialmente tiende a dominar la asociación, pero al desaparecer deja espacio para que invada el gamalote.

4.2.2 Disponibilidad de las leguminosas sembradas

La disponibilidad de leguminosas estuvo afectada por los efectos simples de todas las variables estudiadas y por las interacciones carga*leguminosa, carga*gramínea* leguminosa, ciclo * gramínea, ciclo * leguminosa y carga * ciclo * gramínea* leguminosa (Cuadro 3A). Los valores de disponibilidad correspondieron al *A. pintoi*, pero cuando estuvo asociado con *B. humidicola* el promedio de fitomasa de leguminosa presente en la pastura duplicó al obtenido para el asocio con *B. brizantha* (1894 vs. 811 kg de MS/ha, respectivamente). Los valores obtenidos en el presente estudio para la disponibilidad de *A. pintoi* superan a los reportados por Grof (1986) cuando trabajó con la mismas especies. En ambas pasturas, la disponibilidad de leguminosa fue más alta cuando éstas se manejaron con carga alta, lo cual contrasta con lo observado para la disponibilidad de biomasa total (Figura 5) y de gramínea sembrada (Figura 6). La disponibilidad de las otras leguminosas fue muy baja, con excepción del *S. guianensis* cuando estuvo asociado con *B. humidicola* y se manejó con una carga de 1.75 UA/ha, en el cual se obtuvo como promedio para los ocho ciclos una disponibilidad de 225 kg de MS/ha. De cualquier manera, estos aportes son bastante más bajos que los observados por Couto *et al* (1986) para el aporte de *S. guianensis* cuando estuvo asociado con *B. ruziziensis*.

La disponibilidad de leguminosas en las diferentes pasturas varió con los ciclos de pastoreo (Figura 8). En

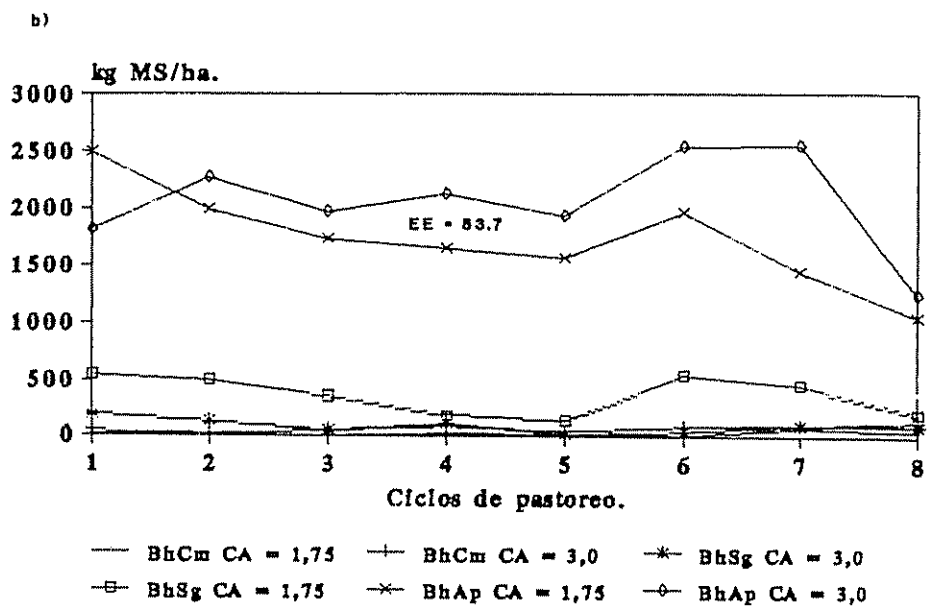
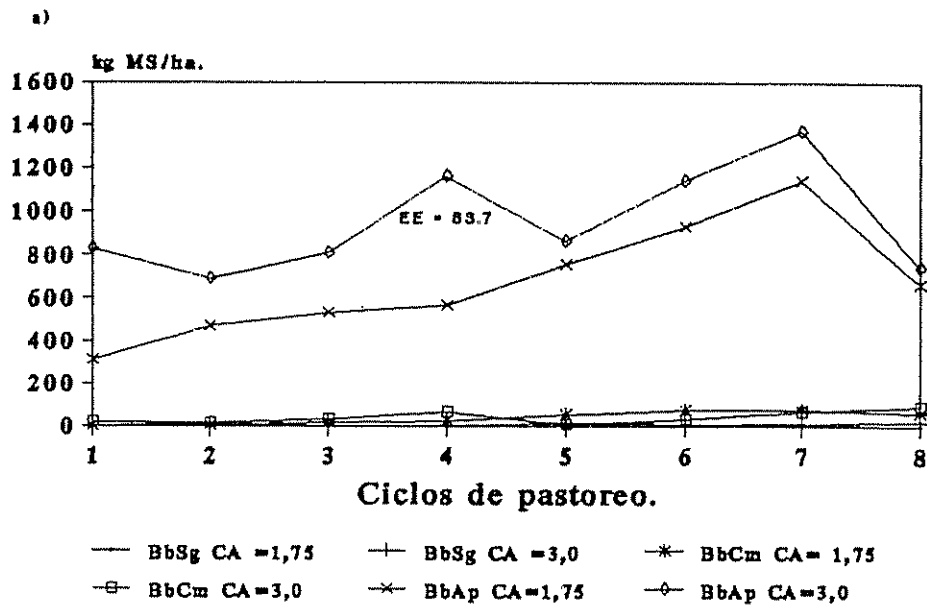


Figura 8. Disponibilidad de biomasa (kg MS/ha) de tres leguminosas (A.pintoi, C.macrocarpum y S.gulianensis), cuando estuvieron asociadas con B.brizantha (a) y B.humidicola (b) manejadas bajo dos cargas animales.

general, aquellas leguminosas que hicieron un aporte muy bajo a la biomasa disponible, tendieron a mantenerse a un nivel más constante de disponibilidad. En cambio, cuando el *A. pintoii* estuvo asociado con *B. brizantha* y fue manejado con carga baja se detectó una cierta tendencia a que la disponibilidad de la leguminosa se eleve a medida progresaron los ciclos de pastoreo, llegando a manifestar su valor más alto en el séptimo ciclo (junio). En contraste, cuando estuvo asociado con *B. humidicola* y manejado con carga de 1.75 UA/ha, el aporte de la leguminosa a la biomasa en oferta tendió a declinar con el tiempo.

4.2.3 Disponibilidad de pasto natural

En términos generales, en las asociaciones con *B. brizantha* hubo una menor invasión de pasto natural (Figura 9). La pastura de *B. humidicola* asociada con *C. macrocarpum* y manejada con carga baja fue la que permitió mayor invasión de pasto natural (más de 4300 kg de MS/ha), superando ampliamente las demás pasturas evaluadas. Otra pastura que permitió un avance importante de los pastos naturales fue la asociación *B. humidicola/A. pintoii*, especialmente cuando fue utilizada con una carga de 3.0 UA/ha. En esta pastura en particular, en el período de nueve meses que duró el presente estudio, el peso relativo de los pastos naturales (mayormente gramalote) se elevó en casi 25 veces.

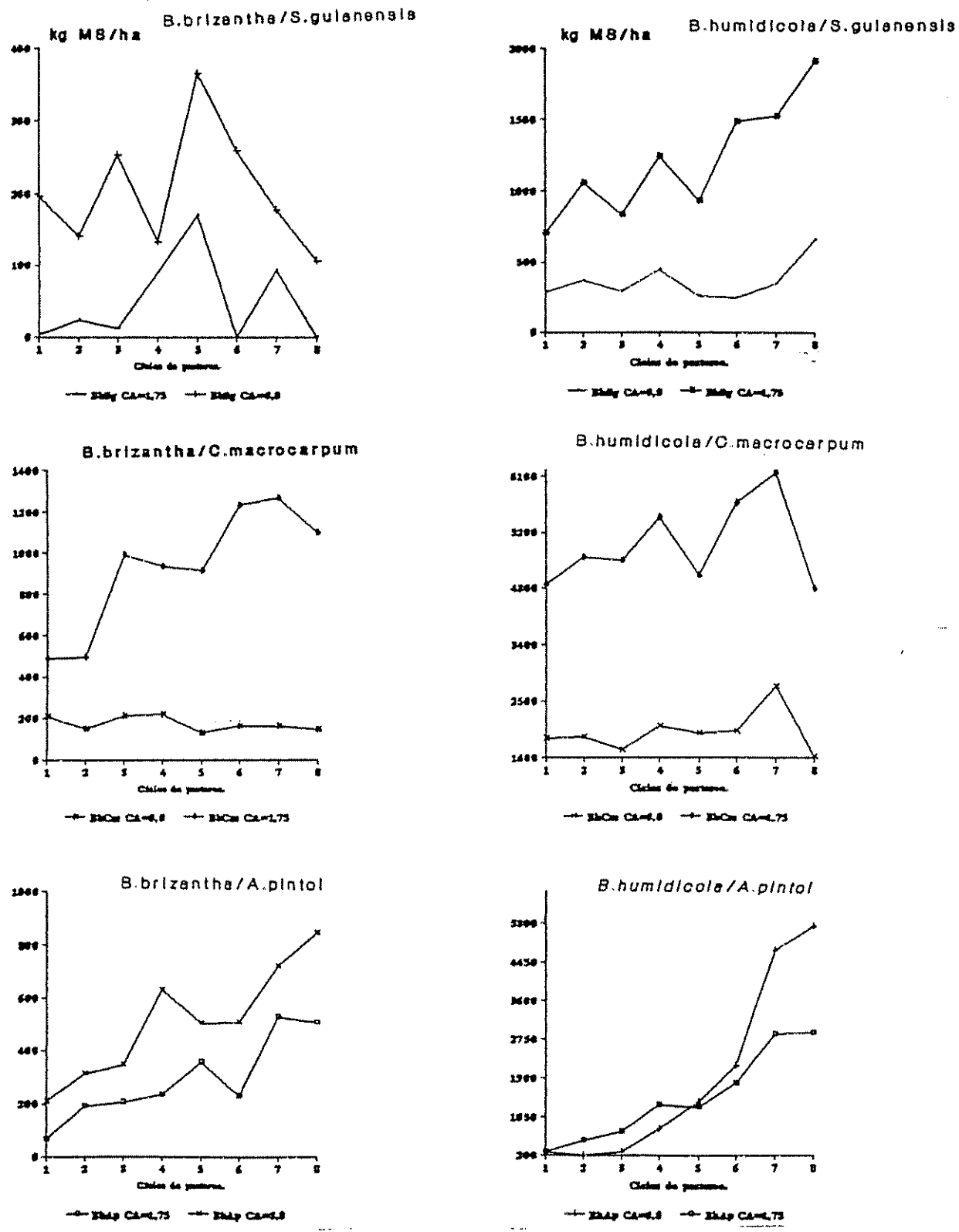


Figura 9. Dinámica en la disponibilidad de pasto natural en seis asociaciones manejadas bajo dos cargas animales.

4.2.4 Disponibilidad de malezas

La disponibilidad de malezas tendió a mantenerse baja en todas las pasturas, pese a que no se practicaron deshierbas manuales o controles de malezas mediante el uso de agroquímicos. La mayor presencia de malezas en el potrero correspondió a la mezcla basada en el uso de la asociación *B. humidicola* asociada con *S. guianensis* (243.5 kg MS/ha). Estos resultados señalan la habilidad competitiva de la *B. brizantha*, la cual fue discutida anteriormente por Giraldo (1991).

4.3 Calidad Nutritiva del Forraje Disponible

En el presente estudio se evaluó la calidad nutritiva de las pasturas en términos de su contenido de proteína cruda (PC) y de su digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS). Estas evaluaciones se hicieron para el forraje total en oferta, individualmente para las gramíneas y leguminosas sembradas, pero cosechadas simulando pastoreo (mayormente hojas en el caso de las gramíneas) y para el material efectivamente seleccionado por los animales fistulados (extrusa).

Los resultados de las dos primeras formas de muestreo se presentan en la presente sección, mientras que lo referente a calidad de dieta (muestras colectadas con animales fistulados

al esófago) se presentarán en la sección 3.4, donde se discutirá lo referente a selectividad animal.

4.3.1 Contenido de proteína cruda (PC)

En el Cuadro 9A se presentan los análisis de varianza para el contenido de PC en el forraje disponible. Cuando se consideró la concentración de PC en toda la fitomasa en oferta, se detectó significancia para los efectos simples de todas las variables bajo estudio y sus interacciones, con excepción de las interacciones gramínea*leguminosa*carga ($p < 0.2189$) y gramínea*leguminosa*carga*ciclo ($p < 0.1737$).

Por otro lado, al efectuar el análisis de varianza para los contenidos de PC en las muestras colectadas simulando pastoreo (Cuadro 9A), en el caso de las gramíneas se detectó significancia para los efectos simples de leguminosa y ciclo, así como para las interacciones gramínea*leguminosa, gramínea*carga, gramínea*ciclo y leguminosa*ciclo. En contraste, cuando se efectuó el análisis para las leguminosas cosechadas simulando pastoreo, sólo se detectó significancia para los efectos simples de leguminosas y ciclos de pastoreo (Cuadro 9A).

4.3.1.1 Contenido de PC de la fitomasa en oferta

En términos generales, el contenido de PC de la biomasa total en oferta fue mayor en las asociaciones que incluían *B. humidicola* que en aquellas con *B. brizantha* (9.6 vs. 6.6%, respectivamente). Igualmente, las asociaciones que incluían *A. pintoii* mostraron contenidos más altos de PC que aquellas

con *S. guianensis* o *C. macrocarpum*. De manera similar, en la mayoría de asociaciones los niveles más altos de PC correspondieron al manejo con carga alta (3.0 UA/ha), excepto en el caso de la *B. humidicola* asociada con *C. macrocarpum* o *S. guianensis* (Cuadro 3).

Con relación al efecto del ciclo de pastoreo (Figura 10), tanto en las asociaciones con *B. brizantha* como en aquellas con *B. humidicola*, el mayor contenido de PC se presentó en el ciclo de pastoreo efectuado en noviembre, mes en el que se presentó la mayor precipitación, para luego tender a declinar a medida avanzaron los ciclos de pastoreo. Otro aspecto destacable de esa figura es que mientras en los asociados con *B. brizantha* siempre se obtuvo un mayor contenido de PC en el manejo con carga alta; en cambio, en los asociados con *B. humidicola* hubieron muestreos en los que se detectaron mayores contenidos de PC en la carga baja.

Estos datos del contenido de proteína en el forraje en oferta hay que tomarlos con precaución, pues erróneamente uno podría inferir que la *B. humidicola* tiene contenidos más altos de PC que la *B. brizantha*, cuando realmente esos valores están fuertemente influenciados por la contribución porcentual en peso que están haciendo las leguminosas asociadas. Por ejemplo, en la Figura 3 se vió que el aporte de la leguminosa fue más alto en la asociación *B. humidicola/A. pintoii*, lo cual está incidiendo fuertemente en los resultados obtenidos con

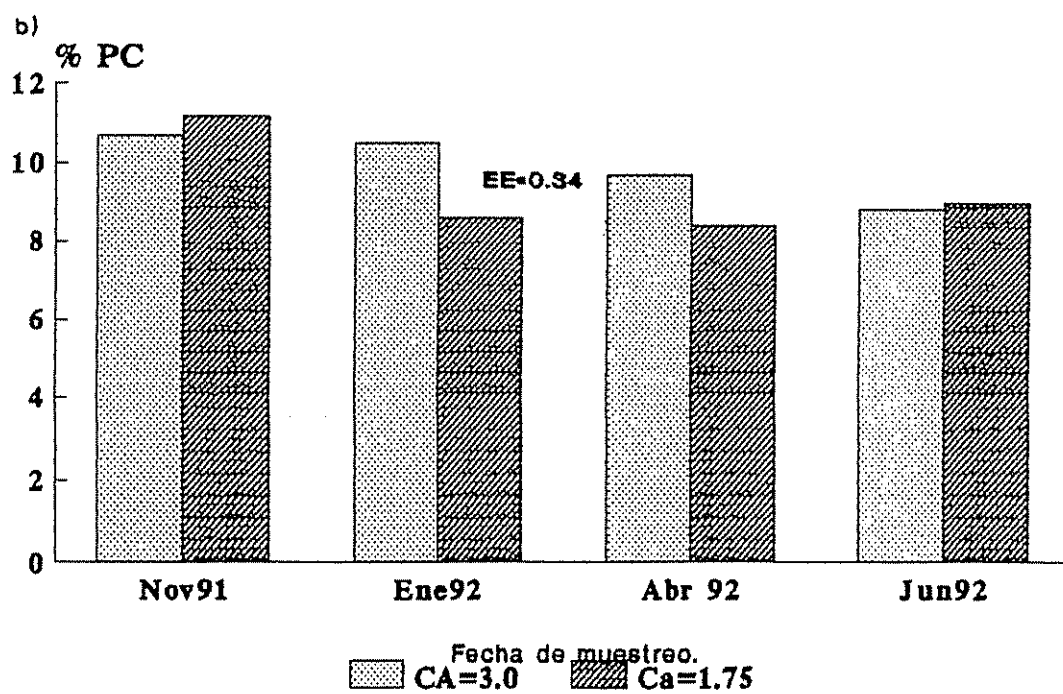
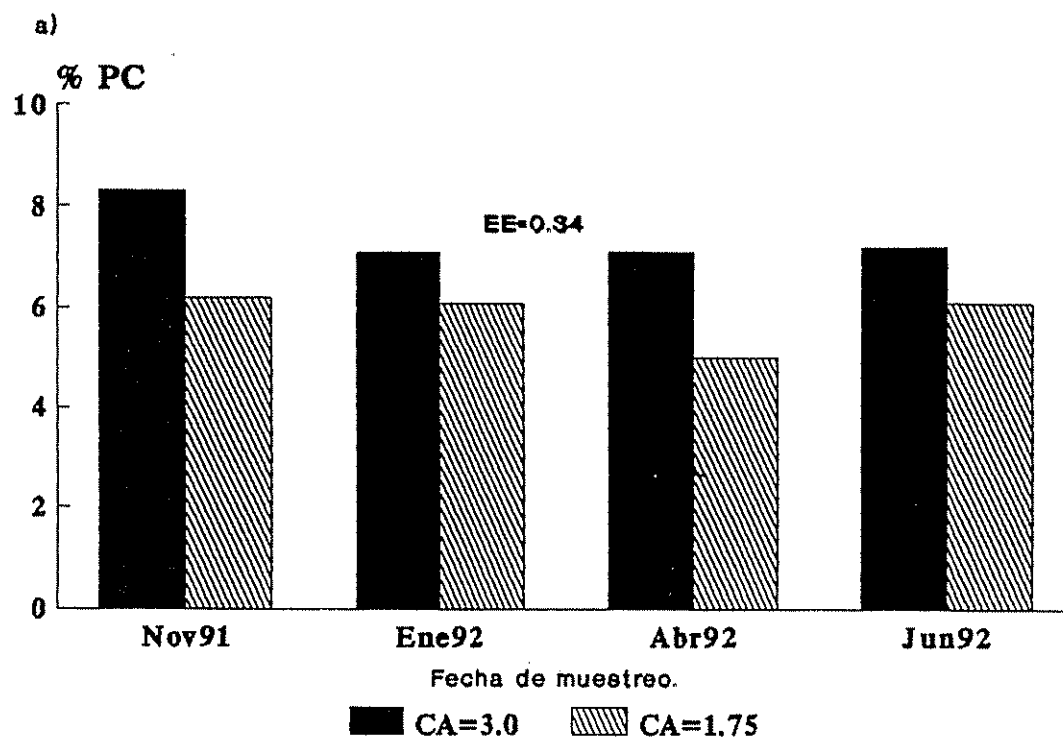


Figura 10. Variación en el contenido de de proteína cruda (PC) del forraje en oferta en las pasturas de B. brizantha (a) y B. humidicola (b) manejadas bajo dos cargas animales.

respecto al contenido de PC de la biomasa total en oferta para esta asociación.

Cuadro 3. Contenido (%) de PC y DIVMS para gramíneas, leguminosas y la fitomasa total en oferta, para seis asociaciones manejadas bajo dos cargas.

Pastura	CA	Gramíneas		Leguminosas		Oferta	
		PC	DIVMS	PC	DIVMS	PC	DIVMS
BbAp	1.75	12.2	60.9	22.1	65.2	7.4	54.2
BbAp	3.0	13.0	64.0	21.9	64.9	10.4	57.0
BbCm	1.75	9.7	62.4	20.9	53.5	5.3	50.9
BbCm	3.0	10.9	65.2	22.3	57.8	6.2	49.9
BbSg	1.75	10.1	62.5	--	--	5.0	50.2
BbSg	3.0	11.0	64.3	--	--	5.7	49.5
BhAp	1.75	11.4	67.4	22.4	65.6	11.4	62.4
BhAp	3.0	12.4	64.7	23.2	66.4	14.6	59.6
BhCm	1.75	13.2	47.7	21.3	57.8	8.9	45.7
BhCm	3.0	10.5	63.0	21.4	54.8	8.3	52.8
BhSg	1.75	9.6	65.0	20.5	56.5	7.7	56.4
BhSg	3.0	8.8	66.6	20.0	57.1	6.8	57.0
EE**		0.56	1.08	0.40	1.05	0.38	0.99

(--) Desapareció de la pastura.

** = Error estandar para las medias de la interacción pastura*carga.

Igualmente, uno podría sorprenderse de que varias de las asociaciones mostraron contenidos promedio de PC inferiores a 7.5% (Cuadro 3), el cual puede considerarse como nivel crítico para la actividad microbiana a nivel ruminal (Minson y Milford, 1967). Sin embargo, debe recordarse que el forraje analizado representa toda la fitomasa presente en la pastura, por tanto incluye hojas, tallos y material inerte, y se sabe

que la primera fracción es la que los animales seleccionan preferentemente (Arnold, 1981, 'LHuiller, 1987).

