

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN
ZOOTECNIA

✓
**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE VAQUILLAS
PASTOREANDO A TRES ASIGNACIONES DE FORRAJE EN
PRADERAS CON PENDIENTE**

TESIS

QUE COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER
EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN PRODUCCIÓN ANIMAL**



DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

PRESENTA:

ENRIQUE CCORTÉS DÍAZ



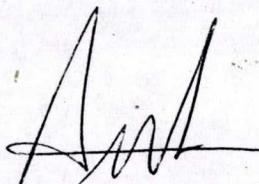
Diciembre de 1995
Chapingo, Estado de México

Bib. 87133

**Comportamiento productivo de vaquillas pastoreando a tres
asignaciones de forraje en praderas con pendiente**

Tesis realizada por ENRIQUE CORTÉS DÍAZ bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

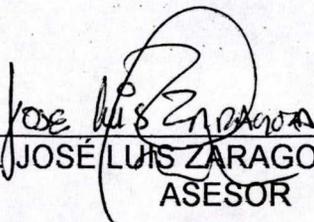
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL



DR. PEDRO ARTURO MARTÍNEZ HERNÁNDEZ
DIRECTOR



M.C. MAXIMINO HUERTA BRAVO
ASESOR



M.C. JOSÉ LUIS ZARAGOZA RAMÍREZ
ASESOR

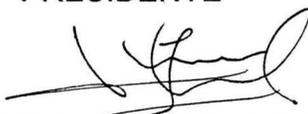
32981

**Comportamiento productivo de vaquillas pastoreando a tres
asignaciones de forraje en praderas con pendiente**

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de ENRIQUE CORTÉS
DÍAZ, autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Producción
Animal, estuvo integrado por:



DR. PEDRO ARTURO MARTÍNEZ HERNÁNDEZ
PRESIDENTE



M.C. MAXIMINO HUERTA BRAVO
ASESOR



M.C. JOSÉ LUIS ZARAGOZA RAMÍREZ
ASESOR



DR. JORGE PÉREZ PÉREZ
REPRESENTANTE DE LA COORDINACIÓN
GENERAL DE POSTGRADO



DR. CARLOS MARCOF ALVAREZ
REPRESENTANTE DE LA COORDINACIÓN
DEPARTAMENTAL DE POSTGRADO

DEDICATORIA

A la memoria de mi padre, Cornelio Cortés Vasquez

A mi madre, Victoria Díaz Ortega

A mis hermanos

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo, por darme la oportunidad de superarme.

Al Departamento de Trabajos de Campo Universitarios y al Centro Regional Universitario de Oriente, por las facilidades y el apoyo recibido.

A los ingenieros Angel Pita Duque y Alejandro Hernández Tapia, por motivarme y apoyarme en todo momento para la conclusión de éste trabajo.

Al Dr. Pedro Arturo Martínez Hernández, por la dirección, asesoría y disponibilidad.

Al Ing, Melitón Córdoba Alvarez, por su asesoría en el análisis estadístico.

Los señores sinodales, por la revisión y enriquecimiento de este trabajo con sus comentarios.

Al Dr. Gerald Frankenstein (†), por su apoyo para la conclusión de este trabajo.

A las familias Martínez Santibañez y Gómez López, por su apoyo para la conclusión de ésta tesis.

A Teresa Castell, por su apoyo en la captura de la información.

A todas las personas que de una u otra forma contribuyeron para que este trabajo llegara a su término.

DATOS BIOGRÁFICOS

Enrique Cortés Díaz nació en Molango, Hgo., el 15 de julio de 1956, aunque desde sus primeros meses de vida radicó en Cerro Azul Ver.; es el octavo de una familia de 10 hermanos y hermanas. La educación básica la realizó en Cerro Azul, Ver., cursó la vocacional en el Instituto Politécnico Nacional. Es ingeniero agrónomo zootecnista por la Universidad Autónoma Chapingo, de la que egresó en 1980. Fue técnico de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos entre 1980 y 1981; a partir de este último año es parte de lo que anteriormente fue el Departamento de Trabajos de Campo Universitarios y que actualmente es el Centro Regional del Anáhuac, en donde ha realizado actividades de servicio con organizaciones campesinas del Valle del Mezquital y de la Huasteca hidalguense, así como de la Selva Lacandona de Chiapas y del Oriente de Morelos. Ha dirigido 15 tesis profesionales sobre la utilización de praderas tropicales y templadas, así como evaluaciones agronómicas de especies forrajeras.

RESUMEN

ENRIQUE CORTÉS DÍAZ, Maestro en Ciencias en Producción Animal.
Universidad Autónoma Chapingo.

Comportamiento productivo de vaquillas pastoreando a tres asignaciones de forraje en praderas con pendiente

(16 de diciembre de 1995)

(Bajo la dirección de P.A. Martínez Hernández)

Las praderas nativas han sustentado la ganadería tropical con baja productividad. El objetivo de este trabajo fue describir el perfil productivo de gramas nativas (*Axonopus spp.* y *Paspalum spp.*) pastoreadas a tres asignaciones de forraje (8, 14 y 20 kg MS 100 kg peso vivo⁻¹ día⁻¹), con vaquillas Holstein de 150 kg de peso inicial, en Huatusco, Ver. Se usó pastoreo rotacional con 7 y 35 días de ocupación y desocupación, respectivamente, ajustando la asignación por el método de "quitar y poner". Se estimó el forraje ofrecido (FO) y residual (FR) antes y después del período de ocupación a través del método de doble muestreo, estimaciones de tasa de crecimiento (TC), tasa de desaparición (TD) y grado de cosecha (GC). Los animales fueron pesados cada 28 días. El diseño experimental fue bloques al azar con tres repeticiones. No hubo diferencias ($p > 0.05$) para FO, FR, GC y ganancia de peso por animal. Las asignaciones 8% y 20% favorecieron ($p < 0.05$) la tasa de crecimiento del forraje; la tasa de desaparición del forraje aumentó a medida que la asignación fue mayor ($p < 0.05$). La asignación del 14% mantuvo un equilibrio entre características de la pradera y producción animal.

Palabras clave: *gramas nativas, asignación de forraje, vaquillas, pastoreo.*

ABSTRACT

ENRIQUE CORTÉS DÍAZ, Maestro en Ciencias en Producción Animal.
Universidad Autónoma Chapingo.

Comportamiento productivo de vaquillas pastoreando a tres asignaciones de
forraje en praderas con pendiente

(16 de diciembre de 1995)

(Bajo la dirección de P.A. Martínez Hernández)

The native prairie support the livestock production in the tropical areas with low productivity, for this reason, the objective of this work was to describe heifer and pasture performance of native tropical grasses *Axonopus spp.* and *Paspalum spp.*, when grazing was at three herbage allowances: 8, 14 or 20%. Rotational grazing with 7 and 35 days of grazing and rest, respectively was followed. Put and take technique was used to keep allowances. Experimental design was a complete block with three replications. Forage on offer, residual forage and harvest index were not different ($P>0.05$) among allowances. Daily live weight gain of heifers was not different ($P>0.05$) among treatments. Rate of crop growth was highest ($P<0.05$) at 8 and 20% allowances, while rate of disappearance tended to increase as allowance was increased.

Keywords: *native grasses, herbage-allowance, heifers.*

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	2
Fisiología y agronomía de gramíneas tropicales	2
Comportamiento de gramas nativas	6
Características generales	6
Producción	8
Características de la pradera y producción animal	12
Comportamiento de praderas bajo pastoreo	18
MATERIALES Y METODOS	24
Localización y duración del experimento	24
Clima y suelo	24
Tratamiento y diseño experimental	25
Animales y su manejo	25
Praderas experimentales	26
Manejo de pastoreo	26
Variables medidas y estimadas	27
Forrajero ofrecida y residual	27
Estimadores descriptivos de las praderas experimentales	28
Calidad del forraje	30
Peso de los animales y ganancia de peso vivo	30
Análisis estadístico	31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
Asignaciones reales	32
Comportamiento del forraje ofrecido y residual	32
Producción y aprovechamiento del forraje	33
Composición botánica	36
Calidad del forraje presente en la pradera	38
Comportamiento de la producción animal	41
CONCLUSIONES	44
LITERATURA CITADA	45

