

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**DINAMICA Y PRODUCTIVIDAD DE DOS ASOCIACIONES
GRAMINEA MAS LEGUMINOSA, BAJO UN SISTEMA DE
MANEJO FLEXIBLE DEL PASTOREO**

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

Magister Scientiae

Por

HECTOR ARTURO HUAMAN URIBE

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
Departamento de Producción Animal
Turrialba, Costa Rica
1988

DEDICATORIA

A mis padres Víctor Huamán y
Olga Uribe de Huamán por su
amor y dedicación

A mi amada familia mi
esposa Luzmilda Mendoza,
e hijos Olga del Rocío,
Héctor Fernando y Héctor
Arturo

A mis hermanos Enrique,
Isidora, Armando y Beatriz

A mis compatriotas y
mi país el Perú

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su gratitud a las siguientes personas:

Al Dr. Rolain Borel, Profesor Consejero Principal, por el apoyo brindado y acertada orientación y revisión del presente estudio.

Al Dr. Carlos Lascano, Profesor Consejero Auxiliar y Jefe de la Sección Calidad y Productividad de Pasturas del CIAT, por su confianza y acertada dirección de la presente investigación.

A los miembros del Comité Asesor: Dra. María Kass, Dr. Carlos Chavés y Dr. Francisco Romero por sus valiosas sugerencias y observaciones al texto.

Al Dr. Ronald Vargas, Director del Programa de Posgrado UCR/CATIE por las correcciones finales del texto.

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

A la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y al I.V.I.TA. por brindarme las facilidades para poder efectuar mis estudios de Posgrado.

A los Programas de Capacitación Científica y de Pastos Tropicales del Centro Internacional de Agricultura Tropical, mis agradecimientos por permitirme y brindarme las facilidades para efectuar el presente estudio en el CIAT.

A la Universidad de Costa Rica y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (UCR/CATIE) por su contribución en mi formación profesional y apoyo recibido.

A los Drs. José Toledo, James Spain, María C. Amézquita y Pedro Ferreira por su contribución en el desarrollo y culminación del presente estudio.

Al M.V. José Camacho por su compañerismo y amistad.

A los Ings. Germán Lema, Asdrúbal Cano, Oscar Sierra, Carlos V. Durán, José M. Gómez y Arturo Franco por su amistad y apoyo brindado.

Al personal de la Sección de Calidad y Productividad de Pasturas de la Estación Experimental del CIAT, Quilichao por su valiosa ayuda en la ejecución y desarrollo del presente estudio, mis agradecimientos.

A Gloria Valbuena, Clara I. Quintero, Edgar Cárdenas, Joaquín Rocha y Marcelo Calero por su amistad y apoyo brindado.

A la familia Brenes Ugalde por su valiosa contribución en la publicación del presente estudio.

Al personal de la Biblioteca ORTON-IICA Turrialba, Costa Rica, por su colaboración y amistad brindada.

A mis compañeros de promoción y todas aquellas personas que nos brindaron su amistad y apoyo, mis agradecimientos.

A la familia Romero por las atenciones recibidas; mis agradecimientos.

A los países de Costa Rica y Colombia por la amabilidad y hospitalidad de sus gentes.

BIOGRAFIA

El autor nació en la provincia Constitucional del Callao, Perú. Obtuvo el título de Médico Veterinario en la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en 1978.

Desde 1978 se desempeña como investigador en la Línea de Nutrición y Pastos del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura de la U.N.M.S.M., con sede en la Estación Principal del Trópico - IVITA, en Pucallpa, Perú.

En febrero de 1980 participó en el Tercer Curso Intensivo Multidisciplinario de Pastos Tropicales y en un adiestramiento en Utilización de Pasturas en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia.

En abril de 1985 ingresó al Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (UCR-CATIE) y en 1988 obtuvo el grado de **Magister Scientiae** en Producción Animal.

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

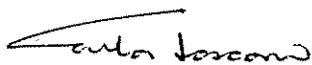
MAGISTER SCIENTIAE

Comité Asesor



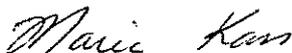
Rolain Borel, Dr. Sci. Tech.

Consejero Principal



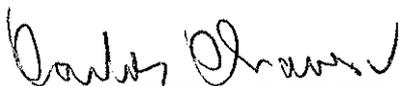
Carlos Lascano, Ph.D.

Consejero Auxiliar
(CIAT)



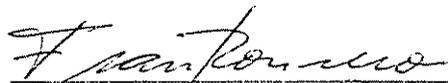
María Kass, Ph.D.

Miembro del Comité



Carlos Chavés, Ph.D.

Miembro del Comité



Francisco Romero, Ph.D.

Miembro del Comité



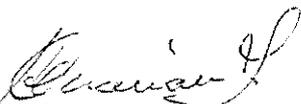
Ronald Vargas, Ph.D.

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



Luis Estrada N., Ph.D.

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



Héctor A. Huamán Uribe

Candidato

CONTENIDO

Página

RESUMEN.....	xi
SUMMARY.....	xiii
LISTA DE CUADROS EN EL TEXTO.....	xv
LISTA DE CUADROS EN EL APENDICE.....	xviii
LISTA DE FIGURAS EN EL TEXTO.....	xx
LISTA DE FIGURAS EN EL APENDICE.....	xxi
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 Persistencia de leguminosas tropicales en asociación con gramíneas, bajo pastoreo.....	4
2.2 Efecto del manejo del pastoreo sobre la composición botánica y productividad de aso- ciaciones gramíneas-leguminosas.....	7
2.2.1 Definiciones de variables del manejo del pastoreo.....	7
2.2.2 Efecto de la intensidad de pastoreo sobre el balance y productividad de pasturas asociadas.....	8
2.2.3 Efecto de sistemas de pastoreo sobre el balance y productividad de pastu- ras asociadas.....	10
2.2.4 Interacción entre intensidad y sistema de pastoreo sobre el balance y produc- tividad de pasturas asociadas.....	12
2.3 Productividad animal en asociaciones de gramí- neas con leguminosas bajo pastoreo.....	14

2.4	Efectos del manejo del pastoreo sobre la productividad animal en asociaciones de gramíneas con leguminosas tropicales.....	16
2.4.1	Efecto de la intensidad de pastoreo sobre la productividad animal en asociaciones de gramíneas con leguminosas...	16
2.4.2	Efecto del sistema de pastoreo sobre la producción animal en asociaciones de gramíneas con leguminosas.....	19
2.5	Características de las especies evaluadas.....	21
2.5.1	<u>Andropogon gayanus</u>	21
2.5.2	<u>Centrosema macrocarpum</u>	23
2.5.3	<u>Centrosema acutifolium</u>	23
2.6	Manejo flexible del pastoreo en la evaluación de asociaciones de gramíneas más leguminosas....	24
2.6.1	Fundamento.....	24
2.6.2	Ventajas del manejo flexible del pastoreo, con presión y sistema de pastoreo variable.....	26
2.6.3	Desventajas del manejo flexible del pastoreo, con presión y sistema de pastoreo variable.....	27
3.	MATERIALES Y METODOS.....	28
3.1	Características del área experimental.....	28
3.2	Establecimiento de las pasturas evaluadas.....	28
3.3	Tratamientos y diseño de campo.....	29
3.4	Manejo del pastoreo.....	30
3.5	Manejo de animales.....	33
3.5.1	Animales permanentes y volantes	33
3.5.2	Animales muestreadores.....	34
3.6	Mediciones en la pastura.....	35

	<u>Página</u>
3.7 Mediciones con el animal.....	36
3.7.1 Dieta seleccionada.....	36
3.7.2 Ganancia de peso vivo.....	37
3.8 Análisis químico de muestras.....	38
3.9 Análisis de resultados.....	38
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	40
4.1 Clima.....	40
4.2 Manejo del pastoreo.....	40
4.2.1 Asignaciones y cargas animal resultantes.....	40
4.2.2 Sistemas de pastoreo resultantes.....	44
4.3 Disponibilidad y dinámica de los componentes de las asociaciones evaluadas.....	48
4.3.1 Dinámica de la materia seca total (MST)..	48
4.3.2 Dinámica de la materia seca verde de gramínea (MSVG).....	50
4.3.3 Dinámica de la materia seca muerta de gramínea (MMG).....	54
4.3.4 Dinámica de la materia seca verde de leguminosa (MSVL).....	54
4.3.5 Dinámica de la materia seca verde de maleza (MSVMZ).....	60
4.4 Efecto del sistema de pastoreo en la propor- ción de leguminosa en las asociaciones eva- luadas.....	60
4.5 Comparación de los dos ecotipos de <u>C. acutifolium</u>	63
4.6 Floración y fructificación de las leguminosas evaluadas.....	65

	<u>Página</u>
4.7 Calidad nutritiva del forraje ofrecido y residual.....	65
4.7.1 Contenido de proteína cruda (PC) en el forraje.....	67
4.7.2 Digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca (DIVMS) en forraje.....	71
4.8 Composición de la dieta seleccionada.....	75
4.8.1 Leguminosa.....	75
4.8.2 Partes de las plantas.....	79
4.9 Calidad nutritiva de la dieta seleccionada.....	82
4.10 Ganancias de peso vivo.....	85
5. DISCUSION GENERAL.....	87
6. CONCLUSIONES.....	94
6.1 Generales.....	94
6.2 Específicas.....	94
7. RECOMENDACIONES.....	96
8. BIBLIOGRAFIA.....	98
9. APENDICE.....	110

HUAMAN, H.A. 1988. Dinámica y productividad de dos asociaciones gramínea más leguminosa, bajo un sistema de manejo flexible del pastoreo. Tesis, Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE.

PALABRAS CLAVES: Manejo del pastoreo, asociaciones, intensidad de pastoreo, sistema de pastoreo flexible, persistencia, calidad nutritiva, selectividad, ganancias de peso, A. gayanus, C. acutifolium, C. macrocarpum.

RESUMEN

En la Subestación Experimental del Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, Quilichao, Colombia bajo condiciones de bosque tropical semi-siempre verde estacional, se implementó una estrategia de pastoreo flexible para obtener información acerca de la persistencia, potencial de producción animal y requerimientos de manejo del pastoreo de C. macrocarpum CIAT 5713 y de C. acutifolium CIAT 5277-5568 asociados con A. gayanus CIAT 621, bajo dos rangos de intensidades de pastoreo y cada una con sistema flexible del pastoreo. Como medida de intensidad de pastoreo se prefijaron dos rangos de asignación de materia seca verde de gramínea (MSVG) de 3-5 y de 6-8 kg MSVG/100 kg PV/día, dejando una reserva de 500 kg/ha en la pastura; a su vez el sistema flexible de pastoreo fue determinado por un rango prefijado de composición botánica, de 20 a 50% de leguminosa en la materia seca verde total. Se efectuaron ajustes en la carga animal y en el largo de descanso de las pasturas, para mantener los rangos de asignación y de composición botánica, respectivamente.

La persistencia de las leguminosas fue drásticamente afectada por la intensidad alta de pastoreo. En la intensidad baja de pastoreo C. macrocarpum tendió a dominar la pastura (55% de la masa total). Esta tendencia fue contrarrestada con pastoreos menos frecuentes, logrando reducir la leguminosa a un 35% en la pastura. Por el contrario, debido a su poca adaptación, C. acutifolium no fue favorecida por pastoreos más frecuentes. La floración y fructificación de las leguminosas fueron favorecidas por la intensidad baja de pastoreo. Aunque los ajustes de carga animal no permitieron mantener las asignaciones dentro de los rangos prefijados, siempre se lograron mantener asignaciones contrastantes de biomasa verde. Las asignaciones tendieron a declinar al segundo año de evaluación, a pesar de la disminución de la carga animal (de 3,5 a 2,5 y de 2,6 a 2,0 UA/ha para la asignación baja y alta resp.). La asociación con C. macrocarpum soportó en promedio más carga (0.45 VA/ha) que con C. acutifolium.

La proporción de materia muerta de la gramínea aumentó a un 60% en las asociaciones y paralelamente la masa de gramínea verde declinó. Sin embargo, el contenido de proteína cruda (PC) y de digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) en las hojas ofrecidas de la gramínea (11,6% y 44,5%) y de las leguminosas (21,5% y 50,2%), así como de la dieta seleccionada (11,6% y 44,5%) no difirieron entre tratamientos ni a través del período experimental. La DIVMS de las hojas fue mayor en C. macrocarpum que en C. acutifolium (54,1% vs 46,5). Se observó una selección casi exclusiva y estable de los componentes foliares de las asociaciones. La selección de leguminosas estuvo relacionada en mayor grado con cambios de la composición botánica de las pasturas ($P < 0,05$). La selección de las leguminosas fue mayor ($P < 0,05$) en la época seca que en la lluviosa.

Las ganancias de peso no difirió entre los tratamientos evaluados, pero declinaron ($P < 0,05$) de 586 a 327 g/an/día al segundo año de evaluación. La asociación con C. macrocarpum generó, durante la época seca, un mayor incremento de peso (aunque no significativo) de 110 g/an/día que con C. acutifolium, explicable en parte por la mayor proporción de leguminosa en la dieta seleccionada.

Se concluye que la estrategia de pastoreo flexible permite identificar, en un período relativamente corto, el grado de tolerancia de las asociaciones a intensidades contrastantes de pastoreo. El uso de un sistema flexible de pastoreo permite también mantener un adecuado balance entre los componentes de asociaciones, cuando estas son pastoreadas con una intensidad adecuada de pastoreo y las especies que la conforman son compatibles entre sí.

HUAMAN, H.A. 1988. Dynamic and productivity of two grass-legume associations, under a flexible grazing system. Master of Science Thesis. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE.

KEY WORDS: grazing management, associations, grazing intensity, flexible grazing system, persistency, nutritive-value, selectivity, liveweight gain, A. gayanus, C. acutifolium, C. macrocarpum.

SUMMARY

In the Tropical Agricultural International Center (CIAT) at the Quilichao sub-station, Colombia, under tropical semi-evergreen forest conditions, a flexible grazing strategy was carried out to obtain information on persistency, animal production potential and grazing management requirements for C. macrocarpum CIAT 5713 and C. acutifolium CIAT 5277-5568 associated with A. gayanus CIAT 621, under two ranges of grazing intensity: 3-5 and 6-8 kg grass green dry matter (GGDM)/100 kg LW/day, allowing for a minimum reserve of 500 kg/ha in the pasture. The flexible grazing system responded to pre-determined range of legume proportion from 20 to 50% of legume total green dry matter in the total biomass. Stocking rate and length of grazing and rest periods adjustments were made to maintain the ranges of grazing intensity of botanical composition respectively.

High grazing intensity drastically affected legume persistency. In the low intensity, C. macrocarpum tended to dominate (55% of the total mass). This tendency was neutralized with less frequent grazings, reducing the legume to 35% of total mass. On the contrary, due to its low adaptation, C. acutifolium did not respond to more frequent grazings. The flower and fruit setting of the legume were increased at low grazing intensity. Although the grazing intensity could not be kept within the pre-determined ranges, contrasting stocking rates were maintained throughout the experiment. Grazing pressure tended to increase during the second year of evaluation, in spite of the stocking rate reduction (from 3,5 to 2,5 and from 2,6 to 2,0 an/ha respectively). The association with C. macrocarpum sustained a higher stocking rate (0,45 UA/ha) than with C. acutifolium.

The grass dead matter increased up to 60% of the total mass and the grass green dry matter declined proportionally. However, the crude protein content (CP) and the in vitro dry matter digestibility (IVDMD) in the grass on offer (11,6% and 44,5%) and in the legume a leaves (21,5% and 50,2%), as well as in the selected diet (11,6% and 44,5%) did not differ between treatments and between the experimental periods. The leaf IVDMD was higher in C. macrocarpum than in C.

acutifolium (54,1% and 46,5%). An almost exclusive and stable selection for the foliar components of the association was observed (90% of the total selected diet). The legume selection was more related to the botanical composition changes than to changes in cattle preference ($P < 0,05$). The legume selection was higher in the dry season than in the rainy season ($P < 0,05$).

The live-weight gains did not differ between treatments, but declined ($P < 0,05$) from 586 to 327 g/an/day the second year of evaluation. Although not statistically significant, the association with C. macrocarpum gave, during the dry season, a higher live-weight gain (110 g/an/day) than with C. acutifolium, as a probable response to the higher legume proportion in the selected diet.

It is concluded that the flexible grazing strategy allows for the identification, in a relatively short period of time of the tolerance grade of each association to contrasting grazing intensities. The use of a flexible grazing system allows for the maintenance of an adequate balance in the associations, provided that the grazing intensity is suitable and then the species involved are compatible.

LISTA DE CUADROS

<u>En el Texto</u>	<u>Página</u>
<u>Cuadro Nº</u>	
1	Carga animal (CA), días de descanso (DD) y de pastoreo (DP) resultantes en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo..... 47
2	Materia seca total disponible (MSTD) y residual (MSTR) en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo..... 51
3	Materia seca verde de gramínea disponible (MSVGD) y residual (MSVGR) en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo..... 53
4	Materia seca verde de leguminosa disponible (MSVLD) y residual (MSVLR) en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo..... 59
5	Materia seca verde de leguminosa (MSVL), hojas de leguminosa (HL) y proporción de leguminosa en la materia seca verde total (PMSVL) de dos ecotipos de <u>C. acutifolium</u> en asociación bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo..... 64
6	Floración y producción de semillas de dos leguminosas asociadas con <u>A. gyanus</u> , bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo..... 66
7	Contenido de proteína cruda (PC) de hojas de gramínea disponible (HGD) y residual (HGR) en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación y con manejo flexible del pastoreo..... 68

Cuadro N°

8	Contenido de proteína cruda (PC) de tallos de gramínea disponible (TGD) y residual (TGR) en dos asociaciones bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	69
9	Contenido de proteína cruda (PC) en hojas de leguminosa disponible (HLD) y residual (HRL) en dos asociaciones bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	70
10	Digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca (DIVMS) de hojas de gramínea disponible (HGD) y residual (HGR) en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	72
11	Digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca (DIVMS) de tallos de gramínea disponible (TGD) y residual (TGR) en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	73
12	Digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca (DIVMS) de hojas de leguminosa disponible (HLD) y residual (HLR) en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	74
13	Digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca (DIVMS) del forraje total disponible (FTD) y residual (FTR) en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forrajes, con manejo flexible del pastoreo.....	76

Cuadro Nº

14	Proporción de leguminosas en el forraje seleccionado (LFS) por novillos fistulados del esófago en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	77
15	Índice de selectividad de la leguminosa (ISRL) en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	78
16	Proporción de hojas de gramínea en el forraje seleccionado (HGFS) por novillos fistulados del esófago en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	80
17	Proporción de hojas de leguminosa en el forraje seleccionado (HLFS) por novillos fistulados del esófago en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	81
18	Proteína cruda en el forraje seleccionado (PCFS) por novillos fistulados del esófago en dos asociaciones bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	83
19	Digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca en el forraje seleccionado (DIVMSF) por novillos fistulados del esófago en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	84

Cuadro N°

20	Ganancia de peso en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	86
----	--	----

En el Apéndice

Cuadro N°

1A	Hojas de gramínea disponible (HGD y residual (HGR) en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	111
2A	Suma de cuadrados del análisis de varianza de la leguminosa en la dieta seleccionada (LDS) e índice de selectividad relativa de leguminosa (ISRL) en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	112
3A	Proporción de tallos de gramínea seleccionada (TGFS) por novillos fistulados del esófago en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	113
4A	Proporción de tallos de leguminosa en el forraje seleccionado (TLFS) por novillos fistulados en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	114
5A	Proporción de materia muerta de gramínea en el forraje seleccionado (MMGFS) por novillos fistulados en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	115

En el Apéndice

Cuadro N^o

Página

6A	Suma de cuadrados del análisis de varianza del contenido de proteína cruda (PC) y digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca (DIVMS) de la dieta seleccionada por novillos fistulados del esófago en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	116
7A	Contenido de proteína cruda (PC) del forraje total disponible (FTD) y residual (FTR) en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	117
8A	Proporción de materia seca verde de gramínea (G) leguminosa (L) y maleza (MZ) en la materia seca verde total de dos asociaciones bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	118
9A	Proporción de tallos (TGDR) y material muerto (MMGDR) de gramínea disponible y residual en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y un manejo flexible del pastoreo.....	119
10A	Suma de cuadrados del análisis de varianza de las partes de la planta de la gramínea y leguminosa, en la dieta seleccionada por novillos fistulados del esófago en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	120
11A	Suma de cuadrados del análisis de varianza de ganancia de peso ($\text{kg}\cdot\text{an}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$) en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	121

LISTA DE FIGURAS

En el Texto

<u>Figura Nº</u>		<u>Página</u>
1	Distribución espacial de los tratamientos. Croquis de campo.....	31
2	Representación esquemática del manejo flexible del pastoreo, para mantener rangos prefijados de asignación de forraje y proporción de leguminosa en la pastura.....	32
3	Distribución de la precipitación y evaporación mensual, en la Estación Experimental del CIAT, Quilichao (1986-1987).....	41
4	Asignaciones resultantes, en base a los rangos prefijados de materia seca verde de gramínea (MSVG), en dos asociaciones con manejo flexible del pastoreo (Asignaciones = MSVG-500 kg/ha).....	43
5	Asignación de materia seca total (MST), materia seca verde de gramínea más leguminosa (MSVG+L) y materia seca verde de gramínea (MSVG), en dos asociaciones con manejo flexible del pastoreo.....	45
6	Asignación de materia seca verde de hojas de gramínea + hojas de leguminosa (MSVHG+HL), hojas de gramínea (MSVHG) y hojas de leguminosa (MSVHL), en dos asociaciones con manejo flexible del pastoreo.....	46
7	Dinámica de la materia seca total (MST) en dos asociaciones, bajo dos asignaciones de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	49

En el Texto

<u>Figura Nº</u>		<u>Página</u>
8	Dinámica de la materia seca verde de la gramínea (MSVG) en dos asociaciones, bajo dos asignaciones de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	52
9	Dinámica de la materia seca de la gramínea (MMG) en dos asociaciones, bajo dos asignaciones de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	55
10	Dinámica de la materia seca verde de leguminosa (MSVL) en dos asociaciones bajo dos asignaciones de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	57
11	Dinámica de la proporción de leguminosa en base a la materia seca verde disponible (PMSVL) en dos asociaciones, bajo dos asignaciones de forraje, y con manejo flexible del pastoreo.....	58
12	Dinámica de la materia seca verde de maleza (MSVMZ) en dos asociaciones, bajo dos asignaciones de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	61

En el Apéndice

Figura Nº

1A	Dinámica de la materia seca verde de hojas de gramínea (MSVHG) en dos asociaciones, bajo dos asignaciones de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	122
2A	Dinámica de la materia seca verde de tallos de gramínea (MSVTG) en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignaciones de forraje y con manejo flexible del pastoreo.....	123

1. INTRODUCCION

El manejo del pastoreo es la práctica mediante la cual se pretende lograr una eficiente utilización de la pastura, buscando mantener una alta productividad y un balance adecuado de las especies sembradas a través del tiempo. Las metodologías tradicionales de evaluación de pasturas tropicales bajo pastoreo incluyen intensidades (carga animal o presión de pastoreo) y/o sistemas de pastoreo, en forma rígida por lo tanto, excluyen modificaciones del manejo según la dinámica de los componentes de la pastura. En otras palabras estas metodologías tradicionales no consideran los cambios en rendimiento y composición botánica que pudieran presentarse en la pastura, en el transcurso de su evaluación. A estos cambios en la pastura contribuyen los cambios climáticos entre años, plagas y enfermedades, y otros eventos no predecibles.

Las recomendaciones de manejo del pastoreo que se generan con una metodología rígida de evaluación de pasturas no necesariamente son aplicables a través de localidades o entre años. Además, podría existir el riesgo de descartar especies forrajeras promisorias, que bajo un manejo más flexible pudieran persistir en el tiempo. Por otro lado, debe de reconocerse que los productores no manejan sus pasturas en base a parámetros fijos, sino más bien dentro de ciertos rangos, como por ejemplo de altura. Otra desventaja de los sistemas tradicionales de experimentación, es que normalmente requieren el uso de diseños factoriales, típicamente varios niveles de carga en combinación con períodos de descanso, que resultan muy costosos y complejos de manejar.

Durante los últimos años varios investigadores han venido buscando alternativas a la metodología rígida empleada para evaluar germoplasma forrajero tropical, bajo condiciones

de pastoreo. Así, Spain y Pereira (1986), propusieron el uso de un sistema de manejo flexible del pastoreo, con presión y sistemas variables. La flexibilidad consiste en definir rangos de presión de pastoreo y de porcentaje de leguminosa en la pastura, en vez de niveles fijos de intensidad de pastoreo y largo de ocupación y descanso. Con la metodología propuesta solo se realizan ajustes correctivos de cargas y largo de ocupación y descanso cuando la disponibilidad y composición florística de la pastura sale de los rangos definidos, respectivamente. De esta forma, se espera mantener el balance de las especies en asociación a través de años, independientemente de variaciones climáticas (Spain y Pereira, 1986).

En general, como principal ventaja, el sistema flexible de evaluación de pasturas se adaptaría a la dinámica de cada asociación, dentro de un ecosistema determinado, permitiría definir los requerimientos de manejo y estimar el potencial de producción animal de las asociaciones. Por otra parte, con esta metodología de evaluación se haría un uso más eficiente de recursos. Sin embargo, una desventaja es que, no permite determinar los rangos de intensidad de uso tolerado por las pasturas, lo cual es muy relevante a nivel del productor. Para aliviar esta desventaja, se ha sugerido incluir en la metodología de pastoreo flexible varias intensidades de pastoreo, mediante cargas o rangos contrastantes de asignación de forraje, y en cada rango de intensidad de pastoreo emplear un sistema de pastoreo flexible (Lascano et al, 1986). Con esta modificación se podría obtener información sobre el manejo requerido para la persistencia de las especies de la pastura, bajo diferentes intensidades de uso y además obtener un estimado del potencial de producción animal.

El objetivo de este trabajo fue el validar la metodología de pastoreo flexible propuesta para evaluar la productividad y persistencia de asociaciones gramíneas -

leguminosas en el trópico. Específicamente se pensó determinar la efectividad de esta metodología para evaluar dos asociaciones bajo intensidades contrastantes de pastoreo en términos de grado de compatibilidad entre especies, requerimientos de manejo del pastoreo y potencial de producción animal.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Persistencia de leguminosas tropicales en asociación con gramíneas, bajo pastoreo

En los últimos años se han logrado importantes avances en el desarrollo de cultivares de leguminosas adaptadas a suelos ácidos e infértiles, sin embargo, aún existen muchas interrogantes sobre la persistencia de pasturas, asociadas de gramíneas y leguminosas, sobre todo desde el punto de vista de requerimientos de manejo del pastoreo (Humphreys, 1980; Jones, 1983).

Los factores climáticos, edáficos y bióticos determinan el grado de adaptabilidad de las leguminosas tropicales; así como su persistencia cuando éstas son pastoreadas en asociación con gramíneas.

Debe reconocerse que en pasturas asociadas al reto mayor es mantener la leguminosa productiva a través del tiempo. Existen varios factores que de una u otra forma afectan la persistencia de leguminosas en asociación con gramíneas, bajo pastoreo.

Las leguminosas tropicales son más sensibles al manejo del pastoreo que las gramíneas, y su persistencia está condicionada por el estrés de la competencia y de la defoliación (Norman, 1960; Jones 1983). Por lo tanto, las leguminosas que se seleccionen deberán ser tolerantes a la sombra, tener habilidad de resistir a la defoliación y pisoteo, y deben ser capaces de regenerarse a partir de semillas, estolones o coronas (Roberts, 1978; Roberts, 1979).

La competencia entre especies, bajo pastoreo es un proceso complejo (Norman, 1960). La naturaleza altamente competitiva de ciertas gramíneas de crecimiento erecto, tales como A. gayanus y Arudinaria ciliata, por su baja preferencia

de tallos y alto desarrollo radicular, pueden reducir la iluminancia de la parte aérea de las leguminosas (Gutterige, 1985, Valero et al, 1987), como también pueden competir por nutrimentos con las leguminosas (Lemus y Toledo, 1986). En estas circunstancias, el equilibrio entre gramíneas y leguminosas, bajo pastoreo, dependerá en gran medida de la intensidad de defoliación y de la disponibilidad de agua y nutrimentos. Por lo tanto, es necesario procurar una altura de pastoreo adecuada, especialmente durante el período de crecimiento, la cual permita el crecimiento y recuperación de la gramínea e impida la defoliación total de la leguminosa (Roberts, 1979).

Otro factor importante en el balance de leguminosas asociadas con gramíneas es el grado de selectividad por el animal en pastoreo, de uno de los componentes de la mezcla. El grado de selección de las especies está determinado por varios factores tales como la palatabilidad inherente de las especies, variables ambientales y la estructura de la pastura (Hodgson, 1979). La preferencia hacia los componentes de la pastura pueden variar por cambios de estación, durante la época de floración, y a medida que las plantas maduran (Humphreys, 1980). Por lo general, los animales seleccionan más leguminosa durante períodos de estrés hídrico, a medida que la gramínea madura y pierde su calidad (Gardener, 1980; Böhnert et al, 1986). Sin embargo, altas presiones de pastoreo y largos períodos de descanso pueden condicionar a una ingesta forzada de leguminosa (Stobbs, 1977; Roberts, 1979; Roberts, 1980; Böhnert et al, 1986). Las leguminosas de mediana o alta palatabilidad como C. macrocarpum (Pitty et al, 1985), S. hamata (Gardener, 1980) y S. humilis (Hunter et al, 1976) son más susceptibles al pastoreo que las poco palatables, toda vez que una alta preferencia hacia este componente induce a una posible remoción del material fotosintético y de los puntos de crecimiento (Watson y Whiteman, 1981), lo cual puede limitar la recuperación o

persistencia de estas leguminosas. Por el contrario, leguminosas con baja palatabilidad relativa pueden resultar en dominancia de la gramínea y por ende en una mezcla inestable. Una baja preferencia incrementa y ayuda su persistencia (Walker et al, 1983). No obstante, la persistencia de leguminosas de mediana o alta palatabilidad, pueden garantizarse mediante estrategias del manejo del pastoreo, como son la reducción de la intensidad de pastoreo, dejando un remanente fotosintético, alargando los períodos de descanso, o efectuando un pastoreo diferido de la leguminosa (Reyes y Santirasegaram, 1974; Stobbs, 1969b; Roberts, 1980; Maraschin et al, 1983; Walker et al, 1983). Con leguminosas de baja palatabilidad hay que reducir la carga o bien utilizar algún sistema de rotación para favorecer la gramínea.

Estudios recientes, han mostrado que el grado de selectividad de leguminosas con gramínea puede estar influenciado por la estructura de la pradera (Ebersohn y Moir, 1984; Lascano y Spain, 1986; CIAT, 1987; 1988). En asociaciones de Brachiaria spp. (hábito estolonífero) en asociación con A. pintoii, los animales seleccionaron la leguminosa durante todo el año, siendo la proporción de la dieta similar a la de la pastura. En B. dictyoneura (hábito estolonífero) en asociación con D. ovalifolium, los animales también seleccionaron leguminosa durante todo el año, siendo la proporción de la dieta menor a la proporción en la pradera. Con A. gayanus, de hábito de crecimiento erecto, en asociación con C. acutifolium los animales seleccionaron preferentemente la leguminosa en época seca. Estos resultados sugieren que la estructura de la pradera conjuntamente con la palatabilidad selectiva de la leguminosa puede tener un efecto muy marcado con la selección de leguminosa, y por ende con su grado de defoliación y su persistencia.

2.2 Efecto del manejo del pastoreo sobre la composición botánica y productividad de asociaciones gramíneas-leguminosas

2.2.1 Definiciones de variables de manejo del pastoreo

La intensidad de pastoreo, los períodos de ocupación y períodos de descanso son las tres variables con las cuales se define el manejo del pastoreo.

La intensidad de pastoreo se define en términos de carga animal y presión de pastoreo. La carga animal es la que relaciona animales, superficie y tiempo; y se define como el número de animales o peso vivo (PV) total que pastorea una área determinada y en un tiempo determinado. La presión de pastoreo determina la intensidad de defoliación de una pastura y relaciona la cantidad de forraje disponible y el PV de los animales en pastoreo. Esta presión de pastoreo también es expresada como asignación de forraje ofrecido o como forraje residual que queda después del pastoreo (Mott, 1983; Tergas, 1983). Cuando se fija la presión de pastoreo, la carga animal fluctúa en el tiempo y sucede lo contrario cuando se fija una carga animal (Clatworthy, 1984; Tergas et al 1984; Spain y Pereira, 1986).