4.3.1.2 Contenido de proteína cruda de las gramíneas

En las muestras cosechadas simulando pastoreo, el contenido de PC de la *B. brizantha* fue ligeramente superior al de *B. humidicola* y para ambas gramíneas se obtuvieron valores más altos de PC cuando estaban asociadas al *Arachis pintoï* que a las otras leguminosas (Cuadro 3). Una excepción a esta generalización es el caso de la asociación *B. humidicola/C. macrocarpum*, manejada con carga baja, pero debe recordarse que en estas parcelas la gramínea predominante fue el gamalote (*Paspalum fasciculatum*), lo que no hace comparable este tratamiento.

El efecto del *A. pintoï* sobre el contenido de PC de las gramíneas acompañantes se manifestó en tres de los cuatro muestreos efectuados (Figura 11). Este tipo de respuestas, que evidenciarían efectividad en el proceso de fijación y transferencia de nitrógeno (Hernández *et al*, 1987), fueron observados anteriormente (Hurtado *et al*, 1988), cuando el *A. pintoï* estuvo asociado con pasto estrella africana.

Aún cuando en promedio las gramíneas presentaron pocas variaciones en su contenido de PC en función del ciclo de pastoreo, en el muestreo efectuado en abril de 1992 se detectaron los valores más bajos de PC, lo cual coincidió con una etapa de menor precipitación que se reflejó además en una

reducción en la disponibilidad de forraje (Figuras 5 y 6). Cabe destacar que en todo momento, los contenidos de PC observados en estas gramíneas superaron las concentraciones

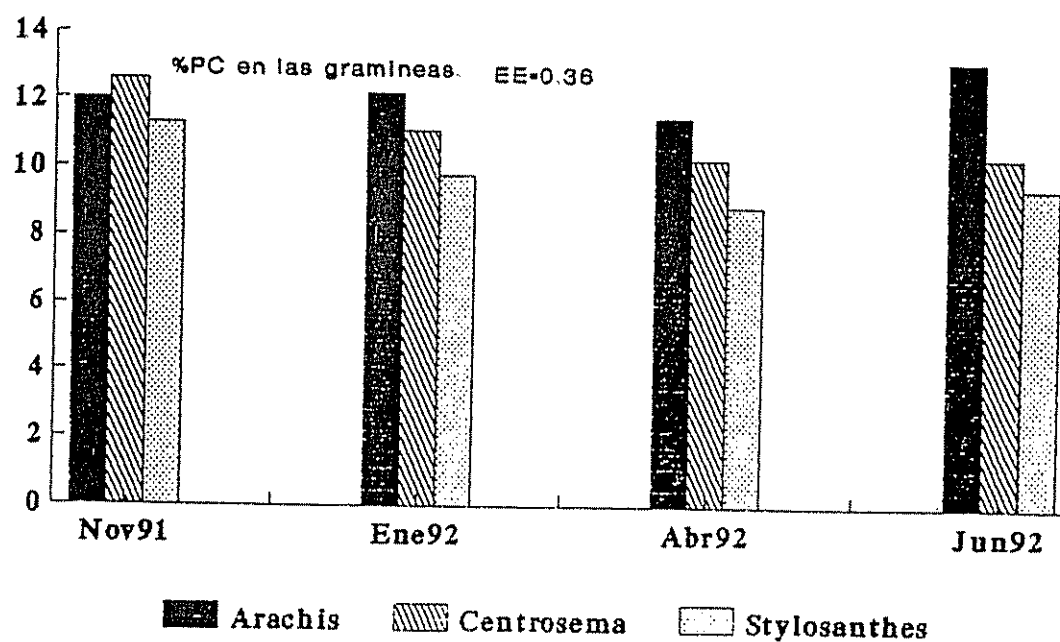


Figura 11. Efecto de las leguminosas asociadas sobre la concentración de proteína cruda (PC) en las gramíneas cultivadas en asocio.

requeridas para el mantenimiento y ganancia de peso y en algunas de las pasturas evaluadas, incluso los requerimientos de vacas lactantes de mediano potencial. Todo esto sugiere que bajo las condiciones en que se efectuó el estudio, si no existen limitaciones en el consumo, no deben presentarse déficit proteicos para las categorías de bovinos descritas anteriormente.

4.3.1.3 Contenido de proteína cruda de las leguminosas

Aún cuando se detectó significancia ($p < 0.0004$) para el efecto de leguminosas, en el Cuadro 3 se muestra que fueron mínimas las diferencias entre las tres leguminosas estudiadas, en cuanto al contenido de PC (22.4, 21.6 y 20.2%, para *A. pintoï*, *C. macrocarpum* y *S. guianensis*, respectivamente). En el caso de *A. pintoï* y *S. guianensis*, los valores obtenidos en el presente estudio superan a los reportados por Grof (1986) y Couto *et al* (1986), pero son ligeramente inferiores al observado por Abaúnza *et al* (1991) para la misma accesión (CIAT 184) de *S. guianensis*. Por otra parte, el contenido de PC observado para *C. macrocarpum* coincide con lo reportado por Huamán (1988), pero son inferiores a los valores observados por Villaquirán y Lascano (1986) y Shultze-Gkraf (1986) en la misma especie.

Los contenidos de PC que se observaron en *C. macrocarpum* y *S. guianensis* pueden atribuirse al impacto de la reducción tan fuerte observada en el muestreo efectuado en enero (17.9 y

16.1% de PC para *Stylosanthes* y *Centrosema*, respectivamente) (Figura 12). Aún cuando se acepta que la calidad nutritiva de las leguminosas tiende a mantenerse más o menos estable (Pachauri y Patil, 1981; Pezo, 1981), las muestras colectadas en esa fecha estaban constituidas mayormente por tallos, pues había una gran acumulación de material senescente.

4.3.2 Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS)

La DIVMS de la fitomasa en oferta fue afectada significativamente por los efectos simples de gramínea, leguminosa y ciclo y por las interacciones gramínea*leguminosa, gramínea*leguminosa*carga, leguminosa*ciclo y gramínea*leguminosa*ciclo (Cuadro 10A).

En el caso de la gramínea muestreada simulando pastoreo (Cuadro 10A), la DIVMS fue influenciada por los efectos simples de la leguminosa, la carga y el ciclo de pastoreo, así como por las interacciones gramínea*leguminosa, leguminosa*carga, gramínea*leguminosa*carga y gramínea*leguminosa*ciclo. En contraste, la digestibilidad de la leguminosa sólo estuvo afectada por el efecto de la especie de leguminosa sembrada, el ciclo de pastoreo y la interacción gramínea*ciclo.

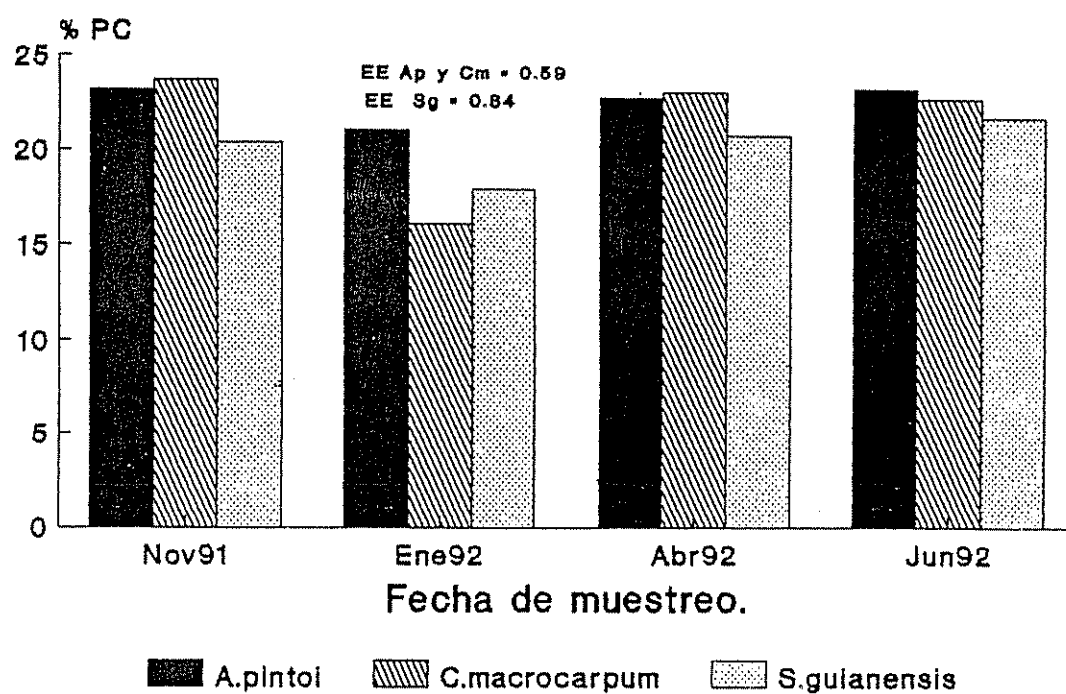


Figura 12. Dinámica del contenido de proteína cruda en las tres leguminosas estudiadas.

4.3.2.1 DIVMS del forraje en oferta

La DIVMS de la fitomasa en oferta fue más alta en las pasturas que contenían *B. humidicola* que en ellas con *B. brizantha*. Para ambos tipos de pastura, los valores promedio de DIVMS fueron de 55.7 y 51.9%, respectivamente. Los valores obtenidos para la *B. humidicola* cultivada en asociado (51.7 y 48.9 % de DIVMS para cargas alta y baja, respectivamente), superan a los reportados por Serrao *et al* (1990) para la misma gramínea en monocultivo. Estos resultados confirmarían el postulado de que las leguminosas que no poseen taninos mejoran la calidad del material en oferta, no solo en término protéicos, sino también en su aporte potencial de energía (Villaquirán y Lascano, 1986; CIAT, 1988 y Van Heurck, 1990).

En cuanto al efecto de la leguminosa sembrada sobre la DIVMS del forraje disponible (Cuadro 3), se observó que las pasturas asociadas con *Arachis pintoi* superaron ampliamente a las asociaciones con las otras dos leguminosas. La asociación *B. humidicola/Arachis* presentó mayor DIVMS (62.4%) cuando estuvo manejada con carga de 1.75 UA/ha que con 3.0 UA/ha (59.6%). En contraste, cuando la *B. brizantha* estuvo asociada con la misma leguminosa, la mayor digestibilidad se presentó con la carga alta (57.0%) que con la carga baja (54.2%). El valor más bajo de digestibilidad se presentó para la asociación *B. humidicola/C. macrocarpum* manejada con carga baja (45.7%); sin embargo, aparentemente este comportamiento atípico fue debido a la presencia de una alta proporción de

gamalote (*Paspalum fasciculatum*) como especie invasora. Estos resultados confirman que el gamalote posee un alto contenido de PC pero baja DIVMS (Rivera-Brenes et al, 1959).

Por otro lado, al analizar la interacción entre la asociación gramínea/leguminosa y el ciclo de pastoreo se observó que la mayoría de asociaciones mostraron el valor más bajo de DIVMS del forraje en oferta en el muestreo efectuado en el mes de enero (ciclo 3), la asociación *B. humidicola/ C. macrocarpum* lo manifestó en el mes de abril (ciclo 5) (Cuadro 4).

Cuadro 4. DIVMS del forraje en oferta en pasturas de *B. brizantha* (B.b) y *B. humidicola* (B.h.) asociadas con tres leguminosas durante los ciclos de pastoreo.

Pasturas	Ciclos de pastoreo.			
	1	3	5	7
	-----DIVMS-----			
B.b. + <i>A. pintoï</i>	53.4	55.1	55.6	58.3
B.b. + <i>C. macrocarpum</i>	53.0	44.8	52.5	51.3
B.b. + <i>S. guianensis</i>	51.9	47.8	50.3	49.3
B.h. + <i>A. pintoï</i>	62.7	59.21	60.4	61.7
B.h. + <i>C. macrocarpum</i>	50.8	50.7	45.1	50.3
B.h. + <i>S. guianensis</i>	57.4	48.8	57.1	63.5
Error estandar para la triple interacción =			1.36	

dicionalmente, los datos de DIVMS para la fitomasa total en oferta sugerirían que estas asociaciones poseen limitaciones energéticas importantes para la mayoría de categorías de bovinos. Esto sería un problema mayor en el caso de las asociaciones de *B. brizantha* con *C. macrocarpum* o *S. guianensis* y de *B. humidicola* con *C. macrocarpum*. Sin embargo, tal como se indicó para el caso de la PC, hay que tener cautela en el uso de estos datos, pues las muestras analizadas incluyen porciones de la planta o especies que no son consumidas por el animal en pastoreo.

4.3.2.2 DIVMS de las gramíneas sembradas

El análisis de varianza (Cuadro 10A) detectó significancia ($p < 0.0002$) para el efecto de la interacción gramínea*leguminosa*carga sobre la DIVMS de las gramíneas, prácticamente en todas las asociaciones los valores de digestibilidad de la gramínea muestreada simulando pastoreo fueron superiores al 60%, variando en un rango de 60.9 a 67.4%. Estos valores son relativamente altos para gramíneas tropicales (Norton, 1982; Minson, 1990). La única excepción a esta generalización, que puede haber influenciado la alta significancia de esta interacción, es el caso de la asociación *B. humidicola/C. macrocarpum*, manejada con carga baja, la cual mostró una DIVMS de apenas 47.7%. Pero, debe recordarse que en esas pasturas hubo una fuerte invasión de *P. fasciculatum*, el

cual ha sido reportado como especie de digestibilidad baja (Rivera-Brenes *et al*, 1959).

La digestibilidad fue en promedio superior en las pasturas con carga alta que en las manejadas con 1.75 UA/ha (64.6 vs. 61.0%, respectivamente). Este resultado era de esperar, pues Silvey y Jones (1990) habían observado una diferencia de 2 a 4 unidades en porciento de DIVMS, a favor de la carga alta. Además, se reconoce que cuando se utilizan cargas bajas se acumula una mayor proporción de material residual, el cual tiende a afectar la capacidad de rebrote de la pastura (Ibrahim, 1990), lo que resulta en una declinación progresiva de la fitomasa verde, conforme progresa el período de utilización de la pastura (Huamán, 1990a).

Cuando se analizó el efecto del ciclo de pastoreo sobre la digestibilidad de las gramíneas en las diferentes asociaciones bajo estudio (Figura 13), es evidente que la DIVMS fue superior en el muestreo de noviembre (66.9%), y menor en el de enero (58.8%). Una de las variables climáticas que pudo haber influenciado estas diferencias en digestibilidad y que mostró niveles contrastantes en esos meses, fue la precipitación, coincidiendo esos meses con las etapas de mayor y menor precipitación, respectivamente.

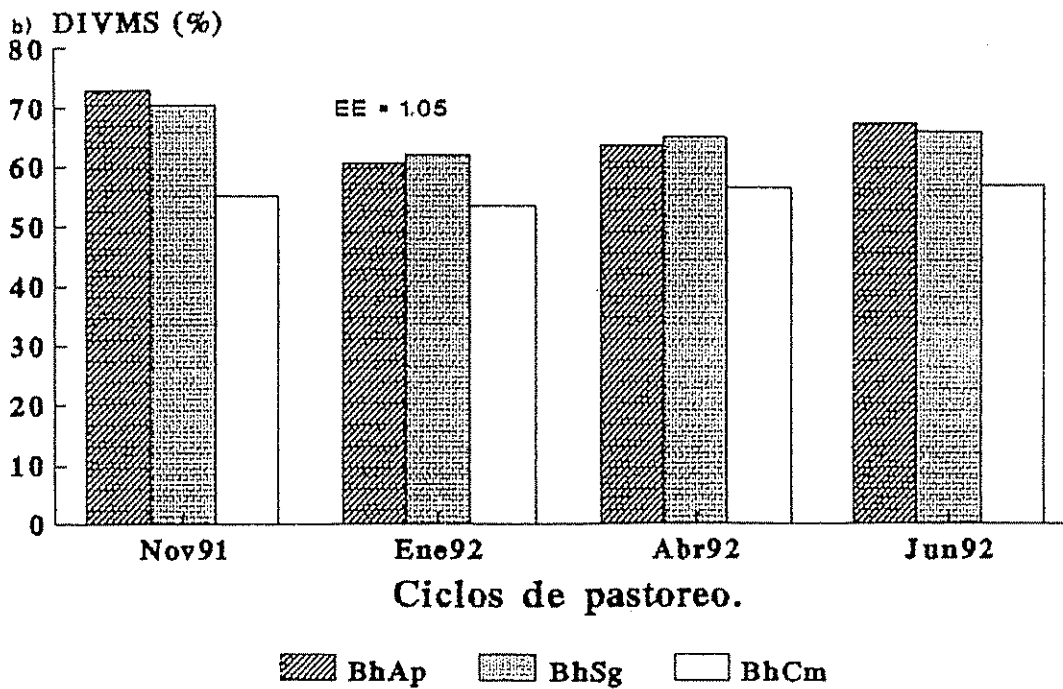
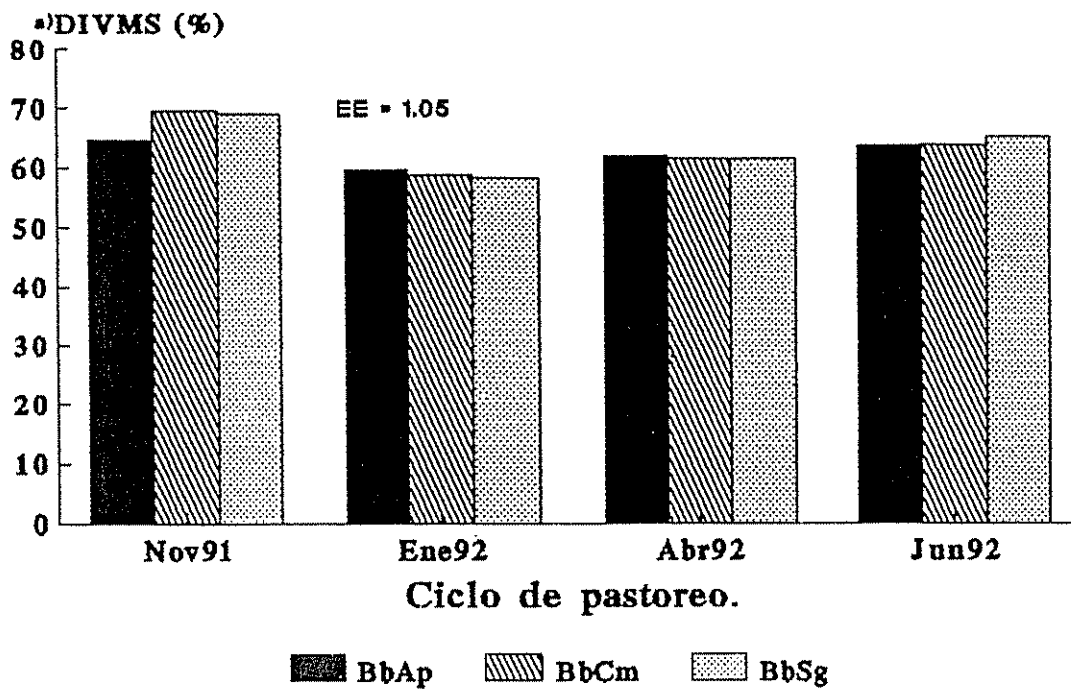


Figura 13 Dinámica de la DIVMS de *B.brizantha* (a) y *B.humidicola* (b) cuando estuvieron asociadas con tres leguminosas.

4.3.2.2 DIVMS de las leguminosas

Entre las leguminosas evaluadas, el *A. pintoi* mostró la mayor digestibilidad (65.5%), pero no se detectaron diferencias entre las otras dos leguminosas, las que promediaron 56.3 y 56.8% de DIVMS, para *C. macrocarpum* y *S. guianensis*, respectivamente (Cuadro 3).

La DIVMS también fue afectada por los ciclos de pastoreo, obteniéndose los valores más bajos de DIVMS en el muestreo efectuado en enero (Figura 14), lo cual es coincidente con lo observado para las gramíneas (Figura 13). En enero, mes en el que ocurrió la precipitación más baja, el *Stylosanthes* y *Centrosema* mostraron pocos rebrotes, por lo que la mayor parte del material cosechado estuvo formado por tallos maduros, los cuales se sabe poseen un menor valor nutritivo (McIvor, 1979; Gardener et al, 1982).

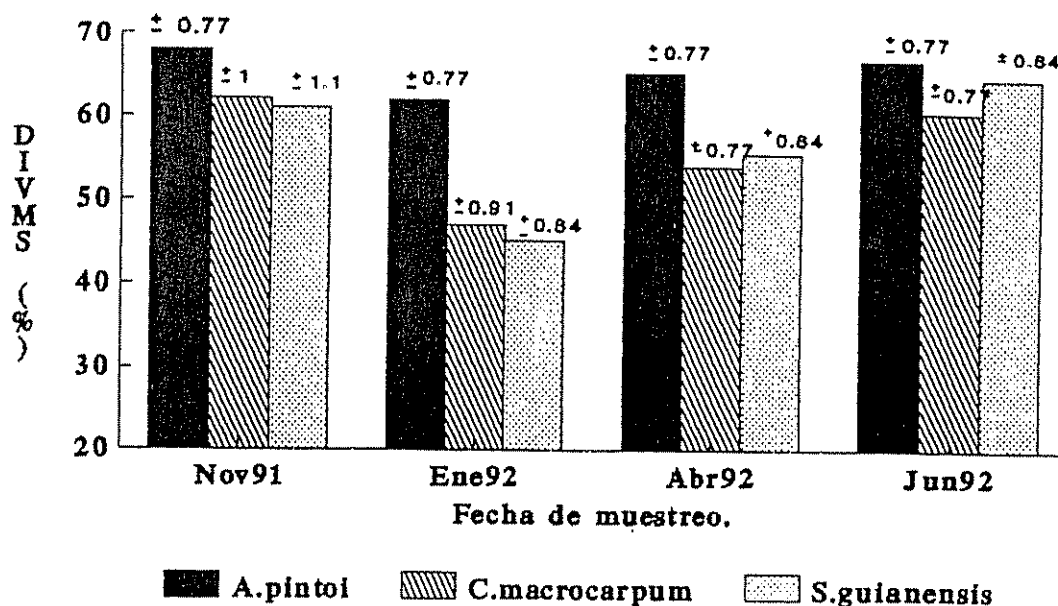


Figura 14. Dinámica de la DIVMS de las tres leguminosas estudiadas.
(Los números sobre las barras son del error estándar)

4.4 Selectividad

4.4.1 Composición botánica del forraje seleccionado.

4.4.1.1 Aporte de las gramíneas a la dieta

La proporción de gramíneas en la dieta seleccionada fue afectada significativamente por el efecto simple del tipo de pastura (asociación), carga animal y momento de uso (días de ocupación), por las interacciones dobles asociación*carga, asociación*ciclo, asociación*momento, carga*momento, ciclo*momento, así como por las interacciones triples de asociación*carga*momento y asociación*ciclo*momento (Cuadro 11A).