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1.- Contenido de proteína total (PT) y fibra total (FT) en <i>Axonopus compressus</i> y <i>Paspalum notatum</i>	10
2.- Tasa de crecimiento (TC), Tasa de desaparición (TD) y grado de cosecha (GC) de forraje de praderas de <i>Axonopus spp.</i> y <i>Paspalum spp.</i> , bajo pastoreo a diferentes asignaciones de forraje.	34
3.- Número de plantas de gramíneas presentes en praderas de <i>Axonopus spp.</i> y <i>Paspalum spp.</i> , pastoreadas a diferentes asignaciones de forraje.	36
4.- Número de plantas de leguminosas presentes en praderas de <i>Axonopus spp.</i> y <i>Paspalum spp.</i> , pastoreadas a diferentes asignaciones de forraje.	37
5.- Malezas presentes en praderas de <i>Axonopus spp.</i> y <i>Paspalum spp.</i> , pastoreadas a diferentes asignaciones de forraje.	38
6.- Proteína total (%) del forraje ofrecido y residual en praderas de <i>Axonopus spp.</i> y <i>Paspalum spp.</i> , pastoreadas a diferentes asignaciones de forraje.	39
7.- Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca (%) del forraje ofrecido y residual en praderas de <i>Axonopus spp.</i> y <i>Paspalum spp.</i> , pastoreadas a diferentes asignaciones de forraje.	40
8.- Ganancias diarias promedio de peso vivo por animal y ganancias por hectárea en praderas de <i>Axonopus spp.</i> Y <i>Paspalum spp.</i> , pastoreadas a diferentes asignaciones de forraje.	41

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1.- Precipitación, evaporación y temperatura en Huatusco, Ver., en 1989.	24
2.- Forraje ofrecido y residual de praderas de <i>Axonopus spp.</i> y <i>Paspalum spp.</i> , pastoreadas a diferentes asignaciones de forraje.	32
3.- Ganancia diaria de peso de vaquillas pastoreando a diferentes asignaciones de forraje durante 126 días, en Huatusco, Ver.	42

INTRODUCCION

México tiene una superficie de 1'972,456 km² y aproximadamente 25% se ubica en zonas tropicales, que alojan al 42% del inventario nacional de bovinos (Pérez, 1988). Aproximadamente 80% de los recursos forrajeros de esta zona lo constituyen especies nativas, en las que predominan los géneros *Axonopus* y *Paspalum*, así como una gran cantidad de leguminosas que representan un importante potencial para la producción animal (SARH, 1981).

La producción animal a partir de praderas nativas es relativamente baja, por la pobre respuesta a la fertilización, baja capacidad de carga y fuertes variaciones en cantidad de forraje en oferta a través del año; comúnmente esas praderas nativas están sobre terrenos de lomeríos con pendientes fuertes, donde es difícil y costoso el cambio de especies forrajeras, por lo que es necesario realizar estudios tendientes a obtener el máximo beneficio de la explotación de estas praderas (Garza *et al.*, 1971).

El control y planeación estratégica del pastoreo, es un recurso tecnológico para optimizar y maximizar la producción animal basada en pastoreo. Sin embargo, es imposible separar el manejo de las praderas de los efectos que los animales ejercen sobre ellas. Una alternativa para controlar el pastoreo es usar diferente asignación de forraje, la cual va a repercutir sobre el crecimiento de la pradera y la producción animal.

El presente estudio se desarrolló con el objetivo de describir el perfil productivo de praderas con gramas nativas a base de *Axonopus spp.* y *Paspalum spp.*, pastoreadas a tres asignaciones de forraje por vaquillas Holstein. La hipótesis fue que al incrementarse la asignación de forraje de 8 a 20%, en praderas de gramas nativas, ocasionaría aumento en la ganancia de peso y reducción en la carga animal soportada, tal que la ganancia de peso por unidad de superficie de pradera sería igual entre estas dos asignaciones.

REVISIÓN DE LITERATURA

Fisiología y agronomía de gramíneas tropicales

Las complejas interacciones que se presentan en el trópico entre los componentes climáticos y edáficos, ocasionan que haya mucha variabilidad en los ciclos de producción del forraje, así como en la calidad del mismo a través del año. Diversos autores, entre ellos Meyer *et al.* (1976) y Whiteman (1980), coinciden en que la producción de forraje depende de cuatro factores principales: climáticos, edáficos, especies forrajeras y manejo dado a la pradera.

La producción de forraje consiste básicamente en la conversión de energía solar a energía química, por medio del bióxido de carbono de la atmósfera, los nutrimentos del suelo y el agua en el interior de la planta. La mayoría de las gramíneas tropicales realizan dicha conversión por la vía fotosintética C4, porque tienen una anatomía especializada de la hoja, caracterizada por un arreglo radial de las células del clorénquima alrededor del mesófilo y presencia de mayor número de mitocondrias y de mayor tamaño del haz vascular localizado en las células del mesófilo (Laetsch, 1974).

En las plantas C4 hay alta fijación de CO₂ por unidad de proteína celular, comparadas con las plantas C3; esto ocurre por la alta actividad de la enzima fosfoenol-piruvato-carboxilasa (Norton, 1981), por lo que hacen mejor uso de la energía luminosa, abundante en zonas tropicales, lo cual resulta en mayores tasas de crecimiento y producción de materia seca, que las plantas que tienen la vía fotosintética C3 (Hatch, 1971; Black, 1971).

La conversión de la energía solar puede ser limitada por factores climáticos, como bajas o altas temperaturas (Cooper y Tainton, 1968; Leach, 1971; Mc William, 1978), déficit o exceso de agua (Febles, 1973; Turner y Begg, 1976) o nivel de minerales en el suelo, principalmente nitrógeno (Febles, 1973; Meyer *et al.*, 1976).

Mc William (1978) al revisar estudios del efecto de la temperatura sobre el crecimiento vegetativo, mencionó que las especies tropicales tienen su máximo crecimiento a 35 °C, suspendiendo a menudo su crecimiento a 15 °C, mientras que las especies de clima templado tienen su máximo crecimiento entre 20 y 25 °C. La variación de la temperatura tiene efectos sobre la disponibilidad de nutrimentos, germinación, crecimiento de raíces y parte aérea, sobrevivencia, fotosíntesis, respiración y fijación simbiótica de nitrógeno (Meyer *et al.*, 1976; Wilson, 1978; Frame y Newbould, 1986).

La temperatura puede además influir sobre la calidad del forraje (Dirven y Deinum, 1977; Ford *et al.*, 1979; Wilson, 1981). Altas temperaturas nocturnas, de 12 a 18 °C, inhiben la floración en gramíneas de fotoperíodo largo, independientemente de la longitud del día, pero a temperaturas semejantes estimulan la floración en plantas de fotoperíodo corto (Norton, 1981). En algunas especies de pastos tropicales, el incremento en temperatura causa aumento en la tasa de rebrote, como en *Paspalum dilatatum* (Mitchell, 1956).

La deficiencia de humedad en el suelo es la mayor limitante para la producción de forraje (Whiteman, 1980), ya que afecta el crecimiento, síntesis de proteína, nivel de enzimas, como la nitrato reductasa, apertura estomatal, asimilación de CO₂ (Hsiao y Acevedo, 1974), provocando que la fotosíntesis neta decline a cero, cesando la aparición y expansión de hojas; con un continuado déficit de agua, las hojas empiezan a morir (Ludlow, 1975). El uso eficiente del agua es generalmente incrementado por fertilización nitrogenada, habiendo diferencias entre especies (Andrew y Johansen, 1978). De la Mora (1978), al hacer una revisión de estudios en producción de materia seca, para algunas especies forrajeras mostró que la producción se reduce hasta en 80% por el déficit de agua en el suelo.

Los efectos de la intensidad lumínica en el crecimiento de las plantas están relacionadas, principalmente, con el efecto de la luz en la fotosíntesis, pero también por su intervención en otros procesos, como son síntesis de clorofila, regulación estomática, formación de antocianinas, temperatura de los

órganos externos, absorción de electrolitos, permeabilidad, transpiración y en los movimientos protoplasmáticos (Meyer *et al.*, 1976; Bogdan, 1977).

Wong *et al.* (1985), al comparar la producción de forraje de *Axonopus compressus* y *Paspalum notatum* con otras gramíneas en plantaciones tropicales, encontraron que en cortes a las seis semanas, el *Axonopus* y *Paspalum* fueron las gramíneas que más produjeron con poca intensidad de luz.

Smith y Whiteman (1983) encontraron que *Axonopus compressus* y *Paspalum conjugatum* tuvieron su mayor rendimiento (9.34 y 11.4 ton ha⁻¹, respectivamente) cuando recibieron luz total del sol, que cuando disminuía, al ser sombreadas por palma de coco. Pero con sombra intensa, equivalente a 20% de transmisión de luz, la producción de siete especies en comparación disminuyó marcadamente, destacando las especies malas productoras, representadas por *Axonopus compressus* y *Paspalum conjugatum* con 27 y 13% de la producción total, respectivamente; sin embargo, las praderas con estas especies fueron las menos invadidas por malezas.