El largo del período de ocupación y la intensidad de pastoreo afectan al grado de utilización del forraje disponible después de un período de descanso y determinan la cantidad de forraje residual que quedará después del pastoreo (Campling, 1964; Shaw y 't Mannelje, 1970; Tergas, 1983). El período de descanso determina el grado de acumulación, la madurez y la cantidad de forraje disponible para el animal en pastoreo y depende de la tasa de crecimiento de los componentes que integran la pastura (Roberts, 1980; Paladines y Lascano, 1983).

2.2.2 Efecto de la intensidad de pastoreo sobre el balance y productividad de pasturas asociadas

La carga animal ejerce un efecto marcado sobre la estabilidad y productividad de los componentes de las pasturas (Roberts, 1979; Tergas, 1983), especialmente de las leguminosas. No obstante, en muchas regiones tropicales las pasturas son manejadas y evaluadas con cargas fijas todo el año, a pesar de las fluctuaciones estacionales en sus rendimientos e ignorando los requerimientos de manejo de las plantas; así como sus características morfológicas y fisiológicas (Jones, 1974; Blaser, 1981).

Estudios efectuados en asociaciones de leguminosa con gramíneas tropicales demuestran que la intensidad de pastoreo ejerce cambios variables sobre el rendimiento y el balance de los componentes de las pasturas (Roberts, 1980).

Existen varios trabajos que muestran un efecto negativo de la presión de pastoreo en la productividad y persistencia de pasturas asociadas.

Jones (1974), al evaluar S. sphacelata asociado con D. intortum con un 50% de leguminosa y ausencia total de malezas, observó que al incrementar la carga animal de 1,1 a 2,96 an/ha la leguminosa disminuyó a un 6% y las malezas se incrementaron en un 43%. Este mismo autor (Jones, 1979), al estudiar S. anceps asociado con D. intortum y M. atropurpureum constató también una disminución en el porcentaje de la leguminosa cuando se aumentaba la carga. Igual tendencia reportó Davison et al (1982), en P. maximum asociado con N. wightii y D. intortum. En este estudio el incremento de carga de 1,0 a 2,0 an/ha, después de un período de cuatro años, resultó en una reducción de las leguminosas de un 31 a un 3%. También con P. maximum asociado con N. wightii, se constató una disminución de la leguminosa, de un 37 a un 14%, cuando se incrementaba la carga animal (Cowan et al, 1975). Por otro lado, en un estudio efectuado por Bisset

y Marlowe (1974), en la asociación de P. commersonii con M. atropurpureum, observaron, después de cuatro años de pastoreo, que la leguminosa presentaba una densidad de 39.000, 33.000 y 12.000 coronas/ha en las cargas de 0,62; 0,82; y 0,24 an/ha, respectivamente.

Si bien existen trabajos experimentales que muestran un efecto detrimental de la carga sobre persistencia de leguminosas en pastoreo, existen otros que muestran lo contrario. Austin citado por Evans y Bryan (1973), al evaluar Urochloa mozambicensis en asociación con S. humilis observó que al incrementar la carga de 0,8 a 2.5 an/ha, el porcentaje de leguminosa en la pastura aumentó de un 8 a un 75%. Similar tendencia reportó Stobbs (1969a) al evaluar Hyparrhenia rufa y P. maximum asociados con M. atropurpureum. Además, McIvor (1984), reportó que el S. hamata se vio favorecido con pastoreos fuertes y bajos niveles de fósforo aplicado.

Existen otros estudios, en donde independientemente de la carga animal, la leguminosa no ha persistido.

Al evaluar Arundinaria ciliata asociado con tres especies de Stylosanthes y M. atropurpureum, Gutteridge (1985) observó un bajo desempeño de los Stylosanthes, en las cinco cargas aplicadas, lo cual estuvo asociado a la naturaleza altamente competitiva de la gramínea asociada. A su vez, Eng et al (1978), al evaluar el efecto de incrementos de carga animal sobre P. maximum asociado con C. pubescens, S. guyanensis y P. phaseoloides, encontró que tanto el rendimiento de C. pubescens como de S. guyanensis no variaron con carga durante los dos primeros años. En el tercer año, ambas leguminosas disminuyeron sus rendimientos en las asociaciones, independientemente a la carga. Por otra parte, cuando se evaluaron tres accesiones de Urochloa asociados con S. hamata y S. scabra (McIvor, 1985) se constató una mayor contribución de leguminosa en el primer

año, en la presión baja, pero en los siguientes años no se observaron diferencias entre presión alta y presión baja; aunque el quinto año el porcentaje de S. hamata fue mayor en la presión alta de pastoreo.

Las experiencias reportadas muestran que la intensidad de pastoreo tiene un efecto variable sobre los componentes y rendimientos de las pasturas asociadas. Estos efectos podrían estar relacionadas con la compatibilidad de las especies, palatabilidad relativa, habilidad de producir semillas y hábito de crecimiento de las especies (Roberts, 1974; Edye et al 1978; Tergas et al, 1984; McIvor, 1985; Spain y Pereira, 1986). En base a lo anterior, es lógico pensar en el diseño de metodologías de evaluación de asociaciones gramíneas-leguminosas que permitan mantener constante la presión de pastoreo sobre la pastura, mediante el ajuste de cargas entre y dentro de las estaciones del año (Wheeler, et al, 1973). Dado el efecto variable de la intensidad de pastoreo sobre la persistencia de leguminosas en asociación con gramínea es importante se incluyan intensidades contrastantes en el proceso de evaluación de asociaciones para un local determinado.

2.2.3 Efecto de sistemas de pastoreo sobre el balance y productividad de pasturas asociadas

Algunos investigadores sugieren que existe poca diferencia entre pastoreo continuo y el rotacional (Wheeler et al, 1973; Ottosen et al, 1975) y solo justifican el descanso de la pastura cuando se utilizan presiones altas de pastoreo. Sin embargo, existe evidencia que leguminosas con crecimiento erecto se ven beneficiadas con períodos largos de descanso y que especies de crecimiento postrado se benefician con períodos cortos de pastoreo (Roberts, 1974).

Al revisar algunos experimentos de pastoreo en la literatura, se puede comprobar que el sistema de pastoreo ejerce efectos variables sobre el rendimiento de especies que conforman asociaciones de gramínea más leguminosas tropicales.

Abrams et al (1983), al evaluar la asociación de S. anceps con Galactia striata bajo una presión de pastoreo constante, observó que al incrementar el periodo de descanso de la pastura, de 14 a 18 días, se produjo una disminución en el porcentaje de leguminosa en la asociación. Una tendencia similar reportó Stobbs (1969b), quien en la asociación de P. maximum con M. atropurpureum bajo tres sistemas de pastoreo. Específicamente se encontró un mayor porcentaje de la leguminosa en la asociación bajo un sistema de pastoreo continuo (30%), que con pastoreo rotacional de 28 días (16%) y de 42 días (28%). Por el contrario, Coimbra (1979), al evaluar Brachiaria ruziziensis asociado con P. phaseoloides, observó que el incremento del intervalo de descanso generó aumentos en el porcentaje de leguminosa de la asociación. Además Maraschian et al (1983), comprobaron que se requerían largos periodos de descanso para mantener al D. intortum como componente activo en asociación con P. genoarum. Similar tendencia reportan Walker et al (1983), quienes sugieren que se pueden obtener altos rendimientos de leguminosa al descansar la pastura, durante la época de estrés hídrico, cuando el ganado preferentemente selecciona la leguminosa. Sin embargo, Chao et al (1982), lograron garantizar la persistencia de G. wightii y M. atropurpureum en asociación con pasturas nativas, defiriendo el pastoreo para la época seca. Además Santillán (1984), al evaluar una asociación compuesta por dos leguminosas (N. wightii y C. pubescens) y dos gramíneas (P. maximum y P. purpureum) observó que los niveles medios de periodos de descanso generaban aumentos en el porcentaje de leguminosa y rendimiento de la pastura.

En base a lo expuesto, podemos inferir que los días de descanso ejercen efectos variables sobre la persistencia y balance de los componentes de la pastura (Jones, 1979; Paladines y Lascano, 1983), por lo cual se corre un riesgo en evaluar asociaciones utilizando un solo sistema de pastoreo.

2.2.4 Interacción entre intensidad y período de descanso sobre el balance y productividad de pasturas asociadas

Existen pocos estudios que combinan tratamientos del manejo de pastoreo, intensidad y sistema de pastoreo, tendientes a medir efectos sobre el balance de los componentes y rendimiento de las pasturas. Sin embargo, parece ser que la intensidad de pastoreo ejerce un efecto más marcado sobre el balance de los componentes y sobre los rendimientos de las asociaciones, especialmente cuando los períodos de descanso son cortos.

Jones (1979), al estudiar S. anceps asociado con M. atropurpureum bajo diferentes cargas y períodos de descanso (4, 6, 9 semanas), encontró que tanto la disponibilidad como el porcentaje de leguminosa disminuían con el aumento de carga y con la reducción del período de descanso. El efecto debido a carga fue menor en el período de 9 semanas de descanso. Similar tendencia reportaron Pinedo y Santirasegaran (1973), en una mezcla de H. rufa, P. conjugatum y S. guyanensis bajo tres frecuencias y dos intensidades de pastoreo. Se observó que el porcentaje de leguminosa en la pastura se incrementó a medida que se prolongó la frecuencia de pastoreo y se disminuyó la carga animal sobre la pastura. En contraste, Coimbra (1979) constató que al incrementar el intervalo de descanso y disminuir la presión de pastoreo sobre B. ruziziensis asociado con P. phaseoloides, se producía una disminución en el porcentaje de leguminosa en la asociación.

Por otra parte, Lascano et al (1981), al evaluar el efecto de diferentes frecuencias de descanso e intensidades de pastoreo sobre C. pubescens asociada con A. gayanus, P. maximum y B. decumbens bajo un pastoreo común, observaron que las intensidades de pastoreo ejerció mayor efecto sobre la composición botánica, redujeron el rendimiento y porcentaje de leguminosa en la pastura, que las frecuencias de descanso. Por el contrario, Maraschin et al (1983), observaron que con períodos de descanso más prolongados, la asociación P. genoarum con D. intortum mantenía un adecuado balance de sus componentes, independientemente de la presión de pastoreo impuesta.

En un estudio de diferentes sistemas de manejo del pastoreo, sobre una sociación compuesta por N. wightii, C. pubescens, P. maximum y P. purpureum (Santillan, 1984), observaron que largos períodos de descanso y bajas presiones de pastoreo generaban una disminución en el porcentaje de leguminosa y rendimiento de la pastura mientras que cortos períodos de descanso y altas presiones de pastoreo generaban una alta producción de maleza. No se observaron efectos debidos a días de pastoreo, ni a niveles de fósforo, sobre los componentes de la pastura evaluada.

Asi mismo, cuando Davison y Brown (1985), efectuaron diferentes manejos de pastoreo tendientes a recuperar una pastura de N. wightii y D. intortum asociadas con P. maximum, comprobaron que tanto la reducción de presión de pastoreo, como la fertilización con superfosfato, y el descanso de la pastura produjeron una rápida recuperación de ésta.

De lo expuesto, se puede inferir que la intensidad de pastoreo tiende a ejercer mayores cambios, sobre los componentes y rendimientos en las pasturas, que los sistemas de pastoreo; sin embargo períodos más largos de descanso tienden a reducir el efecto de la intensidad de pastoreo. No obstante, los efectos de estas interacciones, entre

intensidad y frecuencia de pastoreo podrían depender en gran medida de las características morfológicas, fisiológicas, y la palatabilidad relativa de las especies que conforman la pastura asociada y de la variabilidad estacional de sus rendimientos, condiciones edáficas y/o ocurrencia de plagas y enfermedades (Spain y Pereira, 1986).

2.3 Productividad del animal en asociaciones gramíneas con leguminosas, bajo pastoreo

Con asociaciones de gramíneas y leguminosas, se pueden lograr incrementos significativos en producción animal. Las leguminosas en asociación con gramíneas son capaces de soportar altas tasas de ganancia durante los períodos de estrés hídrico (Gardener, 1980; Romero y Siebert, 1980; Böhnert et al, 1986), proveen proteína e incrementan el consumo de gramíneas (Campling, 1964), y suplen fósforo y calcio al ganado en pastoreo (Gomide, 1983). Por otra parte, las leguminosas asociadas con gramíneas tropicales pueden resultar en aumentos de ganancia de peso vivo por unidad de área, tasa de concepción y tasa de parición, y en peso al destete (Edye et al, 1972; Vilela, 1982). Lo anterior está asociado a su calidad nutritiva, la cual es estable (Pachauri y Patil, 1981). Además existen evidencias de que con leguminosas puede haber un aumento en producción de leche/vaca/día, dentro de un sistema de pastoreo complementario o en asociación con gramíneas (Paterson et al, 1981; Reategui et al, 1985). Los aumentos de producción animal en pasturas asociadas, están relacionadas con la alta calidad nutritiva de leguminosas independientemente de su grado de madurez o condición de sequía.

En varios ambientes tropicales, se ha demostrado que la producción animal se incrementa en relación con el rendimiento o porcentaje de leguminosa. En los casos en que no ha existido correlación entre la ganancia de peso y la

presencia de leguminosa verde puede deberse a los bajos niveles de leguminosa en la pastura o en la dieta seleccionada (Evans, 1979; Roberts, 1979; Watson y Whiteman, 1981; Walker et al, 1983). Así Watson y Whiteman (1981) al evaluar una gramínea asociada con C. pubescens, M. atropurpureum y S. guayanensis observaron una relación curvilínea entre porcentaje de leguminosa y ganancia de peso, siendo 15% de leguminosa el nivel donde se observó la mayor ganancia de peso. Evans (1979), encontró una respuesta positiva hasta un 30% de leguminosa en la pastura. Por otra parte, Walker et al (1983), al evaluar S. sphacelata asociado con M. atropurpureum y S. guianensis, observó que, cuando no hubo selección de leguminosa, la ganancia de peso animal no estuvo correlacionada con rendimiento y porcentaje de leguminosa; sin embargo, cuando hubo alta selección de leguminosa la ganancia de peso estuvo altamente correlacionada con rendimiento y porcentaje de leguminosa.

La deficiencia de nutrientes en el suelo, especialmente fósforo, pueden producir efectos depresivos en la ganancia de peso en pasturas asociadas. Así, Sartini et al (1980), al evaluar H. rufa asociado con C. pubescens, M. atropurpureum, G. wightii y S. guayanensis, observaron un efecto lineal positivo entre niveles de fósforo aplicados y ganancia de peso vivo/ha, independientemente de la carga animal aplicada. Una tendencia similar reportó Shaw y 't Mannelje (1970) en H. contortus asociado con S. humilis fertilizado con superfosfato molibdenizado. Por otro lado, Gomide et al (1984) al aplicar nitrógeno a una pradera de P. maximum asociado con M. atropurpureum, observaron un efecto depresivo del fertilizante sobre la ganancia por animal y por ha.

2.4 Efectos del manejo del pastoreo sobre la productividad animal en asociaciones de gramínea con leguminosas tropicales

2.4.1 Efecto de la intensidad del pastoreo sobre la productividad animal en asociaciones de gramíneas con leguminosas

Varios investigadores han generado relaciones matemáticas entre ganancias de peso por animal y por hectárea. Entre las más difundidas está la de Mott (1960). Con esta relación se define que la ganancia es máxima cuando la carga animal aumenta gradualmente, hasta un punto en el cual aumentos sucesivos de carga hacen que la ganancia por animal disminuya. No obstante, existe evidencia de que las pasturas tropicales manejadas con cargas muy bajas maduran y al madurar, pierden su calidad con efecto negativo sobre el consumo y las ganancias de peso (Edye et al, 1978). Jones y Sandland (1974) también generaron una relación en la cual la ganancia por animal se relaciona en forma lineal negativa con carga animal. La "carga óptima", se define como aquella en la cual la ganancia por hectárea es máxima.

Tanto Mott (1960) como Jones y Sandland (1974) basan sus relaciones en la suposición que la disponibilidad de forraje es estable e igual para todas las comparaciones de carga; por lo tanto, ellos no consideran calidad, madurez, variabilidad estacional en el rendimiento del forraje y en el balance de componentes ni las partes de las planta. Peterson et al (1965), desarrollaron una relación, en la cual si consideraban los atributos de calidad de la pastura, pero basaron su relación con supuestos teóricos que rara vez se dan en la práctica, y menos en asociaciones tropicales bajo pastoreo. De ahí, que la carga óptima para una pastura con leguminosa deberá estar más cercana al punto de máxima producción por animal y no al punto de máxima producción por hectárea (Roberts, 1979).

No hay duda que la carga animal es un factor de manejo que puede determinar en gran medida la productividad animal de una pastura. Sin embargo, cuando en la evaluación de pasturas se definen cargas fijas, durante todo el año, se ignoran las necesidades nutricionales de los rumiantes. A través del año se producen extremas diferencias tanto en la calidad como de la cantidad de materia verde y de hojas en oferta, por fluctuaciones estacionales y efectos del pastoreo sobre la pradera ('t Mannetje, 1974). Con el uso de intensidades bajas de pastoreo, se pueden obtener en un inicio altas ganancias de peso, pero estas decrecen cuando la tasa de crecimiento del forraje supere a la tasa de consumo de los animales (Chacón et al, 1978; Tergas, 1982).

Se ha demostrado en muchos estudios que no existe relación entre ganancia animal y cantidad de materia seca total de una pradera (Minson y Milford, 1967; 't Mannetje, 1974), dadas las características cambiantes de las praderas y el hábito selectivo del animal en pastoreo. Además, se reconoce que los factores que más limitan la producción animal son la materia seca verde y la cantidad de leguminosa presente en una pastura, así como sus contenidos de proteína cruda y DIVMS (Evans y Bryan, 1973; t'Mannetje, 1974; Evans, 1979). Por tal razón, en pasturas asociadas tanto las gramíneas como las leguminosas verdes no pueden ser consideradas por separado, ya que ambas contribuyen al total del alimento que consume el animal en pastoreo ('t Mannetje, 1974).

El efecto de carga animal sobre la producción animal, en asociaciones de gramíneas y leguminosas, ha sido estudiado por varios autores. En una pastura de Cynodon dactylon asociado con D. intortum manejadas con cuatro tasas de carga, no se observaron diferencias significativas entre las tasas de cargas en cuanto a ganancia diaria por animal; aunque las cargas más altas mostraron mayores ganancias por hectárea (Spear y Chikumba, 1986). Una tendencia similar reportó

McIvor (1985), al evaluar tres especies de Urochloa asociados con S. hamata y S. scabra bajo dos presiones de pastoreo. En contraste, otros estudios muestran ganancias de peso con cargas bajas. Shaw y 't Mannelje (1970) al evaluar H. contortus asociado con S. humilis bajo diferentes tasas de carga, observaron que las cargas más altas generaban las menores ganancias de peso por animal. En forma similar, Winks et al (1970), al estudiar P. maximum asociado con N. wightii, constataron que con una carga 2,5 an/ha se obtenía una menor ganancia de peso por animal (17%), que con una carga de 1,25 an/ha. Walker (1983), al evaluar S. spacelta asociada con M. atropurpureum y S. quayanensis bajo seis tasas de carga, de 1,2 a 5,0 an/ha, también constató que las mayores ganancias por animal y por hectárea se conseguían con la menor carga. Por otro lado, Bisset y Marlowe (1974) evaluaron el efecto de 0,62; 0,82 y 1,2 an/ha sobre P. commersoni asociado con M. atropurpureum, en dos localidades de Australia. En una localidad (Brooweene) no existió efecto de carga en ganancia por hectárea, pero sí para ganancia por animal, la cual fue menor en la carga baja. Por el contrario, en otra localidad (Lowmead) las ganancias por animal fueron similares entre cargas y la ganancia por hectárea en la carga alta fue mayor que en la carga baja. Los autores (Bisset y Marlowe, 1974), sugieren que estos efectos contradictorios pudieran estar relacionados a la ocurrencia de una estación seca muy marcada en Brooweense. Similar tendencia reportan Edye et al (1978), quienes al evaluar B. decumbens y P. maximum asociados con S. quayanensis y M. atropurpureum, no observaron efecto de carga animal sobre la ganancia/animal/año, lo cual estuvo asociado a un efecto antagónico entre época lluviosa y época seca.

El efecto de carga en producción de leche, en asociaciones gramíneas-leguminosas, ha sido poco estudiado. En un trabajo se evaluó el efecto de cuatro tasas de carga sobre la producción de leche, en animales de la raza

Friesian, en pasturas de P. maximum asociado con N. wightii (Cowan et al, 1975). Se constató que incrementos en la tasa de carga ocasionaban una disminución en la producción de leche (kg/vaca/año) y en los días de lactancia, y un aumento de los rendimientos de leche por área (kg/ha/año), sin embargo, estos incrementos de carga ocasionaron una disminución de la proporción de leguminosa y en el rendimiento de la pradera.

De los estudios revisados, podemos inferir que la intensidad de pastoreo ejerce efectos variables sobre la productividad animal en asociaciones gramíneas-leguminosas. Esta variación pareciera estar asociada con cambios en calidad nutritiva, en balance de los componentes y de las pasturas (Bisset y Marlowe, 1974; Edye et al, 1978; Spain y Pereira, 1986).

2.4.2 Efecto del sistema de pastoreo sobre la productividad animal en asociaciones de gramíneas con leguminosas

La productividad animal puede ser alta tanto en pastoreo continuo como en pastoreo rotacional (Blaser, 1982; Mendoza y Lascano, 1986) y depende de la disponibilidad de los componentes preferidos por el animal. Así, Clatworthy y Muyotcha (1984), al evaluar C. dactylon asociado con D. uncinatum bajo pastoreo continuo y rotacional, observaron que la ganancia an/año era superior con pastoreo continuo (173 kg/ha) en comparación al rotacional (142 kg/ha), lo cual estuvo relacionado con un mayor porcentaje de leguminosa. Por otro lado, en una asociación de P. maximum con C. pubescens Stobbs (1969a), no se encontró diferencias en ganancias de peso entre un sistema de pastoreo continuo en comparación con sistema rotacional con 28 días de descanso. Sin embargo, en este mismo estudio cuando se aumentó el descanso a 48 días, hubo una reducción en la ganancia de peso. Asimismo, Stobbs (1969b), al evaluar H. rufa asociado con C. pubescens y S. guyanensis, encontró que con 14 días de

descanso de la pastura se producía una mayor ganancia de peso por hectárea, que con 28 días de descanso. Por el contrario, Grof y Harding (1970), reportaron una mayor producción animal con pastoreo rotacional (14,8%) en comparación con pastoreo continuo, para una asociación de P. maximum asociado con C. pubescens pastoreada con 3,5 an/ha.

La interacción entre intensidad y sistemas de pastoreo pueden resultar en efectos variables en productividad animal, debido a cambios en la calidad y rendimientos del forraje en oferta, y a cambios en los componentes de las pasturas asociadas. En una pastura de H. rufa asociada con S. guyanensis se evaluaron los efectos de pastoreo continuo y pastoreo rotacional bajo diferentes tasas de carga (Stobbs, 1969a). Se encontró que con pastoreo rotacional y mayores tasas de carga se producían las más altas ganancias/ha en comparación con pastoreo continuo. Por el contrario, Clayworthy y Muyotcha (1984) al evaluar C. dactylon asociado con D. intortum, observaron mayor ganancia/ha con pastoreo continuo que con rotacional, a medida que se incrementaba la tasa de carga. Ackerman y Buoultwood (1983), al evaluar la misma asociación bajo cargas mayores, no observaron diferencias en la ganancia animal debidos a carga, aunque con la mayor carga (4,7 an/ha) el pastoreo continuo produjo una mayor ganancia/ha, que el rotacional.

Por lo expuesto, los sistemas de pastoreo ejercen influencias variables sobre la productividad animal, las que podrían estar relacionadas con la compatibilidad y características inherentes de los componentes de las pasturas, o con la estacionalidad de sus rendimiento y comportamiento selectivo, y con cambios en la calidad nutritiva de la pastura (Roberts, 1979; Paladines y Lascano, 1983; Spain y Pereira, 1986).

2.5 Características generales de las especies evaluadas

2.5.1 Andropogon gayanus

Es una gramínea perenne originaria del Africa tropical, es de crecimiento erecto en macollas y de porte alto. Es productiva en suelos ácidos con altos contenidos de aluminio y bajos contenidos de nitrógeno y fósforo, y es resistente a la quema (Bowden, 1963; ICA, 1980; CIAT, 1985; 1986; 1987; 1988). Además, por su sistema radicular abundante y profundo (130 a 180 cm de profundidad) y su alta eficiencia en la utilización de agua, es una gramínea promisoría para áreas con períodos de sequía prolongadas (Bowden, 1963; Goedert et al, 1985). Es resistente a plagas y enfermedades, pero es muy susceptible a ataques de hormigas (Tergas et al, 1984). Esta gramínea produce altos rendimientos de semilla (entre 100 a 150 kg/ha), existiendo una sincronización entre la floración y final de la época de lluvias. No obstante, la duración crítica del día para la floración de 12-14 horas (Tompsett, 1976), y a medida que ésta se acorta, entre 12 a 8 horas, la floración se hace más intensa. Los rendimientos de forraje son altos, pero pueden variar entre épocas, años y entre ecosistemas (Tergas et al, 1984; Rodríguez, 1985).

La aceptabilidad de A. gayanus es alta, sin embargo se reduce cuando la planta florece o madura debido a su alta proporción de tallos y al aumento de su material muerto (Mozzer et al, 1973; Valeron, 1985). A pesar de esto, su calidad nutritiva es moderada, tanto en contenido de proteína cruda como en DIVMS, pero posee bajos niveles de fósforo y calcio. Sin embargo, en estadios de temprana madurez la DIVMS de hojas y tallos de A. gayanus son similares entre si (Haggar y Ahmed, 1971; Lascano et al, 1981). No obstante, el factor nutricional más limitante de esta gramínea parece ser su digestibilidad media, aún en su mejor estado de crecimiento (Haggar, 1970); el cual limita el consumo de energía. De ahí que las ganancias de peso con A. gayanus no

son altas y tiendan a ser negativas durante la época de sequía (ICA, 1980; Böhnert et al, 1986). Así, en los Llanos Orientales de Colombia, con una marcada época seca, A. gayanus permite un promedio de ganancias de 300 a 400 g/animal día, sin embargo, en época seca provoca pérdidas de peso de 36 g/an/día; sin embargo, en condiciones ambientales mejores, suelos ácidos con alto contenido de M.O. y poco estrés de sequía, puede producir 152 y 139 kg/an/año con cargas de 3,3 y 3,7 an/ha, respectivamente (ICA, 1980; Tergas et al, 1984; Böhnert et al, 1986).

El A. gayanus ha mostrado ser compatible con todas las leguminosas promisorias, de la sabana y bosque húmedo tropical; sin embargo es dominado por las leguminosas poco palatables y de mayor agresividad, tales como D. ovalifolium (CIAT, 1984; CIAT, 1985; 1986; 1987; 1988). En algunos casos el equilibrio competitivo de esta gramínea con algunas leguminosas, como S. capitata o P. phaseoloides, se ve afectado por el incremento de sus tallos, con la edad de rebrote, y de su material muerto, y por su característica fuertemente competitiva por nutrimentos a nivel de raíces (Tergas et al, 1982; Valeron, 1985; Lemus y Toledo, 1986).

Investigaciones recientes, muestran que asociaciones de A. gayanus con leguminosas promisorias pueden incrementar sustancialmente la productividad animal. Así, en la zona del bosque húmedo, Reatgui et al (1985), reportan ganancias de 639 y 512 kg/ha/año, y de 459 y 367 g/an/día con asociaciones de A. gayanus con C. pubensens y S. quayanensis, respectivamente. Además, en las sabanas colombianas, Böhnert et al (1986), al evaluar A. gayanus asociado con S. capitata y S. sphacelata, constataron ganancias de 687 y 150 g/an/día para la época de lluvias y sequía, respectivamente. A pesar de esto, aún se requiere de mayor información acerca de sus requerimientos de manejo bajo pastoreo y de su fertilización de mantenimiento, especialmente cuando está en asociación con leguminosas (Tergas et al, 1984; Rodríguez, 1985).

2.5.2 Centrosema macrocarpum

Su distribución natural cubre un amplio rango de altitudes y condiciones edáficas de América Tropical. Su crecimiento es vigoroso aún en suelos ácidos y de baja fertilidad. Además, el C. macrocarpum es tolerante a plagas, enfermedades y al estrés de la sequía (CIAT, 1984; CIAT, 1987). Sin embargo, su hábito de floración marcadamente estacional y el insuficiente desarrollo de sus estolones son sus principales limitaciones (CIAT, 1984, Thomas y Andrade, 1985). Su producción de semillas en el trópico húmedo, es aceptable y con alto porcentaje de germinación (Silva y López, 1985). Aunque produce altos rendimientos de materia seca, bajo régimen de corte, ésta se compone principalmente de tallos (CIAT, 1984; Villaquirán y Lascano, 1986).

No obstante, C. macrocarpum presenta un alto valor nutritivo, tanto en cuanto a proteína cruda en hojas (25.1%) y tallos (12.4%) y su consumo es alto (63.6 gr MS/kg PV^{0.75}/día); sin embargo su DIVMS de hojas y tallos es moderado (55,7% y tallos 42,1% respectivamente). Como es más palatable que otros géneros de leguminosas promisorias, tales como Desmodium, Stylosanthes, Pueraria y otras especies de Centrosema es susceptible a pastoreos muy intensivos, a lo cual contribuye también su hábito de crecimiento estolonífero, su poca producción de semillas y los manejos inadecuados del pastoreo (CIAT, 1985; Pitty et al, 1985; Villaquirán y Lascano, 1986). No obstante, asociaciones de C. macrocarpum con A. gayanus han resultado en incrementos significativos de la productividad animal (Pitty et al, 1985).

2.5.3 Centrosema acutifolium

Las especies de Centrosema son originarias de América Tropical. Así, C. acutifolium CIAT 5568 es originaria de Brasil y el C. acutifolium CIAT 5277 de la región del Orinoco

en Colombia. Se adaptan bien a las regiones tropicales localizadas desde el nivel del mar hasta los 1.400 m.s.n.m., con una precipitación pluvial entre 1.000 y 2.500 mm. Ambos prefieren suelos bien drenados con textura arcillosa hasta franco arcillosos (ICA, 1987; CIAT, 1987) y poseen una mayor capacidad de enraizamiento, en tallos rastreros, que otras especies promisorias de Centrosemas (Shultze-Kraft y Keller-Grein, 1985). Además, se adaptan bien en suelos ácidos y con altos contenidos de aluminio, y son resistentes al ataque de insectos; aunque pueden verse afectados por Rhizoctonia spp., Cercospora spp. y Cylindrocladium spp.; sin embargo su producción de materia seca oscila entre los 900 a 1.200 kg/ha/año (CIAT, 1982; 1985, 1987; ICA, 1987).

A su vez, su aceptabilidad y consumo por el ganado son altos, especialmente durante la época seca; igual que su contenido de proteína cruda, en hojas (25%) y su DIVMS (60-65%) (CIAT, 1987). El C. acutifolium 5277 en asociación con A. gayanus ha mostrado ser estable y productiva bajo manejo rotacional y cargas moderadas, lográndose producciones de 650 g/an/día durante la época de lluvias y 115 gr/an/día en la época seca (CIAT, 1986; CIAT, 1987).

2.6 Manejo flexible del pastoreo en la evaluación de asociaciones de gramínea y leguminosas

2.6.1 Fundamento

Las experiencias reportadas en la literatura muestran el efecto variable que puede ejercer la intensidad y los sistemas de pastoreo, así como sus interacciones, sobre los componentes, rendimientos y productividad de las pasturas tropicales asociadas. Estos efectos no fácilmente predecibles podrían estar relacionados con factores bióticos y edáficos (Tergas et al, 1984; Sartini et al, 1980; Spain y Pereira, 1986), con la compatibilidad inherente de las especies asociadas (Gutterige, 1985), con el pastoreo

selectivo y requerimiento del animal en pastoreo (Walker et al, 1983), o con la estacionalidad de los rendimientos de las especies (Bisset y Marlowe, 1974). Sin embargo, las metodologías tradicionales de evaluación de pasturas empleadas no reconocen la dinámica de especies asociadas ni las diferencias entre ecosistemas donde éstas son evaluadas (Roberts, 1979; Spain y Pereira, 1986).