La gramínea sembrada fue el componente mayoritario de la dieta (67.6%) en aquellas asociaciones que incluían *B. brizantha*, mientras que en aquellas que incluían a la *B. humidicola*, esta gramínea representó solo el 44.8% del forraje seleccionado. Este mayor aporte a la dieta observado en el caso de la *B. brizantha* parece responder a la contribución de esta gramínea a la biomasa presente, antes que a una mayor preferencia relativa por esta gramínea. Por el contrario, los datos de la Figura 15, parecen sugerir que hay una mayor preferencia por *B. humidicola* que por *B. brizantha*, al menos cuando ambas están asociadas con el *A. pintoí*.

Se detectó una mayor proporción de gramínea en los tratamientos de carga baja, pero las diferencias debidas al efecto de carga animal fueron más evidentes en el asocio *B.*

humidicola/A. pintoi, que en el asocio de esta leguminosa con *B. brizantha*. Igualmente, las diferencias en selectividad de gramíneas debidas a la carga animal, tendieron a ampliarse en la medida que las pasturas fueron ocupadas por mayor tiempo, siendo esto nuevamente más evidente en la asociación *B. humidicola/A. pintoi* (Figura 16).

La proporción de gramínea sembrada que aparece en la extrusa fue mayor cuando los animales pastorearon las asociaciones que incluían *B. brizantha* (67.6%) en comparación a lo observado en la *B. humidicola* (44.7%), lo cual estuvo relacionado con las proporciones de estas gramíneas en las pasturas.

4.4.1.2 Aporte de la leguminosa a la dieta

El aporte porcentual de las leguminosas a la dieta fue afectado significativamente por los efectos simples de asociación ($p < 0.0008$), carga ($p < 0.0026$) y ciclo ($p < 0.0295$), y por las interacciones asociación*ciclo ($p < 0.0004$) y ciclo*momento ($p < 0.0001$).

Con respecto a la presencia de leguminosas en la extrusa, cuando las pasturas se manejaron con carga alta, el *A. pintoi* registró una mayor proporción en la dieta seleccionada (38.3%) que en las pasturas manejadas con carga baja (28.0%). Estos resultados coinciden con lo presentado en la Figura 3, respecto al aporte del *A. pintoi* a la biomasa en oferta.

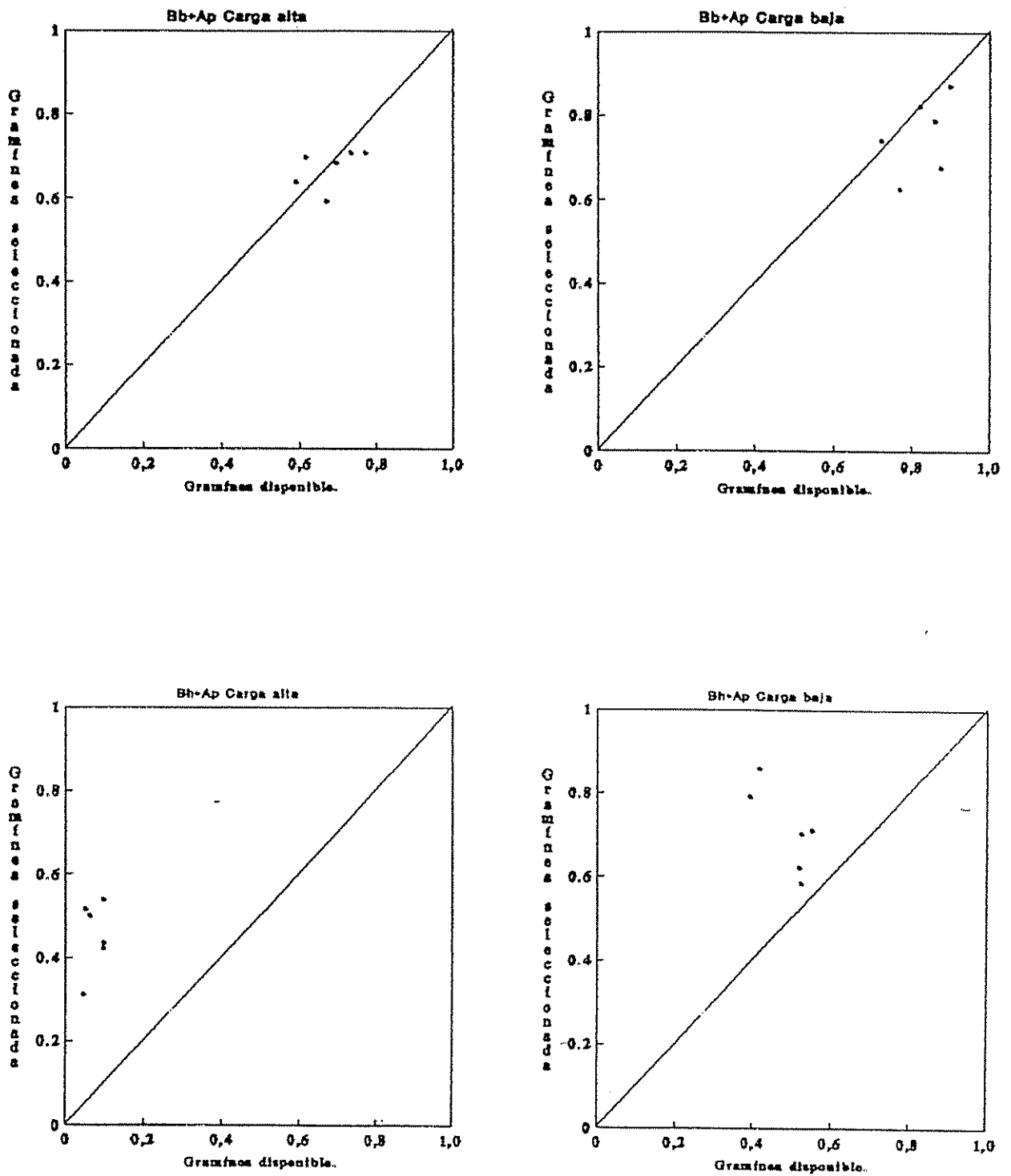


Figura 15. Selectividad en *B. brizantha* (Bb) y *B. humidicola* (Bh) asociada con *A. pintoi* (Ap) manejadas bajo dos cargas.

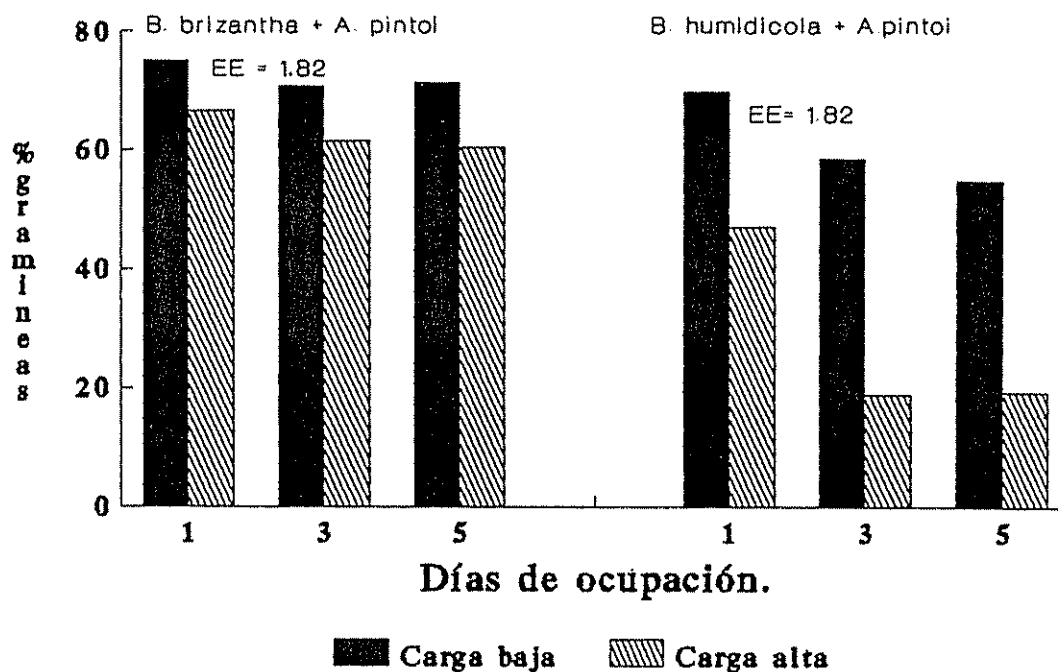


Figura 16. Efecto del tipo de pastura, la carga animal y el largo de periodo de ocupación sobre la proporción de gramíneas en el forraje seleccionado.

Por otro lado, se detectó un mayor aporte del *A. pintoi* a la dieta seleccionada cuando estuvo asociado al *B. humidicola* (40.2%) que al *B. brizantha* (26.1%). Esto no puede interpretarse como una mayor preferencia del *A. pintoi* con respecto al *B. humidicola*, sino que en esa asociación el *A. pintoi* hizo una mayor contribución porcentual a la biomasa en oferta que cuando estuvo asociado con *B. brizantha* (Figura 3).

Lo que sí queda claro en el presente estudio es que el *A. pintoi* es una leguminosa de buena aceptabilidad por el ganado, pues en la Figura 17 se evidencia que casi en todas las evaluaciones efectuadas los animales tendieron a seleccionar a favor del *A. pintoi*. Estos datos colocan a esta especie como equivalente a la *C. macrocarpum* (Lascano et al, 1986) y muy superior al *D. ovalifolium* (Lascano et al, 1991) en cuanto a su aceptabilidad por el ganado.

Una excepción al patrón de selectividad a favor de *A. pintoi* descrito anteriormente, es el caso del asocio con *B. humidicola*, cuando la gramínea representó más del 70% de la biomasa en oferta (Figura 17). En ese caso, aparentemente los animales seleccionaron en contra del *A. pintoi*, lo cual puede atribuirse a la dificultad de aprehensión de esta leguminosa, por el hábito de crecimiento que manifiesta cuando crece con muy poca competencia.

Con respecto a la interacción asociación*ciclo, en las pasturas de *B. humidicola/A. pintoi* se observó que el aporte de la leguminosa a la dieta tendió a declinar a medida que progresaron los ciclos de pastoreo; en contraste, en la

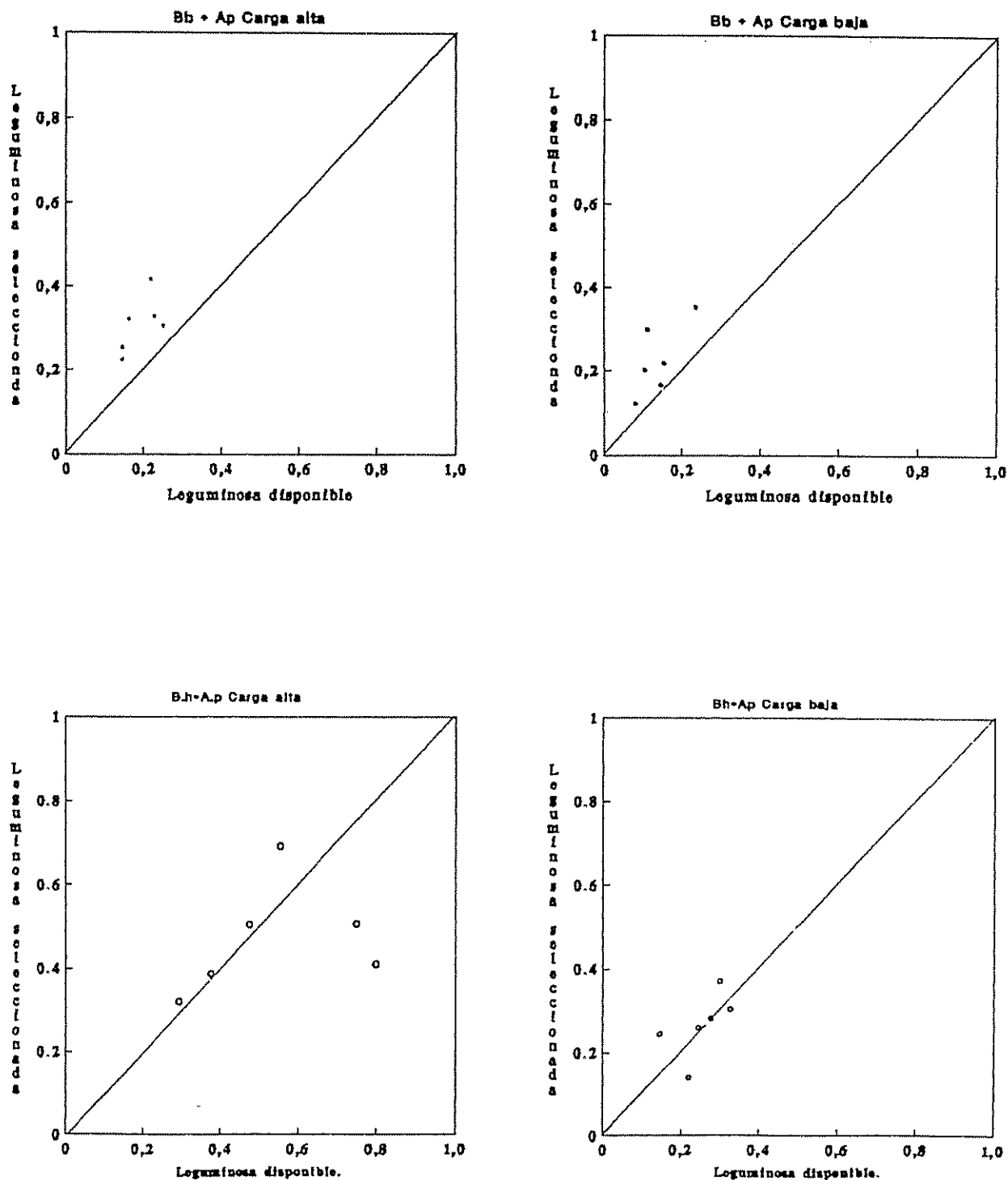


Figura 17. Selectividad del *A. pintoi* (Ap) cuando estuvo asociado con *B. brizantha* (Bb) y fue manejado con dos carga.

asociación con *B. brizantha* se observó la tendencia opuesta (Cuadro 5). Estos resultados son coincidentes con las tendencias observadas para la contribución porcentual de esa leguminosa a la biomasa en oferta (Figura 3).

Cuadro 5. Efecto de la asociación y el ciclo de pastoreo sobre la proporción de leguminosas en la dieta

Asociaciones	Ciclos de pastoreo.		
	3	5	7
	----- % leguminosa -----		
Bb + Ap	20.4	28.6	29.4
Bh + Ap	47.2	43.3	30.2

Error estandar para la interacción = 1,8			

En cuanto a la interacción días de ocupación * ciclo, (Figura 18) en la mayoría de ciclos el *A. pintoï* hizo su menor aporte a la dieta el día que ingresaron los animales al potrero, excepto en el muestreo efectuado en el mes de abril (Ciclo 5), donde la leguminosa se mostró en mayor proporción durante el primer día que en los días subsiguientes.

El que la proporción de *A. pintoï* en la dieta se incremente con los días de permanencia en potrero, se podría interpretar como que en la pastura existen otros componentes de mayor preferencia relativa, lo cual no parece ser cierto para la asociación con *B. brizantha*, dados los datos obtenidos para selectividad en esa gramínea (Figura 15). En cambio, si se considera el hábito de crecimiento rastrero del *A. pintoï*, es válido proponer que al menos para la asociación *B.*

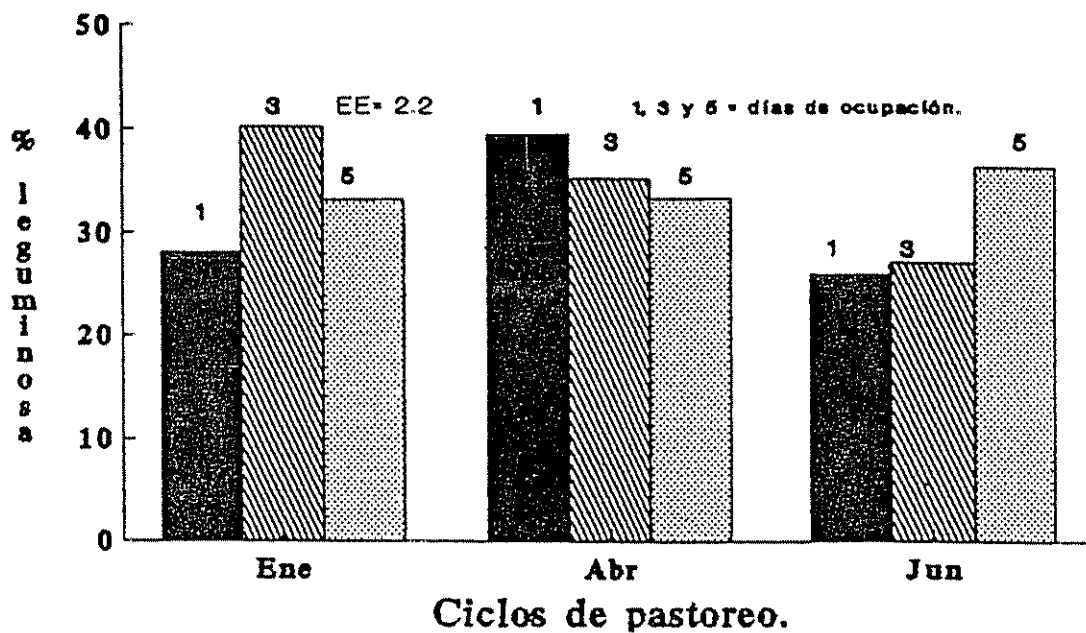


Figura 18. Dinámica en la proporción de leguminosas en la dieta, en pasturas de *B.brizantha* y *B.humidicola* asociadas con *A.pintoi* a través de los días de ocupación y ciclos de pastoreo.

brizantha/A. pintoï, durante los primeros días de ocupación, dada la morfología semi-erecta de la gramínea y su alta contribución a la biomasa en oferta, la defoliación de la leguminosa se vió limitada por el acceso que a ella tuvieron los animales en pastoreo.

4.4.1.3 Proporción de pasto natural en la dieta

En contraste a lo observado para la leguminosa, el porcentaje de pasto natural en la extrusa fue afectado por todas las variables estudiadas y por sus interacciones (Cuadro 11A).

Es importante señalar que el porcentaje de pasto natural detectado en las muestras de extrusa fue menor a lo que había disponible en las pasturas, lo que significa que los animales seleccionaron en contra de las especies que conforman el complejo de pasto natural, y de manera particular el gamalote (*P. fasciculatum*), especie de gramínea invasora predominante en el área de estudio, la misma que ha sido identificada como poco consumida por el ganado (Rivera-Brenes *et al*, 1959; Ibrahim, 1990).