La función del suelo, en relación al crecimiento de las plantas, es proporcionar agua, nutrientes y oxígeno a las raíces. La fertilidad del suelo puede definirse como la capacidad del suelo para producir cosechas y forraje de alta calidad, que mantengan animales en buenas condiciones. La productividad potencial de una pradera, en un sitio en particular, es determinada por el clima; sin embargo, la productividad real es determinada por la fertilidad del suelo (Febles, 1973).

El nitrógeno y fósforo son los nutrientes que limitan mayormente la producción de forraje en suelos tropicales. Los procesos vitales están asociados a la presencia de un plasma funcional, que presenta al nitrógeno como el principal contribuyente. Se le encuentra presente en un gran número de compuestos de gran importancia fisiológica en el metabolismo vegetal, tales como clorofila, nucleótidos, alcaloides, así como en múltiples enzimas, coenzimas, hormonas, vitaminas y componentes de membrana celular, por lo

que la función de la célula vegetal, está íntimamente relacionada con la química del nitrógeno (Streeter y Barta, 1984).

Una deficiencia de nitrógeno ejerce un marcado efecto en los rendimientos de la planta. Las plantas permanecen pequeñas, se tornan rápidamente cloróticas, dado que no existe suficiente nitrógeno para realizar la síntesis proteica y clorofilica. La forma y disponibilidad del nitrógeno para el consumo de la planta difiere en cada especie, ya que algunas pueden usar nitratos, nitritos y amonio, así como formas orgánicas (Andrew y Johansen, 1978; Whiteman, 1980; Streeter y Barta, 1984).

El fósforo desempeña un papel importante en el metabolismo de las plantas. Los procesos anabólicos y catabólicos de los carbohidratos transcurren normalmente si los compuestos orgánicos han sufrido esterificación con ácido fosfórico. Además, es muy importante en los procesos de transformación de energía, como componente de fosfolípidos, nucleótidos y ácidos nucleicos (Streeter y Barta, 1984).

La deficiencia de fósforo reduce el número de raíces principales, así como de raíces laterales. La forma en que es absorbido es como H_2PO_4 , aunque algunas especies pueden absorberlo como HPO_4 y formas orgánicas (Andrew y Johansen, 1978). La fertilización con fósforo se hace necesaria cuando se tienen suelos pobres o una pradera sobrepastoreada; al respecto Andrew y Johansen (1978) mencionan que hay mayor respuesta a la aplicación de fósforo en especies nativas que en introducidas.

Hay diferencias morfológicas y fisiológicas entre especies forrajeras, tales como hábito de crecimiento, proporción y distribución de hoja y tallo, perennes o anuales y comportamiento en floración, que tienen efecto sobre la cantidad, calidad y accesibilidad del forraje en oferta al ganado (Norton, 1981).

En general los hábitos de crecimiento de las especies difieren en densidad, ya que las gramíneas tropicales, por su hábito de desarrollo más erecto, tienen una densidad de hoja menor, lo cual parece restringir el corte y

consumo de esas praderas por los animales en pastoreo (Stobbs, 1973b, 1975 y 1977).

Las plantas que crecen en ambientes templados y mediterráneos, son mantenidas en estado vegetativo por mayor tiempo, principalmente debido a la influencia de factores ambientales, como la vernalización y regulación del fotoperíodo; sin embargo, las gramíneas tropicales tienen poca restricción ambiental a floración, maduran pronto y bajan la calidad más rápido que las de clima templado (Norton, 1981).

Hay diferencias en calidad entre las especies de clima templado, con respecto a las de clima tropical; la digestibilidad de especies templadas es entre 5 y 10 unidades mayor que las tropicales (Minson, 1981; Wilson, 1981). También hay diferencias entre especies en la magnitud de la tasa de declinación de la digestibilidad; al respecto, Norton (1981) mencionó que especies de los géneros *Brachiaria*, *Setaria* y *Digitaria* mantienen su digestibilidad por períodos más prolongados en la estación de desarrollo, con respecto a especies de los géneros *Panicum*, *Chloris* e *Hyparrhenia*, que declinan muy rápido su digestibilidad.

Para el caso de la proteína, Norton (1981) mencionó que 53% de las gramíneas tropicales contienen menos de 9% de proteína total, comparados con 32% de gramíneas de clima templado; el requerimiento mínimo para lactancia y desarrollo es 15% de proteína y menos del 20% de gramíneas tropicales presentan arriba de esa concentración.

Comportamiento de gramas nativas

Características generales

De la vegetación secundaria inducida por perturbar la vegetación primaria de climas tropicales Af y Am, están las gramíneas *Paspalum notatum* (Flügge), *Paspalum conjugatum* (Swartz), *Axonopus affinis* (Chase) y *Axonopus compressus* (Swartz) Beauv (Garza *et al.*, 1971 y 1973a; Garza, 1979; Valles *et al.*, 1987; Torres, 1988), especies que generalmente están asociadas con

leguminosas de los géneros *Centrocema*, *Desmodium* y *Glycine* (Garza *et al.*, 1971; Garza, 1979; Valles *et al.*, 1987).

Esas gramíneas reciben el nombre genérico de gramas nativas y con ellas se ha realizado gran parte de la producción bovina en las áreas tropicales mexicanas.

Las gramas nativas son perennes, de bajo rendimiento, se propagan por rizomas o estolones, adaptadas a climas húmedos, formando un césped cerrado debido a la gran cantidad de rizomas que producen; resisten la sequía, toleran moderadamente la sombra, son sensibles al frío, no toleran largos períodos de inundación y producen bajo condiciones de pobre fertilidad del suelo (Wolters, 1972; Garza, 1973a; Treviño *et al.*, 1976; Göhl Bo, 1982; Crowder, 1985; Flores, 1989).

Existen en terrenos de lomeríos, con fuertes pendientes, donde es difícil y costoso el reemplazo de las gramas por otras especies forrajeras (Treviño *et al.*, 1976). Debido a su hábito de crecimiento y agresividad, forman una capa cerrada que además de impedir la erosión en lomeríos, pueden resistir pastoreos y pisoteos intensos (Garza *et al.*, 1971; Havard-Duclos, 1979; Machado *et al.*, 1982; Flores, 1989) sin interrumpir su crecimiento, por no ser totalmente cosechadas; además, al recuperar sus reservas en raíces o rizomas, pueden obtenerse buenos rendimientos estacionales y totales (Garza *et al.*, 1971).

A diferencia de las gramíneas introducidas, las gramas por ser vegetación inducida, reflejan notoriamente los cambios estacionales de la región, ya que inmediatamente detienen su crecimiento durante el invierno y lo activan cuando la precipitación y temperatura son adecuadas para el funcionamiento metabólico de la planta (Garza *et al.*, 1973b). Pero, si bien es cierto que las gramas nativas sobreviven al pastoreo excesivo, explotación inadecuada y baja fertilidad de suelo, las gramíneas mejoradas responden marcadamente a prácticas de explotación intensiva y manejo adecuado, pudiendo superar en rendimiento a las gramas nativas bajo estas condiciones (De Geus, 1979).

Producción

El factor climático que determina la producción de materia seca (MS), es la incidencia e intensidad de energía solar recibida; pero en la práctica, la utilización de esa energía solar, normalmente puede verse limitada por otros factores climáticos, tales como baja temperatura, estrés por agua y escasez de nutrientes en el suelo, particularmente nitrógeno (Cooper y Tainton, 1968).

Cooper (1970) mencionó que la producción potencial de materia seca para gramíneas tropicales es de 35 a 85 ton ha⁻¹ año⁻¹. Aunque esta producción puede verse afectada por el manejo de la pradera, principalmente por la frecuencia e intensidad de corte (Younger, 1972; Chacon y Stobbs, 1976; Chacon *et al.*, 1978) y por efecto de la carga animal presente, habiendo una depresión de la producción total de la pradera con mayores cargas animal (Paladines y Lazcano, 1983).

Existen diferencias en producción de materia seca, dependiendo de la especie de gramínea, el año y la estación, fertilidad del suelo y frecuencia de corte. Garza *et al.* (1973b) reportaron para las gramas nativas una producción promedio anual de 34.2 ton MS ha⁻¹ año⁻¹, obteniendo la mayor producción en verano, con 24.7 ton MS ha⁻¹ y la menor en invierno, con 9.5 ton MS ha⁻¹.

