

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

PERIODO DE DESCANSO Y ASIGNACION DE FORRAJE
EN EL CRECIMIENTO Y LA UTILIZACION DE VARIAS
ESPECIES DE UNA PRADERA NATURALIZADA

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa Conjunto
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, para optar al grado de

Magister Scientiae

Por

JUAN CARLOS AVENDAÑO MONTERO

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
Departamento de Producción Animal
Turrialba, Costa Rica
1983

DEDICATORIA

A Silvia Alicia mi esposa
y a Nilda Alina. mi hija con todo mi amor

A mis padres José y Elisa

A mis hermanos

A la memoria de mis abuelos

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Rolain Brei, Consejero Principal por su valiosa orientación y colaboración en la realización del presente trabajo.

Al MS Danilo Pezo miembro del comité por su gran apoyo y colaboración en la realización del presente estudio.

A los Drs. Marcelino Avila y Carlos Burgos miembros del comité por sus oportunas y valiosas sugerencias.

Al Gobierno de Holanda por la financiación de mis estudios.

Al Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chapingo (México) por su apoyo brindado.

A mi esposa Silvia Alicia, por su colaboración en los análisis químicos.

A la Ing. Bertha de la Fuente y al Sr. Alexis Pérez laboratoristas del Depto. de Producción Animal por su ayuda dada.

Al MV Jorge C. Rodríguez por la fistulación de los animales y su desinteresada colaboración en la realización del presente trabajo.

Al personal de la Unidad de Procesamiento de Datos del CATIE por sus sugerencias y ayuda en el procesamiento y análisis de datos.

Al personal del área de pastos del Departamento de Producción Animal por su valiosa ayuda en la etapa experimental.

BIOGRAFIA

El autor nació en Boca del Monte, Veracruz, México, cursando sus estudios primarios en la Escuela Miguel Sánchez Orepaza y la secundaria en la Escuela Corregidora de Querétaro en Huatusco, Ver., México.

Graduándose de Ingeniero Agrónomo, Especialista en Zootecnia en la Universidad Autónoma Chapingo en 1977. Trabajó durante 1977 en Fertilizantes Mexicanos. A partir de 1978 ingresó como profesor de prácticas de la Cátedra de Forraje al Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo. En marzo de 1981 ingresó al Departamento de Producción Animal del Sistema de Estudios de Posgrado del Programa Conjunto del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y la Universidad de Costa Rica (UCR) obteniendo el grado de *Magister Scientiae* en mayo de 1983.

Esta tesis ha sido aceptada en su forma presente por la Comisión de Estudios 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 el grado de

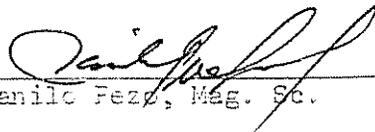
Magister Scientiae

JURADO



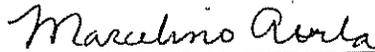
Rolain Borel B., Dr. Sc. Tech.

Profesor Consejero



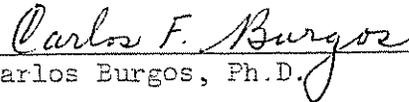
Danilo Pezo, Mag. Sc.

Miembro del Comité



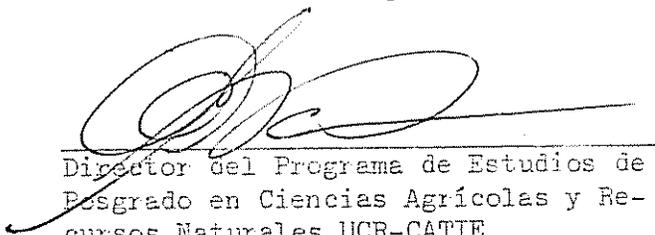
Marcelino Avila, Ph.D.

Miembro del Comité



Carlos Burgos, Ph.D.

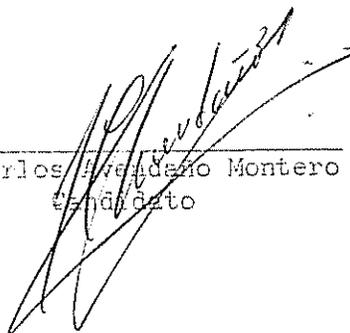
Miembro del Comité



Director del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales UCR-CATIE



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



Juan Carlos Avendaño Montero
Candidato

CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN	ix
SUMMARY	xi
LISTA DE CUADROS	xiii
LISTA DE FIGURAS	xv
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Crecimiento	3
2.2 Estructura	4
2.3 Utilización	4
3. MATERIALES Y METODOS	6
3.1 Generalidades	6
3.1.1 Localización	6
3.1.2 Clima	6
3.1.3 Suelo	8
3.1.4 Composición botánica	8
3.1.5 Antecedentes del experimento	9
3.2 Factores en estudio	9
3.3 Diseño de los tratamientos y análisis estadístico de los resultados	9
3.4 Manejo del ensayo	11
3.4.1 Tamaño de las parcelas	11
3.4.2 Animales	11
3.4.3 Manejo de animales y parcelas	11

3.5 Mediciones	12
3.5.1 Forraje disponible y residual	12
3.5.2 Tasa de crecimiento	15
3.5.3 Largo de hojas	15
3.5.4 Consumo	15
3.5.4.1 Digestibilidad de la ingesta	16
3.5.4.2 Producción fecal	16
3.5.5 Grado de defoliación	17
3.5.6 Carga animal	18
4. RESULTADOS	19
4.1 Forraje residual al inicio del período experimental ..	20
4.2 Crecimiento	20
4.2.1 Tasa de crecimiento de la masa total y sus componentes	20
4.2.2 Elongación de hojas	25
4.3 Forraje disponible	28
4.3.1 Masa total y de los componentes	28
4.3.2 Distribución vertical	31
4.3.3 Densidad	32
4.4 Utilización	35
4.4.1 Consumo	35
4.4.2 Digestibilidad <i>in vitro</i> del forraje seleccionado por los animales	41
4.4.3 Grado de defoliación	41
4.4.4 Carga animal	46

	<u>Página</u>
4.5 Forraje residual al final del período experimental ...	46
5. DISCUSION GENERAL	49
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
6.1 Conclusiones	53
6.2 Recomendación	53
7. BIBLIOGRAFIA	54
8. APENDICE	60

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica, con el objeto de determinar el efecto de tres asignaciones de forraje (5, 10 y 15 kg de MS/100 kg de PV diario) y tres períodos de descanso (21, 49 y 77 días) sobre el crecimiento la estructura y la utilización de gramíneas de diferentes formas de crecimiento (porte alto y porte bajo), y relacionar estos parámetros con el consumo medido en forma directa. El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar con arreglo factorial de los tratamientos 3^2 con dos repeticiones en el tiempo.

La tasa de crecimiento de la masa total de forraje varió aunque no significativamente entre 16,1 y 44,1 kg MS/ha/día. La elongación de hojas aumentó con la asignación y con el descanso, mostrando las especies de porte alto una respuesta más sensible y más pronunciada que las especies de porte bajo. La tasa de elongación de gramíneas de porte alto tendió a ser menor en los descansos largos (8,3 cm/día/0,5 dm²) que en los descansos cortos (14,1 cm/día/0,5 dm²) y se debió principalmente a una menor tasa de elongación de hojas en los últimos 21 días del período de descanso (1,9 vs. 14,1 cm/día/0,5 dm², respectivamente).

La masa total disponible varió entre 3500 y 9600 kg MS/ha con la asignación y con el período de descanso, siguiendo un patrón similar a la masa total residual del pastoreo anterior y, reflejando en gran medida la variación de la masa de material muerto por efecto de los tratamientos.

La proporción de la masa total en el estrato inferior varió entre 87 y 56 por ciento entre la asignación baja y alta respectivamente y refleja cambios en la composición botánica de la pradera y en la morfología de las plantas. La densidad del forraje disponible disminuyó con la asignación, con el descanso y la altura de la pradera.

El consumo individual de los bovinos fue mayor a 2,6 por ciento del peso vivo y tendió a ser mayor aunque no significativamente con mayores asignaciones y períodos de descanso. La digestibilidad *in vitro* del forraje seleccionado por los novillos fluctuó entre 51,0 y 54,5 por ciento y no guardó relación con el consumo. El grado de defoliación fue mayor con bajas asignaciones con mayores descansos y fue mayor en gramíneas de porte alto que de porte bajo.

Los resultados señalan el mayor potencial de crecimiento y utilización de las gramíneas de porte alto que las gramíneas de porte bajo, indican que los factores de manejo pueden aportar cambios muy marcados en la estructura de la pradera. Sin embargo, en este tipo de pradera los cambios observados no se reflejan claramente en un mayor consumo individual.

SUMMARY

The objective of this experiment, conducted at CATIE, Turrialba, Costa Rica, was to determine the effects of 3 allowances (5, 10 and 15 kg DM/100 kg BW day) and of 3 rest periods (21, 49 and 77 days) on the growth, structure and utilization of grasses of different growth habits (erect: *Panicum maximum* and *Hyparrhenia rufa* and prostrate: native grasses) and to relate those parameters with animal intake. A fully randomized factorial design (3^2) was used with 2 replicates in time.

The growth rate of total herbage ranged, although not significantly, from 16,1 to 44,4 kg DM/ha/day. Leaf elongation increased with both allowance and rest period, erect grasses showing a more sensitive and marked response. Leaf elongation rate of erect grasses tended to be lower during the longer rest periods (8,3 cm/day/0,5 dm²) than during the shorter rest periods (14,1 cm/day/0,5 dm²). This was explained primarily by a lower leaf elongation rate during the last 21 days of the rest period (1,9 vs. 14,1 cm/day/0,5 dm² respectively).

The total available herbage increased from 3500 to 9600 kg DM/ha with increased allowance and rest period. This followed the pattern of total residual herbage mass of the previous grazing and reflected to some extent the differences in dead material accumulation due to treatments.

The proportion of the total herbage mass located in the lowest layers varied between 87 and 56% at the lowest and highest allowances respectively, which reflects changes both in the botanical composition of the sward and in

The proportion of the total herbage mass located in the lowest layer varied between 87 and 56% at the lowest and highest feeding rates respectively which reflects changes both in the botanical composition of the sward and in the morphology of the individual species. Herbage bulk density decreased with increasing allowance, rest period and sward height.

Dry matter intake of individual steers was higher than 2.4% live weight and tended to increase although not significantly with increasing allowance and rest period *in vitro* digestibility of forages selected by steers fluctuated between 51.0 and 54.5%, but showed no relation to intake. Degree of defoliation increased with decreasing allowance, increasing rest period and was higher in erect than in prostrate species.

The greater growth and utilization potential of the erect grasses was shown, as were the strong effects of management factors in sward structure. In this pasture type the observed changes were not clearly reflected by differences in individual intake.

LISTA DE CUADROS

<u>En el texto</u>	<u>Página</u>
<u>Cuadro No.</u>	
1	Tasa de crecimiento de la masa total y los componentes por efecto de la asignación y del período de descanso, kg MS/ha/día 21
2	Composición botánica de la masa disponible por efecto de la asignación y del período de descanso 24
3	Tasa de crecimiento de la masa total y sus componentes en los diferentes estratos de altura de la pradera, kg MS/ha/día 26
4	Tasa de elongación de hojas de gramíneas de porte alto por efecto de la asignación y del período de descanso 29
5	Densidad de la masa de hojas de gramíneas de porte alto y porte bajo en los diferentes estratos de la pradera, kg MS/ha/cm 35
6	Comparación entre consumo estimado por el método agronómico y por el método de indicadores, (kg MS/100 kg PV diario) 40
7	Grado de defoliación de la masa total y sus componentes por efecto de la asignación y del período de descanso, (%) 43
8	Grado de defoliación de la masa total y sus componentes por estrato, % 45
<u>En el apéndice</u>	
1A	Tamaño de parcelas y distribución de tratamientos 61
2A	Efecto de la asignación en la tasa de crecimiento de la masa total y sus componentes, por estratos, kg MS/ha/día 62

3A	Efecto del período de descanso en la tasa de crecimiento de la masa total y sus componentes por estratos, kg MS/ha/día	63
4A	Efecto de la asignación y del período de descanso en la masa total disponible y sus componentes, kg MS/ha	64
5A	Efecto de la asignación y del período de descanso en la masa total residual y sus componentes, kg MS/ha	65

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura No.</u>		<u>Página</u>
1	Diagrama climático del año 1982 en Turrialba, Costa Rica. Adaptado de Walter y Lieth	7
2	Ciclo de crecimiento y utilización de la pastura	19
3	Efecto de la asignación y el período de descanso en la masa total residual en el pastoreo antes del período experimental	22
4	Efecto de la asignación (kg MS/100 kg PV diario) y el período de descanso (días) en la elongación de especies de porte alto (—) y porte bajo (---). P, período de pastoreo	27
5	Efecto de la asignación y el período de descanso (▲ días) sobre la masa total y sus componentes	30
6	Efecto de la asignación y el período de descanso, en la distribución vertical de la masa de gramíneas de porte alto □ y de porte bajo ▣ . ● Asignación de forraje, kg de MS/100 kg PV, ▲ Período de descanso, días	33
7	Densidad de las hojas de gramíneas por efecto de la asignación (a) del período de descanso (b) y los estratos (c)	34
8	Efecto de la asignación y del período de descanso sobre el consumo de novillos a pastoreo	37
9	Relación entre la masa de forraje disponible (x hojas más tallos, ○ hojas, △ hojas de gramíneas de porte alto, □ hoja de gramíneas de porte bajo) y el consumo de novillos a pastoreo	39
10	Efecto de la asignación y del período de descanso en la digestibilidad <i>in vitro</i> del forraje seleccionado por los novillos	42

Figura No.

Página

11	Efecto de la asignación y del período de descanso en la carga animal ▲ Período de descanso (días)	47
12	Efecto de la asignación y del período de descanso en la masa total residual en el pastoreo después del período experimental	48

1. INTRODUCCION

Alrededor del 70 por ciento de las áreas de pastoreo del trópico americano están constituidas por praderas naturales y naturalizadas (42), sobre las que recae la mayor proporción de la producción animal. Pese a ello, son pocos los estudios referentes a la influencia de factores de manejo sobre el crecimiento y la eficiencia de utilización de este tipo de pastura. En uno de estos Galaviz (17), ha indicado la necesidad de caracterizar con más detalle las interacciones entre las especies que conforman estas praderas. En efecto, combinaciones de carga baja con períodos de descanso largos permitieron aumentar la proporción de especies deseables, entre ellas gramíneas de porte alto y leguminosas; pero por otra parte estas mismas combinaciones resultaron en un incremento diario de fitomasa generalmente menor. En cuanto a los consumos individuales estimados por métodos agronómicos se infirió, que solo con asignaciones altas, donde había también, una alta proporción de especies de porte alto, estos fueron suficientes para permitir niveles aceptables de producción animal.

Estas observaciones hicieron por lo tanto necesario un estudio detallado de los mecanismos de crecimiento y patrones de defoliación de los dos grupos principales de gramíneas: especies naturalizadas de porte alto y especies nativas de porte bajo, con el propósito de facilitar la extrapolación de los resultados a situaciones de ambientes diferentes y con diferentes proporciones de estas especies.