En base a lo anterior, cuando se evalúan asociaciones en base a un solo sistema de pastoreo, existe el riesgo de no escoger el sistema de pastoreo más adecuado para lograr la persistencia de las especies evaluadas (Spain y Pereira, 1986). Por otro lado, si se evalúan dos o tres cargas con un solo sistema de pastoreo, no podría detectarse posibles interacciones entre descanso e intensidad de pastoreo en determinar la persistencia de las especies evaluadas y producción animal. Pero debe reconocerse, que si se incluyen varias cargas animales y sistemas de pastoreo en la evaluación de las asociaciones se requerirán muchos recursos.

Por esta razón, como una alternativa a la metodología tradicional, Spain y Pereira (1986) propusieron el uso de un sistema de manejo flexible del pastoreo en el cual no se definen niveles fijos de intensidad y períodos de descanso, sino, rangos de presión o asignación de forraje ofrecido y porcentaje de leguminosa en la asociación. Los ajustes de carga se hacen en función de la disponibilidad de forraje y los ajustes de período de descanso en función del porcentaje de leguminosa en la asociación. El elemento decisivo y novedoso de esta propuesta es que mientras la pastura se mantiene dentro de los rangos prefijados de presión de pastoreo y composición botánica, no se realizan ajustes correctivos. Así la carga se ajustaría cuando la presión de pastoreo llegue a límites prefijados; cuando se llegue al límite inferior del rango, se reduciría la carga y cuando se llegue al límite superior se aumentaría la carga. El sistema de pastoreo se cambiaría en función al porcentaje de

leguminosa presente en la pastura; cuando el porcentaje llegue al límite superior prefijado, se prolongaría el periodo de descanso y cuando llegue al límite inferior, el periodo de descanso se reduciría. Bajo estas condiciones, se asume que mientras se mantenga relativamente la presión de pastoreo dentro del rango prefijado, el uso de un sistema de pastoreo alterno con largos periodos de descanso favorecería a la gramínea, la cual es preferencialmente seleccionada por el animal en pastoreo. Por el contrario, el uso de un sistema de pastoreo con periodos cortos de descanso permitiría un mayor consumo de la gramínea, favoreciendo de esta manera la leguminosa (Roberts, 1974; Paladines y Lascano, 1983; Spain y Pereira, 1986).

2.6.2 Ventajas del manejo flexible del pastoreo, con presión y sistema de pastoreo variable

La evaluación de asociaciones gramíneas y leguminosas con manejo flexible reconoce la dinámica a corto y largo plazo de cada asociación dentro del ecosistema en que se está evaluando la pastura. Por otro lado, dado que el manejo requerido por una asociación está definido en términos de parámetros de la pastura, la información resultante se podrá extrapolar más en el espacio y tiempo y podría servir de base para recomendaciones prácticas a productores. También debe reconocerse que con esta metodología es posible abaratar los costos de los ensayos de pastoreo, al permitir reducir requerimientos de área, infraestructura, animales, personal y tiempo requeridos para seleccionar germoplasma útil para un ecosistema dado.

En resumen, la estrategia de pastoreo flexible permitiría obtener información sobre el manejo de pastoreo requerido para lograr la persistencia de las especies en la asociación y sobre el potencial de producción animal. Los resultados se constituyen, por sí mismo, en una recomendación

de buen manejo que puede ser transferida a los productores (Spain y Pereira, 1986).

2.6.3 Desventajas del manejo flexible del pastoreo, con presión y sistema de pastoreo variable

No obstante, las ventajas expuestas sobre la metodología propuesta por Spain y Pereira (1986), existen algunas desventajas, como se discutirá a continuación.

En primer lugar, la definición a priori de rangos de presión de pastoreo y de composición botánica, presupone un buen conocimiento previo del comportamiento bajo pastoreo de las especies en asociación.

Muy importante, además, es que no permite conocer los rangos de manejo tolerados por las pasturas. Lo cual es importante en la elaboración de recomendaciones para los productores.

Por lo antes mencionado se ha recomendado incluir dentro de la metodología un pastoreo flexible, diferentes rangos de presiones de pastoreo, aplicando en cada intensidad un sistema de pastoreo flexible dependiendo de la composición botánica de la pastura (Lascano et al, 1986). Con esta estrategia se podría obtener información sobre el potencial de producción animal y sobre la persistencia de la pastura bajo diferentes intensidades de utilización, a la vez que podría obtenerse información sobre el sistema de manejo más apropiado para cada intensidad de pastoreo empleada. La validación de esta propuesta es el tema central del presente estudio.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Características del área experimental

El estudio se desarrolló en la Subestación Experimental Quilichao, perteneciente al Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), la cual está ubicada en el Municipio de Santander de Quilichao, Departamento del Cauca, en la República de Colombia. Su ubicación geográfica es de 3°6' longitud norte y 76°31' latitud Oeste, a 990 m.s.n.m.

La subestación Experimental Quilichao se encuentra dentro del ecosistema clasificado como bosque tropical semi-siempre verde estacional (Toledo *et al*, 1983). La temperatura media anual es de 24°C, con una precipitación pluvial promedio anual de 1770 mm y una humedad relativa promedio de 77 por ciento. La precipitación pluvial se distribuye en dos periodos definidos, entre marzo a junio y de setiembre a diciembre.

Los suelos del área experimental han sido clasificados como Ultisoles (Palehumult, orthóxico, arcilloso, caolínico, isohipertérmico). Estos suelos son ácidos (pH de 3,8 a 4,6), con baja disponibilidad de fósforo (de 0,6 a 2,7 ppm) y con aluminio intercambiable de 1,0 a 4,8 meq/100 g de suelo. Además poseen altos contenidos de manganeso y baja disponibilidad de calcio (< de 0,56 meq/100 g. de suelo) y magnesio (< de 0,26 meq/100 g. de suelo) con 7,4 por ciento de materia orgánica. La estructura física del suelo posee buena granulación y buen drenaje (Toledo *et al*, 1983).

3.2 Establecimiento de las pasturas evaluadas

En mayo de 1985 se sembraron en forma de surcos los materiales experimentales, una mitad del área con A. gayanus

621 en asociación con C. macrocarpum 5713 y en la otra mitad con A. gayanus 621 en asociación con C. acutifolium 5277 y con C. acutifolium 5568. Las distancias entre surcos de gramínea y leguminosa fue de 0,75 m.

Se usaron tasas de siembra de 8 y 1,6 kg de semillas botánica por hectárea para gramínea y leguminosas, respectivamente. La fertilización al establecimiento fue de 21 kg de P, 150 kg de Ca, 22 kg de K_2O , 11 kg Mg y 22 kg de S por hectárea.

En diciembre de 1985 se efectuó un pastoreo de uniformización por pocos días utilizando altas cargas.

3.3 Tratamientos y diseño de campo

Los tratamientos del ensayo consistieron en dos asociaciones, cada una manejada con dos rangos de intensidad de pastoreo y un rango de composición botánica. Específicamente las asociaciones evaluadas fueron A. gayanus con C. macrocarpum 5713 y A. gayanus con C. acutifolium (5277 y 5568) bajo dos rangos de asignación de forraje (de 3 a 5 y de 6 a 8 kg de materia seca verde de gramínea (MSVG)/100 kg PV/día para asignación baja y asignación alta, respectivamente) y un rango de composición botánica (de 20 a 50 por ciento de leguminosa). El término de asignación de forraje será utilizado intercambiamente con el término de presión de pastoreo a través del texto, teniendo en cuenta que la asignación alta es sinónimo de presión baja y que la asignación baja es sinónimo de presión alta. Los parámetros prefijados se basaron en resultados de evaluaciones preliminares obtenidas para ambas asociaciones por Pizarro et al (1985), en condiciones similares a la del presente estudio.

El diseño de campo (Figura 1), incluyó las dos asociaciones por dos rangos de asignación de forraje,

dispuestas aleatoriamente en el espacio, pero sin repeticiones. El área experimental fue de 24.500 m², de las cuales a cada asociación le correspondió 12.250 m² y a cada tratamiento (asociación en cada rango de asignación) 6.125 m². Cada tratamiento a su vez estaba conformado por dos divisiones, para pastoreo alterno, de 3.065,5 m².

La asociación con C. acutifolium estaba compuesta por dos ecotipos de la leguminosa, CIAT 5277 y CIAT 5568, dispuestos alternadamente en cada mitad de cada división de pastoreo.

Durante el período experimental se suministró agua y una mezcla de sal mineralizada a los animales, mediante cinco bebederos y ocho saleros distribuidos convenientemente en las parcelas experimentales. Como suplemento mineral se usó una mezcla de sal mineralizada a base de fosfato bicálcico, carbonato de calcio, flor de azufre, sal común y microelementos, con un contenido de 9% de fósforo.

3.4 Manejo del pastoreo

El período experimental y el pastoreo de los tratamientos comprendió del 9 de enero de 1986 al 7 de enero de 1988. Un grupo de animales, pastoreaba en forma alterna cada asociación en cada rango de asignación de forraje. Para mantener los rangos prefijados de asignación (3 a 5 y 6 a 8 kgMSVG/100kgPV/día) y composición botánica (20-50% de leguminosa), en las pasturas se efectuaban ajustes correctivos de la carga animal y del período de descanso, respectivamente (Figura 2).

Los ajustes correctivos de carga se realizaron en función de la disponibilidad de la materia seca verde de gramínea (MSVG) para cada rango, dejando una reserva de 500 kg/ha de MSVG. Solo se efectuaba cambios de carga cuando el forraje disponible era superior o inferior a los rangos de

RANGOS DE ASIGNACION DE FORRAJE

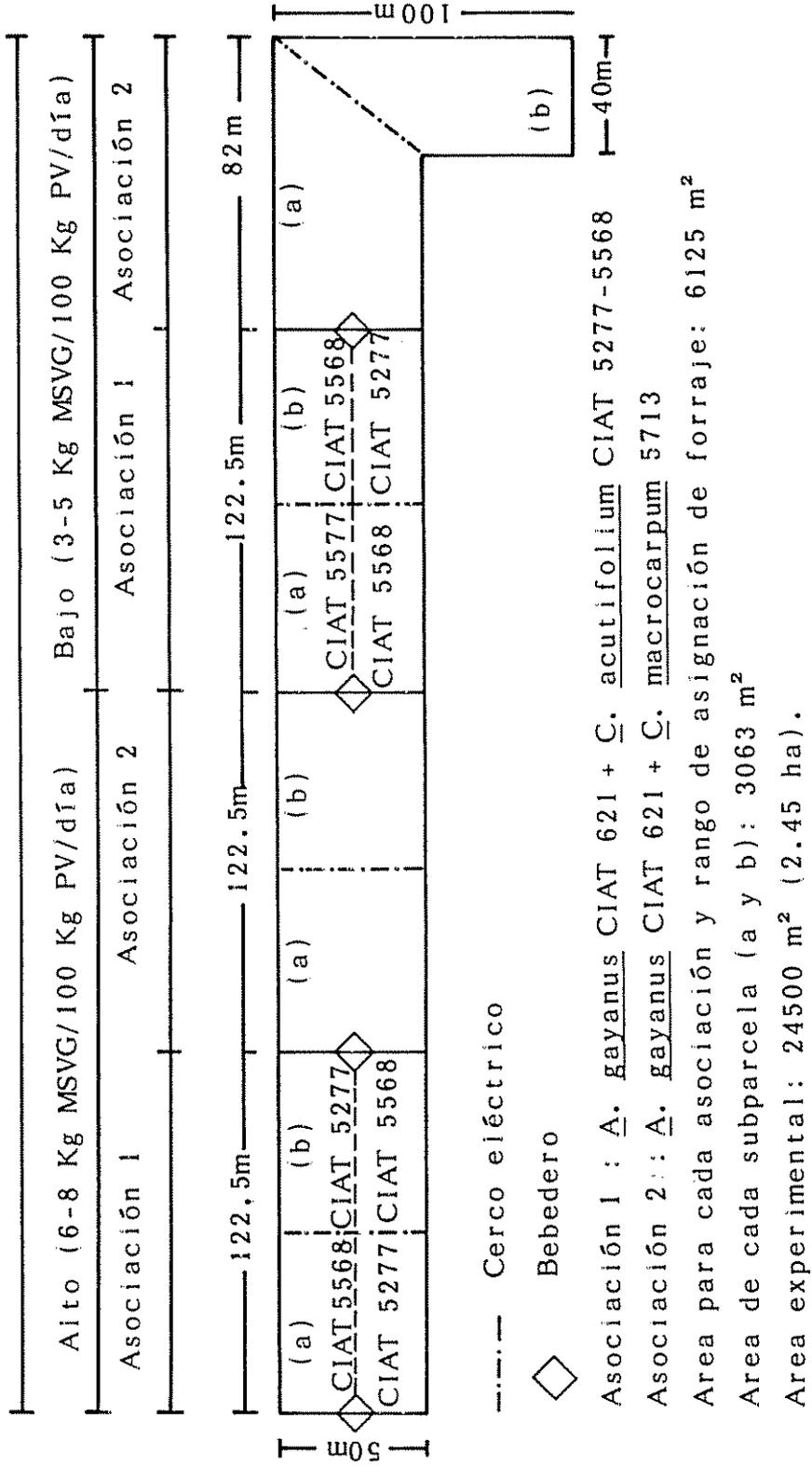


Figura 1. Distribución espacial de los tratamientos. Croquis de campo.

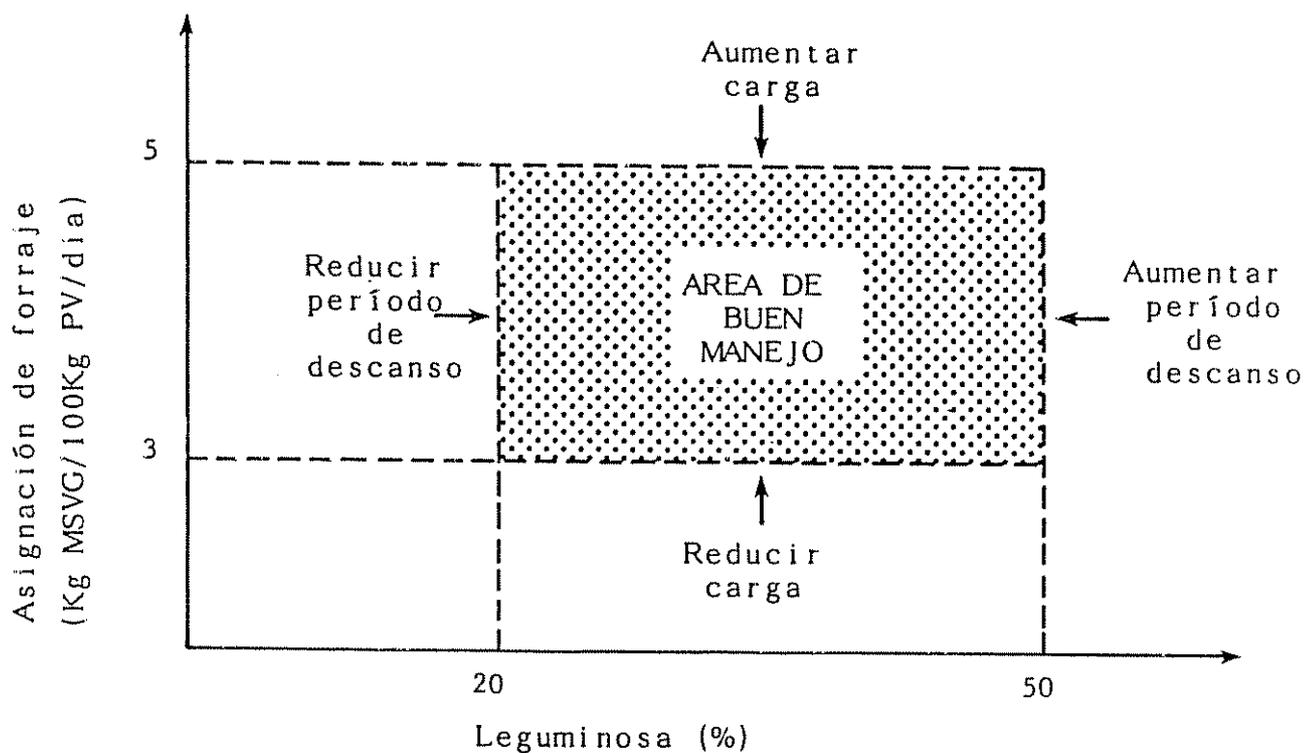


Figura 2. Representación esquemática del manejo flexible del pastoreo, para mantener rangos prefijados de asignación de forraje y proporción de leguminosa en la pastura. Adaptado de Spain y Pereira, (1986) : para el rango de asignación baja de forraje.

asignación previamente establecidos: si era superior se incrementaba la carga y si era inferior la carga era reducida; de esta manera se trataba de mantener el rango de asignación en la pastura.

Los ajustes correctivos de período de descanso se hicieron en función del porcentaje de leguminosa en la asociación. Solo se efectuaban cambios en el período de ocupación/descanso cuando el porcentaje de leguminosa salía fuera del rango de composición botánica establecido. Cuando se deseaba aumentar la proporción de leguminosa se acortaba el período de descanso (tendencia a un sistema continuo) y por el contrario, cuando se deseaba que ésta disminuyera se alargaba el período de descanso. Los cambios en el sistema de pastoreo se hicieron en forma gradual, para evitar posibles desbalances entre los potreros de la alternación.

3.5 Manejo de animales

3.5.1 Animales permanentes y volantes

Para realizar el pastoreo alterno (con cargas y sistema de pastoreo variable) en los cuatro tratamientos se utilizaron como animales permanentes 8 novillos cebuinos castrados con pesos promedios iniciales de 180 a 200 kg, y un número variable de animales volantes con un peso entre 150 a 250 kg. Los novillos permanentes se utilizaron para medir el potencial de producción animal (ganancia de peso) de los tratamientos, y los volantes se emplearon para efectuar los ajustes correctivos de carga animal en cada rango de asignación de forraje. Los animales permanentes fueron reemplazados al año de haber ingresado, por otros con las mismas características iniciales de los que salían.

Los ajustes correctivos de carga animal se efectuaron en base al peso vivo total de los animales que pastoreaban cada

tratamiento. Así, al peso vivo total (PVT) se ajustó en función del área del potrero, materia seca verde de gramínea disponible (MSVG) y el rango de asignación de forraje prefijado, mediante la siguiente relación (Paladines y Lascano, 1983).

$$PVT = \frac{MSVG \times A \times 100}{ADF \times DP}$$

donde:

- PVT = Peso vivo total de los animales que deben colocarse en la parcela (kg/parcela)
- MSVG = forraje disponible, excluyendo el forraje de reserva de la parcela al inicio del pastoreo: (kg/ha)
- A = área de la parcela de alternancia, en ha (0.3065 ha)
- DP = período de pastoreo, en función del sistema de pastoreo aplicado (días)
- ADF = asignación de forraje en función del rango de asignación empleado (kg MSVG/100 kg PV/día).

Los animales fueron desparasitados contra parásitos internos y externos antes de ingresar al experimento y al comenzar las primeras lluvias de la estación lluviosa, además eran vacunados contra aftosa cada seis meses.

3.5.2 Animales muestreadores

Se emplearon novillos fistulados del esófago para evaluar la composición botánica y calidad de la dieta seleccionada. En cada tratamiento y en cada fecha de muestreo, se introdujeron dos animales fistulados, por un período de 15 a 30 minutos después de un ayuno de 15 horas para facilitar el muestreo. Los muestreos con fistulados se

realizaron al inicio, intermedio y final del periodo de ocupación de los potreros, en todos los tratamientos.

3.6 Mediciones en la pastura

En la pastura se midió la disponibilidad de forraje, composición botánica y partes de la planta en cada tratamiento, tanto a la entrada como a la salida de los animales de las parcelas de alternación. La frecuencia de las mediciones estuvo en función del sistema de pastoreo aplicado en cada tratamiento. Los sistemas con periodos cortos de descanso (menores a 14 días) eran muestreados cada tres ciclos de pastoreo, los sistemas con periodos de 14 días cada dos ciclos de pastoreo y los sistemas con más de 14 días se muestreaban cada ciclo de pastoreo.

Para medir la disponibilidad de forraje se usó un método sistemático de muestreo (Shaw et al, 1976). Cada parcela de alternancia de cada tratamiento fue dividida en 10 cuadrantes imaginarios, por medio de coordenadas definidas. En cada cuadrante se ubicó un punto representativo para medir biomasa y composición botánica, previa observación general de cada cuadrante. Con la ayuda de un marco de 1,0 por 0,5 m colocado de manera oblicua entre surcos de gramíneas, se definió cada punto a cortar. Las alturas de corte para todos los muestreos fueron a 15 cm sobre el nivel del suelo para la gramínea y a 5 cm para las leguminosas.

Las muestras cosechadas fueron almacenadas en refrigeración y luego separadas en sus componentes (gramínea, leguminosa, material muerto y maleza). A partir de julio 1987 se procedió a separar también hojas y tallos en gramíneas y leguminosas. Las muestras separadas fueron luego secadas (en horno 60°C), para la determinación del peso y proporción de los componentes en la pastura y partes de la planta. A partir de los promedios de peso seco por especie y

partes de la planta se determinó la cantidad y proporción de cada componente, al inicio y al final de cada pastoreo, para cada tratamiento.

Las mediciones de disponibilidad de la materia seca verde de gramínea (MSVG) y de la proporción de leguminosa, al inicio de cada pastoreo, permitieron calcular y definir el peso vivo de los animales a incluir y el sistema de pastoreo a aplicar en cada tratamiento.

Para los análisis químicos se tomaron sub-muestras de cada componente de la pastura y a partir de las muestras utilizadas para la determinación de composición botánica, al inicio y final del pastoreo. Además, para el análisis químico de la materia seca total disponible (muestra entera) se tomaron varias muestras representativas por parcela.

3.7 Mediciones con el animal

3.7.1 Dieta seleccionada

En cada fecha de muestreo, para cada tratamiento, se colectaron dos muestras de la dieta seleccionada (extrusa) al inicio, intermedio y final de cada pastoreo, empleando dos novillos con fistula esofágica como se describió anteriormente. De cada muestra de extrusa colectada, una parte se utilizó para la lectura de la composición botánica y otra para los análisis de calidad respectivos. Para la lectura de la composición botánica se utilizó un estereoscopio y se leyeron 200 puntos de acuerdo a lo descrito por Heady y Torrel (1959), con base a los cuales se determinó la proporción de gramínea y leguminosa de la dieta seleccionada.

Durante la última época seca y época lluviosa se efectuaron lecturas de hojas, tallos y material muerto de

gramínea y leguminosa para determinar el efecto de época en la selectividad de estos componentes.

3.7.2 Ganancia de peso vivo

Los animales permanentes fueron pesados sin ayuno a la misma hora (13 y 14 horas) cada 28 días.

3.8 Análisis químico de muestras

En las muestras de forraje disponible y de la dieta seleccionada se determinó contenido de proteína cruda (PC) por el método de microkjeldahal (AOAC, 1964) y digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) por el método de Tilley y Terry (1963), modificado por Moore (1970).

Las muestras de forraje analizadas, al inicio y final de cada pastoreo fueron: muestra entera, hojas de gramínea y leguminosa y tallos de gramínea. Además, se realizaron análisis en muestras de la dieta seleccionada al inicio, intermedio y final de cada pastoreo.

3.9 Análisis de resultados

La persistencia de las asociaciones evaluadas fue estudiada en base a la dinámica de sus componentes durante el período de evaluación, en relación con los cambios de manejo del pastoreo impuestos y con los cambios estacionales. Al no contar con repeticiones para analizar estas variables, solo se calcularon las medias de las variables medidas en cada asociación y cada rango de asignación de forraje, dentro de época y año de evaluación. Se hizo énfasis en el análisis de la tendencia en el tiempo de las variables medidas en la pastura, mediante el empleo de modelos de ajuste apropiados.

Las mediciones en la dieta seleccionada (calidad y composición) y de la productividad (ganancia diaria de peso) fueron analizadas utilizando la variación de los animales como error experimental en base a un arreglo factorial, con submuestreos y con parcelas divididas en el tiempo. Los tratamientos de asociación (A) por rango de asignación de forraje (R) constituyen las parcelas grandes y los años (P) y épocas (E) constituyen las pequeñas; las épocas se anidaron dentro de años, dado que las épocas no son similares en cada año. El modelo empleado fue:

$$Y_{i,j,k,l,m} = \mu + A_i + R_j + (AxR)_{i,j} + \epsilon^{(a)}_{i,j,k} + P_l + E(P)_{l,m} + (RxP)_{j,l} + R \times E(P)_{j,l,m} + (AxP)_{i,l} + AxE(P)_{i,l,m} + \epsilon(b)_{i,j,k,l,m}$$

Donde:

$Y_{i,j,k,l,m}$ = Variable de respuesta

μ = Media general

A_i = Efecto de la i-ésima asociación

R_j = Efecto del j-ésimo rango de asignación

$(AxR)_{i,j}$ = Interacción asociación por rango

$\epsilon^{(a)}_{i,j,k}$ = Error tipo a (animal x asociación x rango de asignación)

P_l = Efecto del l-ésimo año de evaluación

$E(P)_{l,m}$ = Efecto de la m-ésima época para el l-ésimo año

$(RxP)_{j,l}$ = Interacción asignación x año

$RxE(P)_{j,l,m}$ = Interacción asignación x época dentro del año

$(AxP)_{i,l}$ = Interacción asociación x año

$AxE(P)_{i,l,m}$ = Interacción asociación x época dentro del año

$\epsilon(b)_{i,j,k,l,m}$ = Error experimental

Las mediciones de partes de la planta en la dieta seleccionada también fueron analizadas en base a un arreglo factorial, pero por tratarse de una evaluación hecha en el segundo año de evaluación no se consideró año, manteniéndose

los efectos de épocas. En este arreglo factorial la asociación (A) y el rango de asignación de forraje (R) constituye las parcelas grandes y el efecto de época las pequeñas.

El modelo empleado en este caso fue:

$$Y_{ijklm} = \mu + A_i + R_j + (AxR)_{ij} + \epsilon^{(a)}_{ijkl} + E_l + (RxE)_{jl} + (AxE)_{il} + \epsilon^{(b)}_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijklm} = Variable de respuesta

μ = Media general

A_i = Efecto de la i-ésima asociación

R_j = Efecto del j-ésimo rango de asignación

$(AxR)_{ij}$ = Interacción asociación x asignación

$\epsilon^{(a)}_{ijkl}$ = Error tipo a (animal x asociación x asignación)

E_l = Efecto de la l-ésima época

$(RxE)_{jl}$ = Interacción asignación x época

$(AxE)_{il}$ = Interacción asociación x época

$\epsilon^{(b)}_{ijkl}$ = Error experimental

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados se presentan y discuten en tres secciones. En una primera se describe el clima, los manejos de pastoreo resultantes durante la fase experimental y la dinámica de la materia seca total y de sus componentes. En una segunda sección, se describe el efecto del sistema de pastoreo sobre la composición botánica, así como los resultados de floración y fructificación de las leguminosas evaluadas. Por último, se presentan valores de calidad nutritiva del forraje ofrecido y residual, la composición y calidad de la dieta seleccionada; y las ganancias de peso vivo para cada asociación y cada rango de asignación de forraje.

4.1. Clima

La distribución de la precipitación pluvial y la evaporación mensual, en varias épocas del año, durante el período experimental se presentan en la Figura 3. Las épocas fueron definidas en base a los balances mensuales de precipitación y evaporación. La época seca corresponde a los períodos de déficit hídrico y la lluviosa a los de balance hídrico positivo. El primer año mostró períodos de sequía más drástica y períodos de lluvias más abundante, que el segundo año. El primer año se puede considerar anormal en comparación con los patrones de lluvia, promedio de la zona (Toledo et al, 1983).

4.2. Manejo del pastoreo

4.2.1. Asignaciones y carga animal resultantes

Para mantener las asignaciones de forraje dentro de los rangos previamente establecidos, se efectuaron ajustes correctivos de carga animal en base a la disponibilidad de

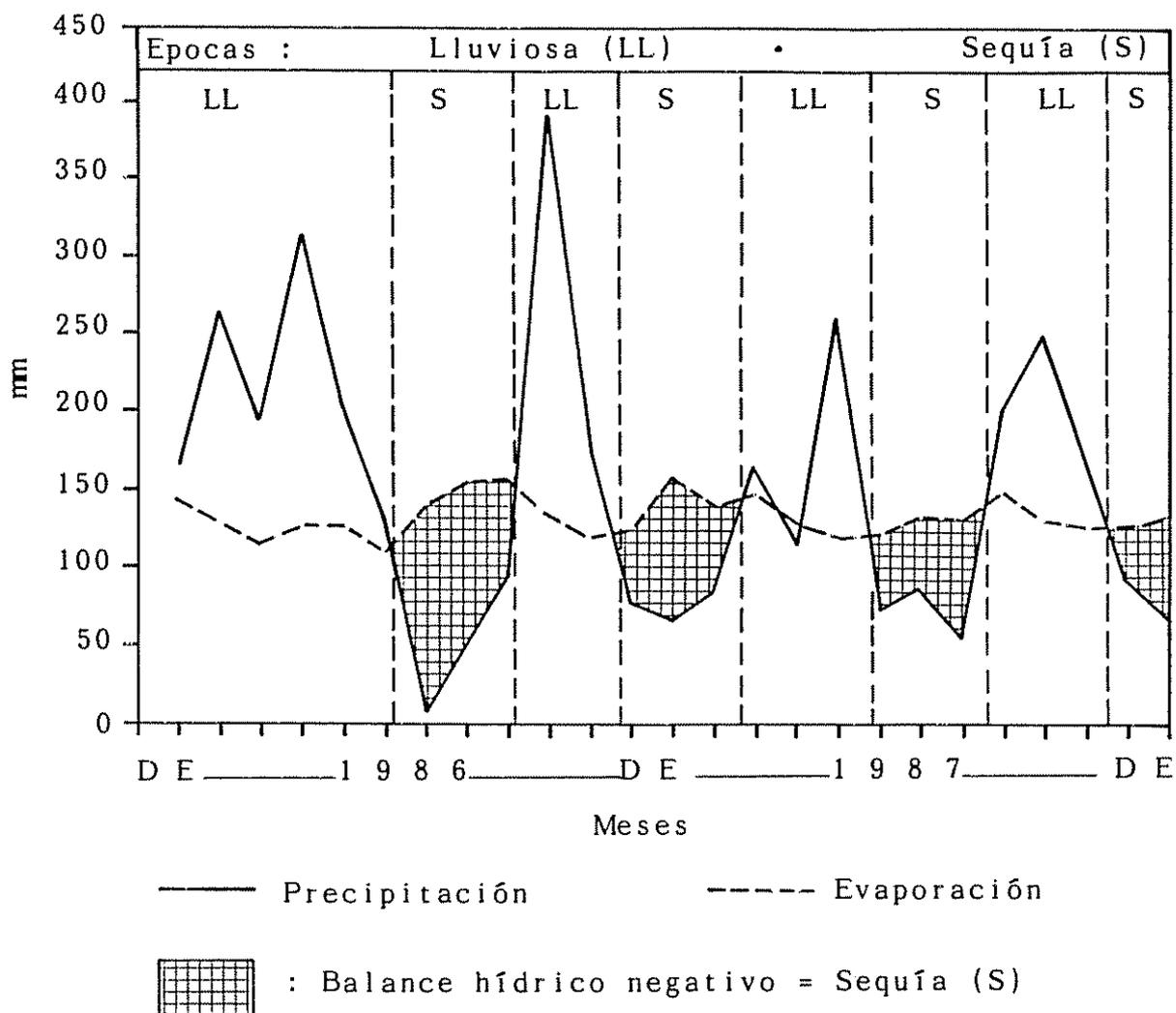
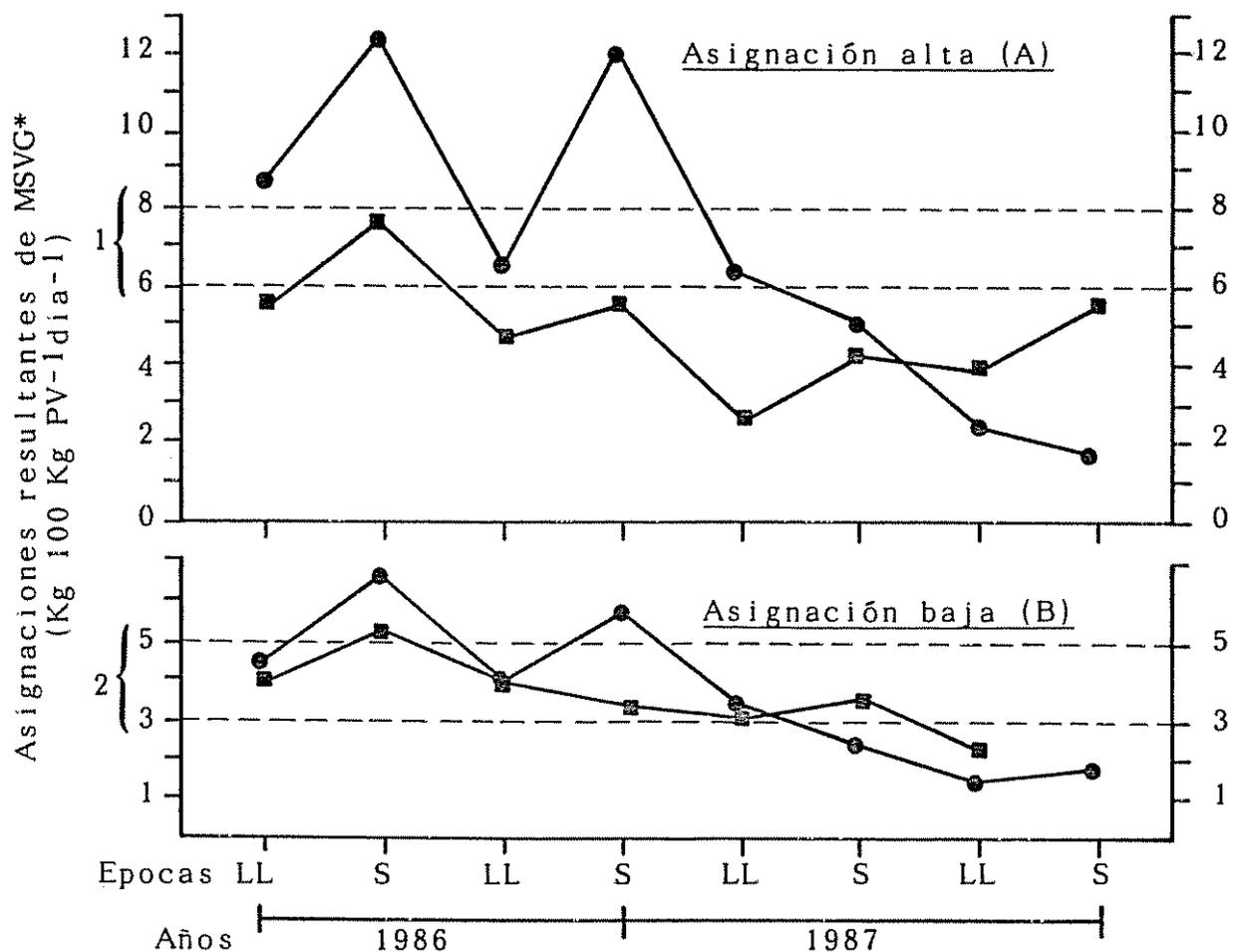


Figura 3. Distribución de la precipitación y evaporación mensual, en la Estación Experimental del CIAT, Quilichao (1986-1987).

materia seca verde gramínea (MSVG). Se decidió dejar 500 kg de MSVG/ha como forraje "de reserva", debido a que los rangos prefijados de 3 a 5 y de 6 a 8 kg de MSVG/100 kg PV/día, generaban un peso vivo o número de animales considerado excesivo para pasturas con A. gayanus.