Wolters (1972) reportó para el pasto carpeta (*Axonopus affinis*) una producción de 1,867 kg MS ha⁻¹ cosechado dos veces por estación de crecimiento. Asimismo, Blue (1988) reportó una producción de 3.1 ton MS ha⁻¹ para pasto bahía (*Paspalum notatum* Flügge).

Kretschmer *et al.* (1961) obtuvo una producción de 5,040 kg MS ha⁻¹ para pasto carpeta. Adjei *et al.* (1980) comparando la producción del pasto bahía (*Paspalum notatum*) en diferentes años, encontró que éste produjo 9.9 y 8.3 ton MS ha⁻¹ año⁻¹ en 1976 y 1977, respectivamente.

Sala *et al.* (1981) reportaron un promedio anual de productividad primaria neta, para un pastizal compuesto de *Paspalum dilatatum* de 5,239 kg MS ha⁻¹. Diez años después en la misma área, Hidalgo y Cauhépe (1991) reportaron 2,000 kg MS ha⁻¹.

Los pastos tropicales alcanzan una respuesta óptima aplicando 100 kg de nitrógeno por hectárea, ya que el fósforo y el potasio no parecen ser limitantes para la producción de forraje (Hodges *et al.*, 1967; Rodriguez y French, 1967; Garza *et al.*, 1973a). Por ello, la influencia de la fertilización a la pradera es muy notable, ya que se provoca un incremento en materia seca total, como lo sustentan los estudios de Blaser *et al.* (1948), Garza *et al.* (1971), Treviño *et al.* (1976), Garza (1979), Vicente-Chandler *et al.* (1983) y Blue (1988).

La aplicación del nitrógeno en gramíneas, ocasiona una ligera reducción en el contenido de pared celular, después de la aplicación (Ford y Williams, 1973), lo que supondría una mejora en la digestibilidad, pero Minson (1971) mencionó que la aplicación de nitrógeno no parece mejorar la digestibilidad del forraje, ya que promueve un crecimiento más rápido, al aumentar las fracciones de tallo; al respecto Wilson (1981) señaló que el nitrógeno aumenta el valor de las hojas jóvenes y de los primeros rebrotes, pero se tuvo una disminución en la digestibilidad de la materia seca en el tejido maduro. Por ello se puede decir que el efecto del nitrógeno es aumentar la longitud del tallo principal y de las hojas, pero no el número de hojas, por lo que es necesario romper la dominancia apical para promover el ahijamiento y así lograr un mayor número de hojas; esta práctica es el manejo que debe darse a la pradera después de la aplicación del nitrógeno.

Las gramas nativas tienen baja respuesta a la fertilización nitrogenada en comparación con otras gramíneas (Garza *et al.*, 1973a; Treviño *et al.*, 1976; Garza, 1979; Whiteman *et al.*, 1985). Además, las gramas nativas presentan relativamente baja producción de materia seca y un bajo valor proteico, por lo que tienen los más bajos índices de calidad (Garza *et al.*, 1973a).

La razón principal para utilizar gramíneas nativas es que pueden persistir en lugares relativamente pobres en fertilidad del suelo, con un mínimo de esfuerzo. Para que las gramíneas introducidas puedan persistir, es necesario mejorar la fertilidad o modificar el manejo de pastoreo (Whiteman, 1980).

Generalmente se ha asociado la calidad con valor nutritivo y ésta se ha medido en términos de proteína y digestibilidad del forraje. El contenido de proteína total para gramas nativas varía de 7 a 8% (Garza *et al.*, 1973b), aunque Bransbi (1984) mencionó que el *Paspalum sp.* tuvo en promedio 9% de proteína, coincidiendo con Weinman (1955), quien reportó para *Paspalum dilatatum* 9.4% de proteína total. Por su parte, Flores (1989) estimó 7.7 y 8.1% de proteína total para *Paspalum notatum* y *Paspalum spp.*--*Axonopus spp.*, respectivamente. En el Cuadro 1 se anotan los contenidos de proteína y fibra total para *Axonopus compressus* y *Paspalum notatum*. Para *Axonopus compressus* hay reducción en el contenido de proteína a medida que avanza la madurez, mientras que para *Paspalum notatum* ocurre lo contrario, lo que no coincide con lo reportado por Weinman (1955) y Bransbi (1984), quienes encontraron que a mayor madurez en *Paspalum spp.*, el contenido de proteína declinó. Para fibra los datos de las dos especies indican que a medida que avanza la madurez, hay incremento en el contenido de ésta, porque hay un aumento en carbohidratos estructurales y lignina en todas las gramíneas (Wilson, 1981).

Cuadro 1. Contenido de proteína total (PT) y fibra total (FT) en *Axonopus compressus* y *Paspalum notatum*.

ESPECIE	PT (%)	FT (%)
<i>Axonopus compressus</i>		
Verde, estación seca, 4 semanas	9.0	29.2
Verde, estación seca, 8 semanas	7.6	28.8
Verde, estación húmeda, 4 semanas	10.5	43.1
Verde, estación húmeda, 8 semanas	11.4	42.4
Verde, estación húmeda, 6 semanas	8.2	30.5
<i>Paspalum notatum</i>		
Verde, principio de floración	7.4	31.3
Verde, mitad de floración	8.4	28.1
Verde, final de floración	13.0	34.5
Heno	12.3	33.5

Fuente: Göhl Bo (1982).

Para la digestibilidad, Adjei *et al.* (1980) reportaron valores de 51, 49 y 50% para *Digitaria decumbens*, *Cynodon aethiopicus* y *Cynodon spp.*-

Paspalum notatum, respectivamente. Braga y Camarao (1987) obtuvieron valores de digestibilidad de 59.9% en *Paspalum plicatulum* y Mott (1983, citado por Braga y Camarao, 1987) señaló digestibilidad de 38 a 65% para gramíneas del género *Paspalum*, mientras que Flores (1989) reportó 54.3% de digestibilidad para *Paspalum notatum* en México y de 43% para mezclas de *Paspalum spp.* y *Axonopus spp.* en Colombia.

La calidad de una pradera en términos de digestibilidad y proteína darán como expresión final el producto por animal (Mott, 1959). Al respecto, Stobbs (1975) resumió en cuatro los factores principales que limitan la producción animal en praderas tropicales, a saber: alto crecimiento de gramíneas y bajo de leguminosas, bajo valor nutritivo del forraje, la cosecha que realiza el animal y el nivel de consumo. Reportó, además, que los animales al pastorear gramas nativas raramente exceden 0.6 kg de ganancia diaria de peso vivo.

Teixeira y Veiga (1987) obtuvieron ganancias diarias de peso por animal de 0.3 kg, logrando 56 kg ha⁻¹ año⁻¹ en praderas de *Axonopus affinis*; Garza *et al.* (1973b) en gramas nativas reportaron ganancias de peso vivo de 85 kg ha⁻¹ año⁻¹ sin fertilizar y de 168 kg ha⁻¹ año⁻¹ usando fertilizantes. Bryan (1968) obtuvo, en promedio de ocho años, una ganancia de peso vivo animal de 340 kg ha⁻¹ año⁻¹ en gramas nativas.

Garza (1975) obtuvo una ganancia de peso vivo de 177 kg ha⁻¹ año⁻¹ en *Paspalum spp.*; Whiteman *et al.* (1985) indicaron una ganancia de peso de 400 kg ha⁻¹ año⁻¹ con 5.0 becerros ha⁻¹, en praderas fertilizadas de *Paspalum plicatulum*. En otro estudio, Adjei *et al.* (1980) consiguieron ganancias de peso por animal de 0.35, 0.28 y 0.22 kg día⁻¹ y producciones de peso vivo de 580,461 y 346 kg ha⁻¹ año⁻¹ en *Cynodon spp.*, *Digitaria decumbens* y *Paspalum notatum*, respectivamente, pastoreadas a cargas intermedias. Esto evidencia que los pastos introducidos son más productivos que los nativos.

Algunos de los datos presentados muestran a las gramas sin perspectivas de competencia, en cuanto a producción, en relación con otras gramíneas; sin embargo, lo costoso de erradicarlas para establecer otras especies forrajeras debe considerarse antes de decidir el cambio. La

combinación con otras especies de gramíneas o leguminosas permite mejorar la calidad de la dieta de los animales en pastoreo y obtener rendimientos medios (Machado, 1982; Teixeira y Veiga, 1987).