Con base a estos antecedentes se realizó la presente investigación, con los siguientes objetivos:

1. Determinar el efecto de la asignación de forraje y el período de descanso, sobre el crecimiento, estructura y la utilización de gramíneas de diferentes formas de crecimiento.
2. Relacionar el consumo de los animales en pastoreo con la asignación de forraje, el período de descanso y la estructura de la pradera.

2. REVISION DE LITERATURA

El producto animal obtenido de las pasturas depende de la productividad primaria y de la eficiencia de utilización de la fitomasa (19). La utilización depende a su vez de la disponibilidad de las hojas, cuyo arreglo caracteriza la estructura de la pradera (11, 48). Esta estructura resulta de la interrelación de la frecuencia e intensidad de los pastoreos con el medio ambiente (57) y de la composición florística de la pastura.

2.1 Crecimiento

En términos generales, se ha establecido que existe una relación inversa entre la carga animal impuesta a una pastura y el crecimiento de la misma (3, 31, 57, 61); sin embargo, el factor carga no debe analizarse independientemente del largo del período de descanso, pues se ha visto que cuando se manejan pasturas con cargas bajas y períodos de descanso largos aumenta la proporción de material fotosintéticamente inactivo, con el consecuente efecto detrimental sobre el crecimiento de la pastura (27, 31, 57). Al contrario, cuando los períodos de descanso son cortos, el crecimiento es afectado negativamente por cargas altas, ya que estas reducen la cantidad de material fotosintéticamente activo y la proporción de reservas en el rechazo. Bajo estas condiciones, la capacidad de rebrote de las plantas y su crecimiento se ven disminuidos (28, 40).

Existe además un efecto indirecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo a través de la composición florística. Las cargas más altas con

períodos de descanso más cortos favorecen la proporción de gramíneas de porte bajo (17, 22, 55), cuyas zonas de crecimiento están más protegidas de la acción del pastoreo. En cambio las especies de porte alto son favorecidas por cargas bajas y períodos de descanso largos (17, 20, 43).

2.2 Estructura

La estructura de la pradera está definida por la altura de las plantas, el largo de los tallos y la distribución vertical de la materia seca, tanto dentro como entre las especies que conforman el pastizal. Al igual que para el crecimiento, la frecuencia y la intensidad de pastoreo modifican a corto plazo, la forma de la planta y a largo plazo, ocasionan cambios en la comunidad vegetal (45). Praderas pastoreadas intensivamente tienden a ser más prostradas y a tener un mayor crecimiento horizontal, que aquellas pastoreadas ligeramente (30).

Bajas cargas, acompañadas de largos períodos de descanso, reducen la densidad de la pradera al aumentar la altura de la planta, como consecuencia de un alargamiento de los entrenudos. Cargas altas y períodos de descanso cortos causan un resultado opuesto al aumentar la densidad de hojas, principalmente en los estratos inferiores (0-15 cm), donde además aumenta la densidad de material muerto (11, 33, 36, 46, 47, 48, 54).

2.3 Utilización

Por utilización se entiende el proceso de remoción y destrucción del forraje por el animal durante el pastoreo y las variables que describen mejor

ese proceso son el consumo individual y el grado de defoliación de la pradera como lo definió Hodgson (23).

El consumo individual puede ser limitado por la disponibilidad de forraje y la necesidad de consumir tallos y material muerto, cuya calidad es menor (6, 10, 52, 62). Cuando la disponibilidad es alta el consumo individual es limitado en mayor grado por la capacidad de llenado del animal; de tal modo que si se disminuye más la carga el consumo individual no aumenta (15).

Por otra parte el consumo de los animales en pastoreo está localizado en los estratos superiores de la pastura, donde seleccionan principalmente hojas y puntas de tallos (2, 51). En praderas con una estructura caracterizada por una alta densidad de hojas, se obtiene en mayor consumo, debido a que el tamaño del bocado es mayor. Períodos de descanso largos reducen el consumo al disminuir la proporción y densidad de hojas y el valor nutritivo de las mismas (8, 33, 35, 47, 50).

Como respuesta a variaciones en la carga animal, el grado de defoliación sigue una tendencia opuesta al consumo individual; a cargas iguales por efecto de otros factores de manejo, el grado de defoliación y el consumo individual siguen tendencias similares (4, 52, 56).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Generalidades

3.1.1 Localización

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental del Departamento de Producción Animal del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica; que se encuentra a $83^{\circ} 49'$ y $40''$ longitud oeste y a $9^{\circ} 55'$ y $21''$ de latitud norte, y a una altitud de 600 m (17).

3.1.2 Clima

El Valle de Turrialba se encuentra en la zona de vida bosque muy húmedo tropical (26), con una temperatura promedio anual de 22.5°C , siendo la máxima absoluta de 32°C en el mes de mayo y la mínima absoluta de 19°C en el mes de enero. La precipitación anual es de 2640 mm, siendo diciembre el mes más lluvioso y marzo el mes más seco. La humedad relativa promedio es de 87 por ciento.

Los datos climáticos mensuales del año 1982 aparecen en la Figura 1, que indica que durante el período experimental (julio-diciembre), las temperaturas máxima y mínima no variaron sensiblemente, presentándose un exceso de precipitación y disminución de la radiación principalmente en el mes de octubre.

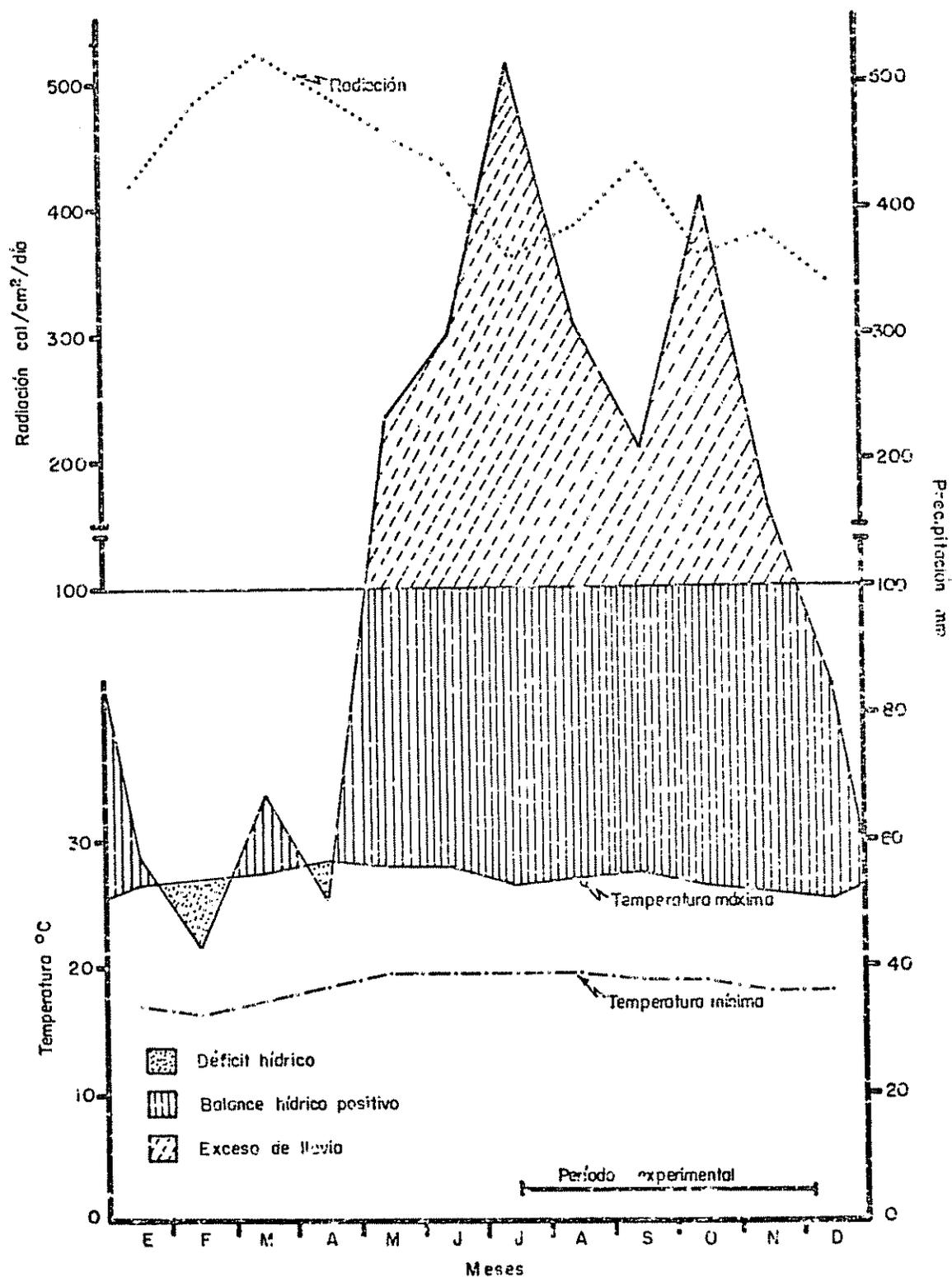


Fig.1 Diagrama climático del año 1982 en Turrialba, Costa Rica.
Adaptado de Walter y Lieth (59)

3.1.3 Suelo

El suelo del área experimental fue clasificado por Aguirre (1) como typic Dystropept de la Serie Instituto Pedregoso (IPE), que se caracteriza por tener una topografía plana a ligeramente ondulada, de textura media, predominando la franco-arcillo arenosa en el perfil, con drenaje de moderado a imperfecto y una gran cantidad de cantos rodados; el pH promedio es de 5,4 hasta 48 cm de profundidad; este suelo es pobre en nitrógeno, fósforo y potasio.

3.1.4 Composición botánica

En julio de 1978 la vegetación inicial del área experimental estaba compuesta por las siguientes especies de gramíneas: *Axonopus compressus*, *Paspalum conjugatum*, *Paspalum fasciculatum*, *Paspalum* sp, *Sporobolus indicus* y *Homolepsis aturensis*, como especies naturales y como introducidas *Panicum maximum*, *Hyparrhenia rufa* y *Brachiaria mutica*. Las leguminosas más frecuentes eran: *Centrosema pubescens*, *Rhynchosia* sp., *Calopogonium mucronoides* y *Desmodium* sp. Las especies consideradas como malezas eran: *Sida acuta*, *S. rhombifolia*, *Euphorbia heterophylla*, *Elephantopus spicatus*, *Iptis capitata*, *Killinga brevifolia*, *Elittraria imbricate*, *Bidens pilosa*, *Cassia tora*, *Lantana camara*, *Solanum nigrum*, *Drimaria cordata*, *Borreira laevis*, *Rhynchospora nervosa*, *Fibristylis dichotoma*, *Cyperus luzulae* y *C. hermaphroditus* (17).

3.1.5 Antecedentes del experimento

Entre julio de 1978 y noviembre de 1981 se probaron diferentes combinaciones de períodos de descanso y asignaciones de forraje, siendo los períodos de 21, 35, 49, 63 y 77 días de descanso y las asignaciones 2, 5, 8, 11 y 14 kg de M.S. diaria por cada 100 kg de peso vivo, contando el experimento con 42 unidades experimentales (17, 20, 43).

En noviembre de 1981 se reorganizó el ensayo con el propósito de estudiar con más detalle un número menor de tratamientos, y así trabajar con un área experimental más homogénea.

3.2 Factores en estudio

Se estudiaron dos factores: período de descanso y nivel de asignación de forraje. Los niveles estudiados del primer factor fueron: 21, 49, 77 días de descanso y los del segundo 5, 10 y 15 kg de M.S. por cada 100 kg de peso vivo por día.

3.3 Diseño de los tratamientos y análisis estadístico de los resultados

El diseño experimental usado fue completamente al azar, con un arreglo factorial de los nueve tratamientos y dos repeticiones en el tiempo las que se denominaron pastoreo 1 y 2. En la medida de lo posible se ubicaron los tratamientos en parcelas que habían estado sometidas a las mismas combinaciones de factores del ensayo anterior; cuando ello no fue posible, se buscaron parcelas que habían estado recibiendo combinaciones parecidas, para

asegurar así la continuidad de los tratamientos. Las mediciones tanto de disponibilidad, como de rechazo se hicieron por estratos a través de la altura de la pastura (ver sección 3.5.3).

Se compararon los tratamientos con análisis de varianza convencionales; para crecimiento, estructura, utilización y consumo, siguiendo el siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + \rho_j + (T\rho)_{ij} + \epsilon_k + (\epsilon T)_{ik} + (\epsilon\rho)_{jk} \\ + (\epsilon T\rho)_{kij} + \theta_l + (\theta T)_{li} + (\theta\rho)_{lj} + (\theta\epsilon)_{ik} + (\theta T\rho)_{lij}$$

donde:

$$Y_{ijkl} = \text{variable de respuesta} + \alpha_{ijkl}$$

μ = media general

T_i = efecto de la i-ésima asignación

ρ_j = efecto del j-i-ésimo período de descanso

ϵ_k = efecto del k-i-ésimo pastoreo

θ_l = efecto del l-i-ésimo estrato

$(T\rho)$ = interacción asignación por período de descanso

(ϵT) = interacción pastoreo por asignación

$(\epsilon\rho)$ = interacción pastoreo por período de descanso

$(\epsilon T\rho)$ = interacción pastoreo por asignación por período de descanso

(θT) = interacción estrato por asignación

$(\theta\rho)$ = interacción estrato por período de pastoreo

$(\theta\epsilon)$ = interacción estrato por pastoreo

$(\theta T\rho)$ = interacción estrato por asignación por período de pastoreo

α = error experimental

3.4 Manejo del ensayo

3.4.1 Tamaño de las parcelas

El tamaño de las parcelas varió entre 200 y 1700m², de acuerdo a los tratamientos, con el intento de tener un número similar de animales en cada tratamiento. Se tuvieron 2 parcelas por cada combinación, una para propósito de adaptación de los animales a la dieta (ver sección 3.4.3) y la otra para efecto de mediciones de la pradera y del consumo. Un detalle de los tratamientos aplicados a cada parcela en los estudios previos (17, 20, 43) y en el presente trabajo, así como el área se presenta en el Cuadro 1A.

3.4.2 Animales

Para efectuar el pastoreo de acuerdo a los tratamientos se utilizaron 18 novillos de la raza Romo Sinuano, con un peso promedio aproximado de 200 kg los cuales provenían del hato de ganado de carne de la Estación Experimental Ganadera del CATIE.

Se desparasitaron antes de entrar al experimento, luego se trataron contra parásitos internos cada tres meses y contra parásitos externos cada 21 días. Se les proporcionó permanentemente en las parcelas agua y sal mezclada con harina de hueso en proporción 1:1.

3.4.3 Manejo de animales y parcelas

Las dos parcelas correspondientes a un mismo tratamiento fueron pastoreadas en secuencia.

La disponibilidad de forraje antes de la fecha prevista de pastoreo y la asignación establecida en cada tratamiento permitían determinar el peso total de los novillos que iban a pastorear la parcela por 7 días de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$PVT = \frac{FD \times A \times 100}{AS \times 7} \quad (1)$$

donde:

PVT = Peso vivo total requerido para pastorear una parcela por 7 días, kg.

FD = Masa total de forraje disponible, kg/ha.

A = Area de la parcela, ha.

AS = Asignación diaria de forraje kg MS/100 kg de peso vivo por día.

El peso vivo total requerido se completó mediante dos novillos efagotomizados y un número variable de novillos adicionales.

El peso vivo de los animales se determinó a intervalos de 15 días a las 6 am.