Solo en un tercio de los casos se logró mantener las asignaciones resultantes dentro del marco prefijado (Figura 4). En la mayor parte del experimento se observaron mayores asignaciones de MSVG en la asociación con C. acutifolium que en la asociación con C. macrocarpum, siendo estas diferencias entre asociaciones menor en el rango de asignación baja. Por otro lado, las asignaciones de forraje declinaron a través del período experimental, siendo esta tendencia más drástica en la asociación con C. acutifolium, especialmente en el rango de asignación alta.

Existen varios factores que impidieron mantener la asignación de forraje en los rangos prefijados. Uno de ellos posiblemente fue el incremento observado a través del tiempo, en la proporción de los tallos de A. gayanus en relación a hojas, siendo estos tallos poco consumidos por el animal en pastoreo, pero aún así incluidos en el cálculo de asignación de forraje. Por otra parte, al excluir la leguminosa en los cálculos de asignación de forraje, principalmente cuando su proporción era alta y cuando formaba parte importante de la dieta animal, la asignación real pudo ser superior a la esperada ('t Marnette, 1974; Flavey, 1976; Walker et al, 1983). Por último, debido al tamaño reducido de las áreas de pastoreo y a la necesidad de mantener dos animales permanentes, para estimar ganancias de peso, no fue siempre posible efectuar los ajustes correctivos en la carga animal, especialmente durante los períodos de estrés hídricos y en los tratamientos con asignación alta de forraje.



●—● A. gayanus + C. acutifolium

■—■ A. gayanus + C. macrocarpum

LL y S : Epocas de lluvia y seqúia, respectivamente.

1 y 2 : Rangos de asignación prefijados, correspondientes a alta y baja, respectivamente.

Figura 4. Asignaciones resultantes, en base a los rangos prefijados de materia seca verde de gramínea (MSVG), en dos asociaciones con manejo flexible del pastoreo. (Asignaciones = MSVG -500 kg/ha).

A pesar de lo expuesto, se mantuvieron en ambas asociaciones diferencias en asignación de forraje, expresada ésta en términos de materia seca total, materia seca verde de gramínea más leguminosa, materia seca verde de gramínea, materia seca verde de hoja de gramínea más hoja de leguminosa o de materia seca verde de hojas de leguminosa o de gramínea (Figuras 5 y 6).

La diferencia entre asignación alta y baja en términos de materia seca verde de gramínea fue menor en la asociación con C. macrocarpum, lo cual estuvo asociado con una baja disponibilidad de MSVG, desde que se inició el pastoreo.

Las cargas promedio resultantes en este estudio fueron muy similares para las dos asociaciones en la época seca (Cuadro 1). Sin embargo, en época de lluvias la carga tendió a ser mayor en la asociación con C. macrocarpum. Como era de esperarse, las asignaciones bajas generaron mayores cargas que las altas, particularmente en el primer año de pastoreo. Debe indicarse que si bien en este trabajo se habla de un tratamiento de intensidad baja de pastoreo, en términos absolutos las cargas asociadas con esta intensidad son altas. En la asociación con C. acutifolium se utilizaron cargas de 2,0 VA/ha en época seca o lluviosa; mientras que en C. macrocarpum las cargas, variaron entre 2,3 y 3,3 VA/ha.

4.2.2. Sistemas de pastoreo resultantes

La asociación con C. acutifolium estuvo asociada con un sistema de pastoreo más frecuente que la asociación con C. macrocarpum, tanto en época seca como lluviosa (Cuadro 1). La alta disponibilidad de C. macrocarpum en la asignación alta de MSVG determinó pastoreos menos frecuentes en el segundo año de evaluación (hasta un 28/28), con el fin de favorecer a la gramínea asociante. Por el contrario, la alta susceptibilidad de C. macrocarpum a intensidades altas

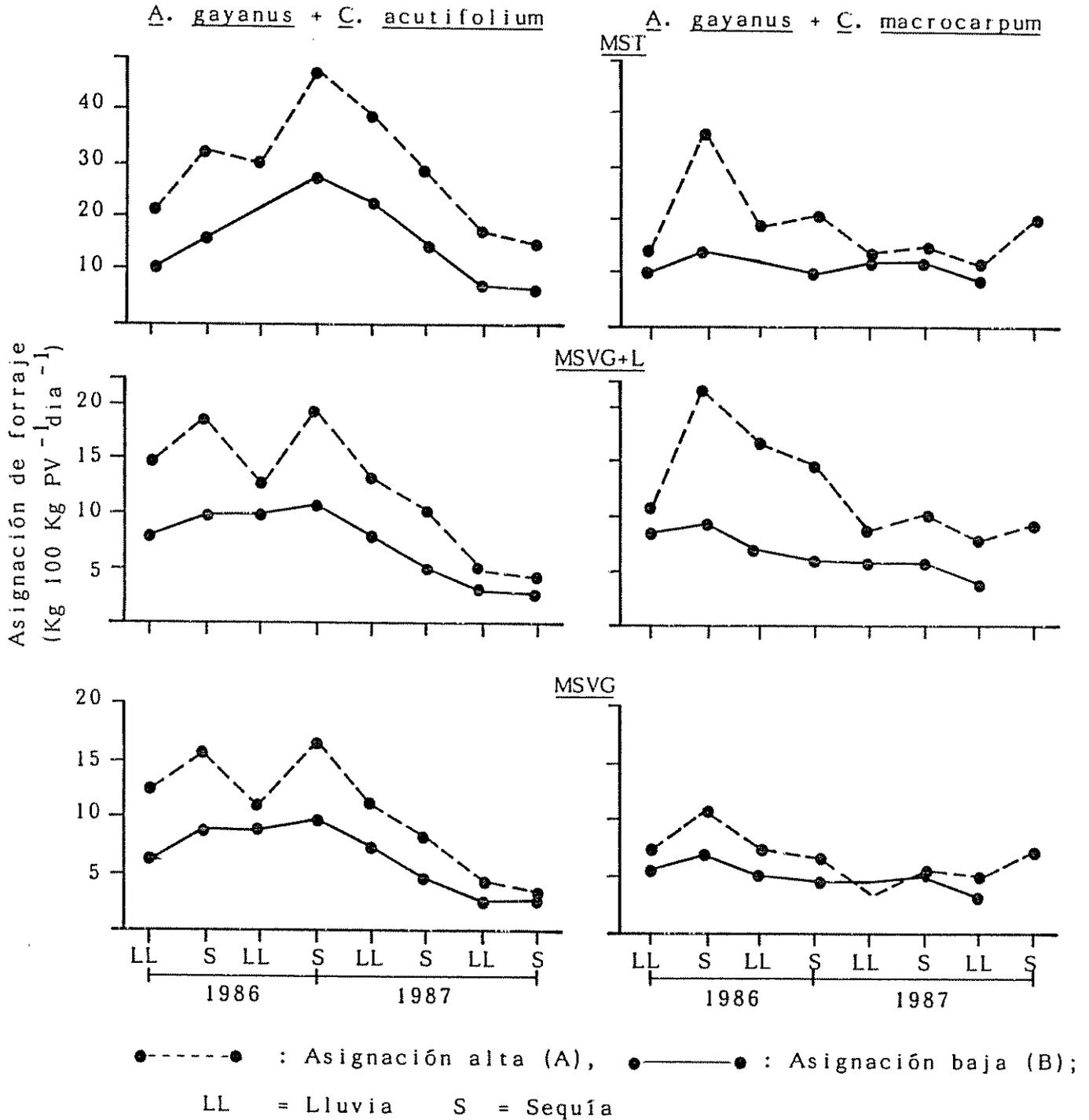


Figura 5. Asignación de materia seca total (MST), materia seca verde de gramínea + leguminosa (MSVG+L) y materia seca verde de gramínea (MSVG), en dos asociaciones con manejo flexible del pastoreo.

A. gayanus + C. acutifolium

A. gayanus + C. macrocarpum

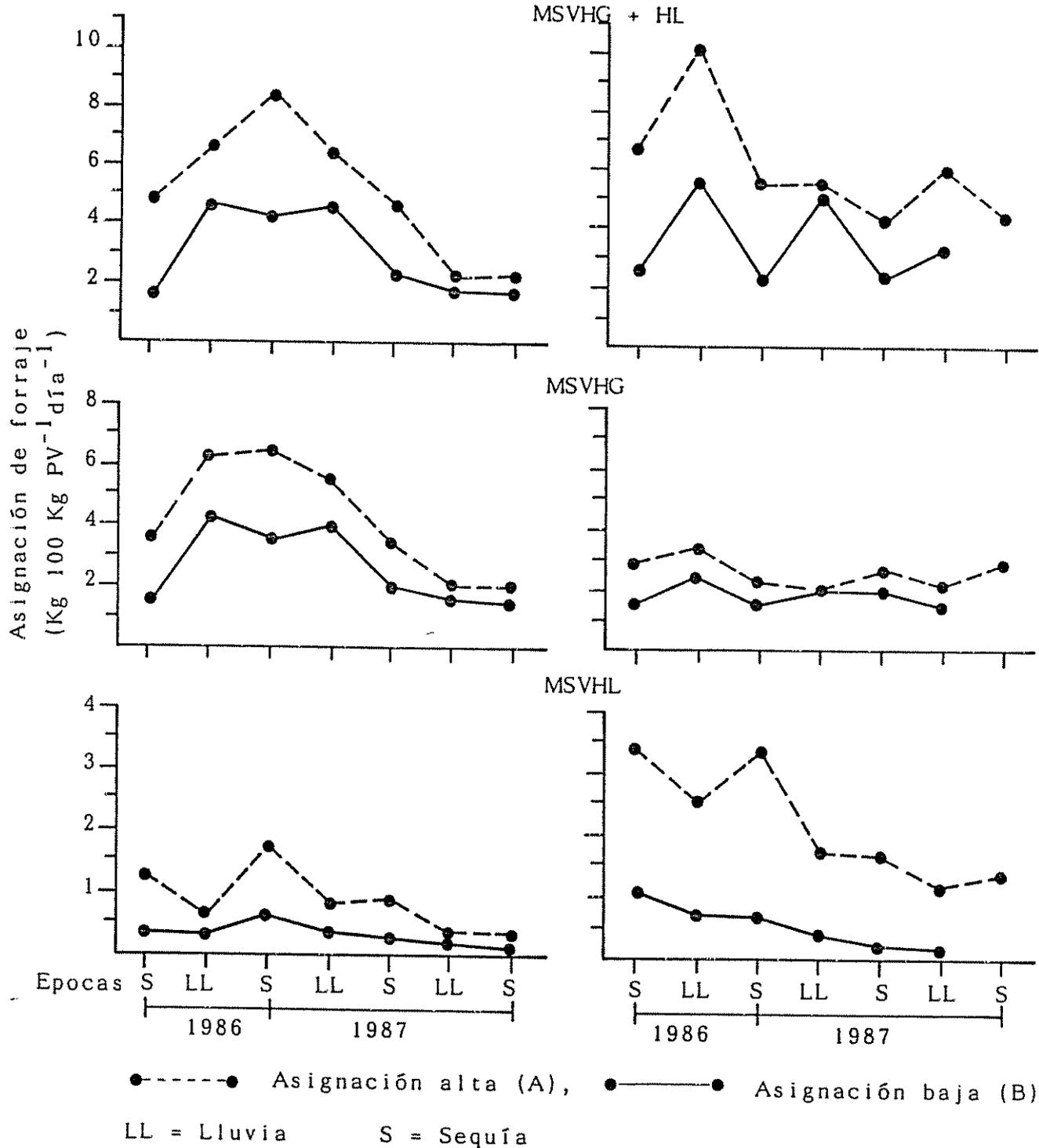


Figura 6. Asignación de materia seca verde de hojas de gramínea + hojas de leguminosa (MSVHG + HL), hojas de gramínea (MSVHG) y hojas de leguminosa (MSVHL), en dos asociaciones con manejo flexible del pastoreo.

Cuadro 1. Carga animal (CA), días de descanso (DD) y de pastoreo (DP) resultantes en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Pastura	Año	Asignación ^{1/} Forraje	Epoca Seca			Epoca Lluviosa		
			CA (ES) ^{2/} --U. A. 3/ --	DD (ES) (días)	DP (ES)	CA (ES) --U. A. --	DD (ES)	DP (ES)
<u>A. gavanus</u>	1986	Baja	2,5 (0,1)	9,2 (0,8)	8,7 (0,8)	3,5 (0,3)	9,3 (0,8)	9,6 (0,8)
		Alta	2,1 (0,1)	8,0 (0,7)	8,0 (0,7)	2,2 (0,2)	8,8 (0,8)	9,1 (0,8)
	1987	Baja	2,3 (0,1)	10,9 (1,6)	12,0 (1,7)	2,1 (0,1)	10,5 (1,4)	10,5 (1,4)
		Alta	2,0 (0,1)	10,1 (1,0)	10,3 (0,9)	1,9 (0,0)	9,5 (0,8)	9,6 (0,9)
		Promedio	2,23	9,6	9,7	2,43	9,5	9,7
	1986	Baja	2,2 (0,1)	17,1 (1,8)	16,1 (2,1)	3,7 (0,3)	11,4 (1,1)	12,5 (1,1)
		Alta	1,7 (0,0)	11,7 (1,4)	11,3 (1,5)	3,1 (0,2)	10,5 (0,9)	11,4 (0,9)
	1987	Baja	2,5 (0,2)	18,5 (1,4)	19,8 (1,2)	2,9 (0,1)	19,3 (1,0)	19,0 (1,2)
		Alta	2,2 (0,3)	23,2 (2,4)	23,3 (2,9)	2,1 (0,1)	28,9 (1,6)	28,0 (1,9)
		Promedio	2,15	17,6	17,6	2,95	17,5	17,7

+ C. acutifolium
(CIAT 5277-5568)

+ C. macrocarpum
(CIAT 5713)

1/ Baja y alta corresponden a asignaciones 3-5 y 6-8 Kg MSGV x 100 Kg PV⁻¹ x día respectivamente.

2/ Error estándar de la media.

3/ U.A. = 400 Kg p.v.

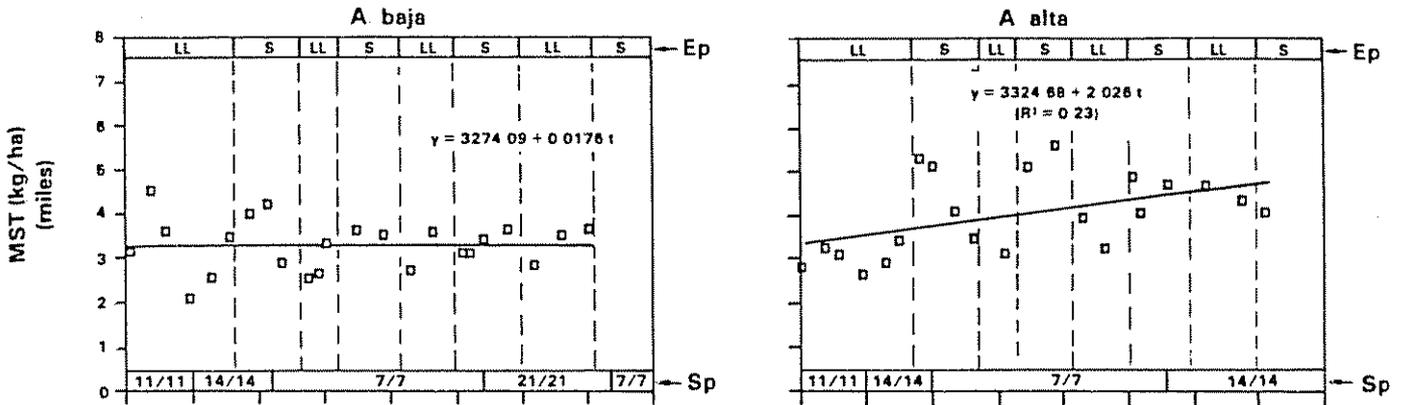
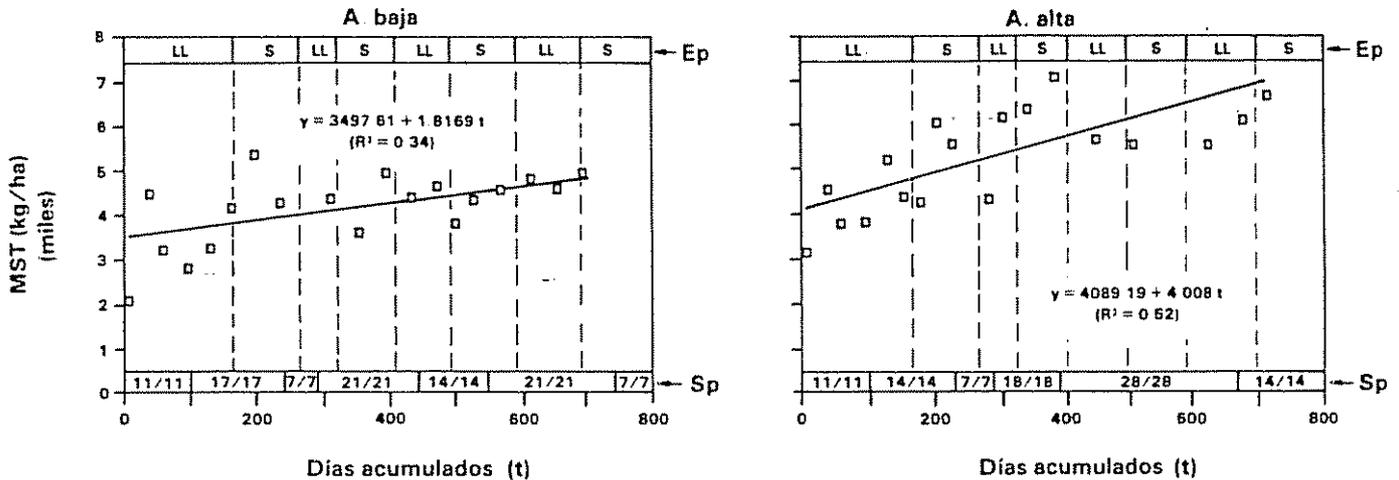
de pastoreo y la poca compatibilidad y/o adaptación de C. acutifolium al local, determinaron pastoreos relativamente frecuentes (18/18) y muy frecuentes (9,5/9,5), respectivamente, para favorecer la leguminosa de acuerdo a lo sugerido en la metodología de pastoreo flexible. Una situación totalmente contraria ha sido observada en otro ambiente tropical (Llanos de Colombia), con las mismas asociaciones, metodología de evaluación y variables de manejo del pastoreo (CIAT, 1988). En ese local, C. acutifolium ha tendido a dominar al A. gayanus, lo cual ha determinado pastoreos menos frecuentes para favorecer la gramínea. C. macrocarpum prácticamente desapareció de la pastura, independiente del sistema de pastoreo empleado. Esta discrepancia sugiere una fuerte interacción entre germoplasma y ambiente, lo cual de por sí justifica el uso de la metodología de pastoreo flexible.

4.3. Disponibilidad y dinámica de los componentes de las asociaciones evaluadas.

En esta sección, se presenta la dinámica mostrada por la materia seca total disponible y la materia seca verde y muerta de gramínea.

4.3.1. Dinámica de la materia seca total (MST)

La disponibilidad de MST (gramínea + leguminosa + maleza) tendió a aumentar en forma lineal en la mayoría de los tratamientos evaluados (Figura 7), lo cual está asociado con un incremento de materia muerta de gramínea, como se discute posteriormente. En la asociación con C. acutifolium, con presión alta de pastoreo la MST se mantuvo relativamente estable en el tiempo, como resultado de menor diferencia en materia muerta. Como era de esperarse, el mayor incremento de MST se observó en los tratamientos con asignación alta de forraje, particularmente en la asociación de A. gayanus con C. macrocarpum. Esta mayor acumulación de

A. gayanus + C. acutifolium*A. gayanus + C. macrocarpum*

- A. baja : Rango de asignación de 3-5 Kg MSVG/100 Kg PV/día
 A. alta : Rango de asignación de 6-8 Kg MSVG/100 Kg PV/día
 Ep : Epocas = Lluvia (LL) y Sequía (S)
 Sp : Sistema de pastoreo (días de descanso/días de pastoreo).

Figura 7. Dinámica de la materia seca total (MST) en dos asociaciones, bajo dos asignaciones de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

MST observado en la asignación alta de la asociación con C. macrocarpum, se relacionó con el incremento de la masa de leguminosa y gramínea en respuesta al incremento de los días de descanso impuestos sobre la pastura (Cuadro 1).

La disponibilidad de MST promedio fue mayor en la asignación alta, en ambas asociaciones y épocas del año (Cuadro 2). La mayor disponibilidad de MST observada en la época seca está relacionada con la acumulación de tallos florales de A. gayanus y con la materia muerta, siendo ambos componentes poco seleccionados por el animal en pastoreo (Rodríguez, 1985; Böhnert et al, 1986).

4.3.2. Dinámica de la materia seca verde de la gramínea (MSVG)

Al inicio del experimento se observó una gran variabilidad en la masa verde de gramíneas, tendiendo sin embargo, a disminuir en forma lineal en la asociación de A. gayanus con C. acutifolium en ambos rangos de asignaciones (Figura 8). En la asociación con C. macrocarpum y asignación baja de forraje, la masa verde de gramínea tendió a mantenerse constante. El comportamiento atípico en la asociación con C. macrocarpum, con presión baja de pastoreo, puede deberse al mayor descanso a que se sometió este tratamiento.

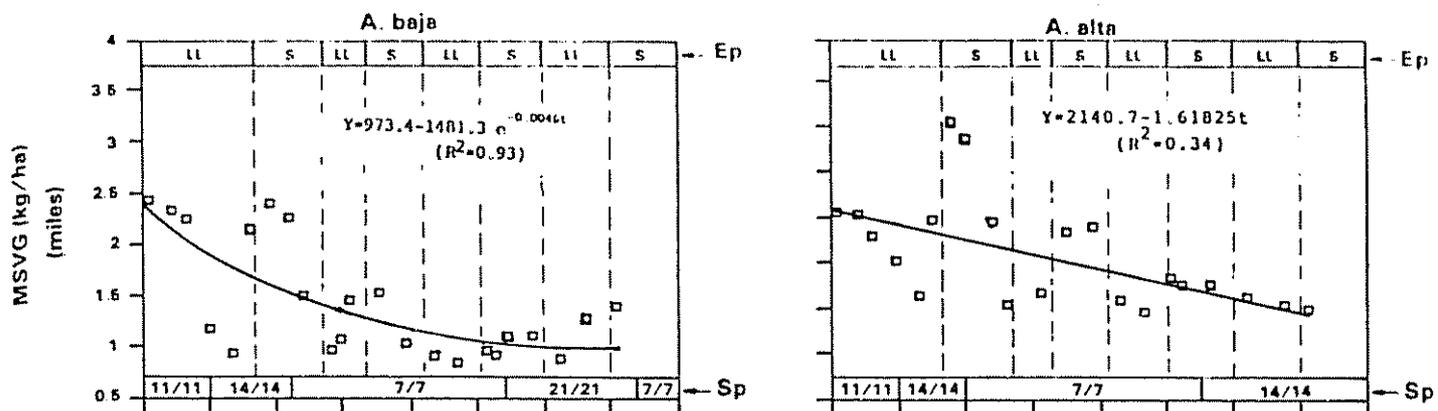
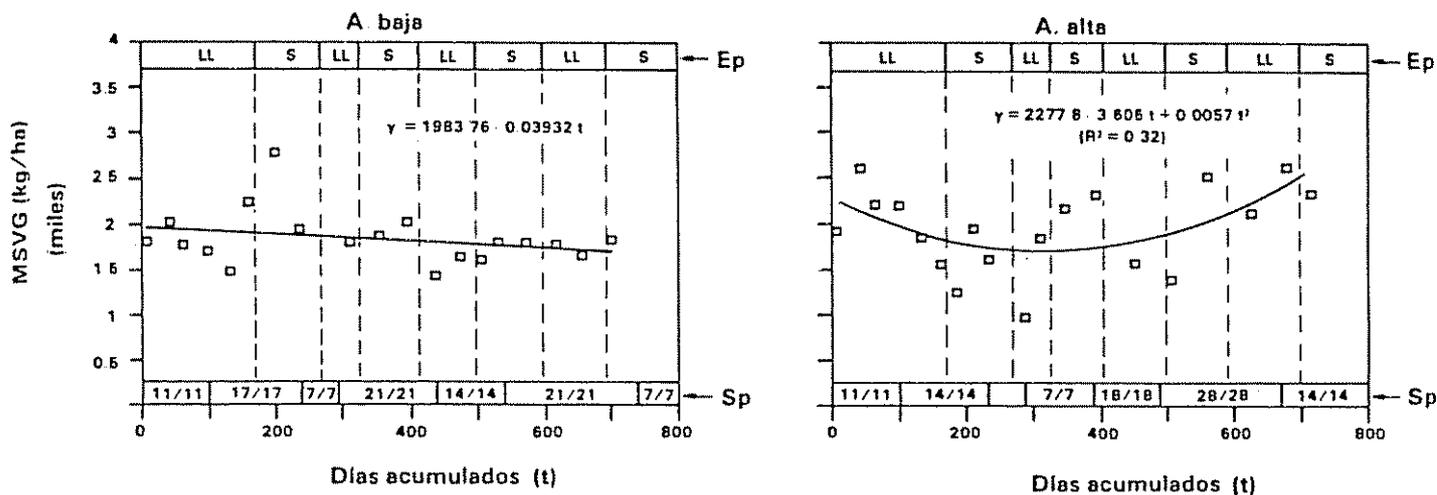
Contrario a lo esperado, la disponibilidad promedio de MSVG ofrecida y residual fue similar en los rangos de asignación alta y baja (Cuadro 3). Durante el primer año de pastoreo de la asociación de A. gayanus con C. macrocarpum se observó una mayor disponibilidad de MSVG en la asignación baja en relación a la alta, lo cual estuvo asociado con una baja disponibilidad de gramínea en relación a leguminosa. Bajo estas circunstancias se optó por sistemas de pastoreo menos frecuentes, lo cual favoreció la recuperación de la gramínea, durante el segundo año de evaluación. Tendencias

Cuadro 2. Materia seca total disponible (MSTD) y residual (MSTR) en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje, y con manejo flexible del pastoreo.

Pastura	Año	Asignación ^{1/} Forraje	Epoca Seca		Epoca Lluviosa	
			MSTD (EE) ^{1/} ----- (Kg MS ha ⁻¹)-----	MSTR (EE)	MSTD (EE)	MSTR (EE)
<u>A. gayanus</u>	1986	Baja	3656 (221)	3667 (159)	3091 (109)	2683 (149)
		Alta	4612 (249)	4155 (196)	3031 (203)	3237 (269)
	1987	Baja	3457 (144)	2845 (117)	2938 (144)	2771 (92)
		Alta	4628 (279)	4241 (246)	4229 (276)	4079 (159)
		Promedio	4088	3726	3322	3193
	<u>C. acutifolium</u> (CIAT 5277-5568)	1986	Baja	4379 (450)	3445 (294)	3589 (223)
Alta			5530 (425)	4849 (337)	4403 (247)	4194 (103)
1987		Baja	4594 (209)	3665 (144)	4496 (210)	3733 (188)
		Alta	7180 (531)	5089 (415)	5696 (232)	4856 (281)
	Promedio	5421	4262	4546	4083	
<u>C. macrocarpum</u> (CIAT 5713)	1986	Baja	4379 (450)	3445 (294)	3589 (223)	3550 (333)
		Alta	5530 (425)	4849 (337)	4403 (247)	4194 (103)
1987	Baja	4594 (209)	3665 (144)	4496 (210)	3733 (188)	
	Alta	7180 (531)	5089 (415)	5696 (232)	4856 (281)	
	Promedio	5421	4262	4546	4083	

1/ Baja y alta corresponden a 3-5 y 6-8 Kg MSGV 100 Kg PV⁻¹ día⁻¹, respectivamente.

2/ Error estándar de la media.

A. gayanus + C. acutifolium*A. gayanus + C. macrocarpum*

- A. baja : Rango de asignación de 3-5 Kg MSVG/100 Kg PV/día
 A. alta : Rango de asignación de 6-8 Kg MSVG/100 Kg PV/día
 Ep : Epocas = Lluvia (LL) y Sequía (S)
 Sp : Sistema de pastoreo (días descanso/días de pastoreo)

Figura 8. Dinámica de la materia seca verde de la gramínea (MSVG) en dos asociaciones, bajo dos asignaciones de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Cuadro 3. Materia seca verde de gramínea disponible (MSVGD) y residual (MSVGR) en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Pastura	Asignación ^{1/}	Epoca Seca		Epoca Lluviosa			
		Año	Forraje	MSVGD (EE) ^{2/} ----- (Kg MS ha ⁻¹)	MSVGR (EE)	MSVGR (EE) ----- (Kg MS ha ⁻¹)	
<u>A. gayanus</u>	Baja	1986	Baja	1927 (162)	1482 (153)	1640 (164)	1184 (168)
			Alta	2168 (241)	1838 (165)	1685 (151)	907 (88)
	Alta	1987	Baja	1119 (72)	754 (39)	985 (69)	703 (34)
			Alta	1362 (129)	978 (119)	1125 (69)	919 (40)
		Promedio		1644	1263	1357	928
	Baja	1986	Baja	2196 (267)	1384 (222)	1853 (93)	1565 (319)
		Alta	1776 (186)	1139 (147)	1914 (114)	1034 (52)	
Alta	1987	Baja	1870 (77)	1131 (144)	1662 (76)	1037 (68)	
		Alta	2414 (172)	1317 (189)	1955 (219)	1436 (212)	
	Promedio		2064	1243	1846	1268	

+ C. acutifolium
(CIAT 5277-5568)

+ C. macrocarpum
(CIAT 5713)

1/ Baja y alta corresponden a 3-5 y 6-8 Kg MSVG 100 Kg PV⁻¹ día⁻¹, respectivamente.