Sólo en las pasturas de *B. humidicola/A. pintoï* manejadas con carga alta se observó una proporción importante de gamalote en la dieta seleccionada y que este aporte tendió a incrementarse linealmente con los ciclos de pastoreo. (Figura 19). Esto es explicable, pues la contribución del

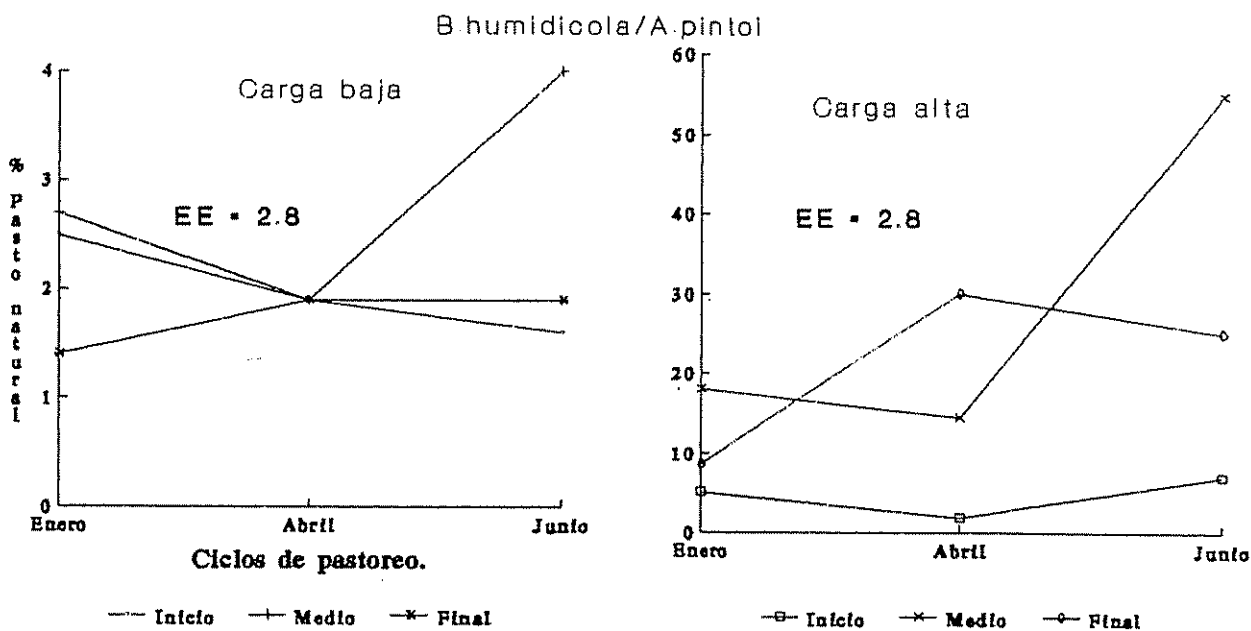
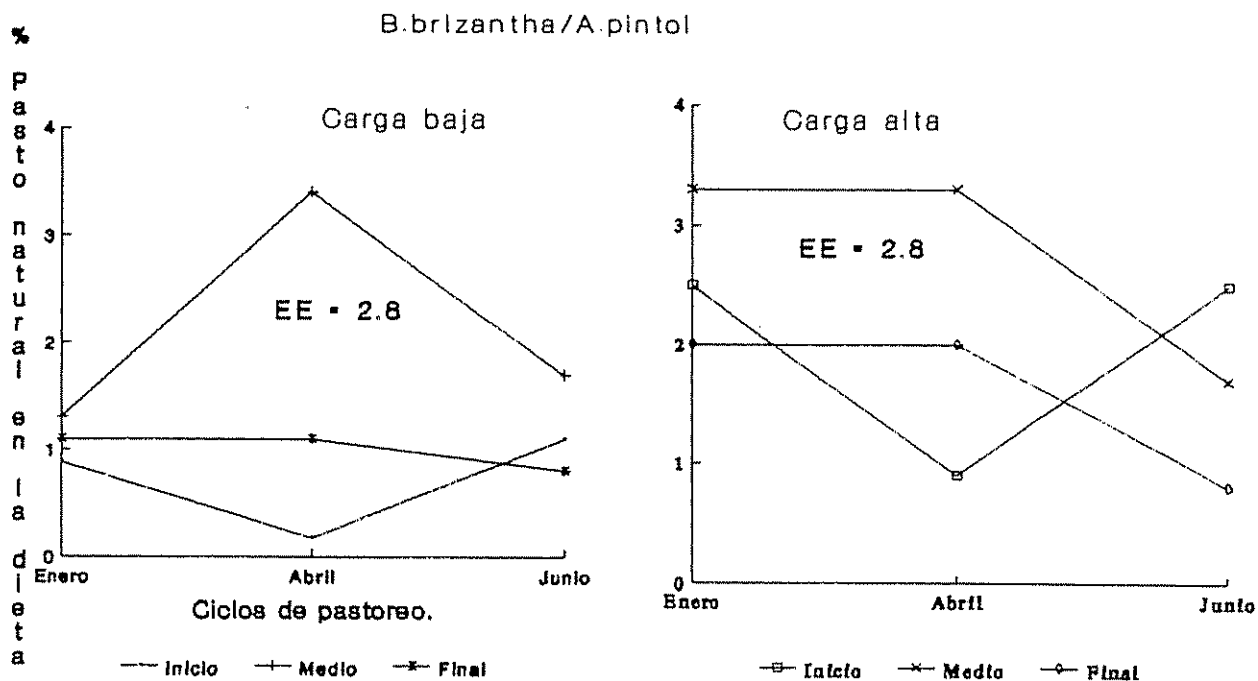


Figura 19. Dinámica de la proporción de pasto natural en la dieta de animales que pastorearon asociaciones de B.brizantha y B. humidicola con A.pintol, manejado bajo dos cargas.

P. fasciculatum a la biomasa en oferta en esas pasturas, también aumentó con el tiempo.

El que las especies identificadas como pasto natural no sean forrajes muy apetecidos por los animales se confirma al analizar las variaciones en el aporte de este componente a la dieta en función del tiempo. Su contribución durante el primer día de ocupación fue muy bajo (Figura 19) para luego incrementarse en el tercer día y volver a descender al final del período de ocupación. Este último comportamiento puede atribuirse al alto contenido de tallos en el gamalote remanente y a la mayor facilidad de acceso del *Arachis* en ese momento.

4.4.1.4 Proporción de material inerte en la dieta

La proporción de material inerte en la dieta fue afectado significativamente por la carga animal ($p < 0.0130$), los días de ocupación ($p < 0.0001$) y por la interacción días de ocupación*ciclo de pastoreo ($p < 0.0016$).

En todos los tratamientos, el aporte del material inerte a la dieta fue bastante bajo (<10%) (Figura 20), y menor que la proporción de este componente en el forraje en oferta, lo que confirma que los animales seleccionan en su contra (Minson, 1983). En la Figura 21 se muestra que hubo una mayor proporción de material inerte en la extrusa de los animales que pastoreaban los potreros manejados con la carga de 3.0 UA/ha (5.5 y 3.4% para las cargas alta y baja,

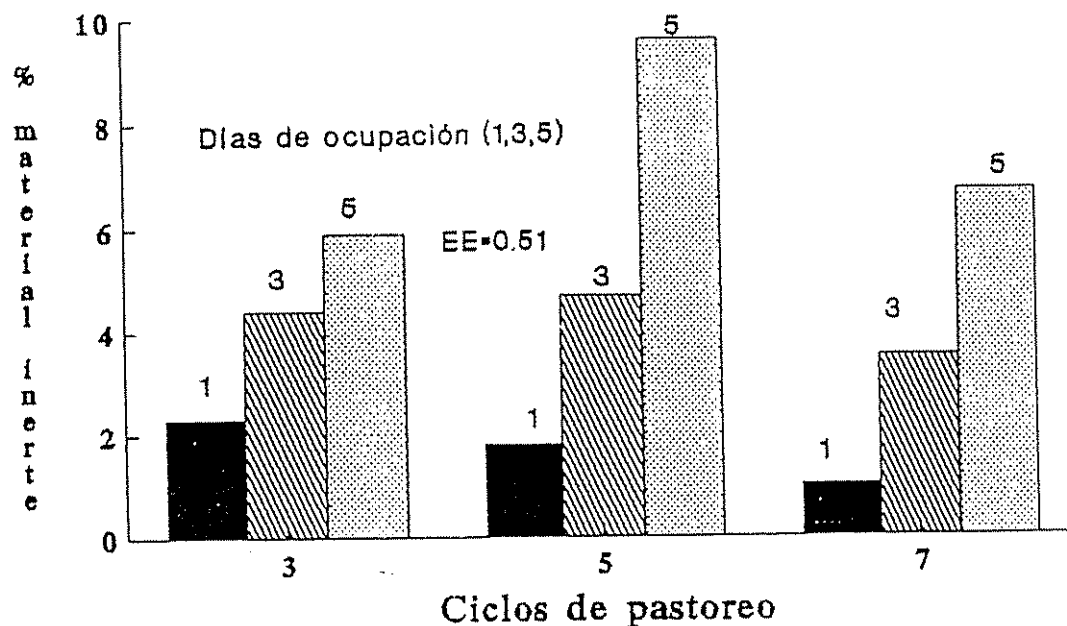


Figura 20. Procentaje de material inerte en la dieta, en tres momentos (1, 3 y 5 días de ocupación) durante tres ciclos de pastoreo.

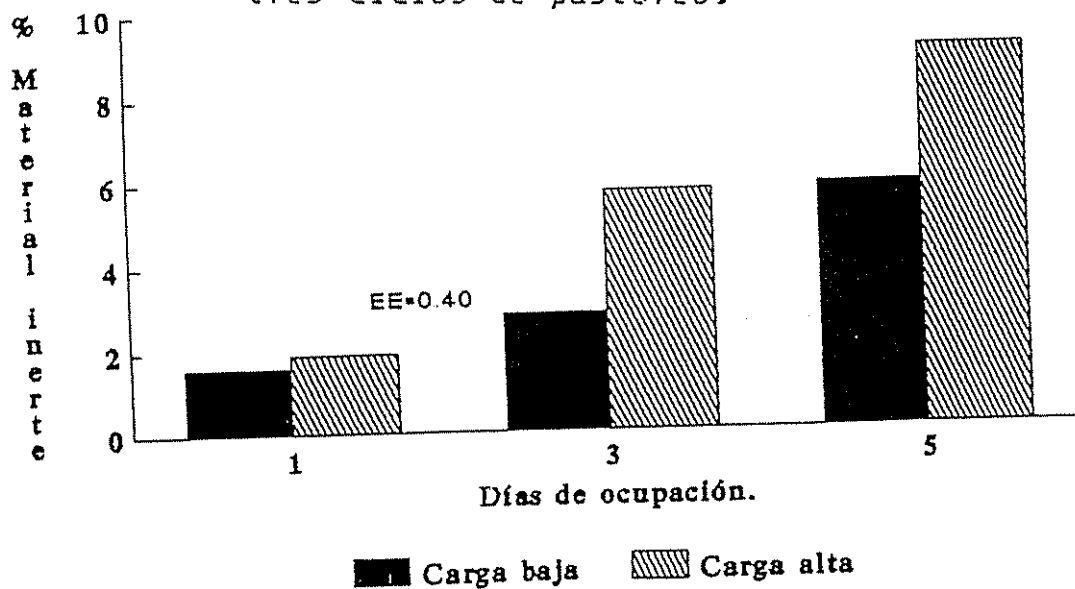


Figura 21. Efecto de la carga animal en la proporción de material inerte en la dieta durante tres días de ocupación.

respectivamente), lo cual era de esperar, pues bajo esas condiciones los animales se ven forzados a cosechar estratos más bajos de la pastura, donde existe una mayor proporción de material inerte (Avendaño *et al*, 1986).

El aporte del material inerte a la dieta seleccionada por los animales en pastoreo tendió a incrementarse con el largo del período de ocupación (Figura 20), alcanzándose el máximo incremento en el muestreo efectuado en abril (Ciclo 5). Es evidente que a medida progresa el período de ocupación, disminuye la disponibilidad del forraje en oferta, lo que reduce la oportunidad de selección y fuerza al animal a cosechar los estratos más bajos de la pastura.

4.4.1.5 Relación hoja/tallo en el material seleccionado

La contribución porcentual de las hojas de la gramínea sembrada a la dieta seleccionada fue afectada por los efectos simples de todas las variables bajo estudio y por las interacciones dobles de asociación con las otras variables, la interacción carga por días de ocupación y ciclo*días de ocupación. Por su parte, la selectividad de hojas de leguminosa se vio influenciada por la asociación, la carga animal, el ciclo de pastoreo y las interacciones carga*ciclo y días de ocupación por ciclo (Cuadro 12A).

Los animales seleccionaron una mayor proporción de hojas de gramíneas en las asociaciones que incluían *B. brizantha* y cuando las pasturas se manejaron con carga baja. Los

porcentajes de hojas de gramínea observados para la asociación *B. brizantha/A. pintoï* manejados con carga baja y alta fueron de 62.9 y 51.3%, respectivamente. En cambio, los valores correspondientes para la asociación *B. humidicola/A. pintoï* fueron 54.6 y 25.4 %.

Las hojas fueron la porción de la gramínea defoliada preferentemente, pero su aporte tendió a declinar con el largo del período de ocupación, siendo esta disminución más marcada en la asociación *B. brizantha/A. pintoï* (Cuadro 6). La tendencia opuesta fue observada para la fracción de tallos. Este aspecto es entendible, pues las hojas son las fracciones más nutritivas y suaves de estas gramíneas (Minson, 1983; Vallejos, 1988; Giraldo, 1991).

En el caso de la leguminosa, prácticamente los animales sólo consumieron hojas, pues el aporte máximo de los tallos fue de apenas el 5.5% del total de leguminosa seleccionada. Esto es entendible, dada la morfología del *A. pintoï*, lo cual dificulta la oportunidad de cosecha de sus tallos por bovinos en pastoreo.

En lo que respecta a la proporción de hojas y tallos de pasto natural encontrados en el forraje seleccionado por los animales en pastoreo (Cuadro 7), se confirma que su aporte a la dieta fue mínimo. En el pasto natural también se detectó selectividad a favor de las hojas y su aporte fue mayor en el caso de la asociación *B. humidicola/A. pintoï*, donde el *P. fasciculatum* había sustituido a las especies sembradas.

Cuadro 6. Proporción de hojas y tallos de gramíneas y leguminosas en el forraje seleccionado por bovinos en pastoreo.

Pasturas	Ocupación (días)	Gramíneas		Leguminosa	
		Hoja	Tallo	Hojas	Tallos
		----- %		-----	
<i>B.briz/Arachis</i>	1	91.8	8.2	197.5	2.5
	3	83.5	16.5	98.5	1.5
	5	78.0	22.0	96.7	3.3
<i>B.hum/Arachis</i>	1	94.4	5.6	96.5	3.5
	3	89.1	10.8	94.2	5.8
	5	81.4	18.5	94.5	5.5
Error estandar ¹		1.29	0.58	1.78	0.33

1 = error estandar para las medias de la interacción
pastura*días de ocupación

Cuadro 7. Proporción de hojas y tallos de pasto natural en el forraje seleccionado por los animales en pastoreo, en función del tipo de pastura y largo del período de ocupación.

Pasturas	Componentes	Días de ocupación.		
		1	3	5
		---- % pasto natural en la dieta----		
Bb + Ap	hojas	1.23(1.3)	2.4(2.3)	1.33(1.5)
	tallos	0.10(0.3)	0.01(0.1)	0.03(0.1)
Bh + Ap	hojas	12.6(15.2)	3.0(3.11)	6.2(7.7)
	tallos	3.4(5.6)	0.28(0.8)	5.3(7.6)

() = Desviación estándar de las medias.

4.4.2 Calidad nutritiva de la dieta

4.4.2.1 Contenido de proteína cruda

El contenido de proteína cruda (%PC) de la dieta colectada por los animales en pastoreo fue afectado por la asociación ($p < 0.0064$), la carga animal ($p < 0.0086$) y la interacción asociación*ciclo ($p < 0.0161$).

El contenido de PC de la dieta fue mayor (14.4%) cuando los animales pastorearon la asociación *B. humidicola/A. pintoii* que en la de *B. brizantha/A. pintoii* (11.8%). Los valores más altos de PC en esta última asociación se presentaron en el mes de junio, mientras que en la de *B. humidicola/A. pintoii* en ese ciclo se presentaron los menores valores de PC (Figura 22). Debe recordarse que fue en la asociación *B. humidicola/A. pintoii* donde se observó una mayor proporción de leguminosa (Cuadro 4), lo cual explica el mayor contenido de PC en la dieta seleccionada por los animales en pastoreo.

Por otro lado, también se detectaron diferencias entre cargas, obteniéndose el mayor contenido de PC (14.3%) cuando se manejaron las pasturas con carga alta que con carga baja (11.9%) (Figura 23). Este resultado también era esperado, pues cuando la intensidad de defoliación es mayor (carga alta), el forraje que encuentran los animales que pastorean está constituido por una mayor proporción de brotes nuevos, los cuales son de mayor calidad nutritiva (Pezo et al, 1992).

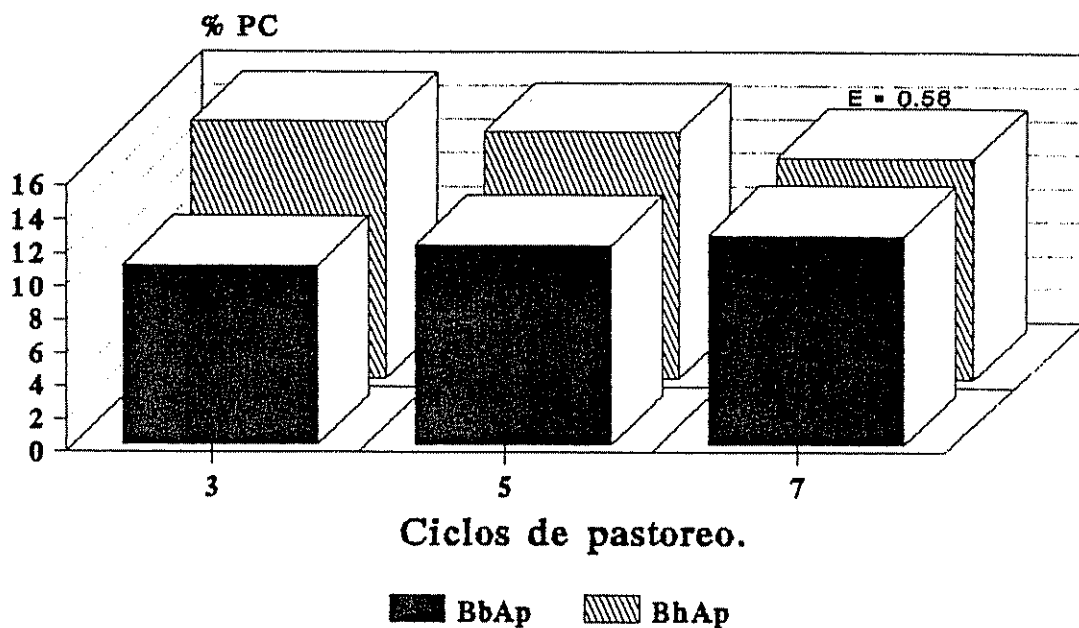


Figura 22. Dinámica del contenido de proteína cruda (PC) de la dieta seleccionada en pasturas de *B. brizantha* y *B. humidicola* asociadas con *A. pintoi*.

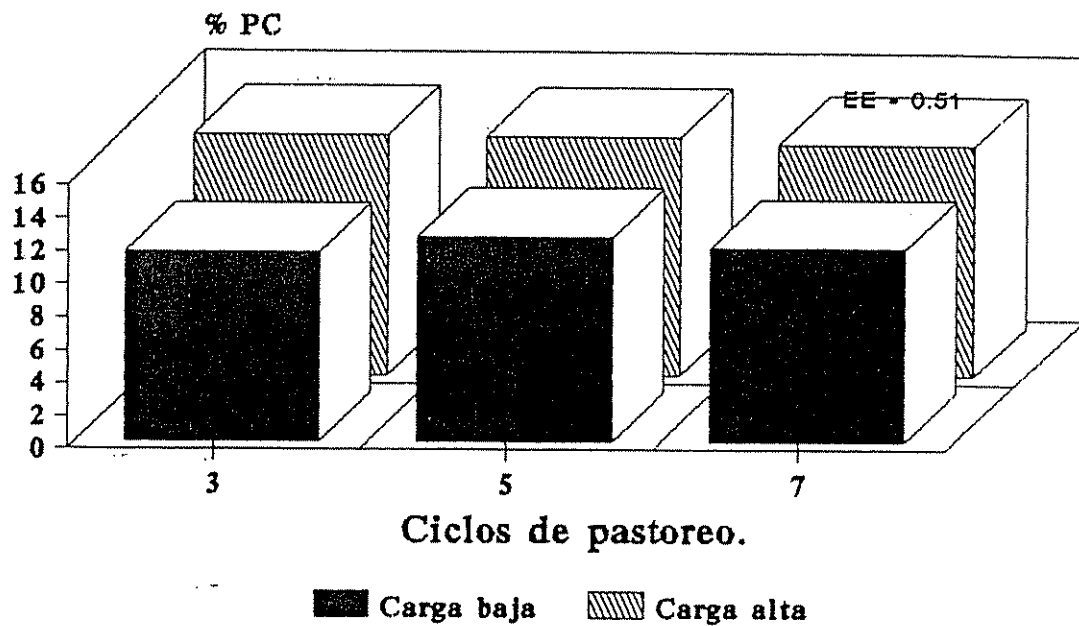


Figura 23 Efecto de la carga animal y el ciclo de pastoreo sobre el contenido de proteína cruda (PC) de la dieta seleccionada, en las pasturas de *B. brizantha* y *B. humidicola* asociadas con *A. pintoi*.

4.4.2.2 Digestibilidad *in vitro* de la materia seca

La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) de la dieta fue afectada significativamente por la carga animal ($p < 0.0284$), el ciclo ($p < 0.0148$) y los días de ocupación ($p < 0.0001$), así como por las interacciones asociación*carga ($p < 0.0270$), carga*ciclo ($p < 0.0065$), días de ocupación * ciclo ($p < 0.0002$) y asociación * carga * días de ocupación ($p < 0.0014$).

El efecto de la carga sobre la DIVMS fue opuesto al observado para PC, pues el valor obtenido para carga baja (61.9%) fue superior al de carga alta (59.6%); sin embargo, es irrelevante esta diferencia en términos prácticos. Por otro lado, al igual que lo observado para las muestras obtenidas simulando pastoreo, la digestibilidad de la dieta fue menor en el muestreo de enero (Ciclo 3), mes que correspondió a un período seco en la zona donde se desarrolló el estudio y se conoce que déficits de agua tienden a desfavorecer la digestibilidad del forraje (Wilson, 1982).