3.5 Mediciones

3.5.1 Forraje disponible y residual

Para determinar la cantidad de forraje disponible antes del pastoreo y de forraje residual después del pastoreo se adaptó la técnica de doble muestreo descrita por Gardner (18). En cada parcela se tomaron 60 estimaciones visuales con base en una nota de 1 a 10; luego se determinó la frecuencia de ocurrencia de cada nota. A continuación se tomaron 10

muestras reales de $0,25 \text{ m}^2$ en lugares de la parcela representativos de las notas más frecuentes.

El forraje presente en las muestras reales; fue cosechado a nivel del suelo y pesado en verde. Para la determinación del porcentaje de materia seca (MS) se tomó una submuestra de aproximadamente 400 g que fue secada por 48 horas en un horno de circulación de aire forzado a 60°C .

La determinación de forraje disponible y residual se hizo con base en la siguiente ecuación:

$$\hat{Y} = \bar{Y} + b(\bar{X}_1 - \bar{X}) \quad (2)$$

donde:

\hat{Y} = Forraje disponible o residual estimado, g MS por $0,25 \text{ m}^2$.

\bar{Y} = Forraje disponible o residual promedio cosechado en las muestras reales, g MS por $0,25 \text{ m}^2$.

\bar{X}_1 = Promedio de notas de las estimaciones visuales.

\bar{X} = Promedio de notas correspondientes a las muestras reales.

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

En las parcelas llamadas de medición y para conocer la distribución vertical del forraje disponible y residual se cosecharon las muestras reales por estratos: 0 a 5, 5 a 10, 10 a 20, 20 a 40, 40 a 80 y 80 a 160 cm de altura.

El forraje cortado en cada estrato se pesó en verde. Luego para cada estrato se sacó una submuestra compuesta de las 10 muestras; la que fue

pesada en verde y separada en los siguientes componentes:

- a. Gramíneas de porte alto (*Panicum maximum*, *Hyparrhenia rufa*).
- b. Gramíneas de porte bajo (gramíneas nativas).
- c. Otros (leguminosas y malas hierbas).
- d. Material muerto.

Las dos primeras categorías se separaron además en hojas (láminas) y tallos. Cada componente fue secado al horno (60°C) por 48 horas y la estimación de la cantidad de forraje disponible o residual se hizo sumando los valores obtenidos en los 6 estratos.

Para el análisis de los resultados se agruparon los componentes en las siguientes categorías: Masa total, correspondiente a la cantidad de forraje disponible o residual, masa de gramíneas, correspondiente a la suma de gramíneas de porte alto y porte bajo, masa de hojas de gramíneas, correspondiente a la suma de las hojas de gramíneas de porte alto y porte bajo, y masa de tallos, correspondiente a la suma de los tallos de gramíneas de porte alto y porte bajo.

Se determinó además la densidad volumétrica de los componentes mencionados arriba según la siguiente ecuación:

$$\text{Densidad} = \frac{M}{H}$$

donde:

Densidad : Densidad volumétrica, kg MS/ha cm.

M : Masa total o del componente, kg MS/ha.

H : Altura de la pradera, o del estrato según corresponda, cm.

3.5.2 Tasa de crecimiento

Para la determinación de la tasa de crecimiento de la masa total o de sus componentes se utilizó la siguiente ecuación:

$$TC = \frac{D_{(i)} - R_{(i-1)}}{I} \quad (4)$$

donde:

TC = tasa de crecimiento de la materia seca
kg/ha/día.

$D_{(i)}$ = Masa total o del componente disponible en el i-ésimo pastoreo, kg MS/ha.

$R_{(i-1)}$ = Masa total o del componente residual, luego del pastoreo anterior, kg MS/ha.

I = intervalo entre muestreos, días.

3.5.3 Largo de hojas

Para describir el crecimiento de las gramíneas durante el período de descanso, y su utilización durante el pastoreo, se ubicaron en ambos tipos de gramíneas 10 áreas de $0,5 \text{ dm}^2$ cada una. En ellas se midió la longitud total de las láminas de las hojas cada 2 días durante el período de descanso y cada día durante el pastoreo.

3.5.4 Consumo

La estimación del consumo se hizo utilizando la digestibilidad

de la ingesta y la producción fecal diaria.

3.5.4.1 Digestibilidad de la ingesta

Durante el período de medición se recolectó ingesta de los animales efastamizados. La ingesta se obtuvo diariamente por la mañana, dejando los animales pastorear por 15 minutos con la fístula abierta, con una bolsa recolectora sujeta al cuello. Esta ingesta se secó a 60°C por 48 horas y las submuestras de cada muestreo diaria formaron una muestra compuesta que se utilizó para la determinación de la digestibilidad *in vitro* según el primer paso del método de Tilley y Terry (55) (48 horas de incubación).

3.5.4.2 Producción fecal

Todos los animales que pastoreaban un tratamiento recibieron 10 g diarios de óxido crómico (Cr_2O_3), administrado oralmente por cápsulas de papel en dos tomas: a las 7 am y 3 pm durante los 7 días de adaptación y 7 días de medición. A la misma hora a partir del tercer día de medición y por 6 días se recolectaron muestras de heces directamente del recto de cada animal.

Una submuestra compuesta de las heces secas de cada animal, se utilizó para determinar la concentración de óxido crómico en las heces mediante el método de Czarnocki *et al* (17).

La producción fecal se estimó mediante la siguiente ecuación:

$$PF = \frac{S}{C} \quad (5)$$

donde:

PF : Producción fecal diaria

S : Suministro de Cr_2O_3 diaria g

C : Concentración de Cr_2O_3 en heces g/g

$$\text{Consumo} = \frac{PF}{100 - DIV} \times \frac{100}{PV} \quad (6)$$

donde:

Consumo : Consumo de M.S. diaria por 100 kg de peso vivo, kg.

PF : Producción fecal diaria kg.

DIV : Digestibilidad *in vitro* de la ingesta, %.

(Nota: para los novillos no fistulados se utilizó el promedio de la digestibilidad de la ingesta de los novillos efagostomizados).

PV : Peso vivo de los novillos, kg.

3.5.5 Grado de defoliación

Se determinó el grado de defoliación por estratos y por componentes según clasificación anotada en la sección 3.5.3 empleando la siguiente ecuación:

$$\text{Grado de defoliación, \%} = \frac{O - R}{O} \times 100 \quad (7)$$

donde:

O : Cantidad de forraje disponible total o del componente antes de entrar los animales, kg MS/ha.

R : Cantidad de forraje residual total o del componente al salir los animales, kg MS/ha.

3.5.6 Carga animal

Este parámetro se expresó en animales por hectárea por día, considerándose como unidad animal (UA) un bovino de 400 kg de peso vivo y fue calculada mediante la siguiente ecuación:

$$CA = \frac{PVT \times PO}{400 \times A \times (pO+PD)} \quad (8)$$

donde:

CA : Carga animal UA/ha.

PVT : Peso vivo total kg/parcela.

A : Area de la parcela en hectáreas.

PO : Período de ocupación (7 días).

PD : Período de descanso de acuerdo al tratamiento, días.

4. RESULTADOS

El análisis de los resultados obtenidos en el presente estudio se hará de acuerdo al esquema presentado en la Figura 2. En ella se muestra que el forraje residual luego de un pastoreo (sección 4.1), más el generado por crecimiento (sección 4.2) durante el período de descanso, definirá la cantidad de forraje disponible en el siguiente pastoreo (sección 4.3). Este forraje disponible estará sometido a utilización (sección 4.4) durante el período de pastoreo quedando un material residual luego del pastoreo (sección 4.5), el cual nuevamente será de punto de partida para un nuevo ciclo de pastoreo.

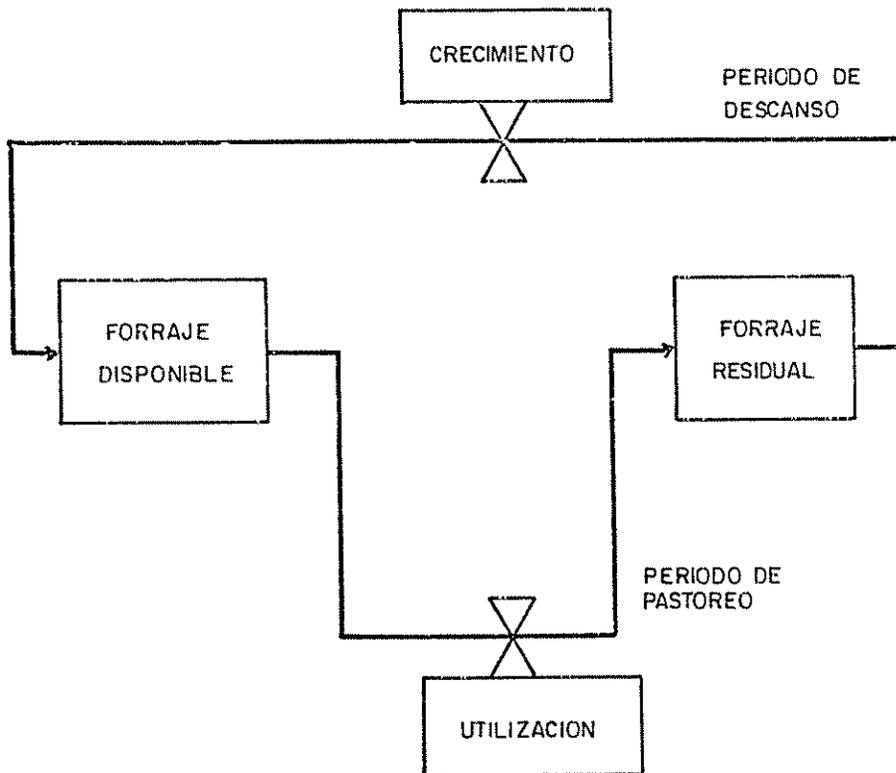


Fig.2 Ciclo de crecimiento y utilización de la pastura

4.1 Forraje residual al inicio del período experimental

La cantidad de forraje residual tendió a aumentar con el período de descanso y la asignación (Figura 3). En la asignación de 10 kg de MS por 100 kg de peso vivo diario la menor cantidad de forraje residual se observó en el período intermedio de descanso. En asignaciones bajas la cantidad de forraje residual fue similar en períodos de descanso de 21 y 49 días y se explica porque en el descanso más corto las plantas adquirieron un hábito más postrado de crecimiento, dificultando la remoción de tejido vegetal durante el pastoreo.

La tendencia presentada en asignaciones altas se explica por una mayor disponibilidad ocasionada por largos períodos de descanso, y confirma las observaciones hechas en otro tipo de pasturas (11, 31, 39).

4.2 Crecimiento

4.2.1 Tasa de crecimiento de la masa total y sus componentes

En el Cuadro 1 se presentan los valores de tasa de crecimiento de la masa total, los cuales variaron entre 16.1 y 44.4 kg de MS/ha/día, los que correspondieron a 21 y 49 días de descanso, respectivamente, dentro de la asignación de 5 kg de MS/100 kg PV diario. Pese a las diferencias amplias entre tratamientos, no fue posible detectar significancia estadística; esto obviamente es debido a la variabilidad alta que mostró este parámetro, que ha sido formado en base a 2 mediciones independientes (ver sección 3.5.2). Resulta de mayor interés el analizar la tasa de crecimiento para los diferentes componentes de la masa total. Cabe hacer notar sin embargo, que este

Cuadro 1. Tasa de crecimiento de la masa total y los componentes por efecto de la asignación y del período de descanso kg MS/ha/día.

Asignación de forraje kg MS/100 kg PV diario	Período de descanso (días)	Masa total Gramíneas	Tallos de gramíneas	Hojas de gramíneas	Hojas de gramíneas de porte alto	Hojas de gramíneas de porte bajo
5	21 ^{1/}	16,1 a				
	49	44,4 a	14,4 a	17,4 b	6,6 b	10,8 b
	77	24,8 a	0,5 a	16,8 b	1,8 b	14,8 ab
10	21 ^{1/}	29,0 a				
	49	37,8 a	-19,2 c	13,2 b	6,0 b	7,2 bc
	77	36,1 a	4,2 a	24,6 a	24,4 a	0,0 c
15	21 ^{1/}	35,2 a				
	49	28,1 a	10,8 a	-15,6 bc	23,4 a	5,4 b
	77	30,3 a	15,6 a	0,3 a	15,0 b	9,0 b

Los valores con igual letra en la misma columna no difieren significativamente al 5% según Duncan.

1/ No se hizo determinación de componentes en muestras seguidos por lo que no aparece la tasa de crecimiento de los componentes para este período.

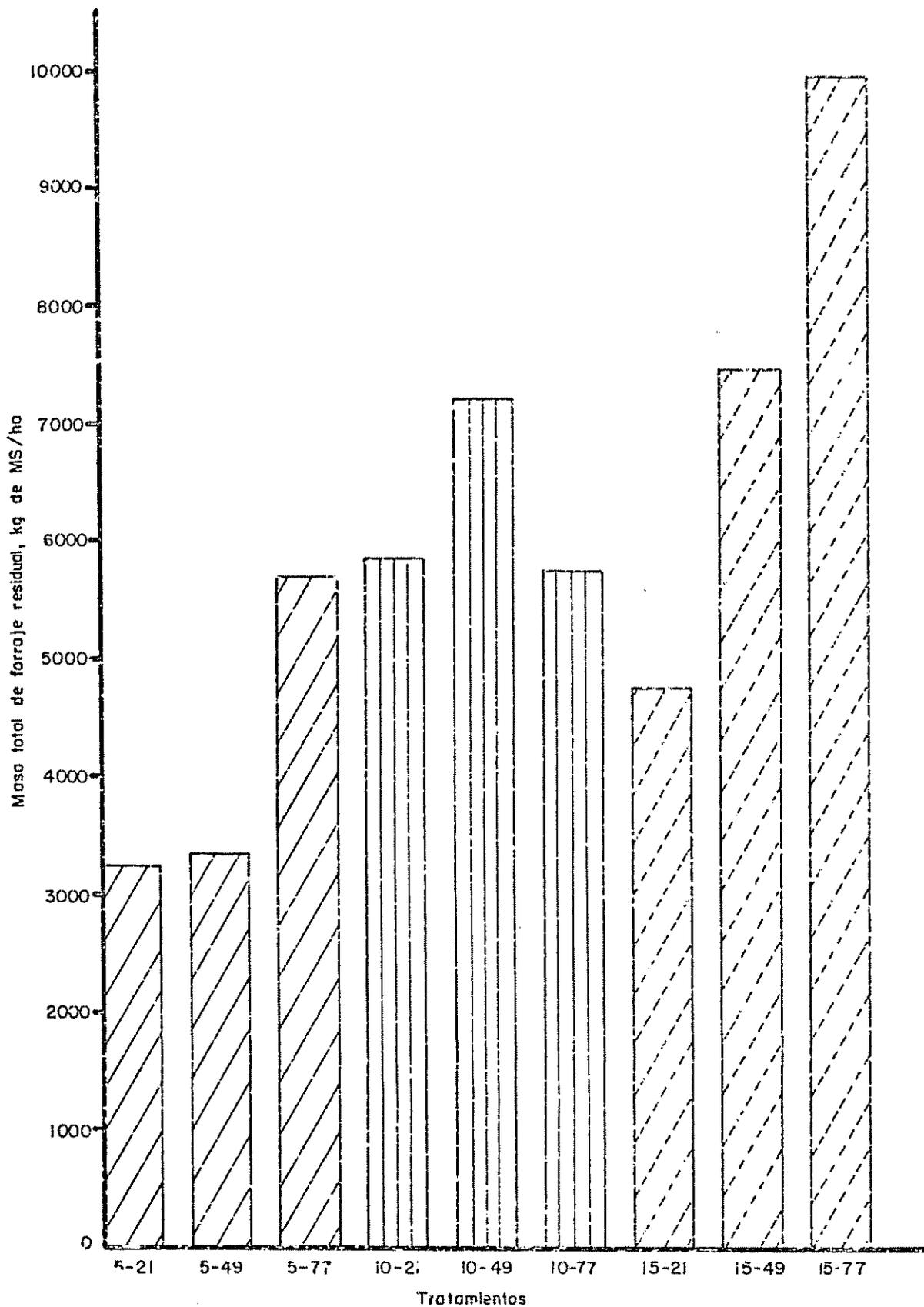


Fig. 3 Efecto de la asignación y el periodo de descanso en la masa total residual en el pastoreo antes del periodo experimental

tipo de información solo está disponible para intervalos de descanso de 49 y 77 días, ya que no se evaluaron pastoreos subsecuentes en los tratamientos que incluían 21 días de descanso.