Características de la pradera y producción animal

El consumo de animales en pastoreo está afectado por factores propios del animal, de la pradera, del ambiente y la relación que existe entre ellos. Cualquier limitación en el consumo de nutrimentos reducirá la eficiencia global de la conversión alimenticia en productos animales. De ahí que el consumo y la producción animal tengan relación con el forraje presente, la asignación de forraje, el contenido de leguminosas, la estructura de la pradera, la digestibilidad, contenido de proteína y minerales y el comportamiento del animal en pastoreo ('T Mannelje y Ebersohn, 1980).

La oferta de forraje se define como la medición instantánea del peso total del forraje por unidad de área (Hodgson, 1979). El forraje presente está determinado por la interacción que existe entre el grado de defoliación, área foliar presente después del pastoreo y el período de descanso de la pradera (Avendaño *et al.*, 1986; Lobato y Sosa, 1987). La presentación del forraje en oferta al animal en pastoreo tiene efectos considerables bajo condiciones de producción en pradera (Arnold, 1964), ya que el consumo de forraje y la producción animal se relacionan asintóticamente con la materia seca total del forraje presente ('T Mannelje y Ebersohn, 1980). Así, la cantidad del forraje ofrecido tiene relación con la carga animal presente, por ello a cargas animal crecientes ocurre una depresión en la producción total de materia seca en la pradera (Paladines y Lazcano, 1983), dado que al elevar la carga animal se ejerce una mayor presión de pastoreo, habiendo mayor severidad de defoliación y consecuentemente disminución en el forraje disponible o asignado por animal (Hodgson, 1983).

La masa de forraje en oferta aumenta conforme se incrementa la asignación (Avendaño *et al.*, 1986; Lobato y Sosa, 1987) y la producción de

forraje en oferta es mayor en pastoreo rotativo que en continuo (Castle *et al.*, 1975). De esta manera, la mayor oferta de forraje facilita un mayor tamaño de bocado y así mayor consumo (Stobbs, 1975).

La asignación de forraje tiene un papel importante en la producción animal, entendiendo como asignación la cantidad de forraje (materia seca o materia orgánica) por animal o por unidad de peso vivo (PV) animal en un tiempo determinado (Hodgson, 1979; 'T Mannetje y Ebersohn, 1980; Poppi *et al.*, 1987). Gibb y Treacher (1976) expusieron corderos a asignaciones diarias de forraje en un rango de 20 a 160 g de materia seca de forraje por kg PV animal, concluyendo que hubo reducción significativa de consumo en los corderos, si el forraje presente a nivel del suelo decrece tres veces su consumo diario. Lobato y Sosa (1987) expusieron borregos a asignaciones diarias de forraje, en un rango de 2 a 11 kg de MS por 100 kg PV por día, encontrando que a mayor asignación de forraje hubo un mayor consumo, aunque esta relación no fue consistente. Harkess *et al.* (1972) encontraron que el consumo aumentó al incrementar la asignación diaria de 23 a 96 g de materia orgánica de forraje por kg PV animal. Por su parte, Hodgson (1975) concluyó que el consumo por corderos se redujo en 25% cuando la asignación disminuyó en 50% (50 a 25 g MS kg⁻¹ PV).

En bovinos las tendencias son semejantes, al respecto diferentes trabajos han reportado que a medida que disminuye la asignación de forraje, hay un menor consumo. Así, Greenghalgh *et al.* (1966, 1967) encontraron que cuando la asignación de forraje bajó de 24.9 a 11.4 kg de materia seca por vaca, el consumo se redujo en 1.8 kg de materia seca por vaca. Jamieson y Hodgson (1979 a, b), encontraron un descenso en el consumo de 750 g de materia seca, en becerros de 150 kg PV, cuando se redujo la asignación de 90 a 30 g MS kg⁻¹ PV. Combellas y Hodgson (1979) compararon asignaciones de forraje de 3, 6 y 9 kg MS por 100 kg PV por día en vacas productoras de leche y encontraron que el mayor consumo ocurrió con 9 kg MS por 100 kg PV por día, concluyendo que las asignaciones bajas disminuyeron la producción de leche, pero no afectó la composición de la misma.

Cuando se llega a cierta cantidad de forraje en oferta, no hay diferencias en consumo de forraje; al respecto, Arnold y Birrel (1977) observaron que cuando el nivel de forraje estuvo entre 1680 y 3760 kg ha⁻¹ no hubo diferencias en consumo. Un comportamiento similar reportaron Combellas y Hodgson (1979) al usar altas asignaciones.

La relación entre asignación de forraje y producción animal es semejante a la de asignación y consumo (Greenhalgh *et al.*, 1966, 1967; Gibb y Treacher, 1976; Stobbs, 1977; Jamieson y Hodgson, 1979a, 1979b; Bryant, 1980). Bajas asignaciones de forraje afectan grandemente la producción animal, así como el comportamiento del mismo, ya que la ganancia de peso, producción de leche y digestibilidad de la dieta disminuyen. A medida que la asignación sea muy elevada se llega a un límite en que el animal disminuye la eficiencia de cosecha (Allison y Kothmahn, 1979; Meijs, 1981; Stuth *et al.*, 1981; Allison *et al.*, 1981). Por lo anterior, resalta la importancia de conocer las asignaciones óptimas para las distintas especies animales, que varían de acuerdo a la especie de gramínea, rendimiento, estructura, etc., dado que factores como tamaño de bocado y tiempo de pastoreo son modificados a través de estas relaciones cuantitativas.

La oferta de forraje disminuye en términos generales con la altura, modificando fuertemente la estructura del forraje, por ello el animal ejecuta un menor tamaño de bocado y tiende a incrementar el número de éstos (Allden y Whittaker, 1970; Stobbs, 1973a; Jamieson y Hodgson, 1979b; Hodgson, 1981; Hodgson y Jamieson, 1981; Muslera y Ratera, 1984; Matus y Olguín, 1989), en un intento por mantener un consumo constante de energía que satisfaga sus necesidades. Sin embargo, en praderas de muy baja altura, donde es poco accesible el forraje, a pesar del mayor tiempo empleado, la fatiga impide que la compensación sea completa, comenzando a disminuir el consumo de energía (McClymont, 1974; Arnold y Dudzinski, 1974; Orcasberro y Fernández, 1981).

Hodgson (1981) señaló que las variaciones en masa de forraje y altura de la pradera están correlacionadas y tienden a influir en la tasa de bocados y

consumo por bocado, encontrando que el consumo por bocado puede ser maximizado al aumentar la altura con rebrotes de 40-45 días.

En gramíneas tropicales erectas, el consumo declina conforme aumenta la altura de la pradera (Stobbs y Hutton, 1974), ya que las praderas mantenidas a baja altura, presentaron un dosel denso con niveles altos de nitrógeno y digestibilidad *in vitro*, debido a su alto contenido de hoja. Barthram (1981) señaló que conforme se incrementó la altura, aumentaron las cantidades de material muerto en los estratos inferiores, limitando la profundidad del estrato pastoreado, lo que provocó reducciones significativas en el consumo.

Stobbs (1975) mencionó que las relaciones negativas entre consumo y altura de la pradera, pueden estar asociadas con la disminución de la densidad en los horizontes superficiales. Hay una correlación positiva entre densidad de hojas o relación hoja-tallo y consumo por bocado (Stobbs, 1973b; Chacon y Stobbs, 1976; Chacon *et al.*, 1978). Las mayores ingestiones se han registrado en praderas densas de aproximadamente 7 cm de altura, mientras que con 5 cm el consumo se restringió severamente (Mc Clymont, 1974).

Allden y Whittaker (1970) encontraron que a mayor altura de la pradera el número de bocados por minuto fue menor, lo que provocó disminución de la ingestión por inaccesibilidad del forraje. Forbes y Hodgson (1985) concluyeron a partir de la revisión de varios estudios, que la consistente declinación en consumo por bocado, durante el período de pastoreo de cada pradera y especie forrajera, está relacionada probablemente a una reducción de masa de forraje o a la altura de la pradera. Baker *et al.* (1981) enfatizaron que la altura de la pradera post-pastoreo fue el mejor indicador del comportamiento de los animales durante el pastoreo.

La altura de las plantas es un factor muy importante dentro de la estructura que influye, en cierta medida, en el comportamiento animal, de tal forma que a mayor altura de la pradera, el tiempo de pastoreo declina, la ingestión de forraje se incrementa, el tamaño de bocado es mayor y la hoja es más seleccionada (Mc Clymont, 1974; Arnold y Dudzinski, 1974; Wahab, 1988). Laca *et al.* (1982) indican que el volumen de bocado decrece linealmente con la

densidad y se incrementa cuadráticamente con la altura, mientras que la profundidad del bocado se incrementa linealmente con la altura de la pradera.