2/ Error estándar de la media.

similares fueron observadas con la misma asociación bajo intensidades y sistemas de pastoreo rígidos en condiciones similares a la del presente trabajo (CIAT, 1988).

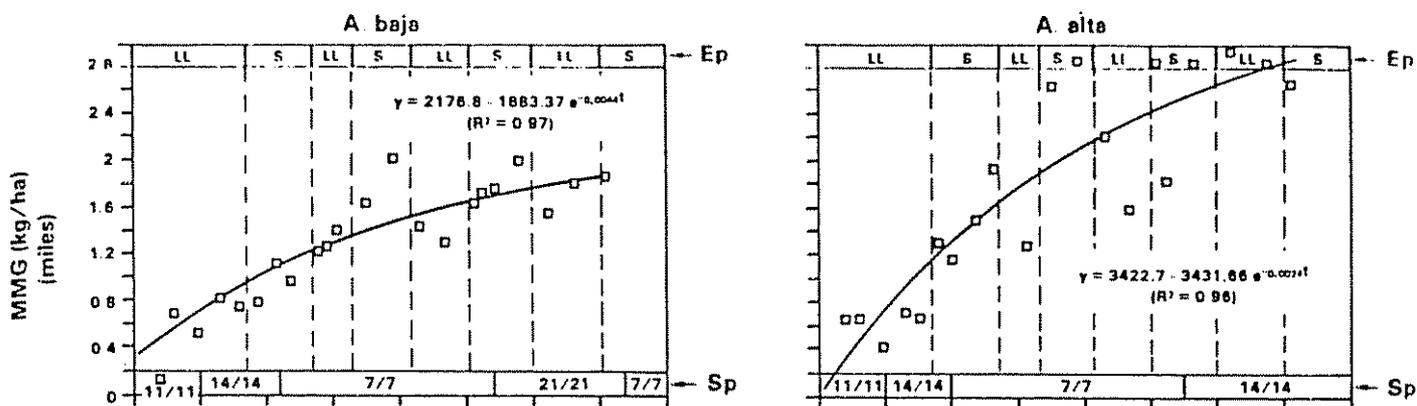
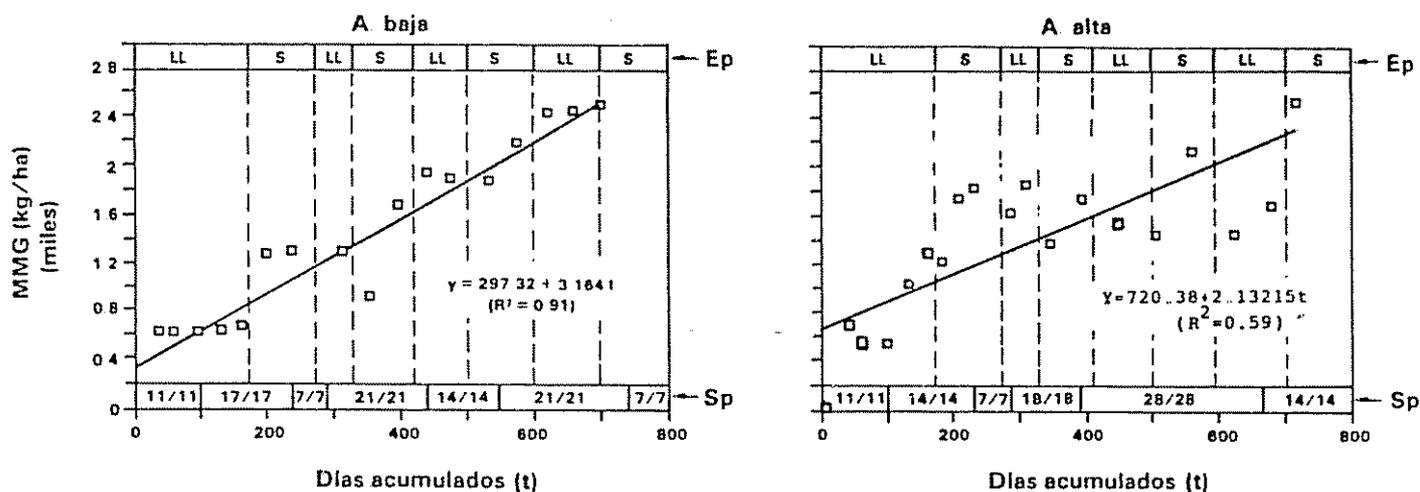
La disponibilidad de la MSVG inicial y residual tendió a ser mayor en la época lluviosa (Cuadro 3), lo cual parece estar asociado con un incremento de la masa de tallos solamente, ya que la masa de hojas fue relativamente estable entre épocas (Cuadro 1A y Figura 2A).

4.3.3. Dinámica de la materia seca muerta de la gramínea (MMG)

La materia muerta de la gramínea aumentó en forma exponencial o lineal en las dos asociaciones e independientemente de la presión de pastoreo empleada (Figura 9). Como ya se mencionó, la menor acumulación de materia muerta de gramínea se produjo en A. gayanus con C. acutifolium manejada con presión alta de pastoreo y menor descanso. Pasturas de A. gayanus manejadas con bajas intensidades de pastoreo y descanso prolongados favorecieron una alta acumulación de materia muerta, debido a la acumulación de tejido foliar en los estratos bajos poco accesibles al animal (Rodríguez, 1985; Ortiz, 1987).

4.3.4. Dinámica de la materia seca verde de leguminosa (MSVL)

Tal como se sugiere en la metodología de pastoreo flexible, se efectuaron ajustes correctivos del sistema de pastoreo (días de pastoreo/días de descanso) tendientes a mantener el porcentaje de leguminosa entre un 20 a un 50% en las pasturas. Durante los primeros 112 días todos los tratamientos fueron pastoreados con sistemas de pastoreo de 7/7 ó 14/14, lo cual cambió cuando se observaron desbalances en la proporción de gramínea y leguminosa.

A. gayanus + C. acutifolium*A. gayanus + C. macrocarpum*

A. baja : Rango de asignación de 3-5 Kg MSVG/100 Kg PV/día

A. alta : Rango de asignación de 6-8 Kg MSVG/100 Kg PV/día

Ep : Epocas = Lluvia (LL) y Sequía (S)

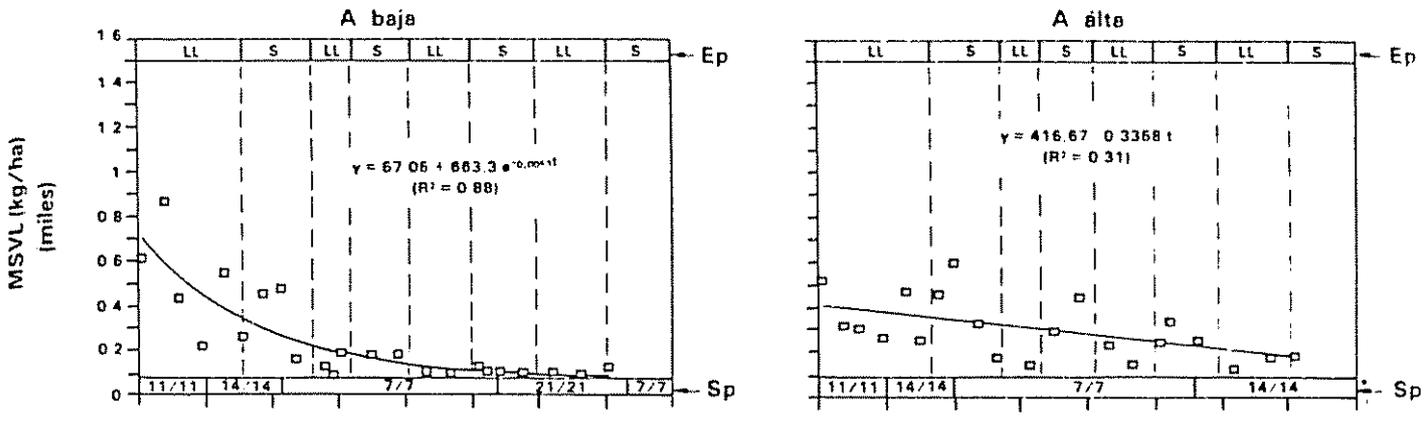
Sp : Sistema de pastoreo (días de descanso/días de pastoreo)

Figura 9. Dinámica de la materia muerta de la gramínea (MMG) en dos asociaciones, bajo dos asignaciones de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

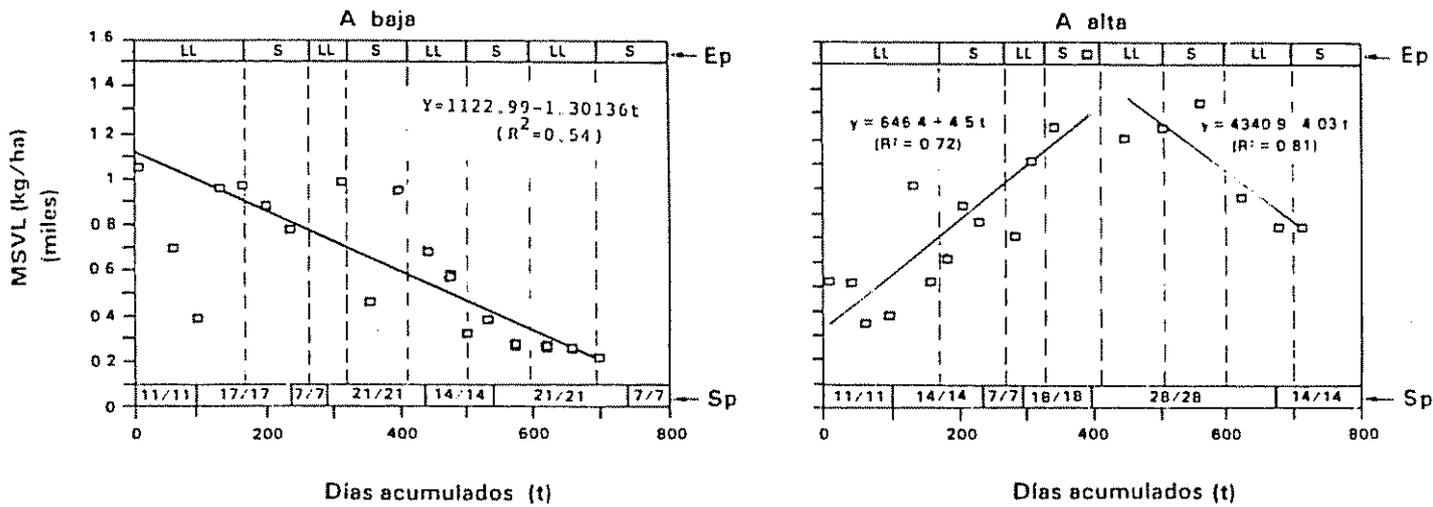
Al principio del ensayo se tendió a pastorear las asociaciones con periodos cortos de descanso durante la época seca, considerando que por efecto del estrés hídrico no se esperaría mayores respuestas a cambios en sistemas de pastoreo. Se consideró asimismo que al aplicar un pastoreo muy frecuente (7/7), los animales tendrían una mayor posibilidad de selección y por lo tanto, tener un mejor comportamiento productivo. Sin embargo, los resultados indican que los mayores cambios en crecimiento de plantas y en selectividad animal ocurrieron a finales de la época seca, cuando el estrés hídrico es máximo, pero de corta duración. Por lo tanto, se decidió no proseguir con dicha práctica en el transcurso del período experimental.

La cantidad o proporción de C. acutifolium declinó en el tiempo en forma exponencial o lineal, independientemente de la presión de pastoreo empleada (Figuras 10 y 11). Asimismo, la masa y proporción de C. macrocarpum declinó en forma lineal en la presión alta de pastoreo, pero aumentó en forma lineal durante el primer año de pastoreo en la asignación alta de forraje. Con el cambio en frecuencia de pastoreo de 7/7 a 28/28 la masa de C. macrocarpum declinó en forma lineal en el segundo año de evaluación. En términos de proporción en la pastura, la dinámica de C. macrocarpum aumentó hasta el primer año y luego se redujo con los cambios en sistemas de pastoreo.

Durante los dos años de evaluación C. macrocarpum 5713 tuvo una masa superior a C. acutifolium 5277-5568, tanto en la época seca como en la lluviosa (Cuadro 4). Por otra parte, la disponibilidad de MSVL de ambas leguminosas tendió a ser mayor en la asignación alta de forraje, siendo más notable este efecto para C. macrocarpum. En este estudio la disponibilidad de C. acutifolium 5277-5568 fue muy inferior a la reportada para el ecotipo 5277 en los Llanos de Colombia (CIAT, 1987; 1988).



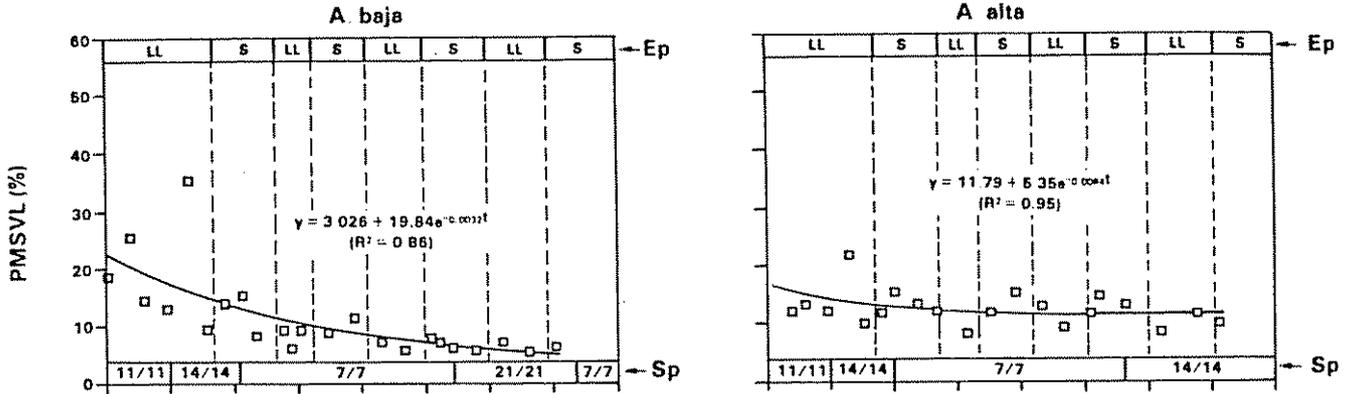
A. gayanus + C. macrocarpum



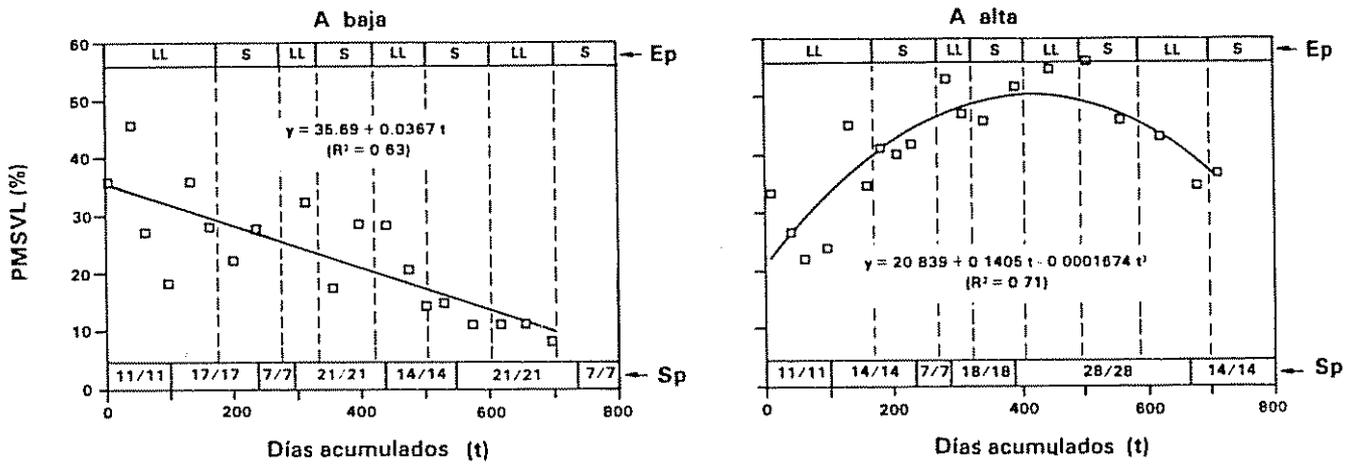
- A. baja : Rango de asignación de 3-5 Kg MSVG/100 Kg PV/día
- A. alta : Rango de asignación de 6-8 Kg MSVG/100 Kg PV/día
- Ep : Epocas = Lluvia (LL) y Sequía (S)
- Sp : Sistema de pastoreo (días de descanso/días de pastoreo)

Figura 10. Dinámica de la materia seca verde de leguminosa (MSVL) en dos asociaciones, bajo dos asignaciones de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

A. gayanus + C. acutifolium



A. gayanus + C. macrocarpum



- A. baja : Rango de asignación de 3-5 Kg MSVG/100 Kg PV/día
 A. alta : Rango de asignación de 6-8 Kg MSVG/100 Kg PV/día
 Ep : Epoque = Lluvia (LL) y Sequía (S)
 Sp : Sistema de pastoreo (días de descanso/días de pastoreo)

Figura 11. Dinámica de la proporción de leguminosa en base a la materia seca verde disponible, (PMSVL) en dos asociaciones, bajo dos asignaciones de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Cuadro 4. Materia seca verde de leguminosa disponible (MSVLD) y residual (MSVLR) en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Pastura	Asignación ^{1/}	Epoca Seca		Epoca Lluviosa			
		Año	Forraje	MSVLD (EE) ^{2/} (Kg MS ha ⁻¹)	MSVLR (EE)	MSVLD (EE)	MSVLR (EE)
<u>A. gayanus</u>	Baja	1986	Baja	313 (61)	169 (36)	366 (66)	172 (49)
			Alta	377 (49)	345 (40)	331 (48)	223 (2)
	Baja	1987	Baja	114 (11)	94 (10)	90 (8)	78 (7)
			Alta	311 (53)	200 (44)	192 (34)	206 (31)
		Promedio		279	202	245	170
	Baja	1986	Baja	711 (113)	618 (108)	973 (119)	651 (159)
		Alta	1681 (194)	1597 (146)	1229 (130)	1497 (157)	
Baja	1987	Baja	533 (156)	420 (67)	384 (64)	263 (51)	
		Alta	2291 (356)	1508 (227)	1929 (130)	1407 (127)	
	Promedio		1304	1036	1129	954	

+ C. acutifolium
(CIAT 5277-5568)

+ C. macrocarpum
(CIAT 5713)

1/ Baja y alta corresponden a 3-5 y 6-8 Kg MSVG 100 Kg PV⁻¹ día⁻¹, respectivamente.

2/ Error estándar de la media.

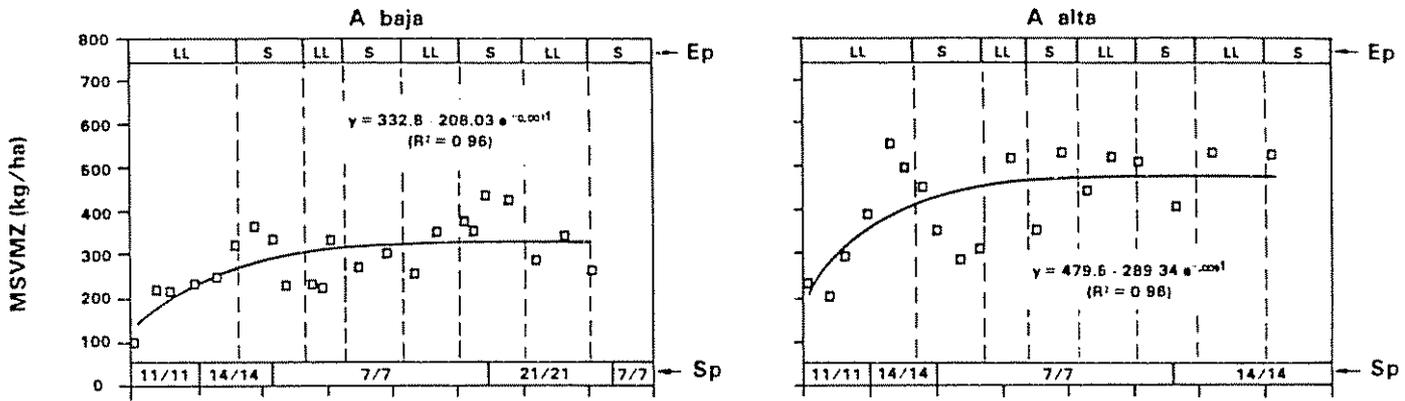
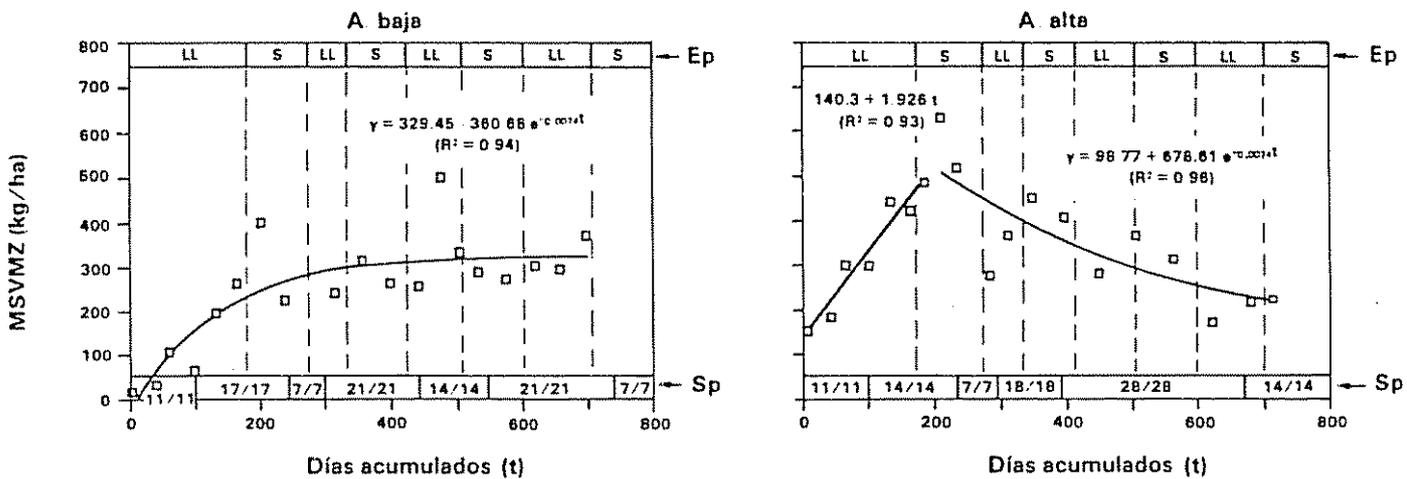
4.3.5. Dinámica de la materia seca verde de maleza (MSVMZ)

En todas las asociaciones evaluadas la masa de malezas aumentó desde el inicio del pastoreo, hasta el final del primer período de lluvias y luego se estabilizó en el tiempo, independientemente de la asignación de forraje (Figura 12). Sin embargo, en la asociación con C. macrocarpum con asignación alta, la masa de malezas declinó en forma exponencial a partir del primer período seco, lo cual estuvo relacionado con la alta proporción de leguminosa disponible a través de todo el período experimental. Estos resultados son interesantes, pues sugieren que el problema de malezas con gramínea de hábito de crecimiento erecto como es A. gayanus, puede minimizarse mediante la inclusión de leguminosas estoloníferas agresivas.

4.4. Efecto del sistema de pastoreo en la proporción de leguminosa en las asociaciones evaluadas

La dinámica de la proporción de leguminosa (Figura 11) siguió un patrón similar a la mostrada por la masa de leguminosa (Figura 10), existiendo una disminución exponencial del porcentaje de C. acutifolium en ambas presiones de pastoreo y lineal en C. macrocarpum en la presión alta. Por el contrario, C. macrocarpum en la presión baja de pastoreo tuvo una respuesta cuadrática en el tiempo, lo cual como ya se dijo, estuvo asociado a cambios en la frecuencia de pastoreo.

En el rango de asignación alta (3-5) ninguna leguminosa respondió a cambios en sistema de pastoreo, ya fueron estos pastoreos frecuentes o poco frecuentes. Por el contrario, en el rango de asignación alta (6-8) se observó en un momento dado una tendencia de dominancia de C. macrocarpum, la cual fue contrarrestada por pastoreos menos frecuentes para favorecer a la gramínea. Con esta estrategia se logró mantener la proporción de C. macrocarpum entre un 20 y 50%

A. gayanus + C. acutifolium*A. gayanus + C. macrocarpum*

- A. baja : Rango de asignación de 3-5 Kg MSVG-100 Kg PV/día
 A. alta : Rango de asignación de 6-8 Kg MSVG/100 Kg PV/día
 Ep : Epocas = Lluvia (LL) y Sequía (S)
 Sp : Sistema de pastoreo (días de descanso/días de pastoreo).

Figura 12. Dinámica de la materia seca verde de maleza (MSVMZ) en dos asociaciones, bajo dos asignaciones de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

como había sido prefijado. En el caso de C. acutifolium los pastoreos muy frecuentes (7/7) no tuvieron efectos favorables sobre la leguminosa en ninguno de los rangos de asignación de forraje. Estas tendencias contrastan con un estudio que se viene desarrollando en los llanos colombianos con la misma metodología de manejo del pastoreo y rangos de asignación de forraje (CIAT, 1988). En este estudio C. acutifolium 5277 ha sido más productivo que C. macrocarpum 5452, tanto en asociación con A. gayanus como en gramíneas estoníferas. Por el contrario, en ese mismo ambiente el C. macrocarpum no persistió en asociación con A. gayanus, en ambos rangos de asignación de forraje.

Los resultados obtenidos en ambientes contrastantes, muestran una interacción entre germoplasma de leguminosa, ambiente y manejo del pastoreo. Mientras que C. acutifolium 5277 es muy adaptada y productiva en asociación con gramíneas de crecimiento contrastantes (erecto y estolonífero) y con diferentes manejos del pastoreo en los Llanos colombianos, en Quilichao, C. macrocarpum 5713 es muy productivo en asociación con gramíneas de crecimiento erecto como el A. gayanus, aunque sensible a intensidades altas de pastoreo.

En general, en base a estos resultados se puede inferir que C. acutifolium 5277-5568 es poco productivo con A. gayanus bajo pastoreo en el ambiente de Quilichao y que no responde a estrategias de manejo del pastoreo. C. macrocarpum es muy susceptible a sobrepastoreo, lo cual, asociado a la poca producción de semillas resulta en pérdida de la leguminosa en la pastura (CIAT, 1985; Pitty *et al*, 1985; Thomas y Andrade *et al*, 1985). Por el contrario, C. macrocarpum tendió a dominar a la gramínea cuando se utilizó una presión moderada de pastoreo, lo cual determinó el empleo de sistemas de pastoreo menos frecuentes para favorecer la gramínea, tal como lo indica la teoría de manejo flexible.

Estos resultados indican claramente que con especies de leguminosas adaptadas a un local determinado y compatible con la gramínea asociante, el empleo de una presión adecuada de pastoreo resulta en un buen balance de gramínea y leguminosa, siempre y cuando se hagan ajustes del sistema de pastoreo (Roberts, 1974; Spain y Pereira, 1986).

4.5. Comparación de los dos ecotipos de C. acutifolium

En la metodología de pastoreo flexible propuesto por Spain y Pereira (1986) se indicó la posibilidad de evaluar más de un ecotipo de una especie de leguminosa dentro de las parcelas principales. En base a esto, la asociación de A. gayanus con C. acutifolium estuvo conformada por dos ecotipos de la leguminosa, procedentes el uno de Mato Grosso, Brasil (CIAT 5568) y el otro de Vichada, Colombia (CIAT 5277).

Cada parcela de la alternación del pastoreo estuvo conformada por dos subparcelas iguales, a las que les correspondió una el ecotipo 5277 y la otra el ecotipo 5568. En cada medición de forraje disponible se estimó la disponibilidad de MSVL, de MSVHL, y el porcentaje de materia seca verde (PMSVL) de cada ecotipo por separado. Cabe mencionar que en la asignación alta el ecotipo 5277 mostró un pobre establecimiento, desapareciendo desde un inicio en una de las parcelas. Esto generó una mayor intensidad de pastoreo sobre el área con el ecotipo 5568, lo cual pudo afectar su comportamiento en ese tratamiento.

El ecotipo 5568 mostró en promedio una masa mayor que el ecotipo 5277 (Cuadro 5). En el rango de asignación alta la MSVL, MSVHL y el PMSVL tendieron a ser superiores en el ecotipo 5568 que en el 5277. C. acutifolium 5277 ha mostrado ser muy productivo en asociación con A. gayanus en los Llanos colombianos, de donde es originaria (CIAT, 1985; 1986; 1987; ICA, 1987), lo cual contrasta con su menor

Cuadro 5. Materia seca verde de leguminosa (MSVL), hojas de leguminosa (HL) y proporción de leguminosa en la materia seca verde total (PMSVL) de dos ecotipos de C. acutifolium en asociación bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Pastura A. <u>gayanus</u>	Año	Asignación ^{1/} Forraje	Epoca seca		Epoca lluviosa			
			MSVL (ES) 2/	HL (ES) kg. ha ⁻¹	PMSVL (ES) (%)	MSVL (ES)	HL (ES) kg. ha ⁻¹	DMSVL (ES) (%)
+ <u>C. acutifolium</u> (CIAT 5277)	1986	Baja	246 (70)	67 (29)	9,2 (1,9)	240 (112)	40 (13)	9,4 (3,0)
		Alta	245 (87)	104 (47)	7,9 (2,2)	251 (107)	27 (27)	10,5 (3,8)
	1987	Baja	331 (98)	64 (6)	10,3 (1,5)	125 (21)	46 (6)	9,0 (1,5)
		Alta	520 (61)	66 (20)	7,4 (2,3)	92 (29)	39 (12)	5,8 (1,7)
		Promedio	204	75	8,7	177	38	8,7
+ <u>C. acutifolium</u> (CIAT 5568)	1986	Baja	331 (98)	72 (7)	12,9 (2,2)	320 (133)	48 (16)	13,9 (2,8)
		Alta	520 (61)	234 (50)	17,9 (1,5)	421 (119)	93 (25)	17,3 (4,5)
	1987	Baja	76 (10)	32 (6)	4,8 (0,8)	77 (15)	29 (3)	5,5 (1,0)
		Alta	443 (60)	200 (32)	19,7 (1,7)	293 (42)	119 (19)	15,9 (1,6)
		Promedio	343	135	13,8	278	72	13,1

1/ Baja y Alta corresponden a 3-5 y 6-8 kg MSVG 100 kg PV⁻¹ día⁻¹, respectivamente.

2/ Error estándar de la media.

persistencia en el ambiente de Quilichao, probablemente debido a condiciones edáficas y/o climáticas diferentes a la de su lugar de origen, y a la competencia de A. gayanus. Por el contrario, C. acutifolium 5568 parece ser un ecotipo más promisorio para asociar con A. gayanus en el ambiente de Quilichao.

4.6. Floración y fructificación de las leguminosas evaluadas

Uno de los mecanismos de persistencia de las leguminosas bajo pastoreo es la formación de plántulas a partir de semillas de la reserva del suelo.

En una medición efectuada en enero 1987 se contaron las flores y vainas vacías y llenas, presentes en las leguminosas evaluadas. La fecha de medición coincidió con el período reproductivo de estas especies en Quilichao. Hubo un marcado efecto de especie de leguminosa y de intensidad del pastoreo y en el comportamiento reproductivo de las leguminosas evaluadas (Cuadro 6). Contrariamente a lo reportado por algunos autores (Schultze-Kraft y Keller-Grein, 1985; Silva y López, 1985; Thomas et al, 1985), C. macrocarpum mostró un buen comportamiento reproductivo cuando fue pastoreado con una intensidad baja. Por otra parte, la mayor floración de C. acutifolium 5568 en comparación con C. acutifolium 5277, confirma su mejor adaptación. No obstante, el ecotipo 5277 mostró un mayor número de vainas llenas que el ecotipo 5568, lo cual puede estar asociado con el comportamiento reproductivo (floración) más temprano observado en C. acutifolium 5277.