El efecto del día de ocupación sobre la DIVMS resultó tal como se esperaba, es decir una mayor digestibilidad (65.2%) el día en que los animales ingresaron al potrero, para luego declinar a 58.8 y 58.4%, en los días tercero y quinto del período de ocupación (Figura 24), independientemente de la carga animal (Cuadro 8). Es lógico que esto ocurra porque al inicio del pastoreo los animales tienen la oportunidad de

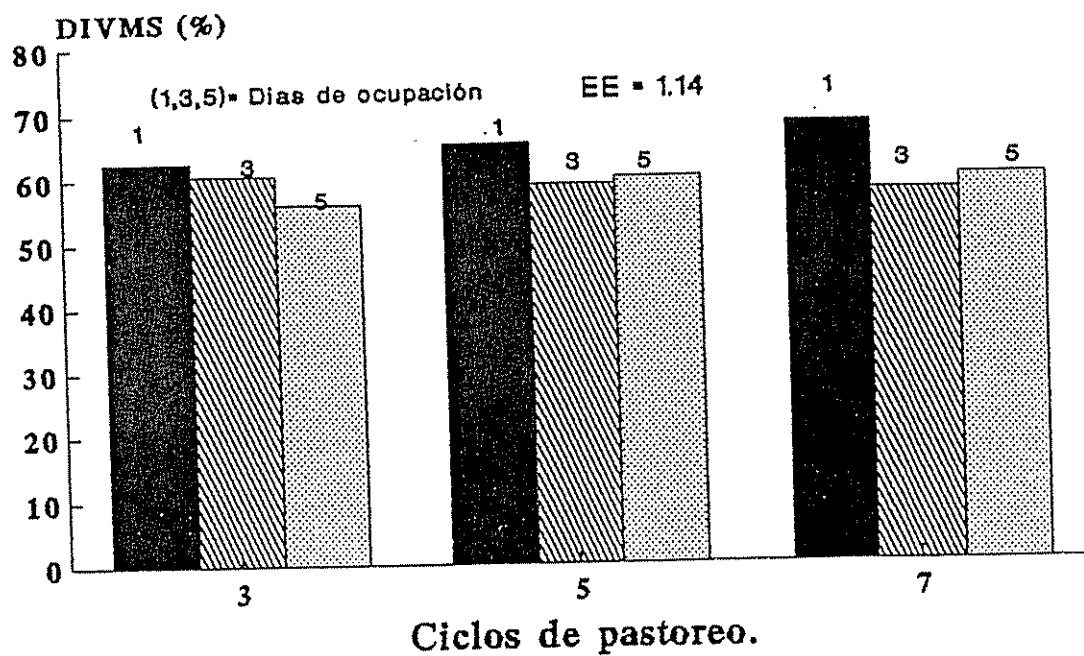


Figura 24. Dinámica de la digestibilidad *in vitro* de la dieta seleccionada durante los días de ocupación (1, 3 y 5) a través de los ciclos de pastoreo.

seleccionar las porciones de la planta y los componentes de la pastura que resultan más nutritivos, mientras que al avanzar el período de ocupación y reducirse la disponibilidad de fitomasa, se ve limitada esa habilidad selectiva que poseen los herbívoros (Arnold, 1981); e incluso se ha visto que en las etapas tardías del período de ocupación hubo un mayor aporte a la dieta de fracciones menos digeribles, como son los tallos y el material inerte (Giraldo, 1991).

Aunque se ha indicado diferencia en la interacción carga por ciclo, los datos del Cuadro 9 revelan similitud entre las cargas durante los ciclos evaluados, variando entre 59.3 y 61.6, excepto en el mes de junio (ciclo 7) donde se observó mayor DIVMS (64.2) en la carga baja.

Cuadro 8. Dinámica de la DIVMS de la dieta seleccionada en asociaciones manejadas bajo dos cargas animales a través de los días de ocupación.

Asociaciones	Cargas (UA/ha)	Días de ocupación.		
		1	3	5
		----- DIVMS -----		
<i>B. brizantha/A. pintoí</i>	1.75	66.1	58.4	58.4
<i>B. brizantha/A. pintoí</i>	3.0	64.1	59.7	59.2
<i>B. humidicola/A. pintoí</i>	1.75	65.4	61.8	61.5
<i>B. humidicola/A. pintoí</i>	3.0	65.2	55.4	54.4

Error estandar de la triple interacción = 0.95

Cuadro 9. Efecto de la carga animal sobre la DIVMS de la dieta seleccionada a través de los ciclos de evaluación.

Ciclos de pastoreo	Carga animal (UA/ha).	
	1.75	3.0
	----- DIVMS -----	
3 (Enero)	60.0	59.3
5 (Abril)	61.6	60.7
7 (Junio)	64.2	59.0

Error estandar para la interacción = 0.55

4.5 Discusión General

Mucho factores interactúan para determinar la persistencia de los componentes de una pastura, de manera que los cambios que se observan en la composición botánica entre y dentro de años reflejan el producto de esas interacciones (McIvor, 1985). El presente estudio es parte de un estudio a más largo plazo (Ibrahim et al, 1992), de manera que muchos de los resultados de las evaluaciones iniciales (muestreo de noviembre de 1991) ya son consecuencia de la aplicación de los tratamientos en etapas previas e incluso resultados posteriores pueden haber sido influenciado por el manejo en etapas anteriores.

De hecho, al inicio del presente estudio ya habían leguminosas (*C. macrocarpum* y *S. guianensis*) que habían perdido lugar en las asociaciones, por lo que las evaluaciones

de selectividad sólo se efectuaron en las asociaciones que incluían *A. pintoi*, la leguminosa que en el presente trabajo ha confirmado su potencialidad para persistir en el Trópico Húmedo de Costa Rica, en asocio con *B. brizantha* o *B. humidicola*, manejadas con cargas tan altas como 3.0 UA/ha, la cual es más del doble de la carga detectada como promedio para esa región (Morales, 1992).

Entre las gramíneas evaluadas, la *B. brizantha* ha sido la especie con resultados más promisorios, pues dados su potencial de crecimiento y su habilidad competitiva, le ha sido posible prevenir la penetración de especies invasoras, incluyendo el *P. fasciculatum*, el cual se sabe es una gramínea muy agresiva en este ecosistema, pues incluso fue la especie dominante en el área donde se estableció este experimento (M. Ibrahim, comunicación personal). Estos resultados confirman el potencial detectado para la *B. brizantha* en este ecosistema (Romero *et al*, 1988; Vallejos *et al*, 1989; Giraldo, 1991)

En varios estudios sobre pasturas asociadas en el trópico latinoamericano se ha observado que las pasturas asociadas prosperan los primeros dos ó tres años, pero luego declina su potencial productivo, tiende a desaparecer la leguminosa y se presenta una fuerte invasión de malezas (Reategui *et al*, 1990; Lascano *et al*, 1991).

En el presente estudio se obtuvieron resultados similares para las asociaciones de *B. humidicola* con *C. macrocarpum* y *A. pintoi*, en las que se redujo considerablemente la proporción de la gramínea y del *Centrosema*, conduciendo a la degradación

de la pastura. Este comportamiento puede atribuirse a la menor habilidad competitiva de la *B. humidicola*, lo cual estuvo acompañado de la alta apetecibilidad de esta especie, tal como se ha demostrado en el presente estudio (Figura 16). Todo eso contribuyó a que la *B. humidicola* estuviera en desventaja para competir con las gramíneas nativas (Maldonado y Velásquez, 1990).

Por otra parte cuando la asociación *B. humidicola/A. pintoi* se manejó con carga alta, la leguminosa tendió a dominar, pero más tarde fue reemplazada drásticamente por el *Paspalum fasciculatum*, especie de reconocida agresividad bajo condiciones del trópico húmedo (Brenes-Rivera *et al.*, 1959).

Cuando la *B. humidicola* estuvo asociada con *S. guianensis*, la primera mostró un alto potencial productivo y no permitió la penetración masiva de malezas, no obstante que el aporte de la leguminosa fue muy bajo. De manera similar, en los asociados de *B. brizantha* con *S. guianensis* y *C. macrocarpum* prácticamente desaparecieron las leguminosas, pero la gramínea se mantuvo vigorosa, aunque en las últimas etapas dió ciertas indicaciones de deficiencia de nitrógeno. Es probable que el comportamiento habría sido otro en suelos de menor fertilidad que aquellos donde se condujo el experimento. El *S. guianensis* fue más persistente con *B. humidicola* que con *B. brizantha*, posiblemente porque la primera es menos agresiva (Brolmann, 1986).

Roberts (1979) ha propuesto que peligra la estabilidad de las asociaciones cuando la proporción de leguminosas es menor

a 20%. Con base en esto, prácticamente las únicas asociaciones que podrían calificarse como estables serían aquellas que incluían *A. pintoï*; sin embargo, habría que tener cuidado con esa afirmación, pues la asociación *B. humidicola/A. pintoï* mantuvo más de un 20% de leguminosa, es claro que la presencia del *A. pintoï* tendió a declinar fuertemente (Figura 3b) a lo largo del presente estudio, siendo reemplazado por el pasto natural (Figura 4). La persistencia es un requerimiento esencial para las especies que conforman las llamadas pasturas permanentes. Los resultados obtenidos en el presente estudio para el comportamiento del *C. macrocarpum* y del *S. guianensis* pueden explicarse en la poca capacidad que manifiestan estas especies para autoregenerarse en este ecosistema. En promedio, la longevidad de las plantas individuales de ambas fue de 12 a 15 meses cuando estuvieron asociadas con *B. humidicola* y de apenas 6 a 8 meses en el asociócio con *B. brizantha*. Esta situación se agrava en el caso del *C. macrocarpum*, pues esta especie produce muy pocas semillas bajo el manejo y las condiciones ambientales de la Zona Atlántica de Costa Rica (Ibrahim *et al*, 1992), lo cual limita el desarrollo de bancos de semilla y el reclutamiento potencial de nuevas plántulas, el cual es un mecanismo de persistencia de las especies perennes (Thomas *et al*, 1986).

En contraste, la longevidad de una planta de *A. pintoï* es superior a 24 meses (Ibrahim, *et al.*, 1992); pero además, esta leguminosa goza de otros atributos que le dan ventaja para la

persistencia, como son: su crecimiento estolonífero que le permite prevenir el daño a sus yemas por acción de los animales en pastoreo, su gran desarrollo radicular en cada nudo de los estolones y la habilidad para producir semillas subterráneas (Hurtado, 1988).

La defoliación que ejercen los animales y su interacción con el hábito de crecimiento son factores claves en la persistencia de las leguminosas. Thomas *et al* (1986) consideraron que las pérdidas de población en plantaciones de *C. macrocarpum*, *Galactia striata* y *S. guianensis* del tipo "tardío" estuvieron relacionadas con el hábito de crecimiento de esas especies. *G. striata* y *C. macrocarpum* tienen tallo voluble, con brotes fácilmente accesibles a la defoliación ejercida por los animales en pastoreo y el *S. guianensis* del tipo "tardío" presenta rebrotes erectos que se ramifican a partir del tallo principal, lo que los hace también vulnerables al pastoreo. Existen nuevas accesiones de *C. macrocarpum* e híbridos de ésta con *C. pubescens* que muestran habilidad de enraizamiento en los nudos de los estolones, lo que podría ayudar a reducir su susceptibilidad al pastoreo (Thomas *et al*, 1986).

La intensidad de defoliación, expresada como carga animal, es reconocida como el factor de manejo más poderoso por sus efectos sobre la productividad y persistencia de los componentes de la pastura (Pezo *et al*, 1992). En el presente estudio, con la carga alta (3.0 UA/ha) se redujo la disponibilidad de la fitomasa total en oferta y de la

gramínea, pero se favoreció la disponibilidad del *Arachis pintoí* (Figura 8), al reducirse la competencia ejercida por la gramínea. En contraste, en las pasturas de *B. humidicola*/*S. guianensis*, la leguminosa se vió favorecida por la carga baja (Figura 3b). Este último es el patrón de respuesta más frecuentemente observado en asociaciones gramínea/leguminosa (Santana *et al*, 1990).

En cuanto a los datos de calidad nutritiva, es importante anotar las diferencias detectadas entre las muestras colectadas utilizando diferentes procedimientos (cosecha de la fitomasa total en oferta, cosecha simulando pastoreo y uso de animales fistulados al esófago). En las Figuras 25 y 26 se ilustran esas comparaciones para las asociaciones con *A. pintoí*, en las que se aplicaron los tres procedimientos de muestreo.

De estas comparaciones queda claro que el muestreo de la biomasa total en oferta tendió a subestimar el contenido de proteína cruda de la dieta; en cambio, en el caso de la digestibilidad no tan marcado el error. Asimismo, esa subestimación fue más evidente para la asociación *B. brizantha*/*A. pintoí* que para la de *B. humidicola* con *A. pintoí*. En contraste, las muestras de gramínea colectadas simulando pastoreo dieron valores de PC y DIVMS más cercanos a los obtenidos en las muestras de extrusa colectadas el día que

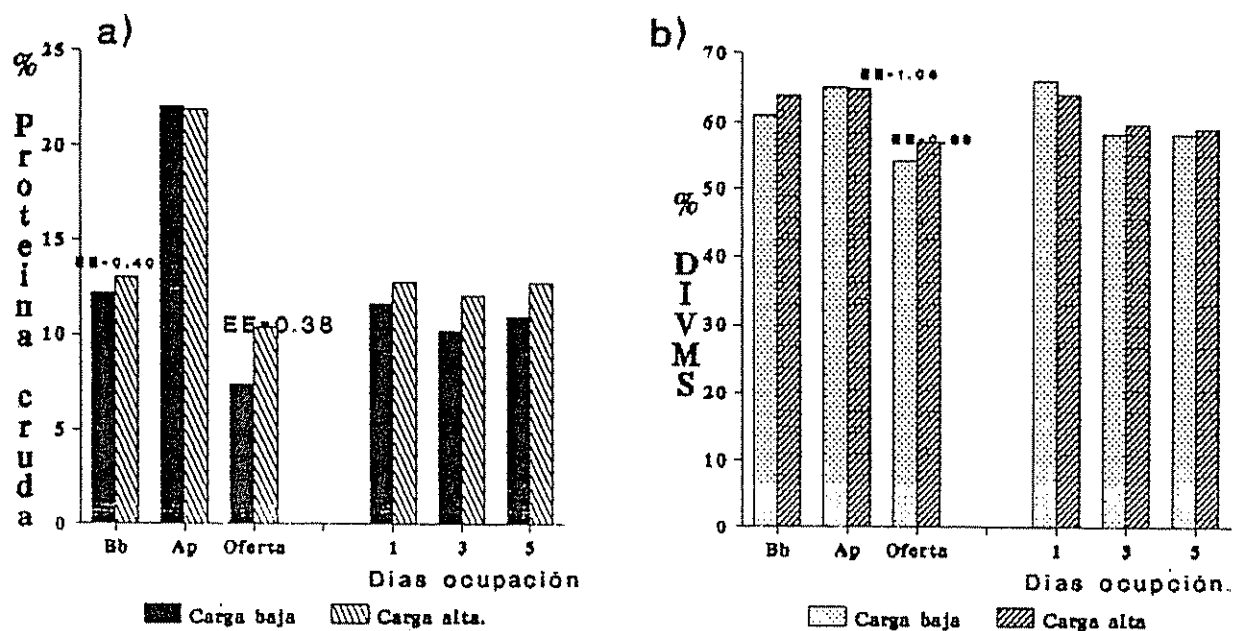


Figura 25. Efecto de la carga animal sobre la calidad nutritiva de los componentes, material en oferta y seleccionado en el 1, 3 y 5 días de ocupación en pasturas de *B. brizantha/A. pintoi*.

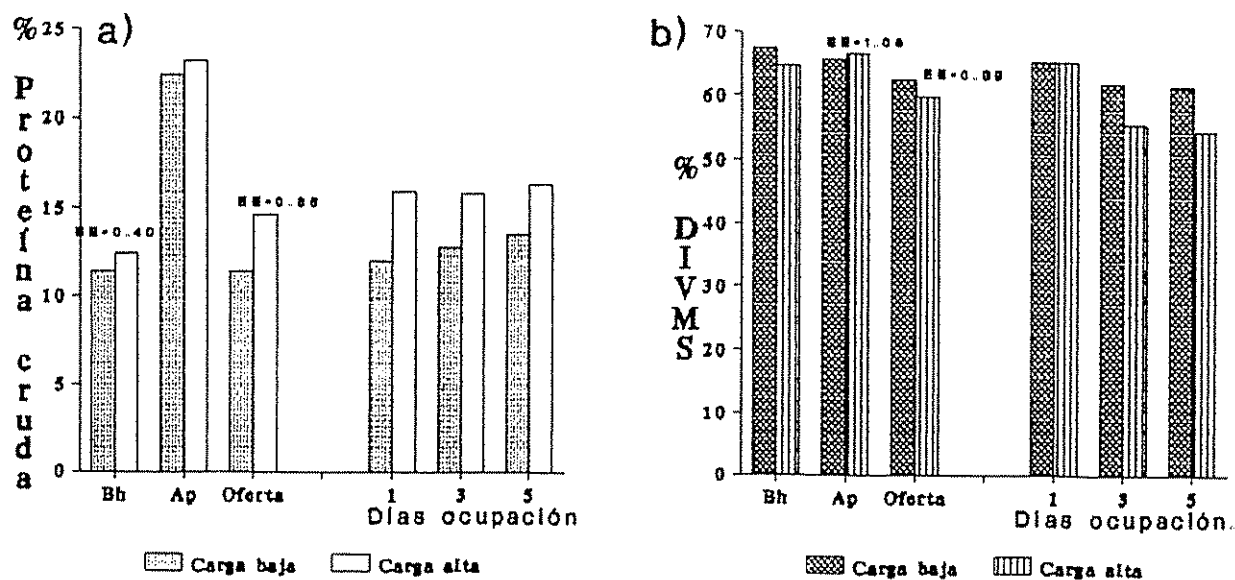


Figura 26. Efecto de las carga animal sobre la calidad nutritiva de los componentes, material ofrecido y seleccionado a lo largo de los días de ocupación en pasturas de *B. humidicola/A. pintoi*.

ingresaron los animales a las pasturas. Estos resultados sugieren que cuando no se dispone de animales fistulados al esófago, muestras colectadas simulando pastoreo permiten obtener un estimado aceptable de la calidad nutritiva de la pastura.

Los datos del presente estudio han revelado que la *B. humidicola* es más apetecible que la *B. brizantha*, pues en todos los ciclos evaluados la primera especie se encontró en mayor proporción en la extrusa que en la pastura. Esto puede estar relacionado con los buenos niveles de calidad nutritiva registrados para la especie, así como su elevada relación hoja/tallo. Además, es posible que la baja persistencia de *B. humidicola* asociada con *A. pintoii* y *C. macrocarpum* guarde alguna relación con los altos índices de preferencia observados para esa gramínea.

Durante todos los ciclos hubo mayor proporción de hojas en la dieta, sin embargo el aporte de éstas se redujo a medida que avanzó el período de ocupación, incrementándose paralelamente la proporción de tallos y de material muerto en el forraje seleccionado. Estos resultados concuerdan con los de Arnold (1960) quién observó que el consumo de tallos consumidos fue despreciable hasta que la cantidad de hojas disponibles bajó de un nivel crítico.

Resultados similares fueron obtenidos por Vieira y 'tMannetje (1981) en pasto buffel, quienes observaron que cuando la disponibilidad de hojas verdes fue alrededor de 100 kg/ha, éstas representaron el 40% de la dieta, ese aporte se

incrementó a 74% cuando la disponibilidad de hojas verdes aumentó a 700 kg/ha y alcanzó niveles del 75 al 90% de la dieta seleccionada cuando la disponibilidad estuvo por encima de 800 kg/ha. Por su parte, Hendricksen y Minson (1980) obtuvieron consumos de 6.1 a 11.5 kg de materia orgánica (MO) por día cuando la disponibilidad de hojas varió de 1,700 a 2,400 kg de MS/ha, pero cuando la disponibilidad se redujo a 300-400 kg/ha el consumo disminuyó hasta 2.8 Kg de MO/día.

Es importante señalar que a pesar de los incrementos en tallos y material muerto en la dieta, conforme avanzaron los días de ocupación, los contenidos de proteína en la dieta tendieron a mantener cierta estabilidad (Figuras 25 y 26), lo cual puede atribuirse al aporte creciente del *Arachis pintoi* a la dieta, a medida progresó el periodo de ocupación. Estos resultados contrastan con el patrón típico de las pasturas tropicales constituidas por gramíneas en monocultivo, en las cuales se reduce drásticamente el nivel proteico a partir del segundo día de ocupación (Gutiérrez, 1974).

Los resultados de este experimento en cuanto a disponibilidad y calidad nutritiva sugieren que estas pasturas serían capaces de producir ganancias de peso por encima de 600 g/animal/día, si se compara con lo obtenido por Muñoz (1984); Reátegui et al (1985) y por González y Anzulez (1990) con pasturas de calidad similar o menor y con una disponibilidad de forraje semejante. De manera similar se sugiere que es posible producir hasta algo más de 10 litros de leche/vaca/día (Van Heurck, 1990; Lascano et al., 1990). Además, es de

esperar que las vacas que pastoreen estas praderas tendrían poca variación en la producción de leche si usaran periodos de ocupación de cinco días y con cargas similares, dado que la contribución del *Arachis* a la dieta compensaría por la menor proporción de hojas de gramínea. Algo semejante fue observado por Cowan *et al* (1986) en vacas que pastoreaban *Panicum maximum* asociado con *Neonotonia wightii* y con *D. intortum*.

5. CONCLUSIONES

Las conclusiones que a continuación se enuncian se basan en los resultados obtenidos en el presente trabajo; sin embargo, debe recordarse que el mismo cubre una etapa de un estudio conducido desde agosto de 1989, por lo que los resultados obtenidos reflejan efectos de más largo plazo que la duración del presente estudio. Con base en los resultados obtenidos en el presente estudio se plantean las siguientes conclusiones:

1. De las pasturas evaluadas, la asociación *B.brizantha/A. pintoï* fue la que presentó el mejor comportamiento, en términos de su producción de biomasa, su composición botánica y la estabilidad de sus componentes. Además, esta asociación fue capaz de sostener hasta 3.0 UA ha⁻¹. En contraste, las otras leguminosas bajo estudio (*C. macrocarpum* y *S. guianensis*) fueron dominadas por la *B. brizantha*.
2. La *B. humidicola* es una gramínea con menor potencial productivo que la *B. brizantha*, lo cual le da una menor habilidad competitiva con especies agresivas. Cuando la *B. humidicola* estuvo asociada con *A. pintoï* y con *C. macrocarpum* no fue capaz de competir eficientemente con

las especies invasoras, especialmente la gramínea *Paspalum fasciculatum*.