Las hojas de gramíneas tendieron a responder positivamente ($P < 0,05$) a una mayor asignación cuando el período de descanso fue de 49 días, pero no así en los períodos de descanso más largos. Este comportamiento diferente es probablemente consecuencia de la predominancia de *Hyparrhenia rufa* en este tratamiento a diferencia de otros tratamientos que tenían *Panicum maximum* como especie de porte alto predominante.

No se observa ningún patrón definido de respuesta a los tratamientos para el crecimiento de hojas de gramíneas de porte alto y de porte bajo. En cierta medida el comportamiento errático observado puede explicarse por la proporción de ambos tipos de gramíneas en los tratamientos (Cuadro 2).

Los tallos de gramíneas mostraron valores negativos de crecimiento en los intervalos de 49 días y en las asignaciones más altas, mientras que el crecimiento de tallos fue casi nulo con los descansos más largos; ese comportamiento puede explicarse por las tasas relativas de senescencia de tallos viejos y aparición de tallos nuevos. En los descansos de 49 días, los tallos residuales murieron y este período no fue lo suficientemente largo para permitir la aparición de una cantidad sustancial de nuevos tallos. En el período de 77 días también ocurrió el fenómeno de senescencia, pero nuevos tallos pudieron desarrollarse con el lapso más largo de descanso.

Las hojas de especies de porte alto tuvieron mayor crecimiento en los

Cuadro 2. Composición botánica de la masa disponible por efecto de la asignación y del período de descanso.

Asignación kg MS/100 kg PV diario	Período de descanso días	Gramíneas de porte alto %	Gramíneas de porte bajo %	Milezas más leguminosas %	Total
5	21	0,0	85,9	14,9	100
	49	6,0	81,4	12,6	100
	77	15,4	64,0	19,9	100
10	21	56,3	18,2	25,6	100
	49	44,8	33,7	21,5	100
	77	86,2	5,1	8,8	100
15	21	21,7	39,7	38,6	100
	49	8,6	58,5	32,9	100
	77	44,3	31,8	23,9	100

estratos superiores ($P \leq 0,05$) cuando la asignación fue mayor, mientras que las especies de porte bajo crecieron más en los estratos inferiores (Cuadro 2A). En otras palabras el crecimiento de las hojas de porte alto ocurrió a través de toda la estructura de la planta en la asignación baja mientras que se concentró en los estratos superiores en la asignación alta.

Al comparar los diferentes estratos de la pastura se encontró que el crecimiento varió significativamente entre ellos (Cuadro 3) siendo en promedio la zona comprendida entre los 20 y 40 cm de altura la de mayor actividad tanto para la masa total como para la mayoría de sus componentes. La única excepción está dada en las hojas de gramíneas de porte bajo cuya tasa fue más alta en los primeros 5 cm. Los valores negativos presentados en el estrato 1 (0-5 cm) para la masa total y masa de tallos es explicable por la senescencia de material en este estrato.

4.2.2 Elongación de hojas

En la Figura 4 se representa la elongación de las hojas de gramíneas de porte alto y bajo. Los valores reflejan tanto el número de hojas aparecidas en el área determinada ($0,5 \text{ dm}^2$), como su tamaño individual.

El largo total de hojas aumentó con el descanso y la asignación. La elongación de las hojas de especies de porte alto fue mayor y más sensible a los tratamientos que las especies de porte bajo. Queda aparente en la Figura 4 la menor elongación total alcanzada por las gramíneas de porte alto en los últimos períodos del período experimental con 21 y 49 días de descanso. Esta disminución pudo haberse debido a condiciones ambientales desfavorables (Figura 1) o a un debilitamiento de las plantas por efecto del

Cuadro 3. Tasa de crecimiento de la masa total y sus componentes en los diferentes estratos de altura de la pradera kg MS/ha/día.

Estratos en cm	Masa total	Gramíneas	Hojas de gramíneas	Hojas de gramíneas de porte alto	Hojas de gramíneas de porte bajo
80-160	1,1 ab	1,1 a	0,7 b	0,7 b	0,0 d
40-80	3,5 ab	2,8 a	2,6 ab	2,6 ab	0,0 d
20-40	7,2 a	5,0 a	4,6 a	3,9 a	0,8 cd
5-20	4,8 ab	3,1 a	4,0 a	1,5 ab	2,9 ab
5-10	5,2 a	2,9 a	2,8 ab	1,0 ab	2,0 bc
0-5	-6,0 b	1,5 a	3,6 a	0,1 b	3,6 a

Valores con la misma letra en la misma columna no difieren significativamente al 5% según Duncan.

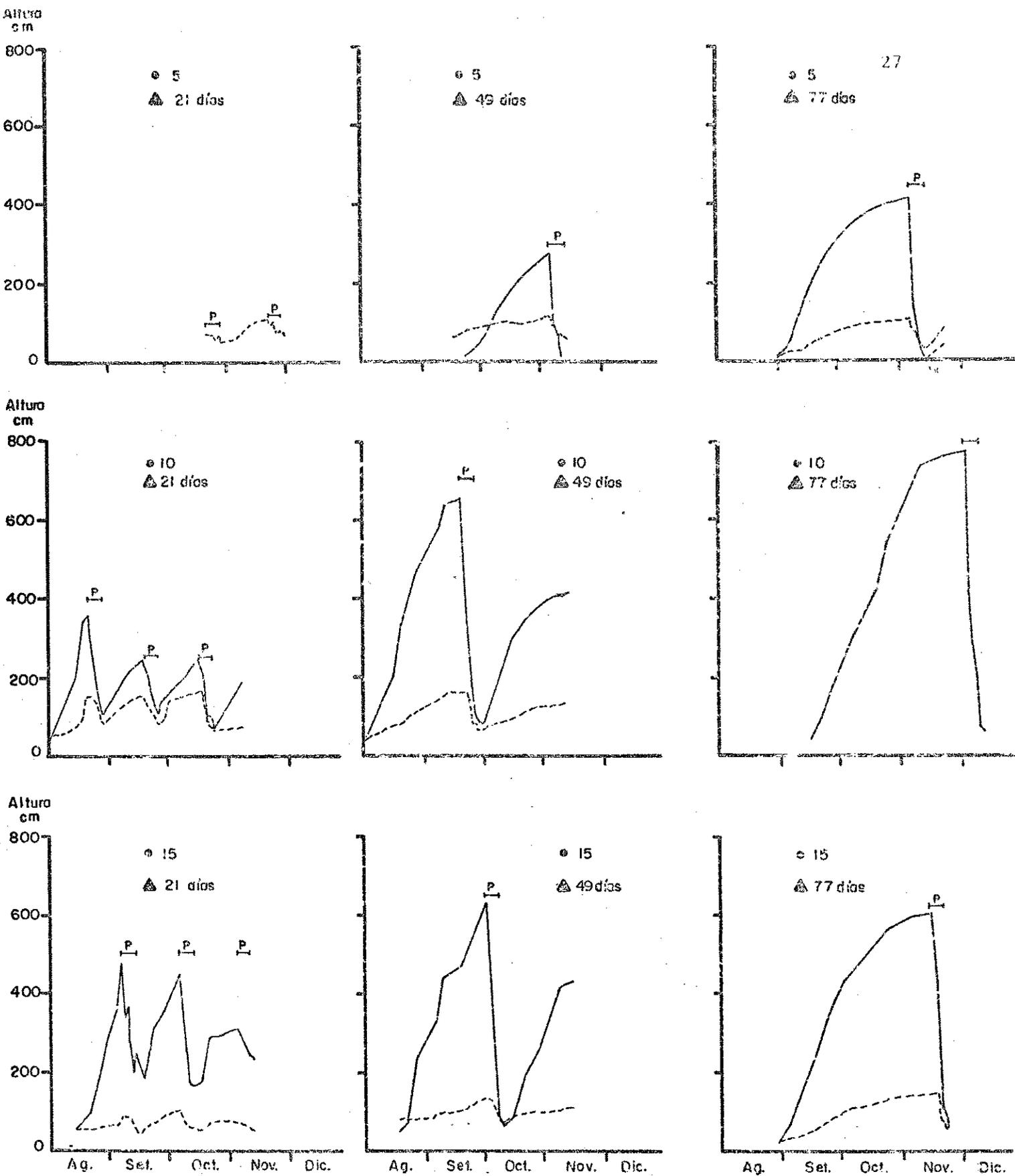


Fig. 4 Efecto de la asignación (●, kg MS/100 kg PV diario) y el período de descanso (▲, días) en la elongación de hojas de especies de porte alto (—) y de porte bajo (---). P, Período de pastoreo

tratamiento.

La tasa diaria de elongación de las hojas de gramíneas de porte alto tendió a disminuir con mayores descansos en las asignaciones más altas (Figura 4 y Cuadro 4) y esta diferencia se debe a la fuerte disminución de la tasa de elongación de hojas en los últimos 21 días en los períodos de descanso más largos. Las gramíneas de porte alto se comportaron en forma similar en el descanso más largo de las tres asignaciones, mientras que su tasa de elongación fue marcadamente inferior con 49 días de descanso en la asignación inferior que en las demás asignaciones. Se puede observar que esa diferencia se debe al comportamiento de estas gramíneas en los primeros 21 días del descanso. En efecto, las gramíneas de porte alto bajo ese tratamiento tuvieron una tasa inferior a cualquier otro tratamiento, pudiendo ese comportamiento deberse a un nivel crítico de reservas.

4.3 Forraje disponible

4.3.1 Masa total y de los componentes

La masa total disponible aumentó significativamente ($P < 0,05$) con la asignación y el período de descanso (Figura 5 y Cuadro 4A) reflejando tendencias similares a las observadas en la masa residual en el pastoreo anterior, vistas en la Figura 3. El patrón observado confirma los resultados encontrados en la misma pastura (17, 20, 43), en pasto estrella (32) y en asociación Kutzú pasto Ruzi (58).

La variación de la masa total con los tratamientos, se explica en gran

Cuadro 4. Tasa de elongación de hojas de gramíneas de porte alto por efecto de la asignación y del período de descanso.

Asignación kg MS/100 kg PV diario	Período de descanso días	Total de elongación cm/día/0,5 cm ²		
		Período total	Primeros 21 días	Ultimos 21 días
5	49	6,6	6,9	5,5
	77	6,6	12,1	2,5
10	21	14,8	14,8	14,8
	49	11,3	15,0	6,2
	77	9,5	12,1	1,7
15	21	13,3	13,3	13,3
	49	11,4	12,4	7,5
	77	8,8	11,7	1,4

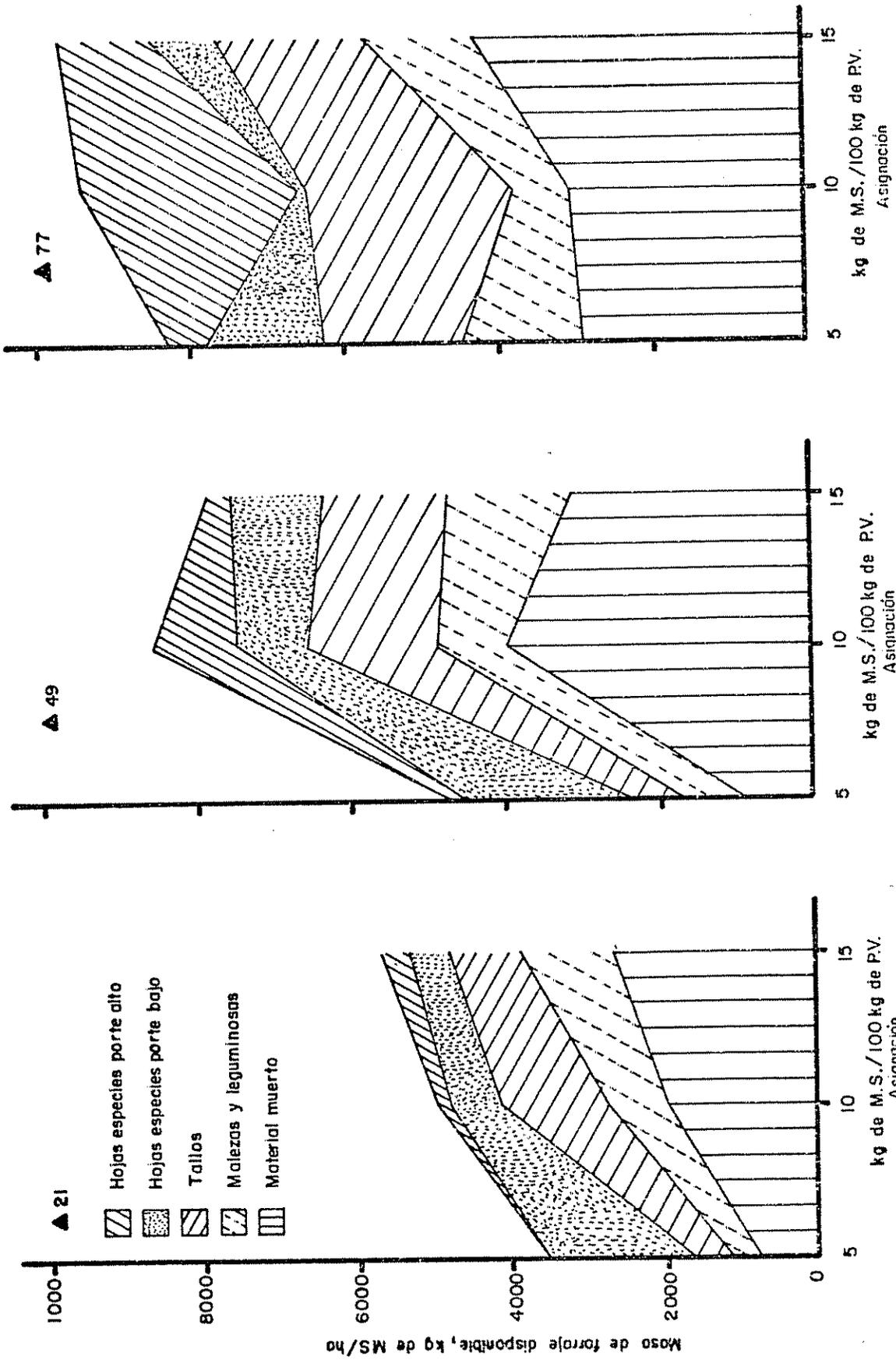


Fig. 5 Efecto de la asignación y el periodo de descanso (▲ días) sobre la masa total y sus componentes

parte por los cambios observados de la cantidad de material muerto (Figura 5). Esto puede explicarse porque en asignaciones bajas la intensidad del pastoreo induce a la planta a la formación de macollos nuevos, mientras que en asignaciones altas este mecanismo se reduce y, hay una mayor acumulación de material muerto proveniente de macollos fisiológicamente más viejos. Por otra parte la mayor acumulación de material muerto en los descansos más largos se debe a que la pradera ha alcanzado un equilibrio, en el que la aparición de hojas nuevas se acompaña de la muerte de las hojas inferiores (27, 41). Los demás componentes tomados como un todo, no variaron significativamente con la asignación, pero sí aumentaron cuando el descanso se hizo mayor. La masa de tallos aumentó entre 5 y 10 kg MS/100 kg de PV diario y también aumentó entre descansos de 21 y 49 días, pero no varió notablemente entre 10 y 15 kg MS/100 kg de PV diario, ni entre 49 y 77 días. La masa de hojas de gramíneas de porte alto respondió positivamente a mayores descansos y a mayores asignaciones, mientras que la masa de hojas de gramíneas de porte bajo se hizo menor entre 5 y 10 kg MS/100 kg de PV diario.