4.7 Calidad nutritiva del forraje ofrecido y residual

En este estudio de pastoreo se realizaron mediciones de calidad de forraje en oferta con el fin de ayudar en la interpretación de los resultados de ganancia de peso. La

Cuadro 6. Floración y producción de semillas de dos leguminosas asociadas con A. gayanus, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Pastura	Flores No. ha ⁻¹	Vainas	
		Vacias ^{2/}	Llenas ^{2/}
<u>A. gayanus</u>			
+ <u>C. acutifolium</u>			
<u>Asignación alta:</u>			
CIAT 5568	2290	513	18
CIAT 5277	565	378	172
<u>Asignación baja</u> ^{1/}			
CIAT 5568	936	192	64
CIAT 5277	200	160	80
+ <u>C. macrocarpum</u> CIAT 5713			
<u>Asignación alta</u>	3392	6200	1544
<u>Asignación baja</u>	424	272	32

1/ Mediciones en enero de 1987

2/ Verdes

Asignación alta: 6-8 Kg MSVG x 100 Kg PV⁻¹ x dfa⁻¹

Asignación baja: 3-5 Kg MSVG x 100 Kg PV⁻¹ x dfa⁻¹

calidad nutritiva se midió en el total de la biomasa y cada uno de sus componentes al inicio y al final del pastoreo.

4.7.1 Contenido de proteína cruda (PC) en el forraje

Como era de esperarse, el nivel de PC en las hojas y tallos del forraje disponible inicialmente fue mayor al encontrado en el forraje residual (Cuadros 7 y 8). Asimismo la PC fue más alta en hojas (9,3%) que en tallos (4,0%). Por otro lado, el nivel de PC de las hojas ofrecidas fue ligeramente mayor en la época lluviosa (10,6%) que en época seca (9,2%) y en la asignación baja (10,5%) que en la alta (9,6%), siendo estas diferencias menores en el segundo año de evaluación. El nivel de PC en hojas y tallos fue similar en las dos asociaciones evaluadas, a pesar de la mayor cantidad de C. macrocarpum en la presión baja, lo cual sugiere que hubo poco reciclaje de nitrógeno debido a la presencia de leguminosa. Los contenidos de PC de la gramínea fueron menores a las encontradas por Rodríguez (1985) en un monocultivo de A. gayanus con aplicación de N (50 kg/ha) bajo condiciones similares a las del presente trabajo, y por Böhnert et al (1986), para A. gayanus asociado con tres leguminosas en los Llanos colombianos.

Los contenidos de PC en las hojas de las leguminosas (Cuadro 9), no variaron entre especies, épocas o entre el forraje ofrecido y el residual. Sin embargo, el contenido de PC de C. macrocarpum varió menos entre años que el de C. acutifolium. Los valores encontrados son ligeramente menores a los reportados por Villaquirán y Lascano (1986) para C. macrocarpum CIAT 5265 (25,1%) y por CIAT (1987) para C. acutifolium 5277 (25,0%), aunque fueron superiores a los encontrados por Böhnert et al (1986), para dos leguminosas (P. phaseoloides y S. capitata) asociadas con A. gayanus.

Cuadro 7. Contenido de proteína cruda (PC) en hojas de gramínea disponible (HGD) y residual (HGR) en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación y con manejo flexible del pastoreo.

Pastura	Año	Asignación ^{1/} Forraje	Epoca Seca		Epoca Lluviosa	
			HGD (EE) ^{2/}	HGR (EE)	HGD (EE)	HGR (EE)
			-----PC (%)-----	-----PC (%)-----	-----PC (%)-----	-----PC (%)-----
<u>A. gayanus</u>	1986	Baja	11,0 (1,1)	9,3 (1,1)	11,9 (0,5)	9,5 (0,5)
		Alta	8,2 (0,5)	8,9 (1,0)	10,5 (1,0)	9,9 (0,3)
	1987	Baja	9,1 (0,0)	8,0 (0,0)	9,6 (0,6)	8,4 (0,3)
		Alta	8,1 (0,6)	8,5 (0,6)	8,6 (0,5)	8,7 (0,4)
<u>+ C. acutifolium</u> (CIAT 5277-5568)	1986	Promedio	9,1	8,7	10,2	9,1
		Baja	10,7 (1,5)	7,3 (1,3)	11,1 (1,7)	8,9 (0,2)
	1987	Alta	10,3 (1,1)	9,4 (1,2)	11,9 (0,5)	10,1 (0,7)
		Promedio	9,9 (0,0)	8,6 (0,5)	10,5 (0,4)	9,3 (0,3)
<u>+ C. macrocarpum</u> (CIAT 5713)	1986	Baja	9,9 (0,0)	8,6 (0,5)	10,5 (0,4)	9,3 (0,3)
		Alta	8,9 (0,9)	8,6 (0,3)	10,0 (0,5)	8,3 (0,1)
	1987	Promedio	9,2	8,5	10,9	9,1

1/ Baja y alta corresponden a 3-5 y 6-8 Kg MSGV 100 Kg PV⁻¹ día⁻¹, respectivamente.

2/ Error estándar de la media.

Cuadro 8. Contenido de proteína cruda (PC) de tallos de gramínea disponible (TGD) y residual (TGR) en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Pastura	Asignación ^{1/}	Epoca Seca		Epoca Lluviosa	
		TGD EE) ^{2/}	TGR (EE)	TGD (EE)	TGR (EE)
<u>A. gayanus</u>	Año	-----PC (%)-----		-----PC (%)-----	
	1986	3,9 (0,4)	3,0 (0,3)	4,9 (0,1)	4,9 (0,5)
	Alta	3,1 (0,3)	2,7 (0,1)	5,1 (0,9)	4,3 (0,9)
+ <u>C. acutifolium</u> (CIAT 5277-5568)	1987	3,8 (0,4)	4,0 (0,1)	4,7 (0,4)	4,6 (0,2)
	Alta	3,3 (0,4)	3,5 (0,4)	4,0 (0,2)	4,0 (0,3)
	Promedio	3,5	3,3	4,7	4,5
	1986	4,2 (0,3)	3,1 (0,6)	4,9 (0,3)	4,5 (0,6)
	Alta	3,9 (0,2)	3,9 (0,5)	5,5 (0,4)	4,5 (0,7)
+ <u>C. macrocarpum</u> (CIAT 5713)	1987	3,1 (0,5)	3,0 (0,4)	4,1 (0,3)	3,8 (0,2)
	Alta	3,5 (0,1)	3,2 (0,5)	4,2 (0,2)	3,9 (0,3)
	Promedio	3,7	3,3	4,7	4,1

1/ Baja y alta correspondería 3-5 y 6-8 Kg MSVG 100 Kg PY-1 dfa⁻¹, respectivamente.

2/ Error estándar de la media.

Cuadro 9. Contenido de proteína cruda (PC) en hojas de leguminosa disponible (HLD) y residual (HLR) en dos asociaciones bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Pastura	Año	Asignación Forraje	Epoca Seca		Epoca Lluviosa	
			HLD (EE) 2/	HLR (EE)	HLD (EE)	HLR (EE)
<u>A. gayanus</u>			PC (%)	PC (%)	PC (%)	PC (%)
1986	Baja	25,4 (1,3)	23,3 (1,2)	23,5 (0,9)	23,5 (0,6)	
	Alta	24,0 (1,1)	23,3 (1,3)	23,7 (2,3)	21,5 (1,9)	
1987	Baja	21,4 (0,4)	21,5 (0,3)	21,6 (1,1)	22,6 (0,7)	
	Alta	20,3 (0,5)	20,4 (1,1)	20,6 (0,5)	20,6 (0,5)	
	Promedio	22,7	22,1	22,5	22,0	
1986	Baja	23,2 (1,7)	22,5 (0,9)	23,3 (3,7)	22,8 (0,3)	
	Alta	22,2 (1,3)	21,5 (0,8)	19,4 (3,3)	22,6 (1,3)	
1987	Baja	23,1 (1,0)	23,5 (2,5)	22,3 (0,4)	21,5 (0,4)	
	Alta	21,3 (1,5)	19,4 (0,5)	20,9 (0,3)	20,3 (0,5)	
	Promedio	22,6	21,7	21,5	21,8	

+ C. acutifolium
(CIAT 5277-5568)

+ C. macrocarpum
(CIAT 5713)

1/ Baja y alta corresponden a 3-5 y 6-8 Kg :SVG 100 Kg PV⁻¹ dfa⁻¹, respectivamente.

2/ Error estándar se la media.

4.7.2 Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) en forraje

La DIVMS de las hojas de gramínea en oferta varió más entre asociaciones que entre épocas y años de evaluación (Cuadro 10). Consistentemente la DIVMS de las hojas tendió a ser mayor en la asociación con C. macrocarpum que con C. acutifolium, tanto en la época de sequía como las de lluvias, a pesar de los mayores períodos de descanso en el primer caso (Cuadro 1). Esta diferencia puede deberse a la menor cantidad de hojas de gramíneas en oferta y al consumo preferencial de hojas de gramíneas, lo que pudo haber provocado un mayor rebrote de hojas tiernas (Hunter et al., 1976; Hodgson, 1979).

En este estudio la DIVMS de las hojas fue mayor que la DIVMS de los tallos (Cuadro 11), lo cual es contrario a lo reportado por otros autores (Haggar y Ahmed, 1971; Rodríguez, 1985), y podría deberse al estado de madurez. Por otra parte y de acuerdo con lo esperado, la DIVMS de hojas y tallos tendió a ser mayor en la asignación baja de forraje que en la alta, en ambas épocas del año. La alta preferencia animal sobre los componentes más nutritivos o de la planta (Ebersohn et al., 1980) se evidenció por la menor DIVMS de las hojas y tallos residuales.

La DIVMS de las hojas de C. macrocarpum fue superior a las de C. acutifolium (Cuadro 12), y fue también ligeramente mayor en las hojas ofrecidas que en las residuales, pero sin mayores diferencias entre épocas del año. Estos resultados confirman que la calidad nutritiva de las leguminosas es relativamente estable con el tiempo (Pachauri y Patil, 1981). La DIVMS medida en las hojas de C. macrocarpum concuerda con determinaciones reportadas por Villaquirán y Lascano (1986) para otro ecotipo de C. macrocarpum, pero es inferior a otras leguminosas (S. capitata, P. phaseoloides) evaluadas en asociación con A. gayanus por Böhnert et al.,

Cuadro 10. Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) de hojas de gramínea disponible (HGD) y residual (HGR) en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Pastura	Año	Asignación ^{1/} Forraje	Epoca Seca		Epoca Lluviosa	
			HGD (EE) ^{2/}	DIVMS (%)	HGD (EE)	DIVMS (%)
<u>A. gayanus</u>	1986	Baja	50,1 (1,2)	51,5 (0,6)	50,3 (0,7)	47,7 (3,0)
		Alta	46,3 (1,3)	45,9 (0,4)	53,3 (2,7)	45,2 (0,1)
	1987	Baja	49,9 (1,8)	47,5 (1,6)	52,9 (2,0)	49,8 (1,7)
		Alta	44,9 (0,6)	43,4 (1,0)	44,9 (0,7)	44,3 (0,5)
		Promedio	47,8	47,1	50,3	46,7
<u>+ C. acutifolium</u> (CIAT 5277-5568)	1986	Baja	57,5 (1,0)	52,9 (2,3)	51,8 (9,3)	54,8 (0,1)
		Alta	54,1 (1,2)	52,5 (1,6)	54,7 (0,3)	48,7 (2,0)
	1987	Baja	53,2 (6,8)	48,9 (7,1)	52,1 (3,2)	50,1 (2,9)
		Alta	47,6 (1,6)	47,9 (0,6)	49,7 (2,3)	46,9 (1,6)
		Promedio	53,1	50,5	52,1	50,1

1/ Baja y alta corresponden a 3-5 y 6-8 Kg MSVG 100 Kg PV⁻¹ día⁻¹, respectivamente.

2/ Error estándar de la media.

Cuadro 11. Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) de tallos de gramínea disponible (TGD) y residual (TGR) en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Pastura	Año	Asignación ^{1/} Forraje	Epoca Seca		Epoca Lluviosa	
			TGD (EE) ^{2/}	TGR (EE)	TGD (EE)	TGR (EE)
<u>A. gayanus</u>			-----DIVMS (%)-----	-----DIVMS (%)-----	-----DIVMS (%)-----	-----DIVMS (%)-----
+ <u>C. acutifolium</u> (CIAT 5277-5568)	1986	Baja	42,1 (1,9)	38,5 (1,4)	47,0 (3,3)	45,4 (2,5)
		Alta	36,5 (2,8)	35,1 (1,9)	47,1 (1,9)	43,5 (4,1)
	1987	Baja	42,6 (4,9)	41,6 (3,2)	49,1 (3,5)	47,9 (3,6)
		Alta	38,8 (3,5)	37,4 (2,8)	41,4 (2,6)	40,3 (2,3)
		Promedio	40,0	38,1	46,1	44,3
+ <u>C. macrocarpum</u> (CIAT 5713)	1986	Baja	49,3 (3,0)	42,5 (2,8)	57,3 (2,1)	51,1 (0,7)
		Alta	47,1 (1,8)	44,0 (1,6)	51,9 (8,0)	44,7 (1,4)
	1987	Baja	40,9 (6,7)	35,8 (4,1)	43,5 (3,6)	42,7 (4,1)
		Alta	40,4 (3,2)	36,7 (2,7)	45,0 (4,9)	40,7 (5,1)
		Promedio	44,4	39,7	49,4	44,8

1/ Baja y alta corresponden a 3-5 y 6-8 Kg MSGV 100 Kg PV⁻¹ día⁻¹, respectivamente.

2/ Error estándar de la media.

Cuadro 12. Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) de hojas de leguminosa disponible y residual (HLR) en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Pastura	Año	Asignación ^{1/} Forraje	Epoca Seca		Epoca Lluviosa		
			HLD (EE) ^{2/}	HLR (EE)	HLD (EE)	HLR (EE)	
			-----DIVMS (%)-----		-----DIVMS (%)-----		
<u>A. gayanus</u>	1986	Baja	51,0 (1,8)	46,5 (1,4)	47,3 (2,9)	41,1 (2,6)	
		Alta	47,2 (1,0)	44,2 (2,4)	41,7 (3,3)	42,7 (1,5)	
	1987	Baja	49,3 (1,1)	46,2 (1,1)	49,9 (1,3)	47,3 (1,9)	
		Alta	42,4 (1,9)	44,7 (0,9)	43,1 (2,9)	42,1 (1,4)	
			Promedio	47,5	45,4	45,5	43,3
	<u>C. macrocarpum</u> (CIAT 5713)	1986	Baja	53,0 (3,3)	52,7 (3,7)	58,8 (2,2)	50,5 (1,3)
Alta			53,5 (1,4)	51,8 (1,9)	48,9 (1,7)	48,5 (2,3)	
1987		Baja	58,8 (1,7)	57,1 (0,0)	57,3 (2,3)	51,2 (2,7)	
		Alta	50,8 (1,7)	46,6 (2,1)	51,3 (1,5)	48,0 (2,6)	
		Promedio	54,0	52,1	54,2	49,5	

1/ Baja y alta corresponden a 3-5 y 6-8 Kg MSVG 100 m^2 PV^{-1} día^{-1} , respectivamente.

2/ Error estándar de la media.

(1986). También se observó en este estudio una mayor DIVMS de las hojas de leguminosa en la asignación baja de forraje que en la alta, lo cual puede estar relacionado con la menor disponibilidad de gramínea en este tratamiento, y con la mayor presión de pastoreo sobre la leguminosa, la cual a su vez ocasionó una mayor proporción de tejido tierno (Stobbs, 1977; Roberts, 1979).

Como era de esperarse la DIVMS del forraje total ofrecido y residual fue menor que la DIVMS de los componentes foliares (Cuadro 13), pero muy similar, a la mostrada por los tallos de la gramínea. La baja DIVMS del forraje ofrecido y residual pueden deberse a la paulatina acumulación de material muerto en la pastura, de muy baja DIVMS (Böhnert *et al*, 1986). En general, los valores de DIVMS de hojas de gramínea y leguminosas en oferta fueron bajos y posiblemente limitantes para obtener altas ganancias de peso.

4.8 Composición de la dieta seleccionada

4.8.1 Leguminosa

La proporción de leguminosa en el forraje seleccionado (LFS) y el índice de selectividad relativa de la leguminosa (ISRL) así como sus correspondientes análisis de varianza se presentan en los Cuadros 14, 15 y 2A. Tanto la LFS como el ISRL variaron entre especies, intensidades de pastoreo y épocas del año. Los animales seleccionaron más C. macrocarpum ($P < 0,05$) que C. acutifolium y seleccionaron y prefirieron más las leguminosas ($P < 0,05$) en la asignación alta de forraje que en la baja, en relación directa con la mayor disponibilidad y proporción de leguminosa en la pastura. Por el contrario, los animales mostraron una mayor preferencia hacia C. acutifolium ($P < 0,05$), tal como lo indica el mayor índice de selección. La mayor palatabilidad de C. acutifolium confirma resultados previos de estudios de

Cuadro 13. Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) del forraje total disponible (FTD) y residual (FTR) en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Pastura	Año	Asignación ^{1/} Forraje	Epoca Seca		Epoca Lluviosa		
			FTD (EE) ^{2/}	FTR (EE)	FTD (EE)	FTR (EE)	
			-----DIVMS (%)-----		-----DIVMS (%)-----		
<u>A. gayanus</u>	1986	Baja	40,5 (1,7)	38,8 (1,5)	42,6 (2,9)	40,3 (3,1)	
		Alta	36,5 (2,7)	34,6 (1,6)	38,6 (1,7)	35,7 (2,7)	
	1987	Baja	38,9 (4,4)	31,8 (4,3)	41,6 (1,5)	35,7 (2,9)	
		Alta	33,3 (3,3)	31,5 (2,3)	32,3 (1,9)	29,8 (2,5)	
			Promedio	37,3	34,5	38,8	35,4
	+ <u>C. acutifolium</u> (CIAT 5277-5568)	1986	Baja	48,3 (1,3)	46,2 (0,8)	49,8 (4,0)	46,3 (0,9)
Alta			46,5 (2,5)	43,2 (0,7)	44,8 (4,9)	41,5 (5,7)	
+ <u>C. macrocarpum</u> (CIAT 5713)	1987	Baja	39,0 (7,3)	32,7 (9,0)	43,7 (3,4)	35,1 (3,0)	
		Alta	38,2 (3,0)	34,4 (2,1)	42,6 (4,3)	35,1 (2,4)	
			Promedio	43,0	39,1	45,2	39,5

1/ Baja y alta corresponden a 3-5 y 6-8 Kg MSVG 100 Kg PV⁻¹ día⁻¹, respectivamente.

2/ Error estándar de la media.

Cuadro 14. Proporción de leguminosas en el forraje seleccionado (LFS) por novillos fistulados del esófago en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Pastura/Asignación	Asignación		Año		Epoca y Año			Promedio
	Baja	Alta	1986	1987	1986		1987	
			Seca	Lluvia	Seca	Lluvia		
			-----LFS (%)-----		-----LFS (%)-----			
<u>Asociación A. gayanus</u>								
+ <u>C. acutifolium</u>	6,0c	18,4b	10,6c	13,0c	15,8	5,8	14,7	11,4
+ <u>C. macrocarpum</u>	17,2b	43,1a	37,7a	20,36	44,5	33,3	26,5	16,6
<u>Asignación forraje</u> ^{1/}								
Baja			15,5b	5,3c	19,8	12,5	7,5	3,5
Alta			29,2a	27,8a	25,5	33,2	30,5	25,5
	Promedio		27,0a	18,5b	18,4b	13,6c		

a,b,c. Letras diferentes en las medias correspondientes a Asociación x Asignación. Asociación x Año. Asignación x Año y a efectos principales indican significancia (P, 05).

1/ Baja y Alta corresponden a 3-5 y 6-8 Kg MSVG 100 Kg PV⁻¹ día⁻¹, respectivamente.

cafetería bajo pastoreo (Schlutze-Kraft, comunicación personal). En otros estudios, en asociaciones gramíneas-leguminosas (Stobbs, 1977; Böhnert et al, 1985) la selectividad de la leguminosa también estuvo más relacionada con cambios en la composición botánica y con la baja disponibilidad de la gramínea, que con los cambios en la palatabilidad.

Tanto la leguminosa seleccionada como el índice de selección hacia C. macrocarpum ($P < 0,05$) entre años y en forma paralela con la disponibilidad de la leguminosa en la pastura, lo cual no sucedió con C. acutifolium. Los animales seleccionaron más leguminosa en la época seca ($P < 0,05$) que en la lluviosa, lo que confirma trabajos previos (Humphreys, 1976; Hodgson, 1979). Sin embargo, C. acutifolium fue más preferido en la época de lluvias que C. macrocarpum.

4.8.2 Partes de la planta

La composición de la dieta, en términos de proporción de hojas de gramínea y leguminosa se presenta en los Cuadros 16 y 17. La proporción de hojas de gramíneas en la dieta fue superior ($P < 0,05$) en la asociación con C. acutifolium y en la asignación baja, en relación directa con la proporción de gramínea en la pastura (Cuadro 16). Contrario a lo esperado, la selectividad hacia hojas de gramínea fue similar en época seca y lluviosa. Estos datos no son consistentes con los observados por Böhnert et al (1985) en asociaciones de A. gayanus con leguminosas, en los Llanos de Colombia, con un régimen estacional de lluvias y con cuatro meses de sequía.

La proporción de hojas de leguminosas en la dieta seleccionada siguió un patrón opuesto al de las gramíneas; mayor con C. macrocarpum y en la asignación baja de forraje (Cuadro 17).

Cuadro 16. Proporción de hojas de gramínea en el forraje seleccionado (HGFS) por novillos fistulados del esófago en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Pastura/asignación	Asignación ^{1/}		Epoca		Promedio
	Baja	Alta	Seca	Lluvia	
	-----HGFS (%)-----		-----HGFS (%)-----		
<u>Asociación A. gayanus</u>					
+ <u>C. acutifolium</u>	89,4 a	67,5 b	79,0 a	79,3 a	79,2 a
+ <u>C. macrocarpum</u>	87,6 a	60,4 c	65,5 b	79,6 a	74,9 b
<u>Asignación Forraje^{1/}</u>					
Baja			85,1 a	90,5 a	88,5 a
Alta			61,7 b	65,2 b	63,9 b
Promedio			73,4 a	79,4 a	

a,b,c Letras diferentes en las medias correspondientes a Asociación x Asignación, Asociación x Epoca.

Asignación x Epoca y a efectos principales indican significancia ($P < ,05$)

1/ Baja y alta corresponden a 3-5 y 6-8 Kg MSGV 100 Kg PV⁻¹ día⁻¹, respectivamente.

Cuadro 17. Proporción de hojas de leguminosa en el forraje seleccionado (HLFS) por novillos fistulados del esfago en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Pastura / asignación	Asignación ^{1/}		Epoca		Promedio
	Baja ----HLFS (%)-----	alta -----	Seca -----HLFS (%)-----	Lluvia	
<u>Asociación A. gayanus</u>					
+ <u>C. acutifolium</u>	2,6 c	20,0 b	11,0 b	10,5 b	10,7 b
+ <u>C. macrocarpum</u>	2,3 c	30,8 a	22,6 a	12,1 b	15,6 a
<u>Asignación Forraje^{1/}</u>					
Baja			4,3 b	1,3 b	2,4 b
Alta			27,3 a	24,0 a	25,4 a
Promedio			15,8 a	11,4 a	

a,b,c Letras diferentes en las medias correspondientes a Asociación x Asignación, Asociación x Epoca, Asociación x Epoca y a efectos principales indican significancia (P < ,05)

1/ Baja y alta corresponden a 3-5 y 6-8 Kg MSGV 100 Kg PV⁻¹ día⁻¹, respectivamente.

En general, los animales seleccionaron en este estudio casi exclusivamente hojas de gramínea y leguminosa (90,9% y 88,3% en la asignación baja y alta, respectivamente) y solo una proporción muy baja de tallos de gramínea (Cuadro 3A) y de leguminosa (Cuadro 4A), así como de materia muerta de gramínea (Cuadro 5A), en todos los tratamientos y épocas del año.

4.9 Calidad nutritiva de la dieta seleccionada

El contenido de proteína cruda (PC) y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) de la dieta seleccionada, así como sus correspondientes análisis de varianza se presentan en los Cuadros 18, 19 y 6A. Tanto en el contenido de PC como la DIVMS de la dieta seleccionada fueron superiores que en el forraje total ofrecido (Cuadros 13 y 7A) (Hodgson, 1979; Bredon *et al*, 1967; CIAT, 1983; Böhnert *et al*, 1986). En especial, el contenido de PC del forraje seleccionado permaneció por encima del nivel de 7%, considerado como crítico para el consumo (Minson y Milford, 1967). Por el contrario, la DIVMS de la dieta seleccionada fue baja y pudo ser un factor limitante del consumo de energía y por lo tanto de la ganancia de peso (Bredon *et al*, 1967; Böhnert *et al*, 1986). Aunque, el contenido de PC y la DIVMS del forraje seleccionado mostró algunas diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) entre asociaciones, asignaciones de forraje y épocas del año, estas diferencias fueron pequeñas en términos absolutos y carecieron de significancia real. Se resalta, el mayor contenido de PC y DIVMS de la dieta seleccionada en la asociación con C. macrocarpum y asignación alta de forraje lo cual pudo estar relacionadas con una mayor proporción de hojas de leguminosa seleccionada.

En general, los valores obtenidos de PC para el forraje seleccionado parecen estar relacionadas con la calidad de las hojas de gramínea y de la leguminosa en

Cuadro 18 Proteína cruda en el forraje seleccionado (PCFS) por novillos fistulados del esófago en dos asociaciones bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Pastura/asignación	Asignación ^{1/}		Año		Época y año				Promedio
	Baja	Alta	1986	1987	1986		1987		
			Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	
		PCFS (%)		PCFS (%)		PCFS (%)			
<u>Asociación A. gavanus</u>									
+ <u>C. acutifolium</u>	10,9 c	11,0 cb	10,9 b	11,0 b	10,4	11,4	10,2	11,5	11,0 b
+ <u>C. macrocarpum</u>	11,3 b	12,3 a	12,3 a	11,3 b	11,8	12,7	10,9	11,4	11,8 a
<u>Asignación de Forraje^{1/}</u>									
Baja			11,4 a	10,8 b	10,9	11,9	10,0	11,2	11,1 b
Alta			11,2 a	11,5 a	11,3	12,3	11,0	11,8	11,6 a
Promedio			11,5 a	11,1 b	11,1 b	12,1 a	10,5 c	11,5 b	

a, b, c Letras diferentes correspondientes a Asociación x Asignación, Asociación x Año, Asignación x Año y a efectos principales indican significancia (P < ,05)

1/ Baja y alta corresponden a 3-5 y 6-8 Kg MSWG 100 Kg PV⁻¹ día⁻¹, respectivamente.

Cuadro 19. Digestibilidad in vitro de la materia seca en el forraje seleccionado (DIVMSF) por novillos fistulados del esófago en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Pastura/asignación	Asignación ^{1/}		Año				Epoca y año		Promedio
	Baja	Alta	1986		1987		1987		
			Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	
		DIVMSFS (%)		DIVMSFS (%)		DIVMSFS (%)			
<u>Asociación A. gavanus</u>									
+ <u>C. acutifolium</u>	45,6 ab	43,3 c	44,9 ba	43,9 b	43,3	46,5	42,9	44,5	44,4 b
+ <u>C. macrocarpum</u>	44,9 b	46,9 a	45,9 a	45,8 a	45,2	46,6	44,3	46,5	45,8 a
<u>Asignación de Forraje^{1/}</u>									
Baja			44,8 ba	45,6 a					45,2 a
Alta			46,0 a	44,0 b					45,0 a
Promedio			45,4 a	44,3 a	44,2 bc	46,6 a	43,5 c	45,5 ba	

a,b,c Letras diferentes en las medias correspondientes a Asociación x Asignación, Asociación x Año, Asignación x Año y a efectos principales

^{1/} Indican significancia (P < ,05)

Baja y alta corresponden a 3-5 y 6-8 Kg MSVG 100 Kg PV⁻¹ día⁻¹, respectivamente.

oferta. Contradictoriamente, la DIVMS de las hojas ofrecidas (Cuadros 10 y 12) fue ligeramente superior a la digestibilidad de la dieta seleccionada. Este hecho, parece estar relacionado con los cambios de la composición de la dieta seleccionada a través del período de pastoreo, toda vez que los valores de DIVMS de la dieta son promedios de muestras colectadas al inicio, intermedio y final de cada pastoreo (Lascano et al, 1981).

4.10 Ganancia de peso vivo

La ganancia de peso de los animales fue similar entre asociaciones y entre rangos de asignación de forraje (Cuadro 20), lo cual es consistente con la poca diferencia en la calidad de la dieta seleccionada. Sin embargo, es interesante observar que la asociación con C. macrocarpum mostró una tendencia a mayores ganancias de peso que C. acutifolium durante la época seca, lo cual podría estar relacionada con la mayor proporción de esta leguminosa en la pastura y en la dieta seleccionada. En el primer año, cuando la disponibilidad de materia seca verde no fue limitante en la pradera, se observaron mayores ($P < 0,05$) ganancias de peso que en el segundo año.

En general, la disminución en la disponibilidad de materia seca verde, en especial de la masa foliar, y cambios en la distribución de este componente en la pradera pudieron contribuir a limitar el consumo voluntario de los animales y por ende su ganancia de peso durante el segundo año (Chacón et al, 1979; Hodgson, 1979; Blaser, 1981). Por otra parte, se podría argumentar que las cargas resultantes en este ensayo fueron muy altas para A. gayanus, aún en la asignación alta de forraje, lo cual pudo haber determinado las bajas ganancias de peso.

Cuadro 20. Ganancia de peso en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Pastura/asignación	Asignación ^{1/}		Año		Época y año				Promedio
	Baja	Alta	1986	1987	1986		1987		
					Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	
						Kg A ⁻¹ día ⁻¹			
<u>Asociación A. pavanus</u>									
+ <u>C. acutifolium</u>	0,468 a	0,411 a	0,570 a	0,298 b	0,458	0,655	0,275	0,313	0,439 a
+ <u>C. macrocarpum</u>	0,466 a	0,500 a	0,601 a	0,355 b	0,527	0,657	0,384	0,338	0,483 a
<u>Asignación de Forraje^{1/}</u>									
Baja			0,593 a	0,332 b	0,522	0,646	0,327	0,335	0,467 a
Alta			0,578 a	0,322 b	0,463	0,666	0,332	0,316	0,455 a
Promedio			0,586 a	0,327 b	0,492 b	0,656 a	0,329c	0,325 c	

a,b,c Letras diferentes en las medias correspondientes a asignación, años y época del año indican significancia (P < ,05)

1/ Baja y alta corresponden a 3-5 y 6-8 Kg MSGV 100 Kg PV⁻¹ día⁻¹, respectivamente.

5. DISCUSION GENERAL

La metodología de pastoreo flexible empleada en este estudio resultó útil para el manejo de asociaciones, aún cuando tuvo algunas limitaciones. La intensidad de pastoreo, por ejemplo, ejerció un efecto decisivo sobre la efectividad de los ajustes del sistema de pastoreo. Así, los pastoreos muy frecuentes no resultaron en un aumento de la proporción de C. acutifolium 5277 - 5568 por su poca adaptación a las condiciones ambientales del lugar. Tampoco resultaron efectivos con C. macrocarpum 5713 en presión alta, posiblemente debido a daño mecánico por pisoteo de naturaleza irreversible. Por el contrario, el pastoreo menos frecuente y una intensidad menor de pastoreo favoreció a la gramínea cuando la leguminosa, C. macrocarpum 5713, tendió a dominar. Se comprobó por lo tanto que la estrategia del sistema de pastoreo flexible permitió mantener el rango de composición botánica prefijado, cuando la pastura estuvo compuesta por especies de leguminosas adaptadas y compatibles con la gramínea y manejada con una intensidad de pastoreo adecuada. Por el contrario, el sistema de pastoreo flexible no permitió mantener el balance de los componentes de la pastura, cuando la intensidad de pastoreo fue inadecuada para uno de sus componentes o cuando la leguminosa mostró problemas de adaptación a las condiciones locales.

La estrategia de alargar el período de descanso favoreció a la gramínea, cuando la leguminosa C. macrocarpum tendió a dominar. Este hecho estuvo relacionado ($r = -0,44$) con una disminución en el índice de selección hacia la leguminosa. Por el contrario el pastoreo más frecuente en la asociación con C. acutifolium no permitió cambios en la preferencia hacia la leguminosa, como se presumía. Por lo tanto, el cambio hacia períodos cortos de descanso no permitieron aumentar la proporción de leguminosa en la

pastura. Lo anterior sugiere que es posible que con leguminosas adaptadas a un local pero sensibles a intensidades altas de pastoreo sea necesario dar períodos de descanso más prolongados, lo cual es contrario a lo propuesto en la metodología de pastoreo flexible, otros trabajos en la literatura muestran que en efecto períodos de descanso prolongados pueden favorecer la recuperación de leguminosas en una pastura (Roberts, 1979; Chao et al, 1982; Maraschin et al, 1983; Walker et al, 1983).