La estructura de la pradera puede ser modificada por la aplicación de reguladores del crecimiento. Ludlow *et al.* (1982) y Stobbs (1973a) encontraron que el ácido giberélico incrementó el rendimiento y altura del forraje y los tallos presentaron entrenudos más largos, mientras que el 2-cloroetil-cloruro de trimetil amonio redujo la altura del forraje y la longitud del entrenudo.

Las principales características estructurales de las praderas tropicales parecen ser la densidad total del pasto o la densidad foliar y la relación hoja:tallo (Hodgson, 1983). Beliuchenko (1979) mencionó que los indicadores de la estructura en los rendimientos, incluyen la cantidad y peso de tallos de diversos tipos y sus partes, la relación hoja:tallo y el número por unidad de área.

Los bovinos pastoreando praderas tropicales muestran una gran habilidad para seleccionar hojas, consumiendo primero las hojas de los estratos superiores, seguido por hojas y tallos y, finalmente, si los animales son forzados consumen tallos (Stobbs, 1975; Chacon y Stobbs, 1976; Chacon *et al.*, 1978).

Respecto al valor nutritivo Wilkinson *et al.* (1970), Burns (1970), Chacon y Stobbs (1976) coincidieron que los estratos superiores son más digestibles y con mayor valor proteico; cuando los animales en pastoreo tienen oportunidad de seleccionar, la digestibilidad de la dieta es más alta que el valor promedio de la pradera (Fontenot y Blaser, 1965; Arnold, 1981). Los animales prefieren material vivo a muerto, material joven a viejo, pero la extensión hasta donde este proceso es activo, depende de la accesibilidad de los componentes preferidos (Arnold, 1970). Existen igualmente preferencias por especies y componentes de la planta (Theurer, 1969; Laredo y Minson, 1973; Chacon y Stobbs, 1976; Stobbs, 1977), para diferentes edades de la planta y distribución espacial de los componentes seleccionados (Arnold y Dudzinski, 1967) y para digestibilidad y composición mineral, en relación a consumo.

Existe una correlación positiva entre contenido de proteína del forraje y la preferencia por ovinos y bovinos, pero es negativa para lignina y fibra total con el aumento de la preferencia del forraje (Heady, 1964). Ambas especies animales prefieren las hojas que los tallos; este se explica porque las hojas tienen mayor contenido de extracto etéreo y proteína total que los tallos y menor contenido de lignina, celulosa y fibra total, pero el estado de crecimiento avanzado del forraje es un factor correlacionado con la disminución del consumo de forraje por el animal (Allison, 1985).

Otro de los factores de la pradera a considerar en la producción animal bajo pastoreo, es la composición botánica de la pradera, definida como la proporción en que las especies vegetales están presentes en el forraje en un momento y manejo de pastoreo determinados (Lazcano y Pizarro, 1984). Para Morley (1981) la composición botánica de la pradera puede ser afectada por la carga animal, tendiendo a cambiar al haber una mayor selección de las especies de mejor calidad, cuando se da un pastoreo ligero (Vaura *et al.*, 1973).

Manejos ligeros favorecen especies erectas como los zacates, mientras que manejos intensivos favorecen especies postradas como algunas leguminosas. Al respecto, las frecuencias altas de cortes favorecen más al trébol, pero menos a gramíneas (Vickery, 1981); las cosechas frecuentes ocasionan que las especies postradas dominen el pastizal (Harris, 1978; Humphreys, 1981; Avendaño *et al.*, 1986).

La composición botánica afecta la selectividad dependiendo de las especies que existan, ya que éstas por sus características van a determinar su consumo (Jiménez y Martínez, 1985). El pastoreo selectivo es evidente en mezclas compuestas de especies aceptables por el ganado. Los componentes inaceptables de éstas, generalmente, no son pastoreadas (Blasser *et al.*, 1966).

Harris (1978) mencionó que los cambios benéficos en composición botánica, ocurren en comunidades de praderas, donde la cosecha fortalece especies de diferentes periodicidades de desarrollo, durante la parte del año cuando tienen el máximo desarrollo. Vickery (1981) mencionó que los cambios

de vegetación de los pastizales, ocurren como resultado de cuatro posibles mecanismos: a) atributos de la planta (palatabilidad y accesibilidad); b) comportamiento animal (selectividad de la dieta); c) distribución espacial de nutrimentos en las plantas; d) ambiente físico que ejerce importantes efectos directos.

La topografía del terreno, junto con las características de la pradera, influyen en las variaciones de ganancia de peso de los animales (Whiteman *et al.*, 1985), ya que terrenos con pendientes pronunciadas, determinan la distribución de pastoreo e incrementan las necesidades de energía del animal, para cosechar el forraje, con respecto a terrenos planos (Osuji, 1974; Ribeiro *et al.*, 1979; Lobato y Sosa, 1987; Márquez, 1987); el trabajo de ascender pendientes es casi diez veces mayor que el costo de energía para caminar sobre un plano horizontal (Osuji, 1974; Ribeiro *et al.*, 1979).

Mueggler (1965) mencionó que la pendiente influye en la distribución del pastoreo, ya que el ganado bovino primeramente pastorea las zonas planas y con poca pendiente; al existir poca oferta de forraje en estos lugares, los bovinos empiezan a pastorear las zonas con mayor pendiente, provocando un sobrepastoreo en las zonas bajas. Lobato y Sosa (1987) reportaron tendencias similares en ovinos.

Comportamiento de praderas bajo pastoreo

Hodgson (1979) definió a la cosecha como un proceso de remoción completo o parcial, de los componentes de la planta que están sobre el suelo, ya sea vivos o muertos, por los animales en pastoreo o por máquinas cortadoras. Puede describirse en términos de frecuencia de cosecha, definida como el número de cosechas por unidad de tiempo de una pradera o de unidades de plantas individuales. Intervalo de cosecha es el tiempo transcurrido entre dos cosechas sucesivas. La frecuencia de remoción de plantas e intensidad de cosecha determinan el grado de uso de la pradera (Humphreys,

1981). Por ello se usa grado de cosecha, que es la proporción de la cantidad de forraje consumido, respecto a la masa de forraje original (Hodgson, 1979).

Los efectos de la cosecha pueden medirse en términos de producción total de forraje, composición del forraje, distribución estacional y los cambios en la composición de las especies de plantas (Korte y Harris, 1987).

En asignaciones de forraje bajas, con mayor tiempo de descanso, el grado de cosecha fue mayor en gramíneas de porte alto que de porte bajo (Avendaño *et al.*, 1986), principalmente en los estratos superiores de la pastura (Chacon *et al.*, 1978); sin embargo, en praderas con grandes cantidades de forraje ofrecido, el mayor grado de cosecha, puede ser debido a una intensa destrucción del forraje presente por los animales. Las hojas de los estratos superiores son las primeras en ser removidas, por lo que la cantidad y calidad de la dieta seleccionada por los animales depende de la intensidad de cosecha (Chacon y Stobbs, 1976; Chacon *et al.*, 1978),

Vickery (1981) mencionó que en cosechas poco frecuentes, las especies erectas como gramíneas son capaces de crecer más, con lo que sombream y suprimen muchas especies postradas; con cosechas frecuentes, la ventaja competitiva de las gramíneas se elimina y prosperan las especies postradas. Según Korte y Harris (1987), los efectos de cosecha han sido medidos por: 1) cantidad de forraje (kg MS) por unidad de área removida por corte; 2) cantidad de forraje removido por pastoreo (forraje consumido); y, 3) cantidad de forraje acumulado entre pastoreos sucesivos (acumulación de forraje). Lo anterior no mide directamente la tasa de crecimiento de la pradera (Hodgson *et al.*, 1981).

Harris (1978) concluyó que las cosechas frecuentes e intensas, pueden reducir el consumo de nutrientes y agua del suelo mediante tres mecanismos: 1) bajo crecimiento de la raíz después de la cosecha, limitando la extracción de nutrientes; 2) baja tasa de transpiración, restringiendo la absorción de nutrientes; y, 3) reducción de niveles de asimilación de reservas y fotosíntesis, limitando el número de iones activos.

El rebrote de una pradera (producción sobre el suelo), puede ser influenciado por diversos factores, tales como: suelo, clima, nutrimentos, luz, época de corte y manejo del pastoreo (frecuencia e intensidad de pastoreos previos). El rebrote ha sido asociado con la intensidad de energía luminosa, más que con el fotoperíodo; alargando el fotoperíodo con baja intensidad de luz, se reduce el rebrote pero no los carbohidratos; por ello la luz se convierte en factor limitante del crecimiento; además, se ha observado que disminuye el número de rebrotes por descenso en la temperatura (Auda *et al.*, 1966, citados por Younger, 1972).