3. De las leguminosas evaluadas, el *Arachis pintoi* es una leguminosa muy persistente bajo pastoreo, incluso con cargas tan altas como 3.0 UA ha⁻¹. Muestra mayor compatibilidad con la *B. brizantha* que con la *B. humidicola*, pues a esta última tiende a dominarla cuando están asociadas. Por su parte, al menos bajo las condiciones del Trópico Húmedo, la *Centrosema macrocarpum* se muestra como una leguminosa de pobre persistencia bajo pastoreo. En cambio, el *Stylosanthes guianensis* se comporta de manera intermedia, pues no persistió cuando estuvo asociado con *B. brizantha*, pero se mantuvo en baja proporción en el asocio con *B. humidicola*.
4. Los bovinos en pastoreo mostraron selectividad a favor del *A. pintoi* y *B. humidicola*, en cambio manifestaron una menor preferencia por la *B. brizantha*.
5. La calidad de la dieta seleccionada por los animales que pastorean en las asociaciones *A. pintoi* con *B. brizantha* o *B. humidicola*, manejadas con cargas de 1.75 ó 3.0 UA ha⁻¹ muestran contenidos de proteína cruda superiores al 11.5% y digestibilidades por encima del 59.6%, lo cual permite sugerir que si la disponibilidad no es limitante, con ese manejo es posible obtener ganancias diarias de hasta 600 g an⁻¹ y producciones de leche de hasta 10 kg vaca⁻¹ día⁻¹.

6. RECOMENDACIONES

1. Los resultados obtenidos sugieren que existe al menos una asociación gramínea-leguminosa (*B. brizantha/A. pintoí*) con potencial para intensificar la producción ganadera en la Zona Atlántica de Costa Rica dentro de un enfoque de bajos insumos, por lo que la misma debería pasar a formar parte de un esquema de validación de pasturas, bajo manejo del productor, previo a un proceso más amplio de difusión de esta tecnología.
2. Es necesario continuar la búsqueda de otras leguminosas que sean capaces de persistir bajo pastoreo cuando se establecen en asocio con los nuevos genotipos de gramíneas identificados como promisorios para la Zona Atlántica de Costa Rica.
3. Cuando no se dispone de animales fistulados al esófago, el muestreo de forraje simulando pastoreo da un buen estimado de la calidad nutritiva de la dieta seleccionada en pasturas como las evaluadas en este estudio. En cambio, el muestreo de la fitomasa en oferta tiende a subestimar el contenido proteico de la dieta.

7. BIBLIOGRAFIA

- ABAUNZA, M.A.; LASCANO, C. E.; GIRALDO, H.; TOLEDO, J. M. 1991. Valor nutritivo y aceptabilidad de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales en suelos ácidos. *Pasturas Tropicales (Colombia)* 13: 2-9.
- ALFONSO, A.; HERNANDEZ, C.A. BATISTA, J. 1988. Estudio del efecto de la carga y de la especie de pasto sobre el comportamiento de añojos en pastoreo. 1. Incorporado al inicio del período de lluvia. *Pastos y Forrajes (Cuba)* 11: 171-176.
- ANDRADE, S.O.; PEREGRINO, C.J.B.; AGUILAR ARINA, A. 1971. Estudio sobre a *Brachiaria* sp.(Tanner grass). 1. Efeito nocivo para bovinos *Arquivos Instituto Biologia (Brasil)* 38: 133-148.
- ANDREW, C. S.; JOHANSEN, C. 1978. Differences between pasture species in their requirements for nitrogen and phosphorus. *In: Wilson, J. R.(ed). Plant Relations in Pastures. CSIRO, Proceedings of a Symposium held in Brisbane, 1976. Brisbane, Australia. p. 50-66.*
- ARA, M. 1982. El rol de las leguminosas en pasturas tropicales. *In: C. V. Durán C.; J. G. Salinas; R. Schaus (eds). Curso Taller sobre Establecimiento Mantenimiento y Producción de Pasturas en la Selva Peruana, Pucallpa, Perú, 1987. Memorias, Cali, Colombia, CIAT. , Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Agroindustriales; Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura. p. 93-115.*
- ARNOLD, G,W. 1960. Selective grazing by sheep of two forage species at different stages of growth. *Australian Journal of Agricultural Research (Australia)* 11: 1026-1033.
- ARNOLD, G,W. 1981. Grazing behaviour. *In: F.H.W. Morley (ed). Grazing animals. Elsevier, Amsterdam. p. 79-104.*
- AVENDAÑO, J.C.; BOREL, R.; CUBILLOS, G. 1986. Período de descanso y asignación de forraje en la estructura y la utilización de varias especies de una pradera naturalizada. *Revista Turrialba (Costa Rica)* 36: 137-148.
- BATEMAN, J.V. 1970. Nutrition animal. Manual de métodos analíticos. México, D.F., Herrero. 468 p.
- BLANCO, F. 1991. La persistencia y el deterioro de los pastizales. *Pastos y Forrajes (Cuba)* 13: 87-105.

- BLANCO, J. A. 1990. Establecimiento y producción de gramíneas forrajeras en Peroto, Beni, Bolivia. In: G. Keller-Grein (ed). Reunion de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales RIEPT-Amazonía, Pucallpa, Perú, 1990. Trabajos presentados. Cali, Colombia, CIAT. Documento de Trabajo Nº 75, 1: 9-20.
- BROLMANN, J.B. 1986. The persistence of *Stylosanthes* in Florida, a review. Proceedings of the XV International Grassland Congress, August 24-31, 1985. Kyoto, Japan. p. 147-148.
- BROWN, R.H.; BLASER, R. 1968. Leaf area index in pasture growth. *Herbage Abstracts* (G.B.) 38:1-9.
- CAJAS, G.S.; VERA, R.R.; TERGAS, L.E.; AYALA, H. 1985. Efecto de la carga animal en una pastura mejorada sobre el desarrollo y aparición de celo en novillas. *Pasturas Tropicales* (Colombia) 7: 2-7.
- CARULLA F., J.E. 1990. Selectivity and intake of animals grazing an association of *Arachis pintoi* with *B. dictyoneura* in the savannas of Colombia. M.S. Thesis. University of Nebraska, Lincoln, Nebraska. 152 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1982. Programa de Pastos Tropicales. Informe anual 1981, Cali, Colombia. 302 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1984. Programa de Pastos Tropicales. Informe anual 1982, Cali, Colombia. 362 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1985. Programa de Pastos Tropicales, Informe anual 1984, Cali, Colombia Documento de Trabajo Nº 5. 279 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1987. Programa de Pastos Tropicales. Informe anual 1986, Cali, Colombia. 349 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1988. Programa de Pastos Tropicales. Informe anual 1987, Cali, Colombia. 346 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1989. Programa de Pastos Tropicales. Informe anual 1988, Cali, Colombia. 266 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1991. Programa de Pastos Tropicales. Informe anual 1990, Cali, Colombia. Documento de Trabajo Nº 89. 455 p.

- CLARKSON, N.M.; ANDREW, C.S. 1979. Mineral nutrition and persistence of lucerne on the Granite Belt of South-East Queensland. *Tropical Grasslands (Australia)* 13: 75-81.
- COATES, D.B.; t MANNETJE, L. 1990. Productivity of cows and calves on native and improved pasture in subcoastal subtropical Queensland. *Tropical Grasslands (Australia)* 24: 46-54.
- COATES, D.B.; KERRIDGE, P.C.; MILLER, C.P.; WINTER, W. H. 1990. Phosphorus and production in Northern Australian. 7. The effect of phosphorus on the composition, yield, and quality of legume-based pasture and their relation to animal production. *Tropical Grasslands (Australia)* 24: 209-220.
- COCHRANE, T. 1982. Caracterización agroecológica para el desarrollo de pasturas en suelos ácidos de América Tropical. In: J. Toledo (ed.). *Manual para la Evaluación Agronómica*. CIAT, Cali, Colombia. p. 23-44.
- COSENZA, D.G. 1982. Resistance in grasses to the pasture spittlebug (*Deois flavopicta* stal, 1854). EMBRAPA-CPAC, Brasil. *Boletim de Pesquisa* Nº 10. 15p.
- COSTA, N. de L.; MAGALHAES, J.A.; LIMA FILHO, A.B. 1989. Efeito de carga animal sobre o ganho de peso de ovinos em pastagens de *Brachiaria humidicola* em Porto Vhelo- Ro. Porto Vhelo-Ro, Brasil. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria. Unidade de Execução de Pesquisa de Ambito Estadual de Porto Vhelo. *Comunicado Técnico* Nº 75. 7p.
- COUTO, W.; LEITE, G.G.; BARCELLOS, A.O. 1986. The introduction of legumes into a degraded cultivated pasture in the cerrados of Brazil. *Proceedings of the XV International Grassland Congresss*. August 24-31, 1985. Kyoto, Japan. p. 580-581.
- COWAN, R. T., BYFORD, I. J. R.; STOBBS, T.H. 1975. Effects of stocking rate and energy supplementation on milk production from tropical grass-legume pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry (Australia)*. 15: 740-746.
- COWAN, R. T., DAVISON, T. M.; SHEPHARD, R. K. 1986. Observations on the selected by Friesian cows grazing tropical grass and grass-legume pastures. *Tropical Grasslands (Australia)*. 20: 183-192.
- CROWDER, L.W.; CHHEDA, H.R. 1982. *Tropical Grasslands Husbandry*. Longman (U.S.A.) 562 p.

- DAVIDSON, R.L. 1978. Root systems: the forgotten component of pastures. In: J.R. Wilson (ed). Plant. Relations in Pastures. CSIRO. Proceedings of a Symposium held in Brisbane, 1976. Brisbane, Australia. p. 86-94.
- DIAS FILHO, M. B.; SIMAO NETO, M. SERRAO, E. A. S. 1990. Adaptación de leguminosas forrajeras en Paragonias, Pará, Brasil. Reunion de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales RIEPT-Amazonía, Pucallpa, Perú, 1990. Trabajos presentado Cali, Colombia, CIAT. Documento de Trabajo N° 75, 1: 27-32.
- DUDZINSKI, M. L.; ARNOLD, G. W. 1973. Comparisons of diets of sheep and cattle grazing together on sown pastures on the Southern Tablelands of New South Wales by principal components analysis. Australian Journal of Agricultural Research (Australia) 24: 599-912.
- EDYE, L.A.; BURT, R.L.; WILLIAMS, W.T.; WILLIAMS, R.J.; GROF, B. 1973. A preliminary agronomic evaluation of *Stylosanthes* species. Australian Journal of Agricultural Research (Australia) 24: 511-525.
- EVANS, P. S. 1972. Root growth of *Lolium perenne* L. III. Investigation of the mechanisms of defoliation-induced suppression of elongation. New Zealand Journal of Agricultural Research (New Zealand) 15: 347-351.
- FENSTER, W.E.; LEON, L.A. 1978. Manejo de la fertilización con fósforo para el establecimiento y mantenimiento de pastos mejorados en suelos ácidos e infértiles de América Tropical. In: L.E. Tergas y P.A. Sánchez (eds). Producción de Pastos en Suelos Ácidos de los Trópicos. CIAT, Cali, Colombia. Trabajos presentados durante un seminario celebrado en el CIAT 17-21 Abril, 1978. p. 119-133.
- FERRUFINO, C.A. 1987. Caracterización de la resistencia de *Brachiaria* spp. al salivazo de los pastos *Zulia colombiana* (Lallemand) (Homóptera: Cercopidae). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, URC-CATIE. 129 p.
- FERRUFINO, C.A; VALLEJOS, A. 1986. Evaluación de ecotipos de *Brachiaria* en el Chapare, Bolivia. Pasturas Tropicales (Colombia) 8: 23-25.
- FERRUFINO, C.A; VALLEJOS, A. 1990. Efecto de la carga animal en la productividad y persistencia de las asociaciones de *Brachiaria decumbens* con *Pueraria phaseoloides* y *Desmodium ovalifolium*. In: G. Keller-Grein (ed). Reunion de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales RIEPT-Amazonía, Pucallpa, Perú, 1990. Trabajos presentado Cali, Colombia, CIAT. Documento de Trabajo N° 75, 1: 545-551.

- GARCIA TRUJILLO, R. 1991. Milk production systems based on pastures in the tropics. In: A. Speedy y R. Sansoucy (eds.). Feeding Dairy Cows in the Tropics. Proceedings of the FAO Expert Consultation held in Bangkok, Thailand 7-11 July 1989. FAO (Roma). p. 156-168.
- GARDENER, C.J.; MEGARRITY, R.G.; MCLEOD, M.N. 1982. Seasonal changes in the proportion and quality of plant parts of nine *Stylosanthes* lines. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry (Australia) 22: 391-401.
- GARDENER, C. D. 1984. The dynamics of *Stylosanthes* pastures. In: The biology and agronomy of *Stylosanthes*. Stace, H. M., Edey, L. A., (eds). Australia, Academic Press. p. 333-357.
- GILBERT, M.A.; SHAW, K.A. 1980. The effect of superphosphate application on establishment and persistence of three *Stylosanthes* spp. in native pasture on an infertile duplex soil near Mareeba, North Queensland. Tropical Grasslands (Australia) 14: 23-27.
- GIRALDO, L.A. 1991. Evaluación bajo pastoreo de la gramínea *Brachiaria brizantha* CIAT 6780 establecida sola o en asocio con *Arachis pintoii* CIAT 17434, manejadas bajo dos cargas animales en el trópico húmedo de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 144 p.
- GONÇALVES, C. A.; DA CRUZ OLIVEIRA, J. R.; DE LUCENA COSTA, N. 1990. Consorciação de gramíneas e leguminosas forrageiras sob pastejo em Porto Vhelo, Rondonia-Brasil. In: G. Keller-Grein (ed). Reunion de la Red Internacional de Evaluacion de Pastos Tropicales RIEPT-Amazonía, Pucallpa, Perú, 1990. Trabajos presentado Cali, Colombia, CIAT. Documento de Trabajo N° 75, 1: 503-508.
- GONZALEZ, R.; ANZULES, A. A. 1990. Evaluación de germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas. In: G. Keller-Grein (ed). Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales RIEPT-Amazonía, Pucallpa, Perú, 1990. Trabajos presentado Cali, Colombia, CIAT. Documento de Trabajo N° 75, 1: 559-565.
- GROF, B. 1986. Forage attributes of the perennial groundnut *Arachis pintoii* in a tropical savanna environment in Colombia. Proceedings of the XV International Grassland Congress. August 24-31, 1985, Kyoto, Japan. p. 168-170.
- GUTIERREZ O., M. A. 1974. Comparación de dos métodos intensivos de utilización de pasto Estrella Africana (*Cynodon plectostachyus* (K.Shum) Pilger) en la producción de leche. Tesis, Mag. Sci., IICA, Turrialba, Costa Rica. 71 p.

- HAMILTON, B.A.; HUTCHINSON, K.J.; ANNIS, P.C.; DONNELLY, J.B. 1973. Relationships between the diet selected by grazing sheep and the herbage on offer. *Australian Journal of Agricultural Research (Australia)* 24: 271-277.
- HARRIS, W. 1978. Defoliation as a determinant of the growth, persistence and composition of pasture. In: J. R. Wilson (ed). *Plant Relations in Pastures*. CSIRO, Australia. Proceedings of a Symposium held in Brisbane, 1976. Brisbane, Australia. p. 67-85.
- HAYDOCK, K.P.; SHAW, N.H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal Experimental Agricultural Animal Husbandry* 15:169-171.
- HEADY, H.F.; TORRELL, D.T. 1959. Forage preference exhibited by sheep with esophageal fistulas. *Journal of Range Management. (U.S.A.)* 12: 28-34.
- HENDRICKSEN, R.E.; MINSON, D.J. 1980. The feed intake and grazing behaviour of cattle grazing a crop of *Lablab purpureus* cv. Rongai. *Journal of Agricultural Science (Camb.)* 95: 547-554.
- HERNANDEZ, C. A.; ALFONSO, A.; DUQUESNE, P. 1987. Producción de carne basada en pastos naturales mejorados con leguminosas arbustivas y herbáceas, II. Ceba final. *Pastos y Forrajes (Cuba)* 10:246-255.
- HERNANDEZ, I.; PEREZ, B. 1986. Método y densidad de siembra en el establecimiento de *Stylosanthes guianensis* cv. CIAT-184. *Pastos y Forrajes (Cuba)* 9: 127-131.
- HERNANDEZ, T.; VALLES, B.; CASTILLO, E. 1990. Evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras en Veracruz, México. *Pasturas Tropicales (Colombia)* 12: 29-33.
- HODGSON, J. 1983. La relación entre la estructura de las praderas y la utilización de plantas forrajeras tropicales. In: O. Paladines y C. Lascano (eds). *Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas. Metodología de evaluación. Memoria de una reunión de trabajo celebrada en Cali, Colombia 22-24 septiembre 1982*. RIEPT, CIAT, Cali, Colombia p. 33-47.
- HODGSON, J. 1984. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. In: J.B. Hacker (ed.), *Nutritional limits to animal production from pastures; proceedings of an International Symposium, St. Lucia, Queensland, Australia, 1981*. CAB. Farnhan Royal, UK, p. 153-166.

- HOGSON, J. 1986. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. Proceeding of the XV International Grassland Congress, Kyoto, Japan. The Japanese society of Grassland Science. p. 63-67.
- HOYOS, P.; LASCANO, C. 1985. Calidad de *Brachiaria humidicola* en pastoreo en un ecosistema de bosque semi-siempre verde estacional. Pasturas Tropicales (Colombia) 7: 3-5.
- HUAMAN, H. 1988. Dinámica y productividad de dos asociaciones gramínea más leguminosa, bajo un sistema de manejo flexible del pastoreo. Tesis, Mag. Sci. UCR/CATIE, Turrialba, Costa Rica. 123 p.
- HUAMAN, H.; ACHALA, L.; GUTIERREZ, W.; CHU LI, M.; FERNANDEZ, J. 1990b. Persistencia y compatibilidad de *Brachiaria humidicola* en asociación con dos leguminosas bajo pastoreo. Pucallpa, Perú. In: G. Keller-Grein (ed). Reunion de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales RIEPT-Amazonía, Pucallpa, Perú, 1990. Trabajos presentado Cali, Colombia, CIAT. Documento de Trabajo N° 75, 1: 525-534.
- HUAMAN, H.; J., ROSALES, M.; CHU LI, M.; FERNANDEZ, J. 1990a. Persistencia y compatibilidad de *Andropogon gayanus* en asociación con dos leguminosas bajo pastoreo en Pucallpa, Perú. In: G. Keller-Grein (ed). Reunion de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales RIEPT-Amazonía, Pucallpa, Perú, 1990. Trabajos presentado Cali, Colombia, CIAT. Documento de Trabajo N° 75, 1: 509-523.
- HUMPHREYS, L.R. 1978. Tropical pastures and fodder crops. Longman Groups, London, United Kingdom. 135 p.
- HUMPHREYS, L.R. 1991. Tropical pasture utilisation. Cambridge University, New York, U.S.A. 202 p.
- HURTADO, J.A. 1988. Introducción de leguminosas y manejo del pastoreo en praderas degradadas de estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) en el trópico húmedo. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 107 p.
- HURTADO, J.A.; PEZO, D.; CHAVES, C.; ROMERO, F. 1988. Caracterización de una pradera degradada en pasto estrella africana (*Cynodum nlemfuensis*) bajo el efecto de pastoreo y la introducción de leguminosas en el trópico húmedo. p. 341-347.
- HUTTON, E.M. 1978. Problemas de leguminosas y gramíneas especialmente en América Latina tropical. In: L.E. Tergas y P.A. Sánchez (eds). Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. CIAT, Cali, Colombia Trabajos presentados durante un seminario celebrado en el CIAT 17-21 Abril, 1978. p. 119-133.

- HUTTON, E.M.; HENZEL, E.F. 1976. Planning and organizing pasture research. In: Shaw, N.H.; Bryan, W.W. (eds.). Tropical Pasture Research- Principles and methods. CSIRO, CAB, Farnham Royal (G.B.). p. 1-17
- IBRAHIM, M. 1990. Response of dwarf elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum) to different frequencies and intensities of grazing in the humid zone of Guápiles Costa Rica. Tesis Mag. Sci. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 123 p.
- IBRAHIM, M.; t MANNETJE, L.; PEZO, D. 1992. Grass-legume balance under grazing in the humid tropics of Costa Rica. CATIE, Turrialba, C. R. (Mimeografiado). 8 p.
- IMRIE, B.C., JONES, R.M., KERRIDGE, P.C. 1983. Desmodium. In: R.L. Burt; P.P. Rotar; J.L. Wolker; M.W. Silvey (eds.) The role of Centrosema, Desmodium and Stylosanthes in improving tropical pastures. Westview Press, Boulder, Colorado. p. 97-140.
- INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL (IMN) 1986. Anuario meteorológico, San José ,Costa Rica. 129 p.
- ISON, R.L.; HUMPREYS, L.R. 1984. Flowering of *Stylosanthes guianensis* in controlled temperatures under natural photoperiod. Australian Journal of Agricultural Research (Australia) 35: 219-228.
- JONES, R. J. 1990. Phosphorus and beef production in northern Australia. 1. Phosphorus and pasture productivity- a review. Tropical Grasslands (Australia) 24: 131-139.
- JONES, R.M.; CLEMENTS, R.J. 1987. Persistence and productivity of *Centrosema virginianum* and *Vigna parkeri* cv Show under grazing on the coastal lowlands of South-East Queensland. Tropical Grasslands (Australia) 21: 55-64.
- KELLER-GREIN, G.; VELA, J.; MALDONADO, H.; DEL AGUILA, R. 1990. Compatibilidad y persistencia de tres asociaciones de gramíneas y leguminosas bajo pastoreo en pequeñas parcelas. In: G. Keller-Grein (ed). Reunion de la Red Internacional de Evaluacion de Pastos Tropicales RIEPT-Amazonia, Pucallpa, Perú, 1990. Trabajos presentado Cali, Colombia, CIAT. Documento de Trabajo N° 75, 1: 535-544.
- KERRIDGE, P.C.; GILBERT, M.A.; COATES, D.B. 1990. Phosphorus and beef production in Northern Australian. 8. The status and management of soil phosphorus in relation to beef production. Tropical Grasslands (Australia) 24: 221-230.
- KRETSCHMER, A.E. 1985. Tropical legumes - a brief review. Florida beef cattle research report (1985, Florida). Proceedings. Florida. University of Florida/IFAS. p. 56-59.