Los ajustes correctivos de carga animal no permitieron mantener los rangos de asignación de forraje previamente establecidos. Como primera razón se puede identificar la alta proporción de tallos en relación a las hojas de la gramínea, particularmente durante el crecimiento reproductivo, lo que generó mayores intensidades de pastoreo sobre los componentes más consumidos de la asociación. Por el contrario, la alta producción de A. gayanus durante los períodos de máxima precipitación, especialmente cuando los períodos de descanso eran prolongados, generó intensidades de pastoreo menores a las esperadas. Además, cuando la contribución de leguminosa fue alta en la pastura y formó parte importante de la dieta seleccionada, el hecho de no incluirla en la determinación de la asignación también resultó en menores intensidades de pastoreo. Por otra parte, los potreros de alternancia del pastoreo fueron demasiado pequeños para efectuar ajustes de carga animal, cuando la disponibilidad de MSVG fue escasa, frente a la necesidad de mantener como mínimo dos animales permanentes para medir la productividad animal. A pesar de lo expuesto, en este trabajo fue necesario a veces poner una carga superior a la requerida en los tratamientos de asignación baja, para mantener relativamente constante la diferencia entre las dos intensidades de pastoreo. Esto se logró en general, con excepción de la asociación con C. macrocarpum, debido a la baja disponibilidad de gramínea y alta disponibilidad de la

leguminosa en la asignación alta, especialmente durante el primer año de evaluación. Bajo estas circunstancias, las cargas promedio (UA/ha) resultantes no difirieron entre asociaciones pero si entre rangos de asignación de forraje.

En el transcurso del pastoreo hubo una alta acumulación de material muerto de gramínea (MMG) en las asociaciones, especialmente durante la época seca. La proporción de MMG en el forraje ofrecido llegó a constituir hasta un 60% de la gramínea en oferta al segundo año de evaluación, lo cual concuerda con lo encontrado por Böhnert *et al* (1986) en *A. gayanus* solo y en asociación con tres diferentes leguminosas en los Llanos de Colombia. Esta acumulación progresiva de material muerto en la planta pudo haber afectado el área fotosintética de la gramínea (Johnson y Parsons 1985); lo cual explicaría la declinación observada en la masa de materia seca verde de gramínea (MSVG), cuando la contribución de la leguminosa en la pastura fue baja. Este hecho causó una disminución en la oferta de materia seca verde, principalmente de los componentes foliares, y además pudo generar cambios en la distribución y densidad de los componentes foliares en la pastura, con efectos negativos en consumo voluntario de los animales. Como consecuencia, la ganancia de peso de los animales declinó (un 50%) al segundo año de la evaluación, independientemente de la calidad de la dieta seleccionada.

En base a los resultados obtenidos, se puede indicar que la asociación de *A. gayanus* con *C. macrocarpum* es promisoría para el local de Quilichao y ecosistemas similares, siempre y cuando sea pastoreada con una intensidad adecuada y con sistema de pastoreo flexible, que permita mantener entre un 20 a un 40% de leguminosa en la materia seca verde de la pastura. Por el contrario, la asociación de *A. gayanus* con *C. acutifolium* es menos promisoría para el local de Quilichao y ecosistemas similares. La asociación de *A. gayanus* con *C. acutifolium* 5277 - 5568 estuvo conformada por dos ecotipos de

la leguminosa, C. acutifolium 5277 y C. acutifolium 5568. Se suponía que ambos ecotipos iban a tener un comportamiento similar y por lo tanto un mismo requerimiento de manejo del pastoreo, dado que poseen características agronómicas y nutritivas muy similares. Sin embargo, C. acutifolium 5277 mostró poca adaptación al ambiente local y por ende su participación en la asociación con C. acutifolium 5277 - 5568 fue mínima desde un inicio. Como consecuencia, los animales pastorearon preferencialmente el área con C. acutifolium 5568, lo cual condujo a una mayor intensidad de pastoreo sobre esta área. En estas circunstancias, no se pueden sacar conclusiones claras sobre los requerimientos de manejo de C. acutifolium 5568 y por ende de la asociación con C. acutifolium 5277 - 5568, particularmente en la asignación alta de forraje. A pesar de esto, la proporción de este lecotipo se mantuvo constante en gran parte del período experimental, en la intensidad baja de pastoreo, pero declinó drásticamente en la intensidad alta de pastoreo. Este hecho hace resaltar la inconveniencia de evaluar ecotipos en pastoreo común aún cuando éstas sean muy similares, dado que el comportamiento de alguno de ellos puede diferir y confundir las respuestas del efecto generado por los tratamientos. Por otra parte, se intuye que si se hubieran mezclado los dos ecotipos, en vez de separarlos en subparcelas, la respuesta hubiera sido diferente, sin embargo, con poca posibilidad de evaluar el comportamiento de cada uno por separado.

La cantidad de la leguminosa en oferta afectó otros componentes de la pastura. Así, la disponibilidad de la materia seca verde de maleza (MSVMZ) mostró un incremento cuando la MSVL decreció. Por el contrario, en la asignación alta de la asociación con C. macrocarpum la disponibilidad de MSVMZ, después de un incremento lineal inicial, declinó a niveles estables menores cuando la leguminosa tendió a incrementar su proporción en la asociación.

En general, la masa de MSVMZ fue estable, después de alcanzar un incremento inicial, en los tratamientos con baja proporción de leguminosa. Por el contrario, una alta proporción de leguminosa condujo a una disminución de las malezas. Este hecho puede deberse a que las malezas presentes en la pastura eran principalmente de hojas anchas y anuales, por tal razón eran poco compatibles cuando la proporción de leguminosa era alta.

La persistencia de las leguminosas a largo plazo y bajo pastoreo es función del equilibrio entre la muerte de plantas originales (sembradas) y el resurgimiento de plantas nuevas. Específicamente, en este estudio se observó que la floración y fructificación de las leguminosas se vieron afectadas por la intensidad de pastoreo y por el grado de adaptación de la leguminosa al ambiente de Quilichao. Con la intensidad baja de pastoreo hubo un buen comportamiento reproductivo del C. macrocarpum. Por lo tanto, las prácticas de manejo del pastoreo en esta asociación deben conducir al resurgimiento de nuevas plantas de leguminosa en la pastura, ya sea reduciendo la intensidad de pastoreo o descansando la pastura durante la estación de crecimiento reproductivo (Jones, 1986). Este deferimiento en el pastoreo puede ser al inicio, para que la leguminosa madure semillas, o al final para aumentar la densidad y frecuencia de plantas así como la reserva de semillas en el suelo y la regeneración de sus plántulas.

La proporción de leguminosa en la dieta dependió en mayor grado a cambios en la composición botánica. Sin embargo, si bien los animales seleccionaron una mayor proporción de C. macrocarpum, mostraron una mayor preferencia hacia C. acutifolium, a pesar de su baja disponibilidad en la pastura. En este estudio los animales seleccionaron casi exclusivamente hojas verdes de gramínea y de leguminosa, lo cual permitió que el contenido de PC de la dieta seleccionada se mantuviera por encima del nivel crítico del 7% (Minson y

Milford, 1967) a través del período experimental. Por el contrario, la DIVMS de la dieta seleccionada fue baja, y ligeramente inferior a de las hojas ofrecidas, durante todo el período de pastoreo. Sin embargo, es probable que los animales en pastoreo hayan efectivamente seleccionado una dieta de mayor DIVMS que la medida en este estudio. En efecto, la DIVMS disminuyó entre el inicio, el intermedio y el final de cada pastoreo, representando los valores de DIVMS indicados en este estudio un promedio de estos tres tiempos (Lascano et al, 1981). El consumo sin embargo, se concentró muy probablemente en los primeros días de cada pastoreo, cuando la DIVMS era relativamente alta. Por otra parte los animales experimentales permanentes pudieron tener un comportamiento y consumo selectivo diferente a los muestreadores, por su mayor experiencia previa en este tipo de pastura (Hodgson, 1979; 1982). Por otro lado, los valores de PC (11%) en la dieta seleccionada sugieren que los animales puedan haber utilizado parte de PC para satisfacer sus requerimientos energéticos. Lo antes mencionado explicaría las relativas altas ganancias de peso encontradas en este estudio, principalmente durante el primer año de evaluación. Los menores incrementos de peso en el segundo año están asociados con la reducción de las asignaciones de forraje verde, así como a cambios en la estructura de la pradera, lo cual pudo haber limitado el consumo voluntario de los animales (Stobbs, 1973; Stobbs y Hutton, 1974; Chacón et al, 1978; Hodgson, 1982), y no a cambios en la calidad del forraje ofrecido y de la dieta seleccionada.

El análisis de tendencias en el tiempo, en este estudio permitió obtener información sobre los cambios de masa de los componentes de las asociaciones, sea por efecto del manejo del pastoreo o por efecto de años y épocas dentro de años. De esta información se podrían derivar recomendaciones sobre el manejo de pastoreo más apropiado para la utilización de las asociaciones seleccionadas. En cuanto a la recomendación

de manejo del pastoreo, para asegurar la persistencia de las asociaciones, se necesitaría de un período mayor de dos años, puesto que varios componentes no se habían estabilizado todavía dentro de este período. También debe tomarse en cuenta la presencia ocasional de años atípicos, como ocurrió en el primer año experimental, en este caso. En todos los casos se recomienda que estos estudios no tengan una duración menor de dos años.

6. CONCLUSIONES

6.1 Generales

- La estrategia de pastoreo flexible utilizada en este estudio permite identificar, en un período relativamente corto, el grado de compatibilidad de las especies de una asociación con intensidades contrastantes de pastoreo, y permite definir los requerimientos de manejo y el potencial de producción animal de las pasturas bajo diferentes rangos de manejo del pastoreo.
- El uso de un sistema de pastoreo flexible permite mantener la composición botánica de las asociaciones, cuando estas son manejadas con una intensidad adecuada de pastoreo y las especies que la conforman son compatibles entre sí y están adaptadas a las condiciones edáficas y climáticas del local.

6.2 Específicas

- La asociación de A. gayanus 621 con C. macrocarpum 5713 se muestra promisorio para el ambiente de Quilichao y ecosistemas similares; cuando es pastoreada con una intensidad adecuada y un sistema de pastoreo flexible. Por el contrario, la asociación de A. gayanus 621 con C. acutifolium 5277 - 5568 no es promisorio para el ambiente de Quilichao y ecosistemas similares.
- El empleo de intensidades contrastantes de pastoreo resultó útil para definir rangos de utilización apropiados en la asociación seleccionada.

- Los ajustes en frecuencia de pastoreo permitieron mantener el balance de los componentes de la pastura seleccionada, cuando se utilizó una intensidad de pastoreo adecuada. Por el contrario, cuando la intensidad de pastoreo fue inadecuada o la leguminosa no se adaptó, ajustes en frecuencia no fueron efectivos para favorecer la leguminosa.
- Como no se utilizaron todos los componentes potencialmente consumibles de la pastura para los cálculos de las asignaciones de forraje, no se logró mantener las intensidades de pastoreo dentro de los rangos prefijados.
- Los menores incrementos de peso en el segundo año se debieron a la reducción de las asignaciones de forraje, y no a la calidad del forraje ofrecido y de la dieta seleccionada por el animal, los cuales permanecieron relativamente constantes.
- Una alta proporción de leguminosa estolonífera en asociación con A. gayanus tendió a reducir la masa de malezas en la pastura.

7. RECOMENDACIONES

Al diseñar experimentos para evaluar asociaciones de gramíneas y leguminosas con manejo flexible del pastoreo.

- Considerar un área adecuada para cada tratamiento de manejo del pastoreo que permita mantener un número adecuado de animales permanentes, para medir el potencial de producción animal de la asociación evaluada y efectuar los ajustes correctivos de carga animal a través del periodo experimental.
- Asegurar un buen establecimiento de las especies a evaluar, especialmente de las leguminosas, antes de iniciar la fase experimental de pastoreo. Si se presenta una baja disponibilidad de leguminosa, como consecuencia de un establecimiento deficiente, una alternativa es pastorear con una baja intensidad con periodos cortos de descanso. Los efectos contrastantes de manejo no deberán ser medidos hasta cuando se obtenga un balance adecuado entre las especies que conforman la asociación a evaluar.
- Cuando se fijen niveles o rangos de asignación de forraje, como medida de intensidad de pastoreo, estos deben de considerar los componentes más preferidos por el animal en pastoreo, así como sus cambios de aceptabilidad a través del periodo experimental.
- Una alternativa para generar intensidades contrastantes de pastoreo, en ambientes con regimen de precipitación poco variable dentro de épocas del año, puede ser el utilizar cargas animal fijas dentro de cada época, pero variable entre épocas. En cambio en ambientes con un prolongado periodo de estrés hídrico (más de 3 meses) sería aconsejable reducir la carga

animal en todos los tratamientos de pastoreo incluyendo además sistemas de pastoreo frecuente o continuo, para permitir un mejor comportamiento selectivo de los animales.

- Los ensayos de pastoreo con manejo flexible a largo plazo, deberían contemplar prácticas de manejo que permitan una regeneración de las especies de la pastura evaluada, a partir de semillas o estolones, en especial cuando las especies que le conforman son muy palatables. Esta práctica de manejo debería efectuarse por lo menos cada dos o tres años, cuando las plantas madres están completando su ciclo productivo. Una alternativa sería el efectuar una reducción en la intensidad de pastoreo o descansar la pastura a finales del período de crecimiento reproductivo de las plantas, e inicios de las primeras lluvias subsiguientes a ésta.
- Cuando una asociación requiere sistemas de pastoreo con períodos prolongados de descanso, es recomendable incrementar el número de los potreros en la rotación con la finalidad de minimizar el efecto del rebrote entre pastoreos y poder obtener una respuesta más rápida de los ajustes en sistema de pastoreo.
- Se sugiere no incluir más de una especie o ecotipo bajo pastoreo común, dado que las respuestas al pastoreo de estos pueden ser diferentes.
- Se recomienda incluir el rebrote estimado durante el período de pastoreo en los cálculos de asignación. Alternativamente, se recomienda incrementar el número de potreros para minimizar el efecto del rebrote durante la ocupación del potrero, con la ventaja adicional de obtener una respuesta más rápida a los ajustes en el manejo del pastoreo.

B. BIBLIOGRAFIA

- ABAUNZA, J.A. 1982. Growth and quality of nine tropical grasses and twelve tropical legumes under dry and raining season conditions. Tesis Mag. Sc. New Mexico State University, Las Cruces, New Mexico. 128 p
- ABRAMS, P.L.; MERIRELLES, N.M.; BIANCHI, D. 1983. Efeito de tres sistemas de manejo na consorcicao Setaria Kazungala - Galactia. *Zoocenia (Bra.)* 21(2):82-108.
- ACKERMAN, K.I.; BOULTWOOD, J.N. 1983. Effects of stocking rate and grazing procedure on carcass mass grow of steers grazing a mixed pasture of Silverleaf Desmodium and star grass on dry land In Zimbabwe. Division of Livestock and Pastures. Annual Report 1980-1981. Zimbabwe, Salisbury. pp. 171-173.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (EE.UU.). 1984. Official methods of analysis. 14 ed. Ed. by Sidney Williams. Arlington, Va., (EE.UU.). 1141 p.
- BISSET, W.J.; MARLOWE, G.W.C. 1974. Productivity and dynamic of two Siratro based pastures in the Burnett Coastel foot hills of South East Queensland. *Tropical Grasslands (A.C.T.)* 8:17-24.
- BLASER, R.E. 1982. Stobbs memorial lecture 1981 integrated pasture and animal management. *Tropical Grasslands (A.C.T.)* 16(1):9-23.
- BÖHNERT, E.; LASCANO, C.; WENIGER, J.H. 1985. Botanical and chemical composition of the diet selected by fustulated steers under grazing on improved grass-legume pastures in the tropical savannas of Colombia, 1. Botanical composition of forage available and selected. *Z. Tierzucht. Zuchgsbiol.* 102:385-394.
- BÖHNERT, E.; LASCANO, C.; WENIGER, J.H. 1986. Botanical and chemical composition of the diet selected by fustulated steers under grazing on improved grass-legume pastures in the tropical savannas of Colombia, 2. Chemical composition of forage available and selected. *Z. Tierzucht. Zuchgsbiol.* 103:69-79.
- BOWDEN, B.N. 1963. The root distribution of Andropogon gayanus var. Bisquamulatus. *East African Agricultural and Forestry Journal (Kenia)* 29:157-159.

- BREDON, R.M.; TORELL, D.T.; MARSHALL, B. 1967. Measurement of selected grazing of tropical pasture using esophageal fistulated steers. *Journal of Range Management (EE.UU.)* 20(5):317-320.
- CAMPLING, R.C. 1964. Factors affecting the voluntary intake of grass. *Journal of the British Grassland Society (G.B.)* 19:110-117.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1984. Programa de pastos tropicales. Informe Anual 1983. Cali, Col. 387 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1985. Programa de pastos tropicales. Informe Anual 1984. Cali, Col. 279 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1986. Programa de pastos tropicales. Informe Anual 1985. Cali, Col. 408 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1987. Programa de pastos tropicales. Informe Anual 1986. Cali, Col. 347 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1988. Calidad y productividad de pasturas. In Programa de pastos tropicales, Informe Anual 1987. Cali, Col. (en prensa).
- CHACON, E.A.; STOBBS, T.H.; DALE, M.B. 1978. Influence of sward characteristics on grazing behaviour and growth of hereford steers grazing tropical grass pastures. *Australian Journal of Agricultural Research (A.C.T.)* 29:89-102.
- CHAO, L.; VALDEZ, L.R.; DUQUENZE, P. 1982. Uso de leguminosas o suplementación para la producción de carne, 2. Ciclo de evaluación. *Pastos y Forrajes (Cuba)* 5(2): 223-234.
- CLATWORTHY, J.N. 1984. Effect of reinforcement of native grazing with Silverleaf desmodium (Desmodium uncinatum) on dry season performance of beef steers in Zimbabwe. *Tropical Grasslands (A.C.T.)* 18(4):198-205.
- CLATWORTHY, J.N.; MUYOTCHA, M.J. 1984. Effect of stocking rate and grazing procedure on animal production and botanical composition of Silverleaf desmodium / Star grass pastures. In Zimbabwe. Division of Livestock and Pastures. Annual Report 1981-1982. Zimbabwe, Salisbury. pp. 156-160.

- COIMBRA, E. 1979. Comportamiento de la asociación de Kudzei tropical (Pueraria phaseoloides) (Roxb.) Benth) y pasto Ruzi (Brechiaria ruziziensis, Germ. Evard) bajo efecto de diferentes presiones de pastoreo e intervalos de descanso. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 96 p.
- COWAN, R.T.; BYFORD, I.F.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 (A.C.T.) 15:740-746.
- CRAMPTON, E.W.; DONOEFER, E.; LLOYD, L.E. 1960. A nutritive value index for forages. Journal of Animal Science (EE.UU.) 19(2):538-552.
- DAVISON, T.M.; COWAN, R.T.; SHEPHERD, R.K. 1982. The influence of stocking rate and fertilizer on restoration of grass - legume pastures and milk production from grass pasture. Proceedings of Australian Society of Animal Production (A.C.T.) 14:103-105.
- DAVISON, T.M.; BROWN, C.W. 1985. Influence of stocking rate on the recovery of legume in tropical grass - legume pasture. Tropical Grasslands (A.C.T.) 19(1):4-10.
- EBERSOHN, J.; MOIR, K.; EVANS, J.; LIMPUS, J. 1980. Herbage attributes, diet preference and pasture management. In Pathways to productivity. Ed. by I.M. Wood. Lawes, Australia, Australian Society Agronomy. 179 p.
- EBERSOHN, J.P.; MOIR, K.W. 1984. Effect of pasture growth rate on liveweight gain of grazing beef cattle. Journal of Agricultural Science (Australia) 102(2) 265-268.
- EDYE, L.A.; WILLIAMS, W.T.; WINTER, W.H. 1978. Seasonal relations between animal gains, pasture production and stocking rate on two tropical grass - legume pastures. Australian Journal Agricultural Research (A.C.T.) 29:103-113.
- ENG, P.K.; KERRIDGE, P.C.; MANNETLE, L. 1978. Effects of phosphorus and stocking rate on pasture and animal production from a Guinea grass - legume pasture in Johore, Malaysia, 1. Dry matter yields, botanical and chemical composition. Tropical Grasslands (A.C.T.) 12(3):188-197.

- EVANS, T.R.; BRYAN, W.W. 1973. Effects of fertilizer and stocking rates on pasture and beef production on the Wallum South-Eastern Queensland, 2. Animal responses in terms of liveweight and beef production. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry (A.C.T.) 13:530-536.
- EVANS, T.R. 1979. Interpretación de los resultados de investigaciones sobre manejo de praderas tropicales. In Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. Ed. por L.E. Tergas; P. Sánchez. CIAT, Cali, Col. pp. 291-308.
- FALVEY, L. 1976. Sabi-grass (Urochloa mozambicensis) as a component of townsville Stylo (Stylosanthes humilis) pastures. Proceedings Australian Society of Animal Production (A.C.T.) 11:337-340.
- GARDENER, C.J. 1980. Diet selection and liveweight performance of steers on Slytosanthes hamata - native grass pastures. Australian Journal of Agricultural Research (A.C.T.) 31:379-392.
- GOMIDE, J.A.; LEAD, M.J.; OBEID, J.A.; ZAGO, C.P. 1984. Avaliação de pastagens de capim colonial (Panicum maximum Jacques) e capim - jaraguá (Hyparrhenia rufa (Ness) Stapf). Revista de Sociedade Brasileira de Zootecnia (Bra.) 13(1): 1-19.
- GOMIDE, J.A. 1983. Contribuição das pastagens para a dieta dos ruminantes. Informe Agropecuario (Bra.) 9(108):3-10.
- GOEDERT, W.J.; RICTCHEY, K.D.; SANZONWITHCZ, C. 1985. Desenvolvimento radicular do capim - Andropogon a sua relação com o teor de cálcio no perfil do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo (Bra.) 9(1):89-91.
- GROF, B.; HARDING, W.A.T. 1970. Dry matter yield and animal production of guinea grass (Panicum maximum) on the humid tropical coast of North Queensland. Tropical Grasslands (A.C.T.) 4:85-95.
- GUTTERIDGE, R.C. 1985. The productivity of native grasslands oversown with legumes and grazed at five stocking rates in north-east Thailand. Journal of Agricultural Science (Australia) 104:191-198.
- HEADY, J.F.; TORELL, D.T. 1959. Forage preference exhibited by sheep with esophageal fistula. Journal of Range Management (EE.UU.) 12(1): 28-34.

- HAGGAR, R.J. 1970. Seasonal production of Andropogon gayanus, 1. Seasonal changes in yield components and chemical composition. Journal of Agricultural Science (G.B.) 74:487-494.
- HAGGAR, R.J.; AHMED, M.B. 1971. Seasonal production of Andropogon gayanus, 3. Changes in cruda protein content and in vitro dry matter digestibility of leaf and stem portions. Journal of Agricultural Science (G.B.) 77(1): 47-52.
- HODGSON, J. 1979. Nomenclature and definitions in grazing studies. Grass and Forage Science (G.B.) 34:11-18.
- C HODGSON, J. 1982. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. In Nutritional limits to animal production from pastures. Ed. by J.B. Hacker. Farnham Royal, G.B., CAB. p. 153-166.
- HUMPHREYS, L.R. 1976. Grazing systems on tropical pastures. In Seminario Internacional de Ganaderia Tropical (1976, Acapulco, Méx.). Memoria. México, D.F.; FIRA. v. 4, p. 215-220.
- HUMPHREYS, L.R. 1980. Deficiencies of adaptation of pasture legumes. Tropical Grasslands (A.C.T.) 4(3):153-157.
- HUNTER, R.A.; SIEBERT, B.D.; BREEN, M.J. 1976. The botanical and chemical composition of the diet selected by steers grazing townsville stylo grass during a period of liveweight gain. Proceedings of Australian Society of Animal Production (A.C.T.) 11:457-460.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1980. Pasto Carimagua. Programa de Pastos y Forrajes. Boletín Técnico (ICA, Col.). No. 72. 15 p.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1987. Centrosema Vichada. Boletín Técnico No. 152. ICA (Col.) 13 p.
- JOHNSON, I.R.; PARSONS, A.J. 1985. Use of a model to analyze the effect of continous grazing managements on seasonal patterns of grass production. Grass and Forage Science (G.B.) 40:449-458.
- O JONES, R.J. 1974. The relation of animal and pasture production to stocking rate of legume based and nitrogen fertilized subtropical pastures. Proceedings of the Australian Society of Animal Production (A.C.T.) 10: 340-343.

- JONES, R.J.; SANDLAND, R.L. 1974. The relation between animal gain and stocking rate. *Journal of Agricultural Science (G.B.)* 83:335-342.
- JONES, R.J. 1983. Efecto del clima, el suelo y el manejo del pastoreo en la producción y persistencia del germoplasma forrajero tropical. *In* Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas. Reunión de Trabajo (1982, Cali, Col.) Memorias. Ed. por O. Paladines; C. Lascano. Cali, Col., CIAT. p. 11-32.
- JONES, R.M. 1979. Effect of stocking rate and grazing frequency on a Siratro (Macroptilium atropurpureum) - Setaria anceps cv. Nandi pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry (A.C.T.)* 19:318-321.
- JONES, R.M. 1986. Persistencia de las especies forrajeras bajo pastoreo. *In* Evaluación de Pasturas con Animales. Alternativas metodológicas. Reunión de Trabajo (1984, Lima, Perú). Memorias. Ed. por C. Lascano; E. Pizarro. Cali, Col., CIAT. p. 167-200.
- LASCANO, C.; HUAMAN, H.; VILLELA, E. 1981. Efecto de frecuencia e intensidad de pastoreo en una asociación gramínea - leguminosa sobre la selectividad animal. *Agronomía Tropical (Ven.)* 31(1-6):171-188.
- LASCANO, C. 1983. Factores edáficos y climáticos que intervienen en el consumo y la selección de plantas forrajeras bajo pastoreo. *In* Germoplasma Forrajero bajo Pastoreo en Pequeñas Parcelas. Reunión de Trabajo (1982, Cali, Col.) Memorias. Ed. por O. Paladines; C. Lascano. Cali, Col., CIAT. p. 49-64.
- LASCANO, C.; PIZARRO, E.; TOLEDO, J.M. 1986. Consideraciones generales para evaluar pasturas con animales. *In* Evaluación de Pasturas con Animales. Alternativas Metodológicas. Reunión de Trabajo (1984, Lima, Perú). Memorias. Ed. por C. Lascano; E. Pizarro, Cali, Col., CIAT. p. 251-265.
- LASCANO, C.; SPAIN, J. 1986. Animal nutrition on rangelands of the tropical American savannas. *In* Symposium on Tropical American Lowland Range. (39, 1986, Florida). Proceedings. Society for Range Management, Kissimme, Florida, EE.UU. pp. 21-38.
- LEMUS, R.A.; TOLEDO, J.M. 1986. Competencia en Andropogon gayanus y plántulas en desarrollo de Stylosanthes capitata. *Pasturas Tropicales, Boletín Informativo (Col.)* (3):9-13.

- MARASCHIN, G.E.; MELLA, S.C.; IRULEGUI, G.S.; RIBOLDI, J. 1983. Performance of a subtropical legume-grass pasture under different grazing management systems. In International Grassland Congress (14, 1981, Lexington). Proceedings. Boulder, Colorado, Westview. pp. 459-461.
- MC IVOR, J.C. 1984. Effects of phosphorus and superphosphate on the growth of Urochloa species. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry (A.C.T.) 24:571-578.
- MC IVOR, J.C. 1985. The growth of Urochloa accessions in grazed sward with Stylosanthes near Townsville, North Queensland. Australian Journal Experimental Agriculture (A.C.T.) 25:61-69.
- MENDOZA, P.; LASCANO, C. 1986. Mediciones en la pastura en ensayos de pastoreo. In Evaluación de Pasturas con Animales. Alternativas Metodológicas. Reunión de Trabajo (1984, Lima, Perú). Memoria. Ed. por C. Lascano; E. Pizarro. Cali, Col., CIAT. p. 143-166.
- MINSON, D.J.; MILFORD, R. 1967. The voluntary intake and digestibility of diets containing different proportions of legume and mature Pangola grass (Digitaria decumbens). Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry (A.C.T.) 7:546-551.
- MOORE, J.E. 1970. Procedure for two-stage in vitro digestion of forages. University of Florida. Department of Animal Science. Florida, EE.UU. (Sin publicar).
- MOZZER, O.L.; CARABALHO, M.M. de; GONTIJO; V. de P.M. 1973. Producao e palatabilidade de seis gramineas tropicais em solo cerrado Sete Lagoas. Instituto de Pesquisas Agropecuarias de Centro-Oeste, Brasil. Boletín Técnico No. 21. 6 p.
- MOTT, G. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. International Grassland Congress (8., Reading, G.B.). Proceedings. Reading, G.B. p. 606-611.
- MOTT, G. 1983. Evaluación del germoplasma forrajero bajo diferentes sistemas de manejo del pastoreo. In Germoplasma Forrajero bajo Pastoreo en Pequeñas Parcelas. Reunión de Trabajo (1982, Cali, Col.) Memorias. Ed. por O. Paladines; C. Lascano. Cali, Col., CIAT. p. 149-164.
- NORMAN, M.J.T. 1960. The relationship between competition and defoliation in pastures. Journal of the British Grassland Society (G.B.) 5:145-149.

- ORTIZ, M.C. 1987. Productividad animal y calidad de clones de Andropogon gayanus Kunth bajo pastoreo. Tesis, Med. Vet. Zoot. Manizales, Colombia, Universidad de Caldas. 92 p.
- OTTOSEN, E.M.; BROWN, G.W.; MANASKE, H.R. 1975. Strip grazing advantage or disadvantage. Queensland Agricultural Journal (Australia) 101(5):559-571.
- 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(5):426-428.
- PATERSON, R.T.; SAMUR, C.; BRESS, O. 1981. Efecto de pastoreo complementario de leguminosa reservada sobre la producción de leche durante la estación seca. Producción Animal Tropical (Méx.) 6:135-140.
- PALADINES, O.; LASCANO, C. 1983. Recomendaciones para evaluar germoplasma bajo pastoreo en pequeñas parcelas. In Germoplasma Forrajero para Pastoreo en Pequeñas Parcelas. Reunión de Trabajo (1982, Cali, Col.). Memorias. Ed. por O. Paladines; C. Lascano. Cali, Col., CIAT. p. 166-183.
- PETERSON, R.G.; LUCAS, H.L.; MOTT, G.D. 1965. Relationship between rate of stocking and per acre performance on Pasture. Agronomy Journal (EE.UU.) 57(1):27-30.
- PINEDO, L.; SANTHIRASEGARAM, K. 1973. Cambio en la composición botánica de una mezcla con Hyparrhenia rufa, Paspalum conjugatum y Stylosanthes guyanensis bajo pastoreo. In Asociación Latinoamericana de Producción Animal. (4, Guadalajara, Méx.). Memorias. México, ALPA.
- PITTY, N.; RODRIGUEZ, M.; ARGEL, P. 1985. Evaluación de persistencia y producción de carne de varias asociaciones de especies forrajeras tropicales. In Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (3., 1985, Cali, Col.). Resultados 1982-1985. Cali, Col., CIAT. V. 2. pp. 1059-1062.
- PIZARRO, E.A.; LASCANO, C.; FRANCO, L.H.; GIRALDO, H. 1985. Evaluación de germoplasma bajo pastoreo en pequeñas parcelas en Santander de Quilichao, Colombia. In Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (3., 1985, Col.). Resultados 1982-1985. Cali, Colombia, CIAT. pp. 1085-1088.