4.3.2 Distribución vertical

En la Figura 6 se describe la distribución vertical de la masa de gramíneas, la que queda representada en forma proporcional a la superficie de cada estrato en los diagramas. La altura y la masa de gramíneas aumentó con el período de descanso. Los estratos arriba de los 5 cm variaron más sensiblemente que el estrato inferior (0-5 cm) como consecuencia de los tratamientos, a pesar de que en este último se encontró la mayor densidad de material y la mayor concentración de la masa de gramíneas. Este varió

entre un 87 por ciento para los tratamientos de mayor intensidad y un 56 por ciento para los de menor intensidad, y estuvo ligada a la presencia de especies de porte bajo en los tratamientos más intensivos. Maceira y Verona (34) reportaron tendencias similares en un ecosistema diferente. La distribución de la masa de gramíneas dependió en mayor medida de la asignación. Las asignaciones bajas aumentaron la densidad de los estratos inferiores y redujeron la altura de la pastura, lo que corrobora lo encontrado por Chacón *et al* (12).

Son notables las diferencias que se observan en estructura cuando se comparan combinaciones extremas de asignación y descanso. Estas diferencias pueden atribuirse a cambios en la composición florística expresada en términos de la relación entre especies de porte alto y especies de porte bajo (Cuadro 2) y a cambios en la morfología de las especies. En la Figura 6 se observa por ejemplo, que las gramíneas de porte alto adquirieron un hábito más postrado de crecimiento a medida que los períodos de descanso se hicieron más cortos, en forma independiente de la asignación. Por el contrario las gramíneas de porte bajo se hicieron más postradas en respuesta a la asignación principalmente (29, 45).

4.3.3 Densidad

La densidad de la masa de hojas de gramíneas disminuyó significativamente ($P < 0,05$) con la asignación y el período de descanso (Figura 7). Estas tendencias difieren de lo observado por Stobbs (46, 47), pero los valores observados se encuentran en un rango similar a los señalados por este autor. La densidad de hojas disminuyó fuertemente con la altura de las

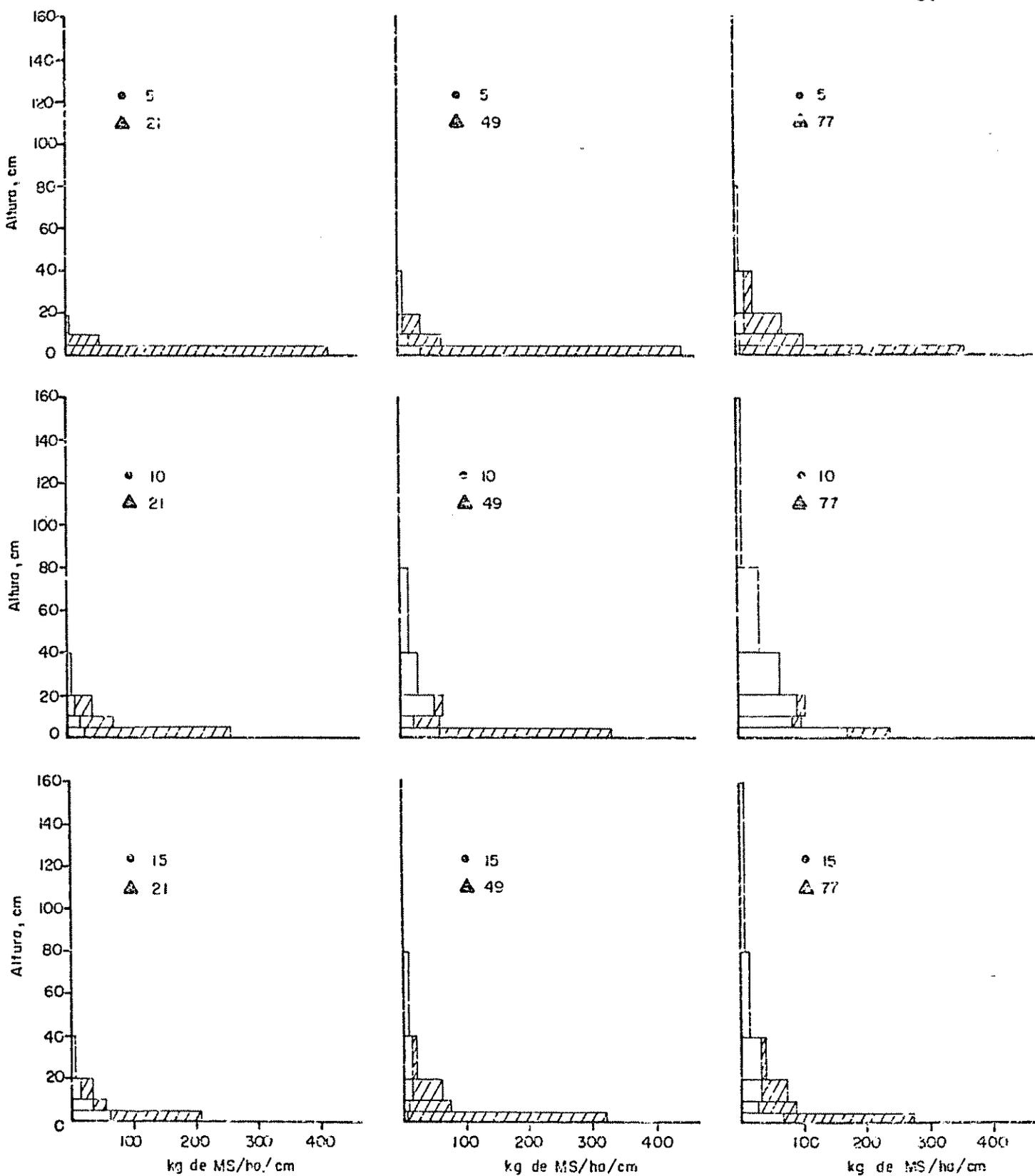


Fig. 6 Efecto de la asignación y el período de descanso, en la distribución vertical de la masa de gramíneas de porte alto □ y de porte bajo ▨. ●, Asignación de forrajes, kg de MS/100kg de PV
 ▲, Período de descanso, días

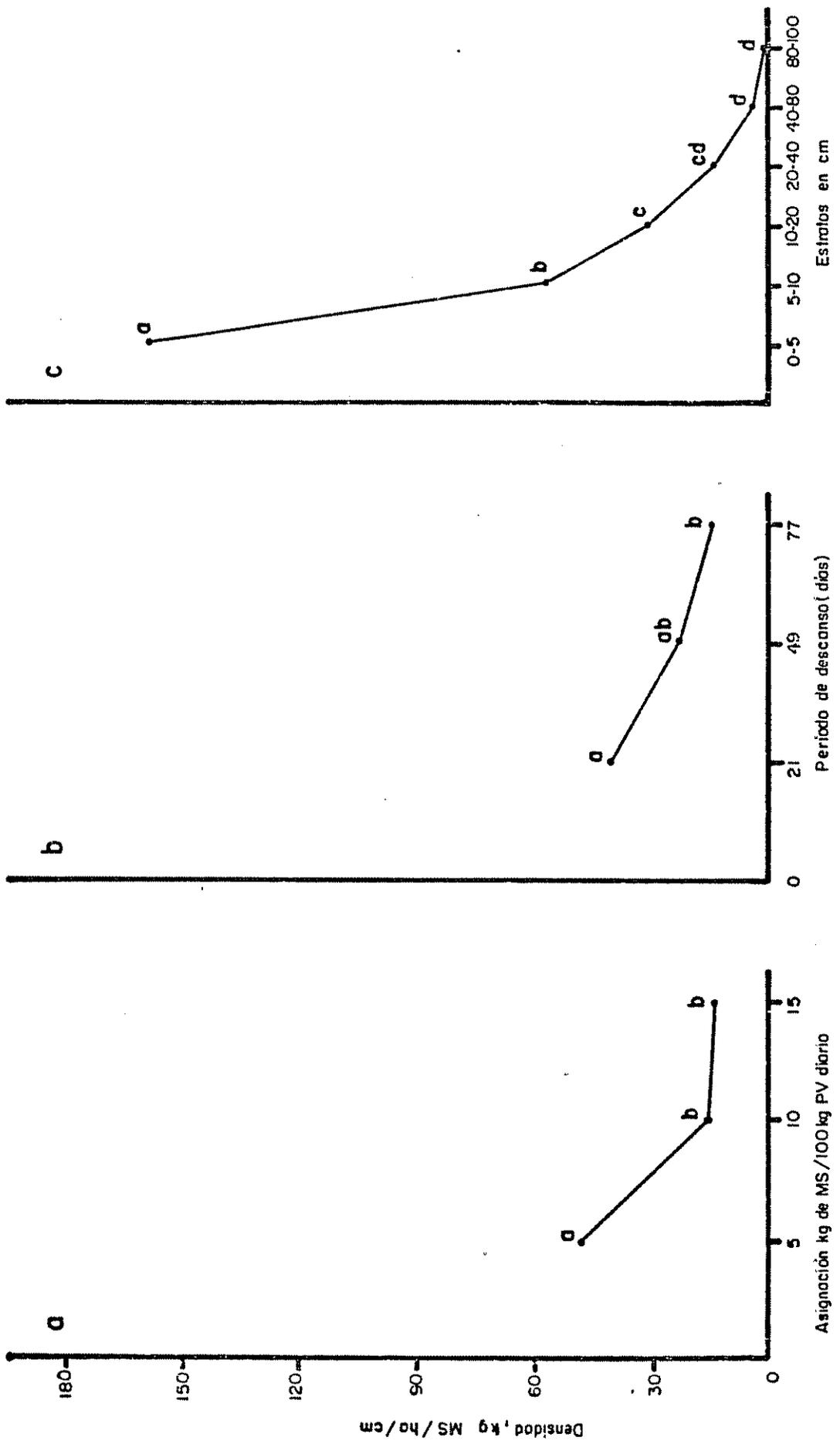


Fig.7 Densidad de las hojas de gramíneas por efecto de la asignación (a), del período de descanso (b) y los estratos (c)

plantas y los valores del estrato inferior se explican por la densidad de las gramíneas de porte bajo (Cuadro 5). La densidad de las gramíneas de porte alto también tendió a aumentar ($P < 0,05$) en los estratos inferiores de la pradera, aunque en menor grado que las gramíneas de porte bajo. Los valores generalmente inferiores de las plantas de porte alto, deben tomarse con precaución porque están afectados por la baja proporción de esas especies en la pradera; de haberse podido medir el área basal ocupada efectivamente por las gramíneas de porte alto es muy probable que su densidad hubiera sido mayor.

4.4 Utilización

4.4.1 Consumo

En la Figura 8 se presentan los consumos estimados por la técnica de relación. En general éstas fueron superiores a 2.6 kg de MS/100 kg de FV/día y tendieron a ser mayores con asignaciones altas y períodos de descanso intermedios y largos, y a disminuir ($P < 0,05$) con asignaciones altas y períodos de descanso cortos. Los valores son semejantes a los encontrados en pasto Guinea (5, 56), y las tendencias observadas en este ensayo son similares a los encontrados para otro tipo de pasturas (6, 7).

Los valores de consumo en asignaciones altas y períodos de descanso cortos, que resultaron ser menores que los alcanzados con la misma asignación y períodos largos, pudieron deberse a una mayor proporción de material muerto en el forraje disponible, teniendo como consecuencia de que los novillos se

Cuadro 5. Densidad de la masa de hojas de gramíneas de porte alto y porte bajo en los diferentes estratos de la pradera, kg MS/ha/ cm.

Estratos en cm	Hojas de gramíneas	Hojas de gramíneas de porte alto	Hojas de gramíneas de porte bajo
80-160	0,9 c	0,9 d	0,0 d
40-80	5,0 c	5,0 cd	0,0 d
20-40	13,0 c	9,1 bc	2,5 cd
10-20	30,3 b	10,8 abc	16,8 c
5-10	42,3 b	13,4 ab	33,0 b
0-5	157,3 a	13,9 a	141,1 a

Valores con la misma letra en la misma columna no difieren significativamente al 5% según Duncan.