Bajo condiciones de pastoreo, una alta captación de luz trae como consecuencia mayor tasa fotosintética y alta producción de rebrote, lo cual no implica una alta eficiencia de cosecha y altos rendimientos (Parsons *et al.*, 1983b). Morris (1970), en un experimento diseñado para simular la defoliación por borregos, señaló que es posible que el estiércol, orina, pisoteo y otros efectos del pastoreo, no alteraron grandemente la proporción de nuevos rebrotes.

Brougham (1956) mencionó que el rebrote del pastizal está determinado por la frecuencia e intensidad de los pastoreos previos, aunque, a diferencia de los factores ambientales, la frecuencia e intensidad de pastoreo no pueden ser descritas en términos óptimos. Vickery (1981) sugirió que los compuestos orgánicos de reserva de proteínas y carbohidratos, se utilizan durante la primer semana de rebrote y que éste posteriormente depende del índice de área foliar (IAF) y de la fotosíntesis.

El número de rebrotes producidos por una planta, se reduce con la cosecha; así, a mayor severidad de cosecha, mayor disminución en número de rebrotes; el corte de ápices del tallo estimula el rebrote por la remoción de la mayor fuente de auxinas, que inhibe el desarrollo de yemas laterales; así también, cuando la cosecha es únicamente en hojas, solo retarda el rebrote por una reducción del tejido fotosintéticamente activo (Traugten, 1957, citado por Younger, 1972).

El IAF es la relación que existe entre el área vegetal y la unidad de superficie que existe de suelo (Gardner *et al.*, 1985). Éste se relaciona con la intercepción de la luz y el crecimiento vegetal, debido a que la síntesis primaria de MS resulta de la actividad fotosintética de las hojas de plantas; por tanto, la eficiencia de este proceso depende del tamaño, forma, posición y estructura de los órganos fotosintéticos. Los IAF bajos pueden ser deseables algunas veces porque favorecen la producción de rebrotes; valores de IAF arriba del óptimo pueden ser deseables cuando el rebrote depende de las reservas almacenadas (Brown y Blaser, 1968).

Los carbohidratos no estructurales totales en praderas tropicales son usados como sustrato para crecimiento y respiración; así, después de la cosecha la recuperación dependerá, en cierta medida, de los carbohidratos de reserva y de la actividad de la planta (Davidson y Milthorpe, 1965, 1966a,b; Younger, 1972; Sheard, 1973). Estos carbohidratos de reserva son elaborados por la planta, a partir de azúcares simples producidos por fotosíntesis y almacenados en raíces, rizomas, estolones y bases de vástagos, para posteriormente ser utilizados. Después de una cosecha, la concentración de carbohidratos de reserva declina y continúa por diez días; después, la concentración retorna al nivel original, siendo más largo el retorno bajo una cosecha severa (Vickery, 1981).

Morgan y Brown (1983, citados por Carmona, 1991) mencionaron que a medida que aumentó la intensidad de pastoreo el IAF disminuyó, el consumo por animal y por hectárea aumentó y una gran proporción de rebrotes se cosechó por los animales en pastoreo; sin embargo, cuando la presión de pastoreo disminuyó, se maximizó el área fotosintética y el material muerto aumentó, ocasionando una disminución en la productividad.

La tasa de crecimiento es expresada en términos de materia seca producida por unidad de área y por unidad de tiempo. Existe una gran interrelación entre IAF y tasa de crecimiento del cultivo, debido a la importancia de la intercepción de luz solar (Brown y Blaser, 1968).

Evans *et al.* (1964) definieron el crecimiento de las plantas como un incremento en materia seca, o como un incremento en la energía fijada en forma química; esto puede ser expresado en términos absolutos, tal como incremento por planta por unidad de área o en términos relativos, como tasa de crecimiento foliar relativo (Gardner *et al.*, 1985).

En áreas con precipitación estacional, las hierbas perennes crecen rápidamente durante la primera parte de la estación húmeda, alcanzando rápidamente el estado de floración, pero este crecimiento se detiene al inicio de la estación seca. Al comienzo de la siguiente estación húmeda, el crecimiento se inicia a expensas de las reservas almacenadas en coronas y raíces; este patrón de crecimiento fue descrito por Webster y Wilson (1966, citados por Febles, 1973).

Adjei (1980) mencionó que a causa de la temperatura y precipitación, la producción de forraje durante la estación de crecimiento estuvo desigualmente distribuida.

La disminución del crecimiento del forraje no tiene evidencia clara, pero hay varias indicaciones que a cargas animal altas, la estabilidad del sistema de pastoreo será gravemente dañado. El promedio de crecimiento disminuirá a niveles mucho más bajos, sólo lo suficiente para mantener la carga animal en cuestión (Morley, 1981). Morris (1970) encontró que con baja y alta fertilización nitrogenada, el crecimiento aéreo fue de 598 y de 684 g m⁻², respectivamente; este autor también reportó que el peso seco total del forraje por unidad de área declinó con el tiempo, sugiriendo que el IAF se mantuvo relativamente constante en los tratamientos y que el total de peso seco del forraje varió conforme se modificó el IAF.

Burton *et al.* (1963) mencionaron que un aumento en las proporciones de nitrógeno aplicado a praderas de Bermuda de la Costa (*Cynodon dactylon*), incrementó la acumulación de biomasa y de proteína, pero no el contenido de fibra.

El crecimiento de forraje está influenciado por varios factores, como son la frecuencia e intensidad de pastoreo, condiciones ambientales, intercepción de luz y el nivel de reservas metabólicas (Vickery, 1981).

Hodgson (1979) definió acumulación de forraje como el cambio en masa de forraje entre mediciones instantáneas sucesivas, sumadas en el tiempo. Vickery (1981) mencionó que la máxima producción agrícola es a un IAF máximo, que ocurre cuando la velocidad de muerte de las hojas es igual a la formación de las mismas. La muerte de hojas es uno de los factores más importantes que gobiernan la acumulación de materia seca (Hunt, 1965, citado por Graupera, 1984).

Los efectos del pisoteo se pueden ver cuando el terreno está húmedo y blando; a consecuencia de éste el suelo se enfanga y llega a desaparecer la pradera (Duffey *et al.*, 1974; Muslera y Ratera, 1984). Por su parte, Frame (1975) mencionó que el daño por pisoteo puede ser directo, porque el pisoteo aplasta, malluga y destruye los puntos de crecimiento, hoja, tallos y raíces; lo anterior disminuye la producción a corto plazo por reducción de rebrotes, favoreciendo a largo plazo el deterioro de la pradera. Los efectos indirectos del pisoteo son por compactación del suelo, infiltración más lenta y pérdida de agua por escurrimiento (Edmond, 1958; Muslera y Ratera, 1984; Korte y Harris, 1987). Thomas (1960) reportó que en suelos tropicales el pisoteo fue más dañino, ya que causó erosión y por consiguiente pérdida de vegetación; en praderas con pendiente los animales formaron veredas siguiendo el contorno de la colina, habiendo erosión del suelo con altas cargas animal (Sears, 1956).

En contraparte a lo antes comentado, el pisoteo también puede producir efectos benéficos, tales como mejorar el contacto entre suelo y semilla cuando se realizan siembras superficiales, destrucción de malezas, compactación de suelos ligeros, mejorando la composición y estructura del suelo mediante el reciclado de nutrimentos y materia orgánica (Muslera y Ratera, 1984; Korte y Harris, 1987).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y duración del experimento

La fase de campo se realizó en terrenos del Centro Regional Universitario de Oriente (CRUO) de la Universidad Autónoma Chapingo, ubicado en Huatusco, Veracruz, a 19°12' latitud norte y 96°57' longitud oeste y altitud de 1,344 msnm. El experimento tuvo una duración de 126 días, iniciando el 19 de febrero y terminando el 25 de junio de 1989.

Clima y suelo

De acuerdo al sistema de clasificación climática de Köepen, modificado por García (1984), la zona presenta un clima (A)C(m)w"(i)g, el cual corresponde a un clima semicálido húmedo, con verano lluvioso, fresco y largo, con poca oscilación térmica y una precipitación media anual de 1,745 mm (Figura 1).