- LAREDO C., M.A.; GARCIA, J. 1987. Minerales en pasto angleton y gramas de la zona ganadera del Urabá Antioqueño. *Revista ICA (Colombia)* 22: 79-86.
- LASCANO, C. 1983. Factores edáficos y climáticos que intervienen en el consumo y la selección de plantas forrajeras bajo pastoreo. In: O. Paladines y C. Lascano (eds). *Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas. Metodología de evaluación. Memoria de una reunión de trabajo celebrada en Cali, Colombia 22-24 septiembre 1982.* RIEPT, CIAT, Cali, Colombia. p. 49-64.
- LASCANO, C. 1991. Harry Stobbs Memorial Lecture Managing the resource for animal production in savannas of tropical America. *Tropical Grasslands (Australia)* 25: 66-72.
- LASCANO, C.; HOYOS, P.; SCHULTZE-GRAFT; AMEZQUITA, M.C. 1986. The effect of previous experience of animals on subsequent preference in a palatability grazing trial. *Proceedings of the XV International Grassland Congress, August 24-31, 1985. Kyoto, Japan. The Japanese Society of Grassland Science.* p. 166-167.
- LASCANO, C.; RODRIGUEZ, J.C.; AVILA, P. 1990. Niveles de urea en la leche como un indicativo del consumo de leguminosa tropicales por animales en pastoreo. *Pasturas Tropicales (Colombia)* 12: 38-40.
- LASCANO, C.; AVILA, P. 1991. Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. *Pasturas Tropicales (Colombia)* 13: 2-10.
- LASCANO, C.; AVILA, P. ; QUINTERO, C.I.; TOLEDO, J.M. 1991. Atributos de una pastura de *Bracharia dictyoneura-Desmodium ovalifolium* y su relación con la producción animal. *Pasturas Tropicales (Colombia)* 13: 10-20.
- HULLIER, P. J. 1987. Effect of dairy cattle stocking rate and degree of defoliation on herbage accumulation and quality in ryegrass-white clover pastures. *New Zealand Journal of Agricultural Research (N.Z.)* 30: 149-157.
- LENNE, J.M.; CALDERON, M.; VALLES, C.R. 1987. Metodologías para la evaluación de enfermedades y plagas de especies forrajeras tropicales. In: *Investigaciones de apoyo para la evaluación de pasturas; Memorias 3a reunión de trabajo del Comité Asesor de la RIEPT, 15-18 de octubre de 1985.* CIAT, Cali, Colombia. p. 77-99.
- LENNE, J.M.; SONODA, R.M. 1979a. The occurrence of *Colletotrichum spp.* on *Stylosanthes spp.* in Florida and the pathogenicity of Florida and Australian isolates to *Stylosanthes sp.* *Tropical Grasslands (Australia)* 13: 98-105.

- LENNE, J.M.; SONODA, R.M. 1979b. The effect of seed inoculation with *Colletotrichum* spp. on emergence, survival and seeding growth of *Stylosanthes hamata*. *Tropical Grasslands* (Australia) 13: 106-109.
- LUDLOW, M.M. 1978. Light relations of pasture plants. In: J. R. Wilson (ed). *Plant relations in pastures*. CSIRO, Brisbane, Australia. p. 35-49.
- LUDLOW, M.M.; WILSON, G.L. 1970. Studies on the productivity of tropical pasture plants. 2. Growth analysis, photosynthesis, and respiration of 20 species of grasses and legumes in a controlled environment. *Australian Journal of Agriculture Research* (Australia) 21: 183-194.
- MARASCHIN, G.; MOTT, G. 1982. Reposta de una completa mistura de pastagen tropical a diferentes sistemas de manejo. *Memoria ALPA* (México) 17:13-27.
- MACHADO, R. 1980. Comportamiento de cuatro cultivares mejorados de *Cynodon dactylon* y *Brachiaria brizantha*. *Pastos y Forrajes* (Cuba) 3:25-40.
- MACHADO, R.; NUNEZ, C.A. 1991. Comportamiento de variedades de *Brachiaria* spp. bajo pastoreo en condiciones de secano y fertilización media. *Pastos y Forrajes* (Cuba) 14: 123-132.
- MALDONADO F., G.; VELAZQUEZ R., J.E. 1990. Evaluación preliminar sobre manejo del pastoreo en asociación gramínea-leguminosa. Reunion de la Red Internacional de Evaluacion de Pastos Tropicales RIEPT-Amazonia, Pucallpa, Perú, 1990. Trabajos presentado Cali, Colombia, CIAT. Documento de Trabajo N° 75, 1: 553-558.
- MARTINS, P.S.; VELLO, N.A. 1983. Performance and variability of agronomic characteristics in populations of *Stylosanthes guianensis* (Aubl) Sw. In: J.A. Smith; V.W. Hays (eds). *International Grassland Congress* (14, 1981, Lexington, Kentucky). *Proceedings*. Westview Press, Boulder, Colorado. p. 196-198.
- McIVOR, J.G. 1979. Seasonal changes in nitrogen and phosphorus concentrations and *in vitro* digestibility of *Stylosanthes* species and *Centrosema pubescens*. *Tropical Grasslands* (Australia). 13: 38-44.
- McIVOR, J.G. 1985. The growth of *Urochloa* accessions in grazed swards with *Stylosanthes* near Townsville, North Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* (Australia). 25: 61-69.
- McNAUGHTON, S.J. 1985. Ecology of grazing ecosystems: The Serengeti. *Ecological Monographs* (U. S. A.) 55: 259-294.

- MENDOZA, P. E.; THOMAS, D.; SPAIN, J. M.; LASCANO, C. E. 1990. Establishment and management of Centrosema pastures. *In*: Schultze-Kraft, R.; Clements, R. J. (eds). Centrosema; biology, agronomy, and utilización. CIAT, Cali, Colombia p. 271-292.
- MILES, J.W.; LENNE, J.M. 1984. Genetic variation within a natural *Stylosanthes guianensis* - *Colletotrichum gloeosporioides* host-pathogen population. *Australian Journal of Agricultural Research (Aust.)* 35: 211-218.
- MINSON, D.J. 1983. Forage quality: Assessing the plant-animal complex. *In*: Proceedings of the XIV international grassland congress. J. Allan Smith and V. W. Hays (eds.). Held at Lexington, Kentucky, U.S.A. June 15-24; 1981. p. 23-29.
- MINSON, D.J. 1985. Nutritional value of tropical legumes in grazing and feeding systems. *In*: R. F. Barnes; P.R. Ball; R.W. Brougham; G.C. Marten; D.J. Minson (eds.). Forage Legumes for Energy-Efficient Animal Production. Proceedings of a trilateral Workshop held in Palmerston North, New Zealand. 1984. p. 192-196.
- MINSON, D.J. 1990. The chemical composition and nutritive value of tropical grasses. *In*: Tropical Forage Legumes. (Rvs.) P.J. Skerman y F. Riveros. FAO (Roma). p. 163-180.
- MINSON, D.J.; HEGARTY, M.P. 1985. Toxic factors in tropical legumes. *In*: R. F. Barnes; P.R. Ball; R.W. Brougham; G.C. Marten; D.J. Minson (eds.). Forage Legumes for Energy-Efficient Animal Production. Proceedings of a trilateral Workshop held in Palmerston North, New Zealand. 1984. p. 246-250.
- 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 (Australia)* 7: 546-551.
- MOOG, F. A. 1991. Forage legumes as protein supplements for pasture based systems. *In*: A. Speedy y R. Sansoucy (eds). Feeding dairy cows in the tropics. Proceedings of the FAO Expert Consultation held in Bangkok, Thailand 7-11 July 1989. FAO (ROMA). p. 140-148.
- MORALES, J. L. 1992. Distribución del pasto ratana (*Ischaemum ciliare*) en las tierras de pastoreo de Costa Rica. *In*: Seminario Taller El Pasto Ratana (*Ischaemum ciliare*) en Costa Rica. Alternativa o problemática en nuestra ganadería?. Asistencia Técnica Dos Pinos. Comité de Educación y Bienestar Social, 3 de abril 1992, San Carlos, Costa Rica. Cooperativa de Productores de Leche, R.L. p. 40-65.

- MUÑOZ M., K. 1984. La Amazonía ecuatoriana también tiene su pasto mejorado: INIAP-NAPO- 701 (B.h.). Pastos Tropicales (Colombia) 7: 12.
- MYERS, R. J.; ROBBINS, G. B. 1991. Sustaining productive pastures in the tropics. 5. Maintaining productive sown grass pastures. Tropical Grasslands (Australia) 25: 104-110.
- NAVAS, D. 1989. Pastos. In: K. L. Andrews y J. R. Quezada (eds). Manejo Integrado de plagas Insectiles en la agricultura: Estado actual y futuro. Escuela Panamericana, El Zamorano, Honduras, C. A. p. 607- 614.
- NORTON, B. W. 1982. Differences between species in forage quality. In: J. B. Hacker (ed.), Nutritional Limits to Animal Production from Pastures. Proceedings of an International Symposium held at St. Lucia, Queensland, Australia, 1981. CAB, Farnham Royal, UK, p. 89-110.
- NORTON, B. W.; O'GRADY, F. T.; HALE, J. W. 1990. Grazing management studies with Australian cashmere goats. 2. effect of stocking rate on the liveweight gain of sheep and goats grazing an oat-rye grass pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry (Australia) 30: 777-782.
- PACHAURI, V.C.; PATIL., B. D. 1981. Note on the nutritional value of some tropical pastures legumes at three stages of growth. Indian Veterinary Journal (India) 62: 426-428.
- PATERSON, R.T. 1988. The introduction of legumes into degraded tropical pastures. Ph. D. Thesis, University of Reading, Berkshire, U. K. 347 p.
- PEARSON, C. J.; ISON, R. L. 1987. Agronomy of grassland system. Cambridge University Press. New York, USA. 169 p.
- PEREIRA, J.M.; NASCIMENTO J.r., D.; SANTANA, J.R.; CANTARUTTI, R.B.; BERTOLA C., R. 1990. Efeito da taxa de lotação no ganho de peso, no consumo e nos atributos de pastagens de *Brachiaria humidicola*, puro ou consorciado com leguminosas. In: G. Keller-Grein (ed.) Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales RIEPT-Amazonía, Pucallpa, Perú, 1990. Trabajos presentado Cali, Colombia, CIAT. Documento de Trabajo Nº 75, 2: p. 575-580.
- PEREIRA, J.M.; NASCIMENTO J.r., D.; SANTANA, J.R.; CANTARUTTI, R.B.; REGAZZI, A.J. 1992a. Disponibilidade e composição botânica da forragem disponível em pastagens de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt, em monocultivo ou consorciado com leguminosas, submetidas a diferentes taxas de lotação. Revista Sociedade. Brasileira de Zootecnia (Brasil) 21: 90-103.

- PEZO, D. 1981. Ensilajes de forrajes tropicales. *In*: Producción y utilización de forrajes en el trópico. Serie Materiales de Enseñanza Nº 10. CATIE, Turrialba, Costa Rica. p. 141-154.
- PEZO, D. 1982. El pasto base de la producción bovina. *In*: Aspecto Nutricionales en los Sistemas de producción bovina en el trópico. Serie Materiales de Enseñanza Nº 15. CATIE, Turrialba, Costa Rica. p. 87-109.
- PEZO, D.; IBRAHIM, M. 1992. *Brachiaria brizantha* cv. Marandú (CIAT 6780) sola o en asocio con leguminosas: Algunas experiencias de manejo del pastoreo. Trabajo presentado en: Curso Modular sobre Sistemas de Producción de leche y Doble Propósito: Caracterización y Alternativas para Incrementar la Productividad". Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica y Escuela de la Región del Tropical Húmeda. Pocora (Limón) 20-24 Abril, 1992. 10 p. (mimeografiado).
- PEZO, D.; ROMERO, F.; IBRAHIM, M. 1992. Producción, manejo y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne. *In*: S. Fernández-Baca (ed.) Avances en la producción de leche carne en el Trópico Americano. FAO, Santiago de Chile. (en prensa).
- PINZON, A.; AMEZQUITA, E. 1991. Compactación de suelos por el pisoteo de animales en pastoreo en el piedemonte amazónico de Colombia. *Pasturas Tropicales* (Colombia) 13: 21-26.
- PROBERT, M.E.; JONES, R.K. 1982. Studies on some neutral red duplex soils (Dr 2-12) in North-Eastern Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* (Australia) 22: 382-390.
- PROBERT, M.E.; WILLIAMS, J. 1986. Effect of phosphorus application on seasonal changes in nitrogen and phosphorus concentrations of four perennial *Stylosanthes* accessions. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* (Australia) 26: 49-58.
- RAMOS-SANTANA, R. TERGAS, L. E. 1990. Establecimiento y adaptación de forrajeras en un Ultisol de Puerto Rico. 1. *Stylosanthes guianensis*. *Pasturas Tropicales* (Colombia) 12: 25-29.
- RAYMENT, G. E.; COMPTON, B.L.; MCDONALD R. C. 1979. Relationships between soils current nutrient status and persistence of Greenleaf Desmodium at Tinana in South-Eastern Queensland. *Tropical Grasslands* (Australia) 13: 53-62.

- REATEGUI, K.; ARA, M.; SCHAUS, R. 1985. Evaluación bajo pastoreo de asociaciones de gramíneas y leguminosas forrajeras en Yurimaguas, Perú. *Pasturas Tropicales* (Colombia) 7: 11-14.
- REATEGUI, K.; RUIZ, R.; CANTERA, G.; LASCANO C. 1990. Asociación de gramíneas/leguminosas evaluadas bajo diferentes intensidades y frecuencias de pastoreo en Puerto Bermúdez, Perú. *In: G. Keller-Grein (ed). Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales RIEPT-Amazonía, Pucallpa, Perú, 1990. Trabajos presentado Cali, Colombia, CIAT. Documento de Trabajo NQ 75, 1: 567-574.*
- REATEGUI, K.; RUIZ, R.; CANTERA, G.; LASCANO C. 1990. Persistencia de pasturas asociadas con diferentes manejos del pastoreo en un ultisol arcilloso de Puerto Bermúdez, Perú. *Pasturas Tropicales* (Colombia) 12: 16-24.
- RHODES, I.; STERN, W. R. 1978. Competition for light. *In: J.R. Wilson (ed). Plant relations in pastures. CSIRO. Proceedings of a symposium held in Brisbane, 1976. Brisbane, Australia. p. 175-189.*
- RIVERA-BRENES, L; HERENCIA, J.; ARROYO, J.A.; CABRERA, J.I. 1959. *Journal of Agriculture of University of Puerto Rico* (P.R.) 42-43: 249-254.
- 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 1979. Memories. Murwillumbah, Wollongbar Agricultural Research Center. p. 1-11.*
- ROBSON, A. D.; LONERAGAN, J. F. 1978. Responses of pasture plants to soil chemical factors other than nitrogen and phosphorus, with particular emphasis on the legume symbiosis. *In: J.R. Wilson (ed). Plant relations in pastures. CSIRO. Proceedings of a symposium held in Brisbane, 1976. Brisbane, Australia. p. 128-141.*
- ROCHA, C. da; PALACIOS, E.; GROF, B. 1985. Capacidad de propagación de *Arachis pintoi* bajo pastoreo. *Pasturas Tropicales* (Colombia) 7: 24-25.
- ROIG, C.A. 1989. Evaluación preliminar de 200 accesiones de leguminosas forrajeras tropicales en el ecosistema de bosque tropical lluvioso en Costa Rica (Guapiles, Costa Rica). Tesis Mag. Sci., Turrialba, Costa Rica, CATIE. 179 p.

- ROMERO, F.; BOREL, R.; CAMERO, A.; SIJBRANDIJ, S. 1988. Evaluación agronómica de gramíneas en la zona atlántica de Costa Rica. In: E. A. Pizarro (ed.) 1 Reunión de la RIEPT-CAC noviembre 17-19, 1988, Veracruz-México. INIFAP, CIAT. P. 210-215.
- ROJAS, M.O.; ELVIN, M; LHOMME, J.P. 1983. Información del Banco de datos Agroclimáticos de Costa Rica. IICA, ORSTOM, IMN. Prom. 1964-1981.
- ROTAR, P. P.; t MANNETJE, L. 1983. Grasslands of the tropics. In: R.L. Burt; P.P. Rotar; J.L. Wolker; M.W. Silvey (Eds.) The role of *Centrosema*, *Desmodium* and *Stylosanthes* in improving tropical pastures. Westview Press, Boulder, Colorado. p. 11-14.
- ROVIRA, A.D. 1978. Microbiology of pasture soils and some effects of microorganisms on pasture plants. In: J.R. Wilson (ed). Plant relations in pastures. CSIRO. Proceedings of a symposium held in Brisbane, 1976. Brisbane, Australia. p. 95-110.
- RUSLAND, G. A.; SOLLENBERGER, L. E.; ALBRECHT, K. A.; JONES, Jr.; CROWDER, L.V. 1988. Animal Performance on Limpograss-Aeschynomene and Nitrogeno-fertilized Limpograss Pastures. *Agronomy Journal* (U.S.A.) 80: 957-962.
- SANTANA, J. R.; PEREIRA, J.M.; MORENO RUIZ, M.A.; SPAIN, J. M. 1990. Efeito do pastejo sobre a persistencia e produtividade da consorciação *B. humidicola* + *D. ovalifolium* CIAT 350. In: G. Keller-Grein (ed.). Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales RIEPT-Amazonía, Pucallpa, Perú, 1990. Trabajos presentado Cali, Colombia, CIAT. Documento de Trabajo N° 75, 1: 493-497.
- SCHULTZE-KRAFT, R. 1986. Natural distribution and germoplasm collection of the tropical pasture legume *Centrosema macrocarpum* Benth. *Angewandte Botanik* (Alemania) 60: 407-419.
- SCHULTZE-KRAFT, R; KELLER-GREIN, G. 1985. Testing new *Centrosema* germoplasm for acid soils. *Tropical Grasslands* (Australia) 19: 171-180.
- SERRAO, E. A.S; CAMARAO, A.P.; MARQUES, J.R.F.; RODRIGUEZ FILHO, J.A. 1990. Sistema integrado de pastagem nativa de terra firme no engorda de Bovinos em Monte Alegre, Para, Brasil. In: G. Keller-Grein (ed.) Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales RIEPT-Amazonía, Pucallpa, Perú, 1990. Trabajos presentado Cali, Colombia, CIAT. Documento de Trabajo N° 75, 2: 1095-1100.

- SILVEY, M.W.; JONES, R.M. 1990. Permanent pastures on a brigalow soil: changes in pasture yield and composition during the first five years. *Tropical Grasslands (Australia)* 24: 282-290.
- SOUTHWOOD, O.R.; ROBARDS, G.E. 1975. Lucerne persistence and the productivity of ewes and lambs grazed at two stocking rates within different management systems. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry (Australia)* 15: 747-752.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. 1985. SAS User's GUIDE. Statistics. Cary, North Carolina, U.S.A. SAS Institute Inc. 584 p.
- STEEL, G.; TORRIE, J. 1985. *Bioestadística, principios y procedimientos*. Bogotá, McGraw Hill. 622 p.
- STOBBS, T.H. 1969. The effect of grazing management upon pasture productivity in Uganda. 1. Stocking rate. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 46: 821-829.
- STOBBS, T.H. 1976. Milk production per cow and per hectare from tropical pastures. In *International Seminar on Livestock Production in the tropics (1976 México)*. Proceedings. F.I.R.A., Banco de México, México. p. 129-146.
- TERHEEBILCOCK P., E.; MONTOYA H., J.A. 1980. Concentración de nitratos en *Brachiaria sp.* y su relación con la metahemoglobinemia bovina en fincas ganaderas de Córdoba. *Revista ICA (Colombia)* 15: 11-16.
- THOMAS, D.; ANDRADE, R.P. de; GROF, B. 1986. Problems experienced with forage legumes in a tropical savanna environment in Brazil. Proceedings of the XV International Grassland Congress, August 24-31, 1985. Kyoto, Japan. The Japanese Society of Grassland Science. p. 144-146.
- THOMAS, D.; ANDRADE, R.P. de; LENNE, J. 1986. Preliminary observations with accessions of *Stylosanthes guianensis* var. Pauciflora in Brazil. Proceedings of the XV International Grassland Congress, August 24-31, 1985. Kyoto, Japan. The Japanese Society of Grassland Science. p. 149-151.
- TILLEY, J.; TERRY, R. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society (G.B.)* 18: 104-111.
- t MANNETJE, L.; HAYDOCK, K.P. 1963. The dry weight rank method for the botanical analysis of pasture. *Journal of the British Grassland Society (G.B.)* 18: 268-275.