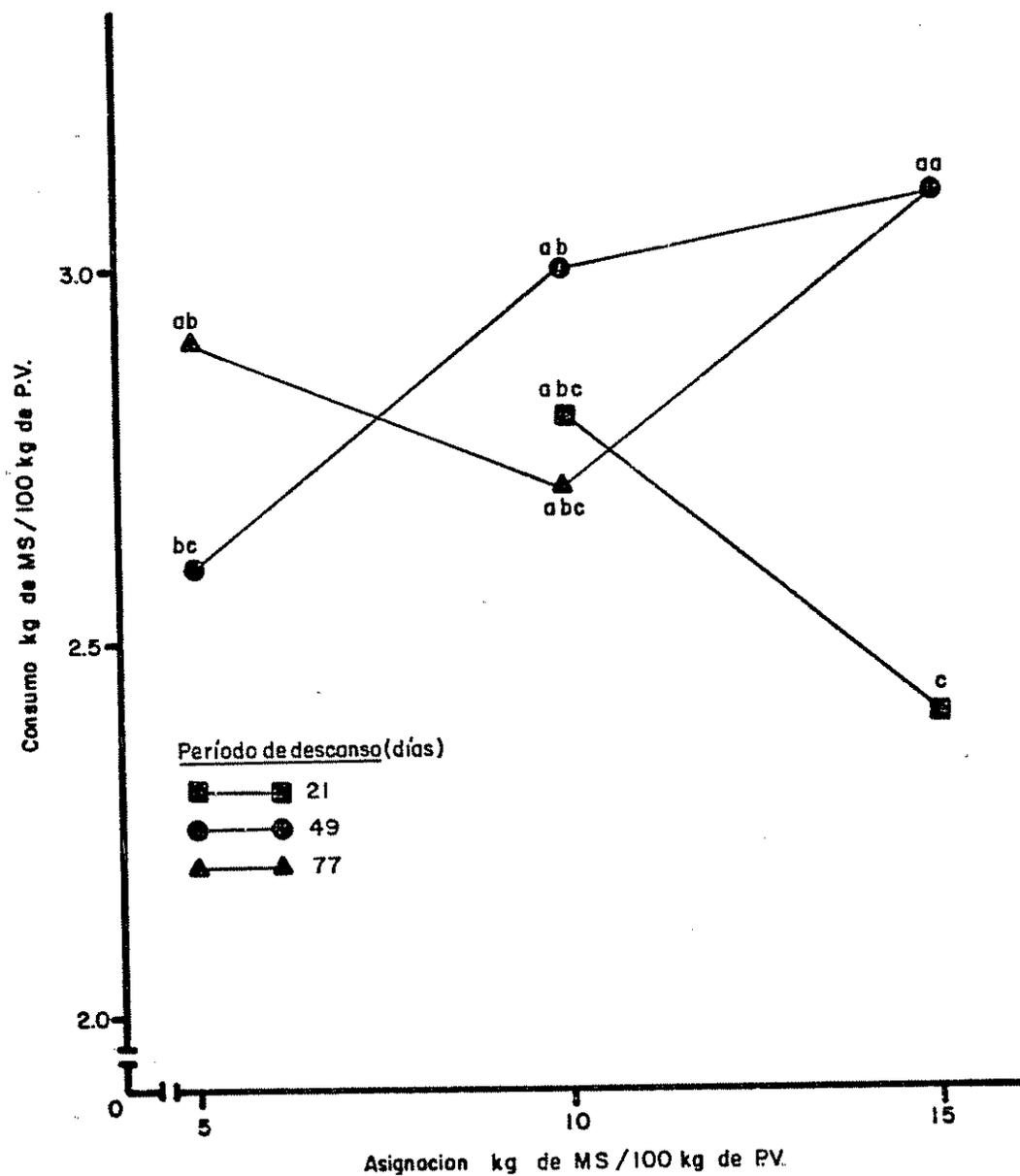


Fig. 8 Efecto de la asignación y del período de descanso sobre el consumo de novillos a pastoreo

vieron forzados a ejercer una mayor selección (24).

Los mayores consumos obtenidos en los tratamientos con asignaciones altas y períodos de descanso intermedios y largos, podrían atribuirse a que en esos tratamientos se presentó una mayor disponibilidad de material verde y que por tanto, el consumo no estuvo restringido; sin embargo, esta explicación no pudo ser apoyada por los datos, pues cuando se relacionaron con el consumo las cantidades de material disponible de cada componente, no fue posible detectar ninguna tendencia (Figura 9).

Es probable entonces que el consumo haya estado determinado por otras características de la pastura, como puede ser la estructura. En este sentido se vió en la Figura 6 que con los tratamientos de uso menos intenso (asignaciones altas y períodos de descanso intermedios y largos), hubo una mayor proporción de forraje disponible en los estratos superiores (por encima de los 20 cm), lo cual pudo haber facilitado el consumo por los bovinos. Además con esta estructura es probable que el tamaño de bocado haya sido mayor y consecuentemente se haya incrementado la tasa de consumo (25, 47, 48). Los datos del presente trabajo refuerzan más la hipótesis de que el consumo en pastoreo está determinado por características de estructura de la pastura (47, 48) antes que por la disponibilidad *per se* (21).

En el Cuadro 6 se comparan los niveles de consumo estimados tanto por el método agronómico como por el método de indicadores, para los diferentes tratamientos. En términos generales, el método agronómico subestimó ($P < 0,05$) el consumo estimado por el método de indicadores; es más, los niveles de consumo estimados por el método de indicadores resultan lógicos

Cuadro 6. Comparación entre consumo estimado por el método agronómico y por el método de indicadores (kg MS/100 PV diario).

Asignación (kg MS/100 PV/día)	Período de descanso días	Indicador		Agronómico	
		Pastoreo 1	Pastoreo 2	Pastoreo 1	Pastoreo 2
5	21	-	-	0,5	0,3
	49	2,7	2,5	1,7	1,8
	77	3,3	2,7	1,1	1,0
10	21	3,0	2,7	-4,6	-2,4
	49	2,9	3,1	2,2	6,2
	77	2,8	2,5	6,4	8,6
15	21	2,3	2,5	-1,8	1,7
	49	3,4	2,8	1,0	0,5
	77	3,2	3,0	5,8	4,4

con base en los datos de la literatura (5), mientras que muchos de los valores estimados por el método agronómico resultan irreales (consumos negativos o consumos superiores a 4 kg MS/100 kg PV/día). Estas observaciones refuerzan la conveniencia del uso del método de indicadores para la estimación del consumo en pastoreo, en lugar de usar el método agronómico.

4.4.2 Digestibilidad *in vitro* del forraje seleccionado por los animales

La digestibilidad *in vitro* del forraje seleccionado por los animales varió entre 51,0 y 54,5 por ciento (Figura 10) y mientras que se esperaba una relación positiva entre digestibilidad y consumo (7), en este caso no existió tal relación. Esto puede deberse al pequeño rango de valores observados de consumo y digestibilidad.

4.4.3 Grado de defoliación

El grado de defoliación fue generalmente mayor en asignaciones bajas (Cuadro 7) para todos los componentes, tendencia que viene a confirmar lo reportado por Coimbra (14), Galaviz (17) y González (20).

El grado de defoliación fue mayor en los tratamientos con los períodos de descanso más largos aunque no significativamente. Esta tendencia que refleja en cierto grado un mayor consumo por efecto de una más alta disponibilidad, también puede ser explicada por una mayor destrucción del forraje disponible, cuando este se encuentra en grandes cantidades en la pradera. Es notable la tendencia de un mayor grado de defoliación de las gramíneas

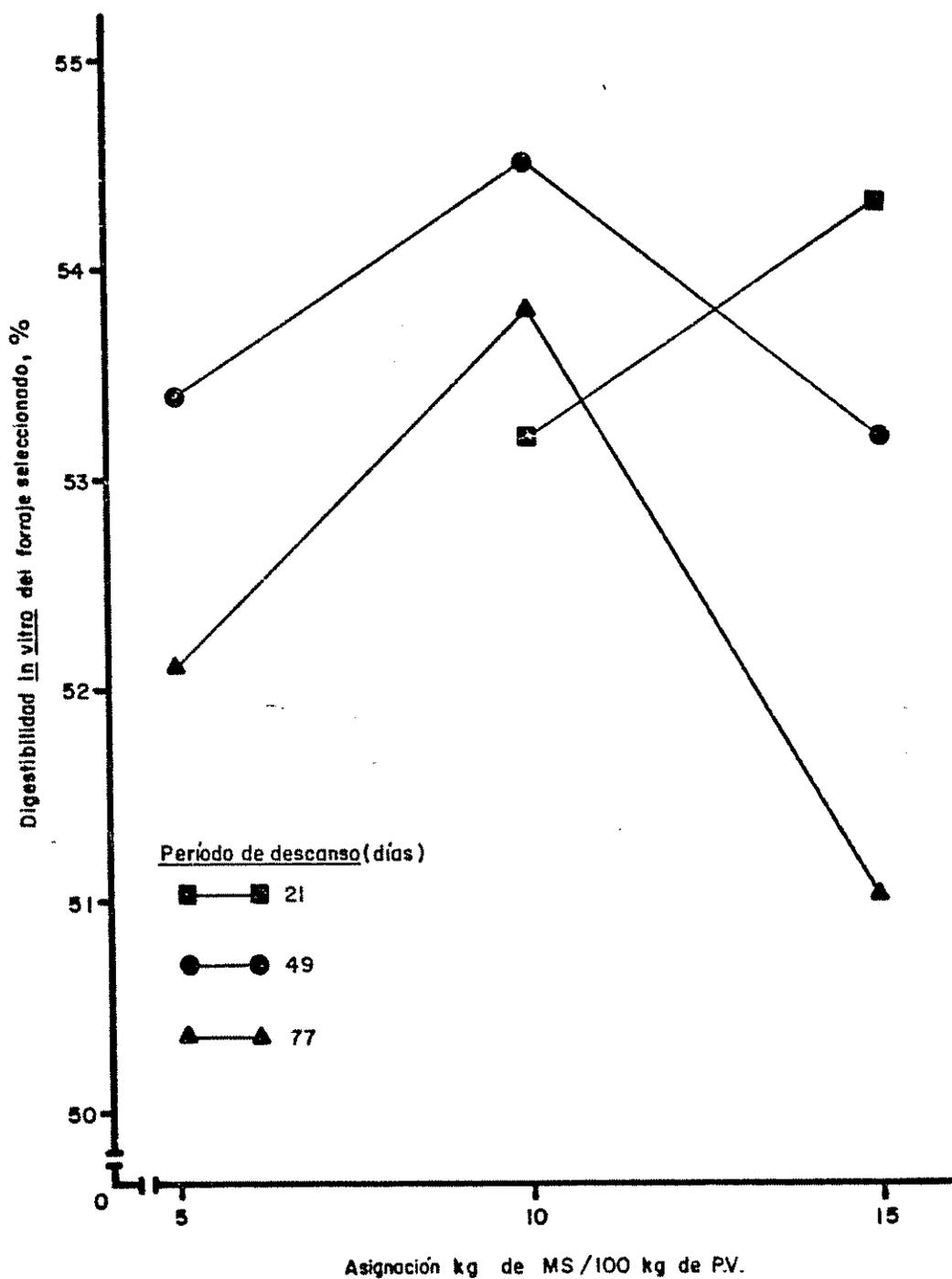


Fig. 10 Efecto de la asignación y del período de descanso en la digestibilidad in vitro del forraje seleccionado por los novillos

Cuadro 7. Grado de defoliación de la masa total y sus componentes por efecto de la asignación y del período de descanso (%).

Asignación Kg de MS/100 kg de PV/diario	Masa total	Gramíneas	Hojas de gramíneas	Hojas de gramíneas de porte alto	Hojas de gramíneas de porte bajo
5	20,0 a	60,0 a	67,0 a	97,0 a	51,0 a
10	15,0 a	42,0 a	61,0 a	67,0 a	23,0 a
15	1,0 a	22,0 a	61,0 a	63,0 a	44,0 a
<hr/>					
Período de descanso días					
21	-10,2 a	35,0 a	47,0 a	68,0 a	26,0 a
49	13,5 a	30,4 a	64,0 a	54,0 a	50,0 a
77	26,1 a	47,0 a	73,0 a	87,0 a	43,0 a

Valores con la misma letra en la misma columna no difieren significativamente al 5% según Duncan.

de porte alto que de las gramíneas de porte bajo, indicando que los bovinos estuvieron seleccionando activamente las especies de porte alto y confirmando observaciones casuales de su comportamiento a pastoreo. Por otra parte, el menor grado de defoliación de las especies de porte alto, en los descansos más cortos es otra indicación, de que la morfología de esas plantas había cambiado (Figura 6), y no permitía que los bovinos consumieran una mayor proporción del forraje disponible.

El grado de defoliación fue mayor ($P \leq 0,05$) para los estratos superiores de la pastura, en todos los componentes (Cuadro 8), tendiendo siempre a ser menor para la masa total debido a la presencia de material muerto que limitó su consumo. El grado de defoliación alcanzado en los estratos superiores superó en gran medida a lo reportado en una pradera de *Setaria* (11).

En general existió una relación inversa ($r = -0,60^*$) entre el grado de defoliación y la densidad de los diferentes estratos. En otras palabras, el hecho de que los estratos inferiores tuvieran una densidad muy elevada de la masa disponible no significó que su grado de defoliación fuera mayor, sino más bien lo contrario. Esto puede reflejar diferencias en preferencia por parte de los bovinos para las diferentes gramíneas, encontrándose las especies de menor palatabilidad precisamente en los estratos bajos. Por otra parte puede ocurrir también que los estratos inferiores por la misma estructura de la pradera se encuentren fuera del alcance de los bovinos, tal como ocurrió en el tratamiento más intensivo de este experimento.

Cuadro 8. Grado de defoliación de la masa total y sus componentes por estrato, %.

Estratos en cm	Biomasa total	Gramíneas	Hojas de gramíneas	Hojas de gramíneas de porte alto	Hojas de gramíneas de porte bajo
80-160	93,0 a	93,0 a	100,0 a	100,0 a	---
40-80	52,9 a	86,0 a	98,0 a	96,0 a	100,0 a
20-40	50,0 a	57,0 a	84,0 a	77,0 b	77,0 a
10-20	16,0 ab	36,0 ab	56,0 b	49,0 c	57,0 a
5-10	10,0 ab	34,0 ab	45,0 b	72,0 b	37,0 a
0-5	-1,0 ab	10,0 b	25,0 b	38,0 c	2,0 a

Valores con la misma letra en la misma columna difieren significativamente al 5% según Duncan.

4.4.4 Carga animal

Las cargas animales que resultaron de las combinaciones de tratamientos aparecen en la Figura 11, en donde se observa que a medida que aumentó la asignación y el período de descanso, la carga disminuyó. Las mayores cargas obtenidas con asignaciones bajas y períodos cortos de descanso se explican por la definición de niveles fijos de asignación de forraje por unidad de peso y por ciclo más corto de pastoreo.

Los valores obtenidos son ligeramente superiores a los encontrados por Galaviz (17) ya que se utilizó la masa total de forraje disponible desde el nivel del suelo para determinar el peso de novillos necesarios para cubrir una determinada asignación y no arriba de 5 cm como se hizo anteriormente.

4.5 Forraje residual al final del período experimental

Después de que la pradera hubiera experimentado los procesos de crecimiento y utilización de dos pastoreos se encontró que la masa total residual fue mayor en asignaciones altas y períodos de descanso largos (Figura 12); siguiendo tendencias similares a lo observado antes de que se iniciara el período experimental (Figura 3), lo que permite inferir que la pradera había alcanzado cierto estado de equilibrio por efecto de los tratamientos.

La masa de hojas residuales de gramíneas siguió una tendencia inversa a la observada para la masa total residual. En efecto, la asignación más baja se caracterizó por tener una gran cantidad de hojas residuales de gramíneas de porte bajo; lo que vuelve subrayar la incapacidad de los bovinos de cosechar hojas en estratos inferiores cuando la pradera tiene una forma muy posturada de crecimiento.