- REATEGUI, K.; ARA, M.; SHAUS, R. 1985. Evaluación bajo pastoreo de asociaciones de gramíneas y leguminosas forrajeras en Yurimaguas, Perú. Pastos Tropicales. Boletín Informativo CIAT (Col.) 7(3):11-14.
- REYES, C.; SANTHIRASEGARAM, K. 1974. Rendimiento de rebrotes en diferentes tratamientos de defoliación en tres leguminosas tropicales. Revista de Investigación Pecuaria (Perú) 3(1):47-52.
- ROBERTS, C.R. 1974. Some problems of establishment and management of legume based tropical pastures tropical Grasslands (A.C.T.) 8(1):61-67.
- ROBERTS, C.R. 1978. Algunas causas comunes del fracaso de praderas de leguminosas y gramíneas tropicales en haciendas comerciales y sugerencias para sus soluciones. In Seminario sobre Producción de pasturas en suelos ácidos de los trópicos (1978, Cali, Col.). Memorias. Ed. por L.E. Tergas; P.A. Sánchez. Cali, Col. p. 427-445.
- ROBERTS, C.R. 1979. Grazing management of tall tropical legume based pastures. In Australian Society of Animal Production (Murwillumbach, A.C.T.). Proceedings. Murwillumbach, A.C.T., Wollongbar Agricultural Research Center. p. 1-11.
- ROBERTS, C.R. 1980. Effect of stocking rate on tropical pastures. Tropical Grasslands (A.C.T.). 14:225-231.
- RODRIGUEZ, J.C. 1985. Evaluación bajo pastoreo de la calidad nutritiva de tres genotipos de Andropogon gayanus (Kenth). Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. p. 114.
- ROMERO, A.; SIEBERT, B.D. 1980. Seasonal variations of nitrogen and digestible energy uptake of cattle in tropical pastures. Australian Journal Agricultural Research (A.C.T.) 31:393-400.
- SANTILLAN, R.A. 1984. Response of a tropical legume grass association to systems of grazing management and levels of phosphorus fertilizations. Ph.D. Thesis. Gainesville, University of Florida, 1983. p. 198. Compendiado en Dissertation Abstracts International (EE.UU.) 44(7): 2036 B.
- SARTINI, H.J.; LOURENCO, A.J.; ABRAMIDES, P.L.G.; BONILMANETO, L.M.; ROCHA, G.L.DA. 1980. Ensaio de pastejo em capim - jaragua (Hyparrhenia rufa (Nees) Stapf.) consociado com quatro leguminosas tropicais. Boletim de Industria Animal (Bra.) 37(1):67-89.

- SCHULTZE-KRAFT, R.; KELLER-GREIN, G. 1985. Testing new Centrosema germoplasm for acid soils. *Tropical Grasslands (A.C.T.)* 19(4):171-180.
- SHAW, N.H.; 'MANNETJE, L. 1970. Studies on a spear grass pasture in central coastal Queensland. The effect of fertilizer, stocking rate and over sowing with Stylosanthes humilis on beef production and botanical composition. *Tropical Grassland (A.C.T.)* 4:43-56.
- SHAW, N.H.; 'MANNETJE, L.T.; JONES, R.M.; JONES, R.J. 1976. Pasture measurements. In *Tropical pasture research: principles and methods*. Ed. by N.H. Shaw; W.W. Bryan. Farnham Royal, G.B., CAB. p. 235-250.
- SILVA, G.; LOPEZ, W. 1985. Epoca de floración de semillas de Centrosema spp. *Pasturas Tropicales. Boletín Informativo (Col.)* 7(2):19-20.
- SPAIN, J.M.; PEREIRA, J.M. 1986. Sistemas de manejo flexible para evaluar germoplasma bajo pastoreo: una propuesta. In *Evaluación de Pasturas con Animales. Alternativas Metodológicas. Reunión de Trabajo (1984, Lima, Perú). Memorias*. Ed. por C. Lascano; E. Pizarro. Cali, Col., CIAT. p. 85-98.
- SPEAR, P.T.; CHIKUMBA, L.P. 1986. Effects of stocking rate and level of nitrogen application on the body mass gains grazing dryland star grass and stargrass / silverleaf Desmodium pastures during the summer. In *Zimbabwe. Division of Livestock and Pastures. Annual Report 1982-1983. Zimbabwe, Salisbury*. pp. 107-110.
- STOBBS, T.H. 1969. The effect of grazing management upon pasture productivity in Uganda, 3. Rotational and continuous grazing. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 46(4):293-301.
- STOBBS, T.H. 1969a. The effect of grazing management upon pasture productivity in Uganda, 1. Stocking rate. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 46(4): 187-194.
- STOBBS, T.H. 1969b. The effect of grazing management upon pasture productivity in Uganda, 2. Grazing frequency. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 46(4): 195-200.
- STOBBS, T.H. 1973. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures, 2. Differences in sward structure, nutritive value, and bite of animals grazing Setaria anceps and Choloris gayana at various stages of growth. *Australian Journal Agricultural Research (A.C.T.)* 24:821-829.

- STOBBS, T.H.; HUTTON, E.M. 1974. Variations in canopy structures of tropical pastures and their affects on the grazing behaviour of cattle. In International Grasslands Congress. (12., 1974, Moscow). Proceedings. Moscu, Rusia. V. 8. Part I. pp. 510-517.
- STOBBS, T.H. 1977. Seasonal changes in the preference by cattle for Macroptilium atropurpureum cv. Seratro. Tropical Grassland (A.C.T.) 9(2):141-150.
- TERGAS, L.E.; RAMIREZ, A.; URREA, G.A.; GUZMAN, S.; CASTILLA, C. 1982. Productividad animal y manejo de praderas en un Ultisol de Colombia. Producción Animal Tropical (Méx.) 7: 1-8.
- TERGAS, L.E. 1983. Efecto del manejo del pastoreo en la utilización de la pradera tropical. In Germoplasma Forrajero para Pastoreo en Pequeñas Parcelas. Reunión de Trabajo (1982, Cali, Col.) Memorias. Ed. por O. Paladines; C. Lascano. Cali, Col., CIAT. p. 65-80.
- TERGAS, L.E.; PALADINES, O.; KLEINHEISTERKAMP, I.; VELASQUES, J. 1984. El potencial de producción animal de cuatro asociaciones de Andropogon gayanus Kunth en los llanos orientales de Colombia. Producción Animal Tropical (Méx.) 9:176-186.
- THOMAS, D.; ANDRADE, R.P. DE; GROF, B. 1985. Problems experience with forage legume in a tropical savanna environment in Brasil. In International Grassland Congress. (15., 1985, Kyoto, Japan). Proceedings. Kyoto, Japón. pp. 144-146.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forages crops. Journal of the British Grasslands Society (G.B.) 18:104-111.
- TOLEDO, J.M.; RAMIREZ, A.; GOMEZ-CARABALY, A.; 1983. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Santander de Quilichao, Colombia. In Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (2., 1982, Col.). Resultados 1979-1982. Cali, Colombia, CIAT. pp. 235-256.
- TOMPSETT, P.B. 1976. Factors affecting the flowering of Andropogon gayanus. Responses to photoperiodic, temperature and growth regulators. Annals of Botany (G.B.) 40:695-705.
- 't MANNETJE, L.T. 1974. Relations between pasture attributes and liveweight gains on a subtropical pasture. In International Grassland Congress (12., 1974, Moscow). Proceedings. Moscu, Rusia. V. 1. Part I. pp. 229-304.

- VALERO, D.A.; PIZARRO, E.A.; FRANCO, L.H. 1987. Producción de seis leguminosas forrajeras solas y en asociación con dos gramíneas tropicales. Pastos Tropicales, Boletín Informativo (Col.) 9 (1): 6-11.
- VALERON, D.A. 1985. Persistencia y productividad estacional de seis leguminosas forrajeras puras y asociadas con dos gramíneas en un Ultisol. Tesis Ing. Agr. Palmira, Universidad Nacional de Colombia. 144 p.
- VILELA, H. 1982. Pastagens em cerrados, Producao de carne e leite. In Encontro sobre Formacao e Manejo de Pastagens em Areas de Cerrado. (1., 1982, Brasil). Anais. Uberlandia, Empresa Brasileira de Assistencia Técnica e Extenso Rural. pp. 113-161.
- VILLAQUIRAN, M.; LASCANO, C. 1986. Caracterización nutritiva de cuatro leguminosas forrajeras tropicales. Pastos Tropicales, Boletín Informativo (Col.) 8(2):2-6.
- WATSON, S.E.; WHITEMAN, P.C. 1981. Grazing studies on Guadalcanal Plains, Solomon Islands, 2. Effects of pasture mixtures and stocking rate on animal production and pasture components. Journal of Agricultural Science (G.B.) 97:353-564.
- WALKER, B. 1983. Effect of stocking rate on tropical pastures. The Journal Australian Institute of Agricultural Science (A.C.T.) 49(2):25-26.
- WALKER, B.; RUTHERFORD, M.T.; WHITEMAN, P.C. 1983. Diet selection by cattle on tropical pastures in Northern Australia. In International Grassland Congress. (14., 1981, Lexington). Proceedings. Boulder, Westview. pp 681-684.
- WHEELER, J.L.; BURNS, J.C.; MOCHRIE, R.D.; GROSS, M.D. 1973. The choice of fixed or variable stocking rates in grazing experiments. Experimental Agriculture (G.B.) 9(4):289-302.
- WINKS, L.; O'GRADY, P.; EDGLEY, W.; STOKOE, J. 1970 performance of steers in north Queensland grazing a tropical legume-grass pasture a two stocking rates on two soil types. Proceedings of Australian Society of Animal Production (G.B.) 8:450-454.
- WITNEY, A.S.; KANEHIRO, Y.; SHERMAN, G.D. 1967. Nitrogen relations of three tropical forage legume in pure stands and in grass mixtures. Agronomy Journal (EE.UU.). 59: 47-50.

9. APENDICE

Cuadro 1A. Hojas de gramínea disponible (HGD) y residual (HGR) en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Pastura	Año	Asignación ^{1/} Forraje	Epoca Seca		Epoca Lluviosa	
			HGD (EE) ^{2/} ----- (Kg MS ha ⁻¹)	HGR (EE) ----- (Kg MS ha ⁻¹)	HGD (EE) ----- (Kg MS ha ⁻¹)	HGR (EE) ----- (Kg MS ha ⁻¹)
<u>A. gayanus</u>	1986	Baja	501 (90)	268 (49)	569 (109)	406 (40)
		Alta	593 (121)	409 (71)	469 (2)	357 (19)
	1987	Baja	493 (55)	307 (28)	565 (46)	346 (19)
		Alta	558 (35)	430 (45)	530 (43)	408 (21)
		Promedio	537	353	533	379
	1986	Baja	586 (71)	241 (61)	895 (47)	378 (41)
Alta		617 (89)	332 (56)	660 (162)	239 (38)	
1987	Baja	738 (39)	273 (43)	780 (41)	367 (38)	
	Alta	1001 (140)	429 (73)	959 (89)	529 (54)	
	Promedio	735	319	823	378	

+ C. acutifolium
(CIAT 5277-5568)

+ C. macrocarpum
(CIAT 5713)

1/ Baja y alta corresponden a 3-5 y 6-8 Kg MSGV 100 Kg PV⁻¹ día⁻¹, respectivamente.

2/ Error estándar de la media.

Cuadro 2A. Suma de cuadrados del análisis de varianza de la leguminosa en la dieta seleccionada (LDS) y índice de selectividad relativa de leguminosa (ISRL) en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Fuente de variación	gl	LDS	gl	ISRL
Asociación	1	28039,33**	1	2,46*
Asignación	1	29174,06**	1	27,29**
Asociación x asignación	1	2703,37**	1	2,97*
Error (a)	4	178,47	4	0,63
Año	1	3827,69**	1	1,19
Época (año)	2	4229,78**	2	13,21**
Asignación x año	1	1118,72**	1	4,65**
Asignación x época (año)	2	0,00	2	0,71
Asociación x año	1	7325,86**	1	17,39**
Asociación s época (año)	2	2425,29**	2	6,09**
Error (b)	337	3126,70	279	133,21
Total	353	109119,20	295	209,80
Coeficiente variación (CV)				69,96
Media				0,99

* Nivel de significancia al 5%

** Nivel de significancia al 1%

Cuadro 3A. Proporción de tallos de gramínea en el forraje seleccionado (TGFS) por novillos fistulados del esófago en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Pastura/asignación	Asignación ^{1/}		Epoca		Promedio
	Baja	Alta	Seca	Lluvia	
	-----TGFS (%)-----		-----TGFS (%)-----		
<u>Asociación A. gayanus</u>					
+ <u>C. acutifolium</u>	4,1 a	4,9 a	4,4 b	4,5 b	4,5 a
+ <u>C. macrocarpum</u>	5,9 a	4,5 a	6,6 a	4,6 b	5,3 a
<u>Asignación Forraje^{1/}</u>					
Baja			6,0 a	4,4 a	5,0 a
Alta			4,7 a	4,8 a	4,7 a
Promedio			5,4 a	4,6 a	

a.b Letras diferentes en las medias correspondientes a Asociación x Asignación, Asociación x Epoca y Asignación x Epoca y a efectos principales indican significancia ($P < ,05$)

1/ Baja y alta corresponden a 3-5 y 6-8 Kg MSGV 100 Kg PV⁻¹ día⁻¹, respectivamente.

Cuadro 4A. Proporción de tallos de leguminosa en el forraje seleccionado (TLFS) por novillos fistulados en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Pastura /asignación	Asignación ^{1/}		Epoca		Promedio
	Baja -----TLFS (%)-----	Alta -----	Seca -----TLFS (%)-----	Lluvia -----	
<u>Asociación A. gayanus</u>					
+ <u>C. acutifolium</u>	0,02 c	2,46 a	1,52 a	0,84 a	1,16 a
+ <u>C. macrocarpum</u>	0,00 c	2,09 b	1,61 a	0,66 a	0,98 b
<u>Asignación Forraje^{1/}</u>					
Baja			0,00 c	0,02 c	0,01 b
Alta			3,13 a	1,65 b	2,28 a
Promedio			1,56 a	0,74 a	

a,b,c Letras diferentes en las medias correspondientes a Asociación x Asignación, Asociación, Asociación x Epoca.

Asignación x Epoca y a efectos principales indican significancia ($P < ,05$)

^{1/} Baja y alta corresponden a 3-5 y 6-8 Kg MSVG 100 Kg PV⁻¹ día⁻¹, respectivamente.

Cuadro 5A. Proporción de materia muerta de gramínea en el forraje seleccionada (MMGFS) con novillos fistulados en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Pastura / asignación	Asignación ^{1/}		Epoca		Promedio
	Baja	Alta	Seca	LLuvia	
	-----MMGFS (%)-----		-----MMGFS (%)-----		
<u>Asociación A. gayanus</u>					
+ <u>C. acutifolium</u>	3,8 b	5,2 a	4,0 a	4,8 a	4,5 a
+ <u>C. macrocarpum</u>	4,2 b a	2,1 c	3,8 a	3,0 a	3,3 b
<u>Asignación de Forraje^{1/}</u>					
Baja			4,6 a	3,7 a	4,0 a
Alta			3,2 a	4,0 a	3,7 a
Promedio			3,9 a	3,8 a	

a,b Letras diferentes en las medias correspondientes a Asociación x Asignación, Asociación x Epoca, Asociación x Epoca, Asignación x Epoca y a efectos principales indican significancia (P <,05)

1/ Baja y alta corresponden a 3-5 y 6-8 Kg MSVG 100 Kg PV⁻¹ día⁻¹, respectivamente.

Cuadro 6A. Suma de cuadrados del análisis de varianza de la proteína cruda y digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) de la dieta seleccionada por novillos fistulados del esófago en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Fuente de variación	gl	Proteína cruda	DIVMS ¹ /
Asociación	1	21,35%	63,93*
Asignación	1	8,40**	1,52
Asociación x Asignación	1	5,42*	140,92**
Error (a)	4	1,03	17,55
Año	1	6,05*	10,22
Época (año)	2	28,31**	146,08**
Asignación x año	1	0,52	63,46**
Asociación x época (año)	2	2,31	15,15
Asociación x año	1	9,90**	5,47
Asociación x época (año)	2	2,31	10,74
Error (b)	109	115,25	843,77
Total	125	200,88	1318,85
Coeficiente variación (CV)			6,16
Media			45,12

* Nivel de significancia al 5%

** Nivel de significancia al 1%

Cuadro 7A. Contenido de proteína cruda (PC) del forraje total disponible (FTD) residual (FTR) en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Pastura	Año	Asignación ^{1/} Forraje	Epoca Seca		Epoca Lluviosa		
			FTD (EE) ^{2/}	FTR (EE)	FTD (EE)	FTR (EE)	
			-----PC (%)-----	-----PC (%)-----			
<u>A. gayanus</u>	1986	Baja	5,5 (0,9)	3,9 (0,4)	8,7 (1,9)	5,9 (1,4)	
		Alta	4,4 (0,8)	3,9 (0,4)	7,0 (7,0)	6,2 (0,4)	
	1987	Baja	5,6 (1,1)	3,8 (0,3)	5,8 (0,5)	4,6 (0,2)	
		Alta	4,7 (0,6)	4,1 (0,2)	4,9 (0,5)	4,0 (0,3)	
			Promedio	5.1	3.9	6.6	5.2
	<u>+ C. acutifolium</u> (CIAT 5277-5568)	1986	Baja	7,3 (0,6)	4,9 (0,6)	8,2 (0,5)	6,3 (1,1)
Alta			7,9 (0,5)	7,3 (0,7)	9,1 (0,5)	7,0 (2,4)	
1987		Baja	5,3 (0,3)	4,0 (0,5)	6,9 (0,5)	4,5 (0,3)	
		Alta	7,1 (0,5)	5,2 (0,4)	8,8 (0,4)	4,9 (0,5)	
		Promedio	6,9	5,3	8,3	5,7	

1/ Baja y alta corresponden a 3-5 y 6-8 Kg MSVG 100 Kg PV⁻¹ día⁻¹, respectivamente.

2/ Error estándar de la media.

Cuadro 8A. Proporción de materia seca verde de gramínea (G) leguminosa (L) y maleza (MZ) en la materia seca verde total de dos asociaciones bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Pastura	Año	Asignación ^{1/} Forraje	Epoca Seca			Epoca Lluviosa			
			G (ES) ^{2/}	L (ES)	MZ (ES)	G (ES)	L (ES)	MZ (ES)	
-----(%)-----									
+ <u>C. acutifolium</u> (CIAT 5277-5568)	1986	Baja	76,5 (1,1)	11,6 (1,3)	11,9 (0,5)	72,5 (2,5)	15,9 (2,7)	12,2 (1,3)	
		Alta	73,6 (1,4)	12,7 (0,7)	13,0 (1,5)	69,4 (2,5)	13,8 (2,0)	16,8 (2,3)	
	1987	Baja	69,8 (1,7)	7,2 (0,8)	22,5 (1,7)	70,4 (2,0)	6,5 (0,6)	23,1 (1,6)	
		Alta	64,6 (2,7)	14,5 (2,1)	26,3 (7,9)	62,9 (1,8)	10,9 (1,7)	263 (4,2)	
			Promedio	71,1	11,5	18,4	68,8	11,8	19,6
	+ <u>C. macrocarpum</u> (CIAT 5713)	1986	Baja	67,6 (4,4)	22,4 (3,7)	10,0 (1,9)	63,6 (2,5)	31,9 (2,3)	4,5 (0,9)
Alta			44,4 (2,0)	42,0 (1,5)	13,6 (1,3)	55,5 (3,3)	35,5 (3,1)	9,0 (1,0)	
1987		Baja	71,5 (3,6)	18,3 (3,7)	10,2 (1,3)	70,5 (2,9)	15,7 (2,4)	13,8 (1,3)	
		Alta	49,0 (4,1)	44,6 (3,7)	6,4 (0,7)	46,6 (4,2)	47,0 (3,4)	6,4 (0,8)	
		Promedio	58,11	31,8	10,1	59,1	32,5	8,4	

1/ Baja y alta corresponden a 3-5 y 6-8 Kg MSVG 100 Kg PV⁻¹ día⁻¹, respectivamente.

2/ Error estándar de la media.

Cuadro 9A. Proporción de tallos (TGDR) y material muerto (MMGDR) de gramínea disponible residual en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Pastura	Año	Asignación ^{1/} Forraje	Epoca Seca		Epoca Lluviosa	
			TGDR (EE) ^{2/}	MMGDR (EE)	TGDR (EE)	MMGDR (EE)
<u>A. gayanus</u>			----- (%) -----		----- (%) -----	
+ <u>C. acutifolium</u> (CIAT 5277-5568)	1986	Baja	47,2 (4,4)	36,7 (4,0)	24,3 (2,1)	35,4 (4,3)
		Alta	41,1 (4,5)	44,6 (4,9)	21,6 (4,6)	25,6 (4,6)
	1987	Baja	20,8 (1,0)	62,5 (1,4)	16,6 (1,1)	61,1 (1,5)
		Alta	20,5 (2,1)	64,6 (2,3)	16,8 (0,3)	68,1 (1,5)
		Promedio	32,4	52,1	19,8	47,5
	+ <u>C. macrocarpum</u> (CIAT 5713)	1986	Baja	47,2 (2,4)	33,4 (2,6)	30,5 (11,3)
Alta			36,4 (2,0)	47,0 (2,3)	24,1 (1,3)	31,8 (5,2)
1987		Baja	29,9 (1,9)	50,5 (2,4)	23,5 (1,1)	55,5 (1,3)
		Alta	32,5 (3,6)	45,6 (2,9)	27,3 (2,6)	44,9 (2,1)
		Promedio	36,7	44,1	26,3	39,0

1/ Baja y alta corresponden a 3-5 y 6-8 Kg MSVG 100 Kg PV⁻¹ día⁻¹, respectivamente.

2/ Error estándar de la media.

Cuadro 10. Suma de cuadrados del análisis de varianza de las partes de la planta de la gramínea y leguminosa, en la dieta seleccionada por novillos fistulados del esófago en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Fuente de Variación	Gl	GRAMÍNEA			LEGUMINOSA	
		HOJAS	TALLOS	M. MUERTA	HOJAS	TALLOS
Asociación	1	503,66 ^{†††}	22,24	12,40	492,31 ^{†††}	0,8060
Asignación	1	7732,15 ^{†††}	7,99	7,34	7141,66 ^{†††}	81,1374
Asociación x asignación	1	34,38	31,06 ^{††}	54,03 ^{†††}	375,80 ^{†††}	0,3524
Error (a)	4	79,93	15,61	3,81	16,73	0,2311
Época	1	405,93	17,53	0,88	152,57	7,0085
Asignación x época	1	31,43	20,92	15,03	0,00	8,0907
Asociación x época	1	190,01	22,03	14,74	36,21	0,5755
Error (b)	49	5530,53	257,38	291,71	3920,36	147,2290
Total	59	15571,53	357,51	391,79	12819,77	240,9051
Coeficiente de variación						
(C.V)		13,8	46,9	63,2	68,0	162,1
Media		77,04	4,88	3,86	13,15	1,07

†† Nivel de significancia al 5%

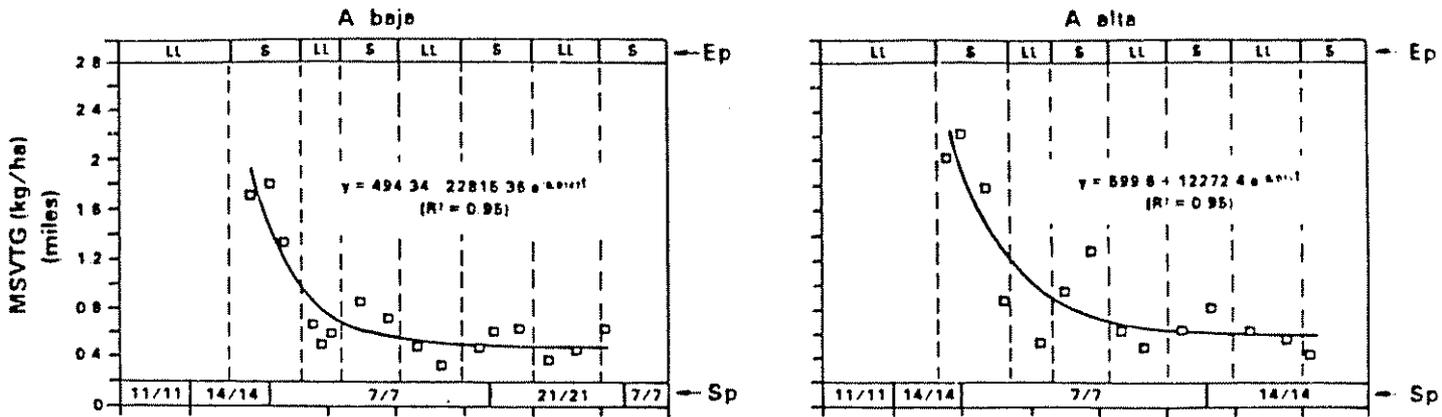
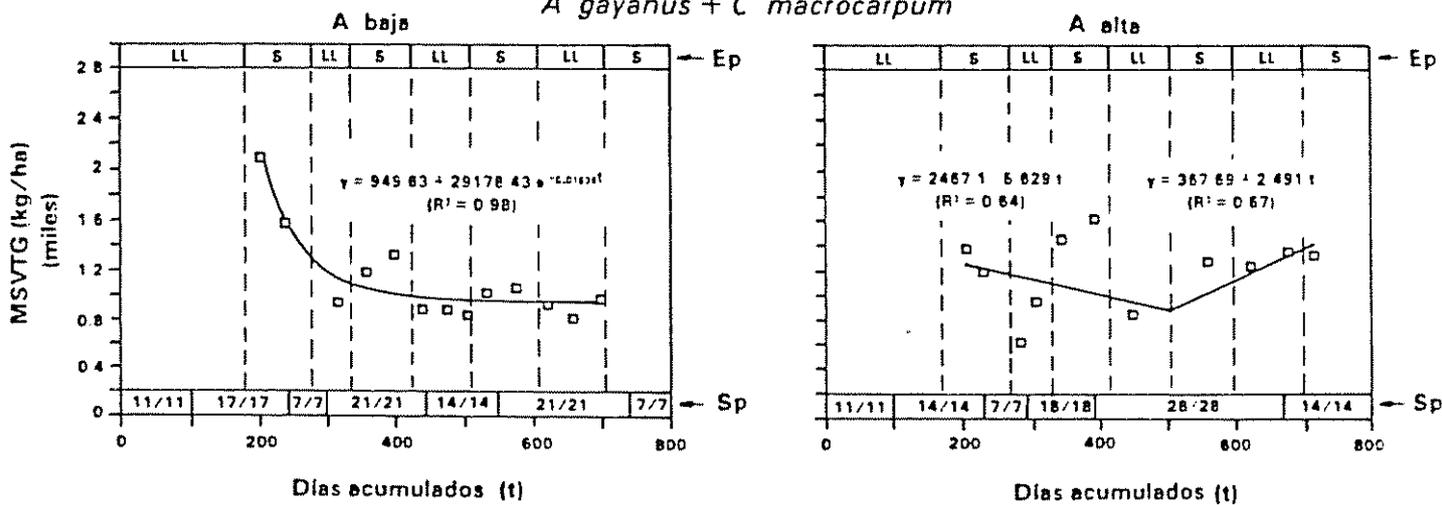
††† Nivel de significancia al 1%

Cuadro 11A. Suma de cuadrados del análisis de varianza de ganancia de peso ($\text{Kg an}^{-1} \text{ día}^{-1}$) en dos asociaciones, bajo dos rangos de asignación de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

Fuente de variación	gl	grs $\text{an}^{-1} \text{ día}^{-1}$
Asociación	1	0,010375
Asignación	1	0,007896
Asociación x asignación	1	0,111793
Error (a)	4	0,099963
Año	1	3,617500**
Época (año)	2	0,737344*
Asignación x año	1	0,000302
Asignación x época (año)	2	0,046434
Asociación x año	1	0,009658
Asociación x época (año)	2	0,072493
Error (b)	199	17,056457
Total	215	21,086359
Coeficiente de variación (CV)		
		63,47
Media		
		0,461

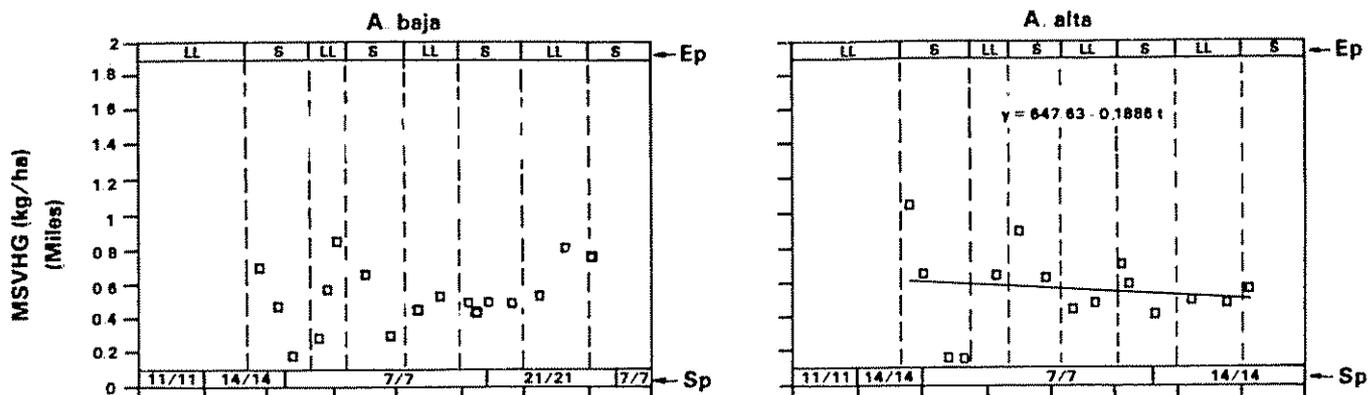
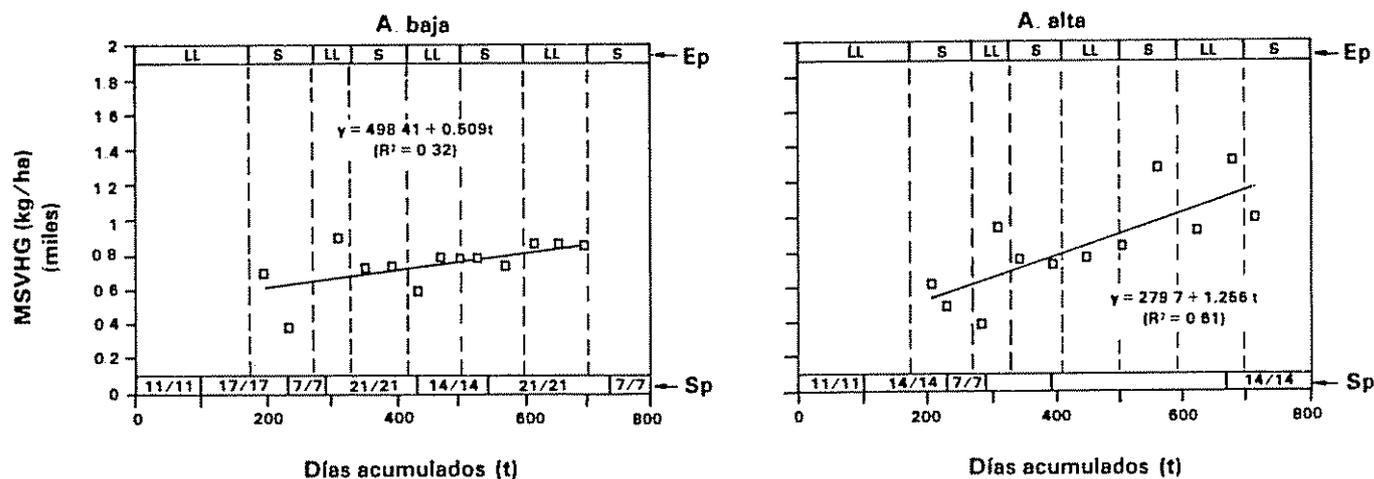
* Nivel de significancia 5%

** Nivel de significancia 1%

A. gayanus + C. acutifolium*A. gayanus + C. macrocarpum*

- A. baja : Rango de asignación de 3-5 Kg MSVG/100 Kg PV/día
 A. alta : Rango de asignación de 6-8 Kg MSVG/100 Kg PV/día
 Ep : Epocas = Lluvia (LL) y Sequía (S)
 Sp : Sistema de pastoreo (días de descanso/días de pastoreo)

Figura 1A. Dinámica de la materia seca verde de tallos de graminéa (MSVTG) en dos asociaciones, bajo dos asignaciones de forraje y con manejo flexible del pastoreo.

A. gayanus + C. acutifolium*A. gayanus + C. macrocarpum*

- A. baja : Rango de asignación de 3-5 Kg MSVG/100 Kg PV/día
 A. alta : Rango de asignación de 6-8 Kg MSVG/100 Kg PV/día
 Ep : Epocas = Lluvia (LL) y Sequía (S)
 Sp : Sistema de pastoreo (días de descanso/días de pastoreo).

Figura 2A. Dinámica de la materia seca verde de hojas de gramínea (MSVHG) en dos asociaciones, bajo dos asignaciones de forraje y con manejo flexible del pastoreo.