- t MANNETJE, L.; JONES, R.M. 1990. Pasture and animal productivity of buffel grass with Siratro, Lucerne or nitrogen fertilizer. *Tropical Grasslands (Australia)* 24: 269-281.
- t MANNETJE, L. 1965. The effect of photoperiod on flowering, growth habit and dry matter production in four species of the genus *Stylosanthes* Sw. *Australian Journal of Agricultural Research* 16: 767-771.
- t MANNETJE, L. 1984. Pasture development and animal product in Queensland since 1960. *Tropical Grasslands (Australia)* 18: 1-17.
- t MANNETJE, L. 1991. Practical technologies for the improvement of pastures in Central America. Wageningen Agricultural University. 10 p. (Mimeografiado).
- TORO, M. N. 1990. Productividad animal en pasturas de *Brachiaria humidicola* CIAT 679 solo y en asociación con *Desmodium ovalifolium* CIAT 350 bajo un sistema de manejo flexible del pastoreo. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 111 p.
- TURNER, N. C. Y BEGG, J. E. 1978. Responses of pasture plants to water deficits. In: Wilson, J. R.(ed). *Plant Relations in pastures*. CSIRO. Proceedings of a symposium held in Brisbane, 1976. Brisbane, Australia. p. 50-66.
- VALERIO, S. 1990. Efecto del secado y método de análisis sobre los estimados de taninos y la relación de estos con la digestibilidad *in vitro* de algunos forrajes tropicales. Tesis Mag. Sci., Turrialba, Costa Rica, CATIE. 94 p.
- VALLEJOS, A. 1988. Caracterización y evaluación agronómica preliminar de accesiones de *Brachiaria* y *Panicum* en el trópico húmedo de Costa Rica. Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, CATIE. 126 p.
- VALLEJOS, A.; PIZARRO, E. A.; CHAVES, C.; PEZO, D.; FERREIRA, P. 1989. Evaluación agronómica de gramíneas en Guápiles, Costa Rica. 1. Ecotipos de *Brachiaria*. *Pasturas Tropicales (Colombia)* 11: 2-9.
- VALLES, C.R. 1985. Distribución de *Stylosanthes guianensis* (Aubl) SW, en Perú. *Pasturas Tropicales (Colombia)* 7: 15-19.
- VALLIS, I.; GARDENER, C.J. 1985. Effect of pasture age on the efficiency of nitrogen fixation by 10 accessions of *Stylosanthes*. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry (Australia)* 25: 70-75.

- VAN HEURCK, L. M. 1990. Evaluación del pasto estrella (*Cynodon Inlemfuensis*) solo y asociado con las leguminosas forrajeras *Arachis pintoi* CIAT 17434 Y *Demodium ovalifolium* CIAT 350 en la producción de leche y sus componentes. Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, CATIE. 111 p.
- VIEIRA, J.M.; t MANNETJE, L. 1981. Sward structure, feeding value, diet selection and animal production on buffel grass pastures. Annual report 1981-82, Division of Tropical Crops and Pastures, CSIRO, Australia. p. 88-89.
- VILLAQUIRAN, M.; LASCANO, C. 1986. Caracterización nutritiva de cuatro leguminosas forrajeras tropicales. Pasturas Tropicales (Colombia) 8: 2-6.
- VILLARREAL, M.; CHAVEZ, O. 1991. Adaptación y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en San Carlos, Costa Rica. Pasturas Tropicales (Colombia) 13: 31-38.
- WATKINS, B.R.; CLEMENTS, R.J. 1978. The effects of grazing animals on pastures. In: J.R. Wilson (ed). Plant relations in pastures. CSIRO. Proceedings of a symposium held in Brisbane, 1976. Brisbane, Australia. p. 273-289.
- WHITEMAN, P.C. 1980. Tropical pasture science. Oxford, Oxford University Press. 392 p.
- WILSON, J. 1982. Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. In: J.B. Hacker. (ed.). Nutritional limits to animal production from pastures. CAB. Farham Royal, (G.B.). p. 111-131.
- WORREL, M.A.;UNDERSANDER, D.J.;THOMPSON, C.E.; BRIDGES, W.C. 1990. Effects of time of season and cottonseed meal and lasalocid supplementation on steers grazing rye pastures. Journal Animal Science (U.S.A.) 68: 1151-1152.

8. ANEXO

Cuadro 1A. Análisis de varianza para la composición botánica de los componentes de las praderas.

Fv	gl	gramíneas	leguminosas	natural	malezas
		-----Pr>F-----			
Gramíneas	1	0.0001	0.0001	0.0001	0.0496
Leguminosa	2	0.0001	0.0001	0.0001	0.0973
Gram*Leg	2	0.0001	0.0001	0.0001	0.4742
Carga Animal	1	0.9968	0.0001	0.0415	0.1962
CA*Gram	1	0.1695	0.0006	0.0346	0.8860
CA*Leg	2	0.0001	0.0001	0.0019	0.7878
CA*Gram*Leg	2	0.0129	0.0001	0.0851	0.5765
Error(a)	12	--	--	--	--
Ciclo	7	0.0473	0.0001	0.0001	0.0002
Ciclo*Gramínea	7	0.2743	0.0001	0.0001	0.0099
Ciclo*Leg	14	0.0021	0.0001	0.0001	0.7932
Ciclo*Gram*Leg	14	0.3089	0.0001	0.0001	0.1030
CA*ciclo	7	0.0402	0.0001	0.5220	0.0396
CA*ciclo*Gram	7	0.4891	0.0001	0.4979	0.0518
CA*ciclo*Leg	14	0.9046	0.0001	0.0001	0.0044
CA*ciclo*Gram*Leg	14	0.2033	0.0001	0.0032	0.1534
Error (b)	84	---	----	-----	-----
CV (a)		12.1	11.3	30.8	59.1
Cv (b)		7.3	22.7	17.5	61.4
EE (a)		8.9	1.4	8.1	1.8
EE (b)		1.4	0.7	1.1	0.5

Cuadro 2A. Análisis de varianza para la disponibilidad (Kg MS/ha) de biomasa total en oferta.

Fv	gl	Disponibilidad Kg MS/ha. ---Pr > F-----
Gramíneas	1	0.0001
Leguminosa	2	0.0008
Gram*Leg	2	0.0007
Carga Animal	1	0.0001
CA*Gram.	1	0.0162
CA*Leg	2	0.0328
CA*Gram*Leg	2	0.0560
Error(a)	12	--
Ciclo	7	0.0001
Ciclo*Gramínea	7	0.0001
Ciclo*Leg	14	0.0001
Ciclo*Gram*Leg	14	0.0001
CA*ciclo	7	0.0702
CA*ciclo*Gram	7	0.0001
CA*ciclo*Leg	14	0.0001
CA*ciclo*Gram*Leg	14	0.0001
Error(b)	84	---
CV (a)		3.3
Cv (b)		5.1
EE (a)		200.2
EE (b)		77.8

Cuadro 3A. Análisis de varianza para la disponibilidad de los componentes de la pradera.

Fv	gl	gramíneas leguminosas natural malezas			
		-----Pr>F-----			
Gramíneas	1	0.0001	0.0001	0.0001	0.1337
Leguminosa	2	0.0001	0.0001	0.0001	0.0545
Gram*Leg	2	0.0002	0.0001	0.0002	0.3363
Carga Animal	1	0.0001	0.0247	0.0016	0.7226
Ca*Gram	1	0.0020	0.2904	0.0068	0.5368
CA*Leg	2	0.0033	0.0148	0.0004	0.4436
CA*Gram*Leg	2	0.0145	0.0079	0.0276	0.6360
Error(a)	12	--	--	--	--
Ciclo	7	0.0001	0.0002	0.0001	0.0320
Ciclo*Gramínea	7	0.0001	0.0008	0.0001	0.0350
Ciclo*Leg	14	0.0001	0.0002	0.0001	0.5143
Ciclo*Gram*Leg	14	0.0120	0.0837	0.0001	0.1178
CA*ciclo	7	0.1215	0.3011	0.0473	0.0688
CA*ciclo*Gram	7	0.0116	0.4207	0.0164	0.0186
CA*ciclo*Leg	14	0.8875	0.0625	0.0001	0.0011
CA*ciclo*Gram*Leg	14	0.0792	0.0024	0.0001	0.1304
Error(b)	84	----	----	----	----
CV (a)		13.6	13.5	33.2	59.6
Cv (b)		10.6	16.7	21.8	62.7
EE (a)		549.0	78.7	448.6	89.8
EE (b)		107.4	34.2	73.5	23.6

Cuadro 4A.- Proporción de leguminosas en la composición botánica de 6 pasturas manejadas bajo dos cargas animales.

Leguminosas	B. brizantha		B. humidicola	
	carga animal			
	1.75	3.0	1.75	3.0
	----- % leguminosas -----			
Ap	19.47	9.82	29.61	55.24
Cm	0.51	0.88	0.37	1.97
Sg	0.02	0.14	5.90	2.32
EE = 0.84	-----			

Cuadro 5A. Proporción de Pastos naturales invasores en seis asociaciones gramíneas-leguminosas manejadas bajo dos cargas animales.

Asociaciones	B. brizantha		B. humidicola	
	carga animal		carga animal	
	1.75	3.0	1.75	3.0
	----- % Pasto Natural -----			
A. pintoi	4.23	10.26	22.84	33.44
C. macrocarpum.	13.12	3.90	95.22	56.28
S. guianensis	0.72	4.76	19.23	7.68

EE = 4.94

Cuadro 6A. Disponibilidad de biomasa total y de los componentes de la pastura bajo dos cargas animales.

	Carga Animal (UA/ha)		EE
	1.75	3,0	
Disponibilidad total	6336.9a	4280.9b	
" Pasto	4234.9a	2770.0b	
" Leguminosas	4707.7b	536.0a	
" Natural	1490.8a	846.6b	
" Malezas	136.3a	124.8a	
" Invasoras ¹	1627.1a	971.4b	

Medias con la mismas letras dentro columnas no difieren a un nivel ($P < 0.05$).

1= Sumatoria de Natural+Malezas.

Cuadro 7A. Disponibilidad promedio (Kg MS/ha) para cada componente de las pasturas.

Pasturas	Gramíneas	Leguminosas	Natural	Malezas
	-----kg MS/ha-----			
Bb + Ap	4500.9bc	811.1b	400.0c	57.32b
Bb + Cm	5005.8ab	39.8d	550.5c	123.57ab
Bb + Sg	5326.6a	4.15c	126.6c	134.08ab
Bh + Ap	1534.5d	1894.4a	1674.9b	111.75b
Bh + Cm	734.8e	45.4d	3503.3a	112.93b
Bh + Sg	3912.0c	225.2c	757.0c	243.54a

Medias con la mismas letras dentro columnas no difieren a un nivel ($P < 0.05$).

Cuadro 8A. Disponibilidad promedio por ciclos de pastoreo para los componentes de la pradera.

Ciclos	Gramíneas	Leguminosas	Natural	Malezas	Invasoras ¹
-----kg MS/ha-----					
1	3051.2e	521.4b	750.9c	134.9ab	885.8e
2	3123.8e	507.8b	852.5c	135.9ab	988.4e
3	3277.6de	463.3b	886.7e	134.4ab	1021.1e
4	3668.9c	499.6b	1134.3d	178.2a	1312.5cd
5	3140.4e	448.7b	1065.5d	115.1b	1180.6d
6	3370.1d	612.1a	1318.6c	137.1ab	1455.7c
7	4453.5a	612.5a	1773.4a	121.1b	1894.4a
8	3933.9b	361.6c	1567.9b	87.6b	1655.4b

Medias con la mismas letras dentro columnas no difieren a un nivel ($P < 0.05$).

1= Sumatoria de Natural+Malezas.

Cuadro 9A. Análisis de varianza para la concentración de proteína cruda en los componentes y material en oferta de la pastura.

Fv	gl	gramíneas	leguminosas ¹	Oferta
-----Pr>F-----				
Gramíneas	1	0.6650	0.3810	0.0001
Leguminosa	2	0.0003	0.0004	0.0001
Gram*Leg	2	0.0091	0.1387	0.0053
Carga Animal	1	0.7945	0.2627	0.0004
CA*Gram	1	0.0197	0.7966	0.0500
CA*Leg	2	0.1629	0.3649	0.0001
CA*Gram*Leg	2	0.0752	0.1000	0.2189
Error(a)	12	--	--	--
Ciclo	3	0.0001	0.0001	0.0001
Ciclo*Gramínea	3	0.0019	0.2906	0.0340
Ciclo*Leg	6	0.0013	0.0010	0.0009
Ciclo*Gram*Leg	6	0.8591	0.8709	0.0026
CA*ciclo	3	0.0678	0.5579	0.0587
CA*ciclo*Gram	3	0.7605	0.0776	0.0073
CA*ciclo*Leg	6	0.0781	0.1145	0.0197
CA*ciclo*Gram*Leg	6	0.3169	0.2484	0.1737
Error(b)	36	---	---	---

1 significa que gl para el error(a)=10 y para el error(b)=27

Cuadro 10A. Análisis de varianza para la digestibilidad in vitro (DIVMS) de los componentes de las pasturas y material en oferta.

Fv	gl	gramíneas	leguminosas ¹	Oferta
-----Pr>F-----				
Gramíneas	1	0.2251	0.3586	0.0001
Leguminosa	2	0.0001	0.0001	0.0001
Gram*Leg	2	0.0001	0.8607	0.0002
Carga Animal	1	0.0001	0.3447	0.1121
CA*Gram	1	0.1067	0.0819	0.2986
CA*Leg	2	0.0002	0.6395	0.0869
CA*Gram*Leg	2	0.0002	0.1275	0.0014
Error(a)	12	--	--	--
Ciclo	3	0.0001	0.0001	0.0001
Ciclo*Gramínea	3	0.8558	0.0189	0.0806
Ciclo*Leg	6	0.1395	0.0001	0.0346
Ciclo*Gram*Leg	6	0.0001	0.2558	0.0001
CA*ciclo	3	0.8140	0.2258	0.7379
CA*ciclo*Gram	3	0.0523	0.1958	0.1063
CA*ciclo*Leg	6	0.0231	0.6907	0.0558
CA*ciclo*Gram*Leg	6	0.3621	0.2955	0.8273
Error(b)	36	---	---	---

1 significa que gl para el error(a)=10 y para el error(b)=27

Cuadro 11A. Análisis de varianza para la composición de la dieta seleccionada.

Fv	gl	Gram.	Leg.	Natural	M.Muerto.
-----Pr>F-----					
Asociación	1	0.0001	0.0008	0.0016	0.9495
Carga animal	1	0.0001	0.0026	0.0017	0.0130
Asoc.* CA	1	0.0001	0.0844	0.0025	0.8570
Error (a)	4	-----	-----	-----	-----
Ciclo (CI)	2	0.0963	0.0295	0.0022	0.0603
Asoc*CI	2	0.0084	0.0004	0.0012	0.8086
CA*CI	2	0.1701	0.4437	0.0028	0.9220
Asoc*CA*CI	2	0.2986	0.1389	0.0016	0.4335
Error (b)	8	-----	-----	-----	-----
Días Ocupación (DO)	2	0.0001	0.1619	0.0001	0.0001
Asoc*DO	2	0.0001	0.2413	0.0001	0.2054
CA*DO	2	0.0055	0.3087	0.0001	0.0013
Asoc*CA*DO	2	0.0147	0.4952	0.0001	0.9536
DO*CI	4	0.0001	0.0001	0.0003	0.0016
Asoc*DO*CI	4	0.0279	0.2152	0.0001	0.1529
CA*DO*CI	4	0.3276	0.0822	0.0007	0.2298
Asoc*CA*DO*CI	4	0.3944	0.3132	0.0009	0.2248
Error	96	-----	-----	-----	-----

Cuadro 12A. Análisis de varianza para la relación hoja/tallo de la dieta seleccionada.

Fv	gl	Gramíneas		Leguminosas	
		hojas	tallos	hojas	tallos
-----Pr>F-----					
Asociación	1	0.0001	0.0002	0.0004	0.0241
Carga animal	1	0.0001	0.2249	0.0014	0.0945
Asoc.* CA	1	0.0014	0.0022	0.0515	0.2776
Error (a)	4	-----	-----	-----	-----
Ciclo (CI)	2	0.0126	0.0013	0.0479	0.0001
Asoc*CI	2	0.0019	0.3639	0.0005	0.0025
CA*CI	2	0.4152	0.0287	0.5135	0.2229
Asoc*CA*CI	2	0.3730	0.1402	0.1289	0.3874
Error (b)	8	-----	-----	-----	-----
Días Ocupación (DO)	2	0.0001	0.0001	0.2513	0.1502
Asoc*DO	2	0.0001	0.0001	0.4131	0.1416
CA*DO	2	0.0010	0.0151	0.3040	0.7190
Asoc*CA*DO	2	0.0641	0.0002	0.5441	0.8519
DO*CI	4	0.0001	0.0001	0.0001	0.0019
Asoc*DO*CI	4	0.0286	0.1034	0.3907	0.1045
CA*DO*CI	4	0.9228	0.0060	0.1318	0.4208
Asoc*CA*DO*CI	4	0.3019	0.0171	0.3647	0.5104
Error	96	-----	-----	-----	-----

Cuadro 13A. Análisis de varianza para la calidad de la dieta seleccionada.

Fv	gl	PC	DIVMS
-----Pr>F-----			
Asociación	1	0.0064	0.6141
Carga animal	1	0.0086	0.0284
Asoc.* CA	1	0.1699	0.0270
Error (a)	4	-----	-----
Ciclo (CI)	2	0.6178	0.0148
Asoc*CI	2	0.0161	0.5368
CA*CI	2	0.6052	0.0065
Asoc*CA*CI	2	0.5568	0.3866
Error (b)	8	-----	-----
Días Ocupación (DO)	2	0.1841	0.0001
Asoc*DO	2	0.0924	0.7224
CA*DO	2	0.9630	0.2745
Asoc*CA*DO	2	0.3669	0.0014
DO*CI	4	0.0515	0.0002
Asoc*DO*CI	4	0.0736	0.1822
CA*DO*CI	4	0.3572	0.1048
Asoc*CA*DO*CI	4	0.3108	0.0569
Error (c)	24	-----	-----

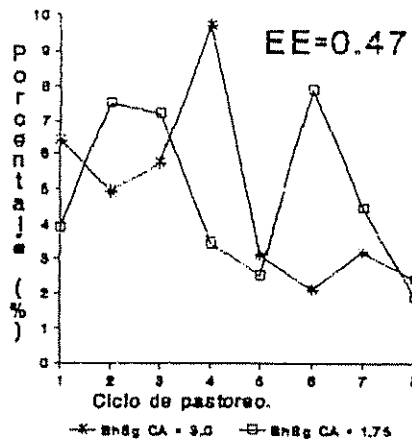
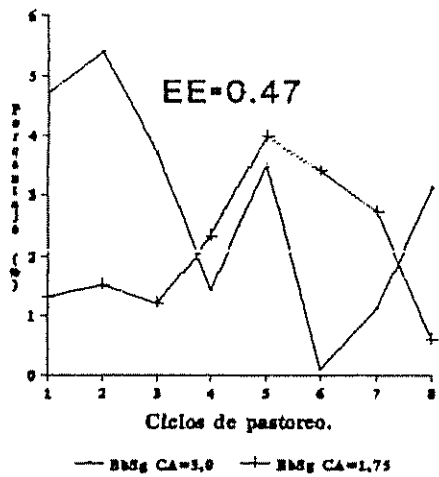
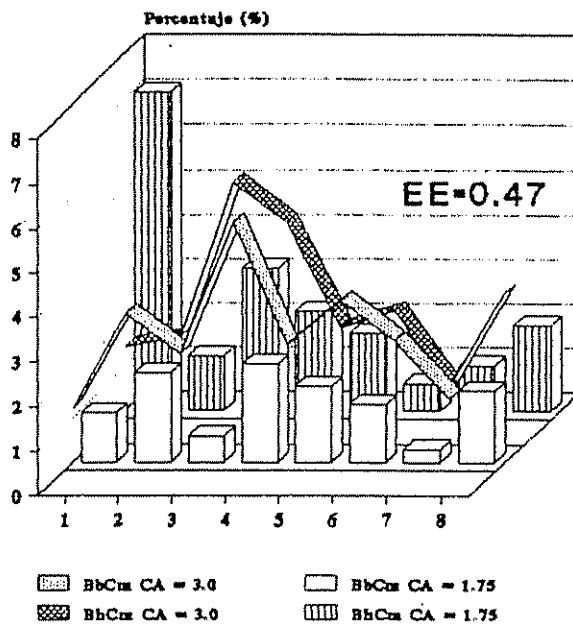
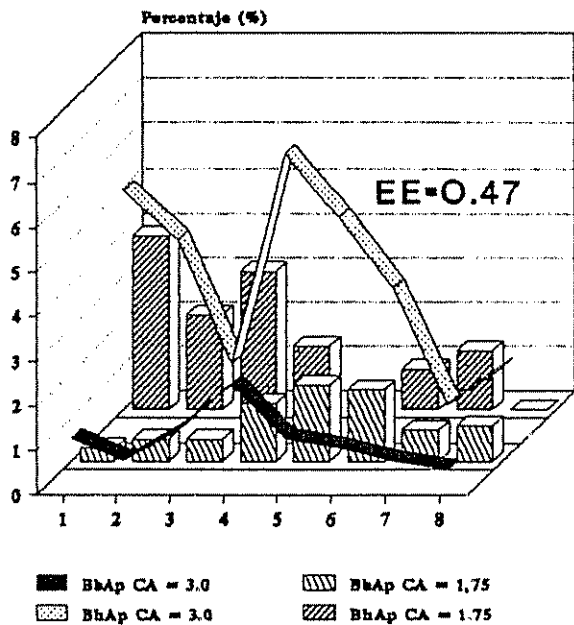


Figura 1A. Porcentaje de malezas en seis asociaciones manejadas bajo dos cargas animales.