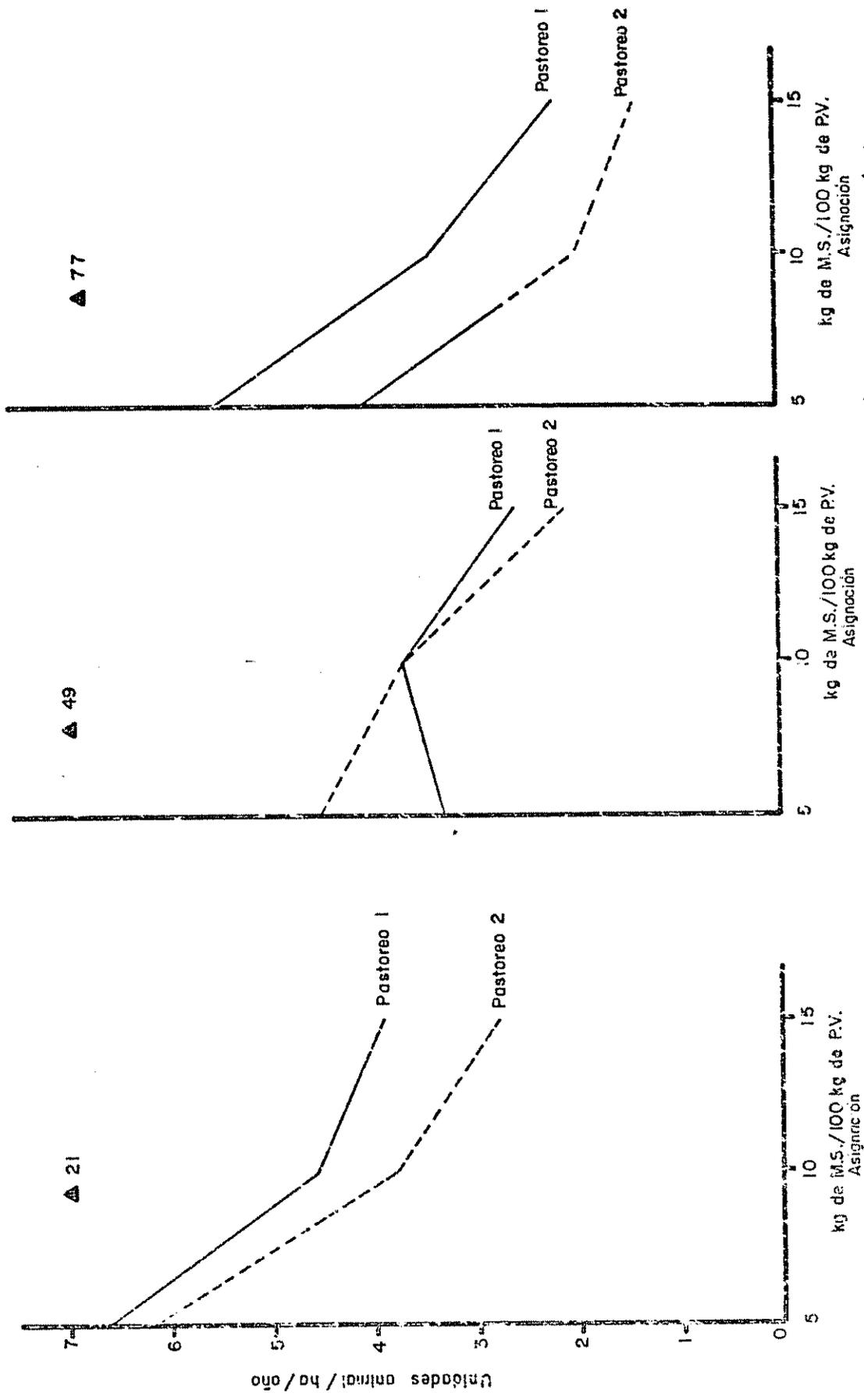


Fig. 1.1 Efecto de la asignación y del período de descanso en la carga animal ▲ Período de descanso (días)

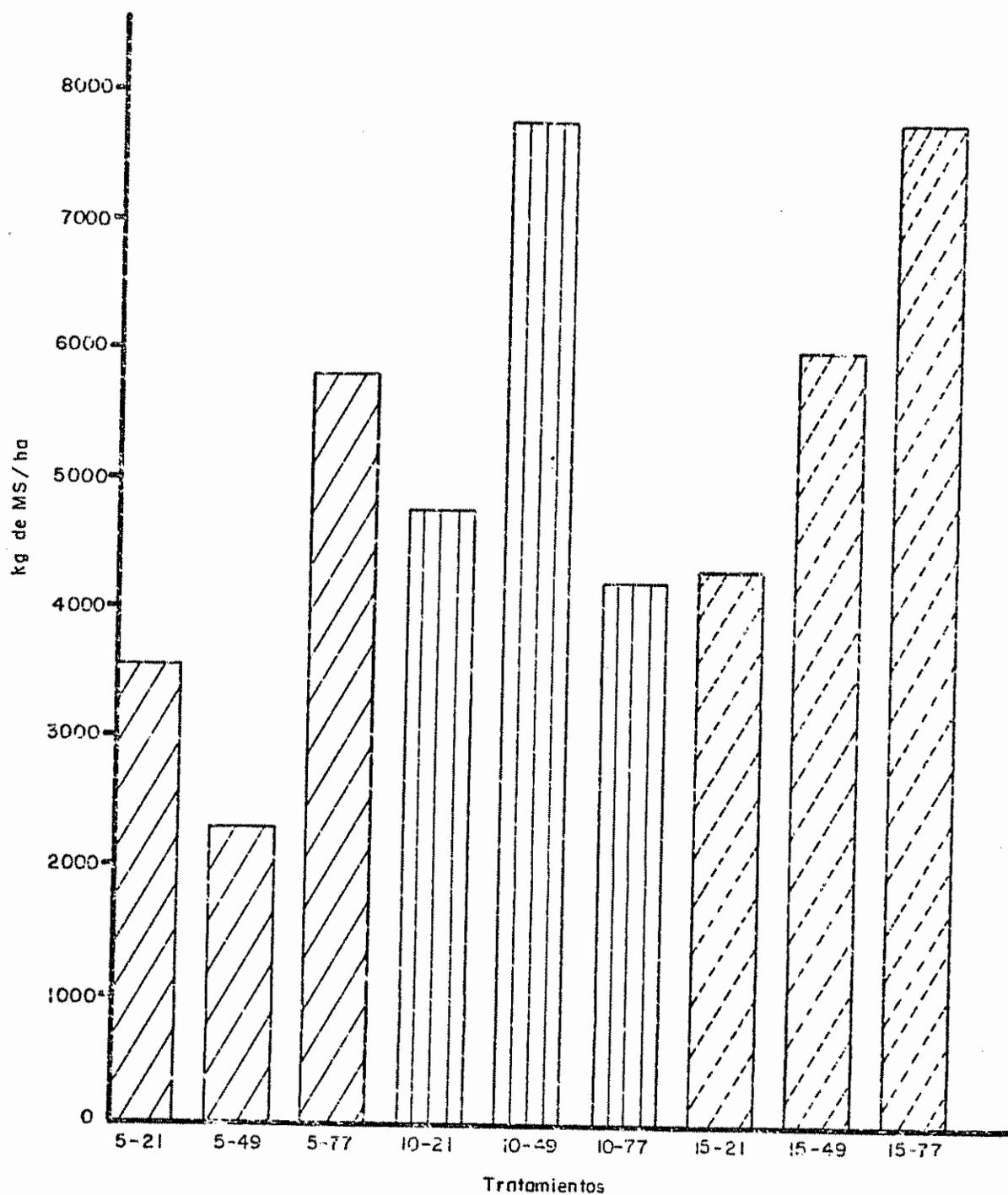


Fig. 12 Efecto de la asignación y del período de descanso en la masa total residual en el pastoreo después del período experimental

5. DISCUSION GENERAL

Se van a analizar a continuación primero las interacciones entre las especies que componen el pastizal y su respuesta diferencial a los tratamientos y segundo las relaciones entre las características de la pradera y el consumo individual.

Las gramíneas de porte alto respondieron sensiblemente a los tratamientos, mostrando una respuesta positiva a mayores asignaciones y mayores descansos a lo menos hasta los niveles intermedios de estos factores. No solamente las gramíneas de porte alto mostraron más potencial para crecimiento que las gramíneas de porte bajo, sino que también fueron preferidas y defoliadas en mayor grado durante el pastoreo. Generalmente una interacción entre las especies y las respuestas a los tratamientos se manifestó cuando las especies de porte alto fueron favorecidas por tratamientos leves, mientras que las especies de porte bajo parecieron responder a los manejos más intensivos. Es importante sin embargo recalcar la menor magnitud de la respuesta de especies de porte bajo a los tratamientos, lo que dejaría pensar que pueden acomodarse a cualquier tipo de manejo.

Otra manifestación de las interacciones mencionada arriba fue que las especies de porte alto tendieron, cuando la intensidad de pastoreo le dió la oportunidad, a tener su masa de forraje disponible en estratos más altos que las plantas de porte bajo. Esa característica explica en parte el mayor grado de defoliación de las especies de porte alto ya que, en general los estratos superiores fueron más defoliados que los inferiores.

Fue particularmente evidente la diferencia entre las gramíneas en cuanto a la tasa de elongación y desaparición de sus hojas. Tal vez estas diferencias no correspondan a variaciones de masa total de forraje de similar amplitud, porque solamente se consideraron las hojas a las que se determinó el largo y no el ancho ni el peso específico. Estos parámetros podrían haber variado entre especies y reducir algo las diferencias de tasas de elongación. Cabe notar sin embargo que las hojas son el órgano principal de la fotosíntesis y también representan el componente de la pastura de más interés del punto de vista nutricional. Un parámetro, que habría sido de primera importancia determinar para asegurar una mejor comparación entre las gramíneas, es el área basal ocupado por cada una de ellas. En efecto los valores de tasa de crecimiento y densidad estuvieron afectados por las proporciones variables de gramíneas de porte alto en los diferentes tratamientos. También habría sido de interés conocer el área basal, para relacionar los datos de elongación de hojas con los datos de producción de materia seca.

El resultado más notable de los tratamientos sobre la pradera fue la variación en la masa de forraje disponible. Sin embargo se observó que la fracción que se podría llamar "comestible" no siguió el mismo patrón que la masa total disponible. En efecto una proporción cuantiosa de la masa total correspondió a material muerto y tallos elongados. Por otra parte una fracción importante de la masa total disponible se encontraba en los estratos inferiores de la pradera, los que resultaron ser menos accesibles a la acción del pastoreo. El resultante fue que a niveles similares de asignación, se incrementó la presión sobre la fracción "comestible" de la pradera al contrario de lo que la mayor disponibilidad dejaba esperar. Otro factor que tal

vez limitó el aprovechamiento de las mayores cantidades de forraje disponible, fue la disminución de la densidad de hojas constatada en esos tratamientos. Estas circunstancias justifican de cierto modo la poca variación observada en el consumo, el que tal vez solo haya respondido a una ubicación más favorable del forraje comestible dentro de la pradera. A pesar de las grandes diferencias observadas en la estructura de este tipo de pastura, los bovinos aparentemente no encontraron suficiente material para seleccionar en las condiciones de utilización liviana o tal vez fueron muy eficientes en aprovechar la pastura, bajo los manejos más intensivos.

Vale la pena recordar que la falta de respuesta en el consumo ocurrió bajo condiciones variables de carga (entre 2 y 4 UA/ha), cuando la respuesta esperada hubiera sido una marcada disminución del consumo en las cargas más elevadas. Sin embargo, al juzgar con base en el tratamiento más intensivo de este experimento, cuando la carga sobrepasó a los 6 UA/ ha, el consumo individual fue efectivamente muy limitado. En todo caso los consumos medidos en los demás tratamientos dejan suponer, que la carga no jugó un papel preponderante al menos durante el período experimental observado.

En conclusión los resultados de este experimento sugieren que entre el tratamiento más intensivo, en el que la producción y la utilización de la pradera se ve fuertemente limitada, y el tratamiento más liviano, en el que la producción y la calidad de la pradera se ven algo afectadas, los factores de manejo no juegan un papel decisivo sobre la productividad de este tipo de praderas. Es probable que esta respuesta se deba en gran parte a la alta proporción de especies nativas en ellas. Se sugiere por lo tanto, proseguir

con estudios conducentes a la determinación del producto animal bajo cualquiera de los tratamientos intermedios estudiados en este experimento, y tomando como mayor fuente de variación la proporción inicial de gramíneas de porte alto en la pradera.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

1. Las plantas de porte alto respondieron más que las de porte bajo a los tratamientos en particular al período de descanso y su potencial de crecimiento posiblemente es mayor.
2. Al disminuir la intensidad de uso de la pradera, aumentó la masa de forraje total disponible, mientras que la fracción del forraje potencialmente utilizable por los animales fue relativamente insensible a los tratamientos.
3. El consumo no tuvo una relación clara con los tratamientos ni con las principales características de la pradera.

6.2 Recomendación

1. Después de cuatro años de estudio de los factores de manejo sobre la productividad, persistencia y utilización de la pradera naturalizada, se recomienda determinar su potencial de producción animal, bajo diferentes proporciones iniciales de gramíneas de porte alto.

7. BIBLIOGRAFIA

1. AGUIRRE, A. V. Estudios de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CTEI, 1971. 139 p.
2. ALDER, F. E. y MINSON, D. J. The herbage intake of cattle grazing lucerne and cocksfoot pastures. *Journal of Agriculture Science* 60(1): 359-369. 1963.
3. ALFONSO, A., VALDES, L. R. y DUQUESNE, P. Evaluación comparativa de tres gramíneas en pastoreo con añojos. *Pastos y Forrajes, (Cuba)* 4(3): 345-358. 1981.
4. ALLISON, C. D. Forage intake of cattle as affected by stocking pressure. *Dissertation Abstracts International (B)* 40(2):521E. 1979.
5. ANRIQUE, R. Consumo de pasto guinea (*Panicum maximum*) y pangola (*Digitaria decumbens*) por bovinos en pastoreo directo a diferentes edades y pesos corporales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1969. 54 p.
6. BAKER, R. D., ALVAREZ, F. y LE DU, L. The effect of herbage allowance upon the herbage intake and performance of suckler cows and calves. *Grass and Forage Science* 36(3):189-199. 1981.
7. BAKER, R. D., LE DU, L. P. y ALVAREZ, F. The herbage intake and performance of set-stocked cows and calves. *Grass and Forage Science* 36(3):201-210. 1981.
8. BLASER, R. E. Stobbs memorial lecture 1981: Integrated pasture and animal management. *Tropical Grasslands* 96(1):9-24. 1982.
9. BROWN, R. H. y BLASER, R. E. Leaf area index in pasture growth. *Herbage Abstracts* 38(1):1-8. 1968.
10. BRYANT, A. M., COOK, M. A. S. The importance of amount of pasture offered in early lactation. *In Ruakura Farmers Conference, 29th, New Zealand, 1977. Proceedings. New Zealand, Ministry of Agriculture and Fisheries, 1977. Compendiado en: Herbage Abstracts* 4(1): 3949. 1978.
11. CHACON, E. y STOBBS, T. H. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behaviour of cattle. *Australian Journal of cattle. Australian Journal of Agriculture Research* 27(5):709-727. 1977.

12. CHACON, E. y STOBBS, T. H. y SANGLAND, R. L. Estimation of herbage consumption by grazing cattle using measurements of eating behaviour. *Journal of the British Grassland Society* 31(2):81-87. 1976.
13. _____. STOBBS, T. H. y DALE, M. B. Influence of sward characteristics on grazing behaviour on growth of hereford steers grazing tropical grass pasture. *Australian Journal of Agricultural Research* 29(1): 89-102. 1978.
14. COIMPERA, E. Comportamiento de la asociación de Kudzú tropical (*Pueraria phaseoloides*, (Roxb) Benth) y pasto Ruzi *Brachiaria ruziziensis*, Germ, Eward) bajo el efecto de diferentes intervalos de descanso y presiones de pastoreo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1979. 96 p.
15. CONWAY, H. G. Voluntary intake and stocking rate equivalents for grazing cattle. *Irish Journal of Agricultural Research* 12(2):193-202. 1973.
16. CZRNOCKY, J., SIBBAL, D. P. y EVANS, E. V. The determination of chromic oxide in samples of feed and excreta by acid digestion and spectrophotometry. *Canadian Journal of Animal Science* 4(2):167-179. 1961.
17. GALAVIZ, D. L. Comportamiento de una pradera naturalizada por efecto del descanso y la presión de pastoreo en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1981. 117 p.
18. GARDNER, A. L. Estudio sobre los métodos agronómicos para la evaluación de las pasturas. Montevideo, IICA. Zona Sur, 1967. 80 p.
19. GASTO, J. y OLIVARES, E. Análisis cuantitativo de la arquitectura de *Atriplex repanda* Phil. *Ciencia e Investigación Agraria (Chile)*6:105-113. 1979.
20. GONZALEZ, M. Comportamiento de praderas de baja productividad bajo los efectos del período de descanso, presión de pastoreo y fertilización fosforada. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1979. 105 p.
21. HENDRICKSEN, R. y MINSON, J. The feed intake and grazing behaviour of cattle grazing a crop of *Lablab purpureus* cv. Rongai. *Journal of Agricultural Science* 95(3):547-554. 1980.
22. HENDY, K. Review of natural pasture on their management problems on the north coast of Tanzania. *East African Agricultural and Forestry Journal* 4(1):52-57. 1975.
23. HODGSON, J. Nomenclature and definitions in grazing studies. *Grass and Forage Science*. 34(1):11-18. 1979.

24. HODGSON, J. y JAMIESON, W. J. Variations in herbage mass and digestibility and grazing behaviour and herbage intake of adult cattle and weaned-calves. *Grass and Forage Science* 36(1):43-48. 1981.
25. _____. Variations in the surface characteristics of the sward and the short-term rate of herbage intake by calves and lambs. *Grass and Forage Science* 36(1):49-57. 1981.
26. HOLDRIDGE, L. R. *Ecología basada en zonas de vida*. San José, Costa Rica, IICA, 1979. 216 p.
27. HUNT, W. F. The influence of leaf death on the rate of accumulation of green herbage during pasture regrowth. *The Journal of Applied Ecology* 7:41-50. 1970.
28. JONES, C. A. y CARABALY, A. Some characteristics of the regrowth of 12 tropical grasses. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 50(1):37-44. 1981.
29. KING, K. R. y STOCKDALE, C. R. The effects of stocking rate and nitrogen fertilizer on the productivity of irrigated pasture grazed by dairy cows. *Australian Journal of Experimental Agricultural and Animal Husbandry* 20(106):537-632. 1980.
30. KYDD, D. D. The effect of intensive sheep stocking over a five-year period on the development and production of the sward. I. Sward structure and botanical composition. *Journal of the British Grassland Society* 21(4):284-288. 1966.
31. LANGLANDS, J. P. y BENNETT, I. L. Stocking intensity and pastoral production. II. Herbage intake of merino sheep grazed at different stocking rates. *The Journal of Agricultural Science* 81(2):205-209. 1973.
32. LEMUS, A. Producción de carne bovina en praderas de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*, Vanderyst var *nlemfuensis*) bajo diferentes presiones de pastoreo y niveles de fertilización nitrogenada. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1977. 104 p.
33. LUDLOW, M. M., STOBBS, T. H., DAVIS, R. y CHARLES-EDWARDS, P. A. Effect of sward structure of two tropical grasses with contrasting canopies on light distribution net photosynthesis and size of bite harvested by grazing cattle. *Australian Journal of Agricultural Research* 33(2):187-201. 1982.
34. MACEIRA, N. O. y VERONA, C. A. Restablecimiento del canopeo en un pastizal natural frente a perturbaciones experimentales de distinta naturalidad. *Revista Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires* 3(1):81-93. 1982.

35. MANNETJE, L't. y EBERSOHN, J. P. Relations between sward characteristics and animal production. *Tropical Grasslands* 14(3):273-280. 1980.
36. MILNE, J. A., *et al.* The diet ingest by sheep grazing swards differencing in white clover and perennial ryegrass content. *Grass and Forage Science* 37(3):209-218. 1982.
37. POPPI, D. P., MINSON, D. J. y TENOOTH, J. H. Studies of cattle and sheep eating leaf and stem fractions of grasses. I. The voluntary intake, digestibility and retention time in the reticulo-rumen. *Australian Journal of Agricultural Research* 32(1):99-108. 1980.
38. RAMIREZ, P. A. El efecto del ciclo de uso, la presión de pastoreo y la fertilización nitrogenada en la producción de praderas de pasto estrella (*Cynodon plectostachyus* (K. Schum) Pilger). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974. 118 p.
39. RAYMOND, W. F. The utilization of grass and forage crops by cutting or grazing. In *International Grassland Congress, 11th, Surfers, Paradise, Australia, 1970. Proceedings*, Ed. by M. J. T. Norman. St Lucia, University of Queensland press, 1970. A95-A100.
40. REES, M. C., JONES, R. M. y ROE, R. Evaluation of pasture grasses and legume grown in mixture in Southland Quensland. *Tropical Grasslands* 10(2):65-78. 1976.
41. SALA, V. O., *et al.* Productivity dynamics of a native temperate grassland in Argentina. *Journal of Range Management* 34(1):48-51. 1981.
42. SANCHEZ, P. A. Suelos del trópico, características y manejo. Trad. por Edilberto Camacho. San José, Costa Rica, IICA, 1981. 634 p.
43. SIERRA, O. Efecto de tres factores de manejo sobre la productividad y evaluación de un pastizal natural en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1980. 128 p.
44. SILSBURY, J. H. Leaf growth in pasture grasses. *Tropical Grassland* 4(1):17-36. 1970.
45. SORIANO, A., *et al.* Ecología de los pastizales de la depresión del salado. *Academia Nacional de Agronomía Veterinaria* 3(2):1-18. 1977.
46. STORBS, T. H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. I. Variation in the bite size of grazing cattle. *Australian Journal of Agricultural Research* 24(6):809-819. 1973.
47. _____. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Diferences in sward structure, nutritive value and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris guyana* at various stages. *Australian Journal of Agricultural Research* 24(6):821-829. 1973.

48. STOBBS, T. H. The effect of plant structure on the intake of tropical pasture. III. Influence of fertilizer nitrogen on the size of bite harvested by Jersey cows grazing *Setaria anceps* cv Kazungula swards. Australian Journal of Agricultural Research 26(6):997-1007. 1975.
49. _____. Factors limiting milk production from grazed tropical pastures. In Seminario Internacional de Ganadería Tropical (producción de forrajes), Acapulco, México, 1976. Memoria. México, D.F., FIRA, SAG. Banco de México, 1976. pp. 183-197.
50. _____ e IMPRE, B. C. Variation in yield canopy structure chemical composition and *in vitro* digestibility within and between two *Desmodium* species and interspecific hybrids. Tropical Grasslands 10(2): 99-106, 1976.
51. _____. Short term effects of herbage allowance on milk production, milk composition and grazing time of cows grazing nitrogen fertilizer tropical grass. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 17(89):892-898, 1977.
52. STUTH, J. W., KIRBY, D. R. y CHMIELEWSKY, R. E. Effect of herbage allowance on the efficiency of defoliation by the grazing animal. Grass and Forage Science 36(1):9-15. 1981.
53. TAITON, N. M. Effects of different grazing rotation on pastures production. Journal of the British Grassland Society 29(3):191-202. 1974.
54. TAYLER, J. C. y RUDMAN, J. E. The distribution of herbage at different heights in grazed and dung patch areas of a sward under two methods of grazing management. Journal Agricultural Science 66(1):29-39, 1966.
55. TILLEY, J. M. y TERRY, R. A. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society 18(2):104-111, 1963.
56. UGARTE, J. y DOMINGUEZ, G. H. Effect of pasture availability on silage consumption and milk production. Cuban Journal of Agricultural Science 14(1):13-20, 1980.
57. VICKERY, P. J. Pasture growth under grazing. In Morley F. H. W. ed. Grazing animals. Amsterdam, Elsevier Scientific, 1981. pp. 55-77.
58. VILLALOBOS, J, L. M. Efecto del intervalo de descanso y la presión de pastoreo sobre el comportamiento de la asociación de Kudzú tropical (*Pueraria phaeoloides* (Roxb.), Benth) y pasto Ruzi (*Brachiaria ruziziensis*, Germain y Evrard). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1979. 103 p.

59. WALTER, H., LIETH, H. Klimadiagramm-Weltatlas, Iena, Gustav Fischer Verlag. 1977. p. irr.
60. WATSON, S. E. y WHITEMAN, P. C. Animal production from naturalized and sown pastures at three stocking rates under coconuts in the Solomon Islands. *Journal of Agricultural Science* 97 (3):669-676. 1981.
61. ZAÑARTU, D. Presión de pastoreo y fertilización nitrogenada en la producción de praderas de pasto estrella (*Cynodon plectostachyus* (K. Schum) Pilger. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 1975. 92 p.
62. ZEMMELINK, G. Effect of selective consumption on voluntary intake digestibility of tropical forages. Wageningen, Centre for Agricultural Publishing and Documentation, 1980. 100 p.

6. APENDICE

Cuadro 1A. Tamaño de parcelas y distribución de tratamientos.

Nº parcela	Area m ²	Tratamientos		Tratamiento Asignación	anterior Descanso
		Asignación	Descanso		
1	600	15	21	14	21
2	800	10	77	8	49
3	500	5	49	2	21
4	500	10	77	8	77
5	500	5	21	2	21
6	676	5	49	5	35
7	200	5	77	2	77
8	800	10	49	8	49
9	500	5	21	2	21
10	1764	10	21	8	21
11	1600	10	21	8	49
12	800	10	49	8	49
13	810	15	21	14	21
14	400	5	77	5	63
15	800	15	49	8	49
16	800	15	77	14	77
17	800	15	77	14	77
18	800	15	49	8	49

Cuadro 2A. Efecto de la asignación en la tasa de crecimiento de la masa total y sus componentes por estratos, kg MS/ha/día.

Asignación kg MS/100 kg PV diario	Estrato en cm	Masa total	Gramí- neas	Hojas de gramíneas	Hojas de gramíneas de porte alto	Hojas de gramíneas de porte bajo
5	80-160	0,0 abc	0,0 cd	0,0 d	0,0 c	0,0 e
	40-180	0,6 abc	0,4 cd	0,4 cd	0,1 c	0,0 e
	20-40	4,8 ab	3,5 bc	2,4 bcd	1,2 bc	0,8 de
	10-20	9,9 a	6,9 ab	5,9 a	1,1 bc	4,8 a
	5-10	7,7 a	4,0 abc	3,6 abc	1,4 bc	2,1 cd
	0-5	-1,6 abc	8,7 a	4,6 ab	0,0 c	4,6 ab
10	80-160	2,9 ab	2,9 bc	1,5 cd	1,5 bc	0,0 e
	40-80	6,2 a	5,0 abc	4,5 abc	4,6 ab	0,0 e
	20-40	9,0 a	6,3 abc	6,0 a	6,1 a	0,4 e
	10-20	0,6 abc	0,8 c	3,0 abcd	3,5 ab	0,6 e
	5-10	6,3 a	2,2 bc	2,4 bcd	1,6 bc	1,2 de
	0-5	-10,7 c	-4,5 d	1,5 cd	0,5 bc	1,3 de
15	80-160	0,5 abc	0,5 cd	0,3 d	0,3 bc	0,0 e
	40-80	3,8 ab	2,9 bc	3,2 abcd	3,0 b	0,0 e
	20-40	7,8 a	5,3 abc	5,4 ab	4,3 ab	1,1 de
	10-20	3,9 ab	1,6 c	3,2 abc	-,2 c	3,4 bc
	5-10	1,6 abc	2,5 bc	2,6 bcd	0,0 c	2,6 cd
	0-5	-5,7 bc	0,3 cd	4,6 ab	-0,3 c	4,9 a

Valores con la misma letra en la misma columna no difieren significativamente al 5% según DMS.

Cuadro 3A. Efecto del período de descanso en la tasa de crecimiento de la masa total y sus componentes por estratos, kg MS/ha/día.

Período de descanso días	Estratos en cm	Masa total	Gramíneas	Hojas de gramíneas	Hojas de gramíneas de porte alto	Hojas de gramíneas de porte bajo
49	80-160	1,1 a	1,1 b	1,0 cd	1,0 bcde	0,0 f
	40-80	3,0 a	2,1 ab	2,4 bcd	2,4 abcd	0,0 f
	20-40	4,7 a	3,0 ab	3,5 abc	2,9 abc	0,6 ef
	10-20	1,1 a	1,3 b	3,5 abc	-0,2 de	3,7 b
	5-10	3,3 a	2,5 ab	3,4 abc	0,9 bcde	2,5 bc
	0-5	0,8 a	1,4 b	4,3 ab	-0,9 e	5,2 a
77	80-160	1,2 a	1,2 b	0,3 d	0,3 cde	0,0 f
	40-80	4,1 a	3,4 ab	2,8 abcd	2,8 abc	0,0 f
	20-40	9,7 a	7,1 a	5,7 a	4,9 a	0,9 def
	10-20	8,5 a	4,8 ab	4,6 ab	3,2 ab	2,1 cd
	5-10	7,1 a	3,2 ab	2,3 bcd	1,2 bcde	1,4 cdef
	0-5	-12,8 b	1,6 b	2,8 abcd	1,0 bcde	2,0 cde

Valores con la misma letra en la misma columna no difieren significativamente al 5 % según DMS.

Cuadro 4A. Efecto de la asignación y del período de descanso en la masa total disponible y sus componentes, kg MS/ha.

Asignación kg MS/100 kg PV diario	Período de descanso días	Masa total	Gramíneas	Hojas de gramíneas	Hojas de gramíneas de porte alto	Hojas de gramíneas de porte bajo
5	21	3523,8 e	2385,0 cd	1878,6 bc	0,0 d	1878,6 ab
5	49	4719,0 d	2959,2 bcd	2304,6 ab	148,2 d	2156,4 a
5	77	8281,8 bc	3856,8 b	2010,0 ab	463,8 bcd	1546,8 bc
10	21	4941,0 d	2187,0 cd	824,4 d	172,8 d	651,0 d
10	49	8547,0 ab	3636,6 b	1965,6 ab	1122,6 bc	843,0 d
10	77	9464,4 ab	5614,8 a	2962,2 a	2857,2 a	105,6 d
15	21	5671,8 d	1797,6 d	894,6 cd	366,0 bcd	528,6 d
15	49	7887,6 c	3132,6 bc	1542,6 bcd	319,8 cd	1222,8 cd
15	77	9676,8 a	4029,6 b	2068,2 ab	1191,0 b	876,6 d

Valores con la misma letra en la misma columna no difieren significativamente 5 % según DMS.

Cuadro 5A. Efecto de la asignación y del período de descanso en la masa total residual y sus componentes, kg MS/ha.

Asignación kg MS/100 kg PV diario	Masa total	Gramíneas	Hojas de gramíneas	Hojas de gramíneas de porte alto	Hojas de gramíneas de porte bajo
5	4410,6 a	1177,8 a	1141,8 a	16,8 b	1138,2 a
10	6464,4 a	2262,0 a	636,6 a	268,2 a	550,8 a
15	7180,8 a	2327,8 a	694,2 a	144,6 a	367,8 a
Período de descanso días					
21	5192,4 a	1377,0 a	846,6 a	76,2 a	771,0 a
49	6101,4 a	2257,2 a	1030,8 a	155,4 a	874,8 a
77	6761,4 a	2396,4 a	594,6 a	198,0 a	408,4 a

Valores con la misma letra en la misma columna no difieren significativamente al 5% según Duncan.