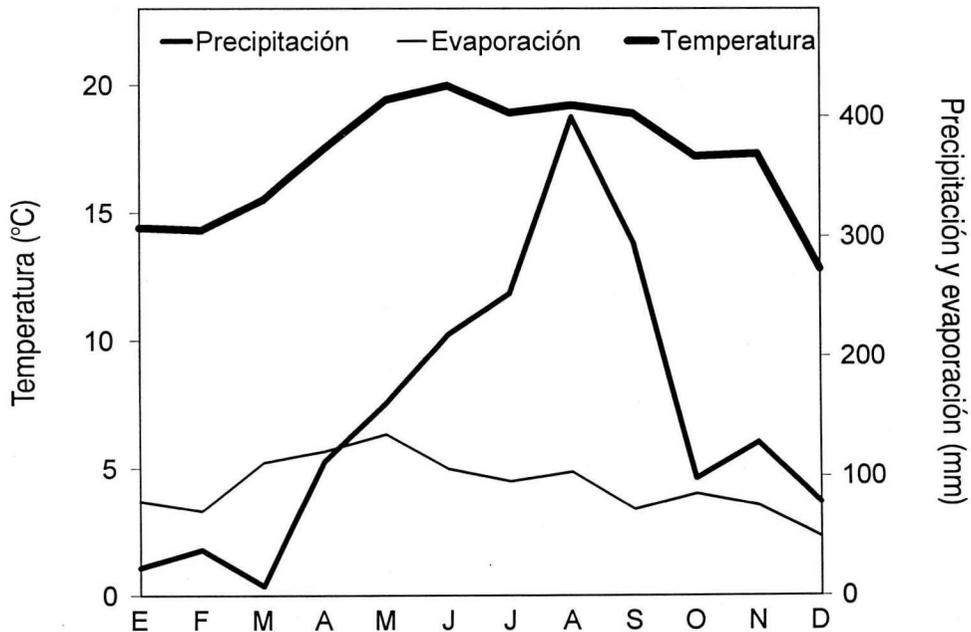


Figura 1. Precipitación, evaporación y temperatura en Huatusco, Ver., en 1989.

Según el sistema americano de clasificación de suelos, el suelo que predomina en el área pertenece al grupo Vertic Tropudalfs, del orden vertisol, caracterizado por presentar buena profundidad, textura arcillosa, pH frecuentemente ácido (5.2 a 5.8). El contenido de nitrógeno es más alto en las primeras capas (Licon, 1983).

Tratamientos y diseño experimental

Se evaluaron tres tratamientos, consistentes en diferentes asignaciones de forraje: 8, 14 y 20 kg MS 100 kg⁻¹ PV día⁻¹. En lo sucesivo se mencionarán como 8, 14 y 20%, respectivamente.

Se empleó un diseño de bloques al azar, con tres repeticiones. Los bloques se hicieron por ciclo de pastoreo y se consideró como unidad de medición a cada franja o potrero de pastoreo.

Animales y su manejo

Para mediciones se utilizaron como animales fijos nueve vaquillas Holstein con peso de 124 a 178 kg, usándose 12 vaquillas de diferente edad y peso como animales volantes para ajustar la asignación de forraje. Se formaron tres grupos de animales fijos, de tres animales cada uno. Cada grupo de animales fijos se asignó a un tratamiento y pradera experimental específicos. Los animales fijos permanecieron en la pradera permanentemente, durante el período experimental. Los animales volantes se incluyeron y excluyeron del pastoreo, dependiendo del forraje ofrecido y del peso vivo de los animales fijos, para mantener la asignación de forraje establecida para cada tratamiento, usando el método de quitar y poner descrito por Mott (1977).

Al inicio del período experimental, los animales se pesaron y se desparasitaron externa e internamente; posteriormente la desparasitación externa y el pesaje se repitieron a intervalos de 28 días. Agua y sales minerales, estuvieron a disposición de los animales de manera permanente en

los potreros de pastoreo. Todos los animales se identificaron con aretes colocados en la oreja derecha.

Praderas experimentales

El área experimental tuvo una cobertura vegetal dominada por las gramíneas *Axonopus compressus*, *A. affinis*, *Paspalum notatum*, *P. conjugatum* y *P. plicatulum*. Esta área se dividió en tres praderas experimentales, donde se asignó al azar el tratamiento respectivo. Todas las praderas presentaron una pendiente promedio de 28%. La extensión de cada pradera fue variable, según el tratamiento asignado; el área fue de 18,986, 33,750 y 48,869 m² para las asignaciones de 8, 14 y 20%, respectivamente.

Manejo del pastoreo

Se usó un pastoreo rotativo, con 7 y 35 días de ocupación y descanso, respectivamente. Cada una de las praderas experimentales se dividió en seis potreros, para permitir el ciclo de pastoreo de 7/35. Las superficies de los potreros, en cada cada pradera, fue constante, siendo de 3,166, 5, 625 y 8,145 m² para las asignaciones de 8, 14 y 20%, respectivamente. Al intervalo durante el cual cada potrero estuvo sujeto a un periodo de ocupación y descanso, en forma sucesiva, se le consideró como un ciclo de pastoreo.

El número de potreros para mantener el esquema de 7/35 se obtuvo mediante la siguiente fórmula (De la Mora y Herrera, 1978):

$$NP = (PD / PO) + 1$$

Donde:

NP = Número de potreros

PD = Período de desocupación del potrero (35 días)

PO = Período de ocupación del potrero (7 días)

Al inicio de ocupación de un potrero en particular, se determinó la cantidad en kg de peso vivo animal, para mantener la asignación de forraje correspondiente al tratamiento. Para ello se determinó la cantidad de forraje presente (ofrecido) en cada potrero y con la aplicación de la siguiente fórmula determinó la cantidad en kg de peso vivo (Avendaño *et al.*, 1986):

$$PVT = (FO * 100)/(A * O)$$

PVT.= Peso vivo total en kg, requerido para mantener la asignación en cada potrero.

FO = Forraje ofrecido (kg MS potrero⁻¹)

A = Asignación de forraje (Kg MS 100 kg⁻¹ PV día⁻¹)

O = Período de ocupación en días

La diferencia entre el peso vivo total requerido y el peso vivo de los animales fijos fue cubierto con los animales volantes, para mantener la asignación.

Variables medidas y estimadas

Las variables medidas fueron forraje ofrecido y residual, composición botánica, digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS), proteína total (PT) y ganancia de peso diaria y total de los animales. Las variables estimadas fueron tasa de desaparición (TD), grado de cosecha (GC) y tasa de crecimiento (TC) del forraje, así como ganancia de peso vivo por hectárea.

Forraje ofrecido y residual

La cantidad de forraje en oferta, al iniciar la ocupación de cada potrero, se determinó mediante el método de doble muestreo o rendimiento comparativo, según lo describen Gardner (1967) y Haydock y Shaw (1975). Se tomaron cincuenta lecturas visuales y cinco muestras, cosechadas por potrero, en cada muestreo. Para las muestras cosechadas se usó un cuadrante de 50 x

50 cm ubicado al azar. El forraje enraizado dentro del cuadrante se cosechó a ras del suelo y se guardó en bolsas de polietileno identificadas; las muestras se secaron en bolsas de papel en una estufa de aire forzado a 55 °C durante 48 horas y se pesaron posteriormente.

La cantidad de forraje ofrecido por potrero se estimó con la ecuación modificada de Gardner (1967):

$$Y = \{ [y' + b(x'-x)]*(SP) \} / 0.25 / 1000$$

Donde:

Y = Forraje ofrecido (kg MS potrero⁻¹)

y' = Promedio de MS de cinco muestras cosechadas (g MS 0.25 m²).

x' = Valor promedio de 50 lecturas visuales hechas por potrero.

x = Valor promedio de cinco muestras cosechadas (estimadas visualmente en escala de 0 a 10).

b = Coeficiente de regresión entre las lecturas visuales, correspondientes a cada muestra cosechada (x') y los valores obtenidos para la misma (y').

SP = Superficie por potrero (m²).

El forraje residual se estimó de igual manera que el forraje ofrecido, solo que la toma de datos se realizó al final del período de ocupación. Para efecto de análisis la cantidad de forraje ofrecido y residual se expresó en kg MS ha⁻¹.

Estimadores descriptivos de las praderas experimentales

La composición botánica se determinó en dos potreros de cada pradera experimental; para ello se realizó el conteo de cada uno de los componentes botánicos en cada potrero. El conteo de individuos se hizo en las cinco muestras cosechadas para determinar forraje ofrecido o residual. Para efecto

de análisis, se promedió el número de individuos de cada uno de los componentes botánicos de las muestras, posteriormente se organizaron en tres grandes grupos, identificados como gramíneas, leguminosas y malezas.

La tasa de desaparición, entendida como los kg de materia seca desaparecida por cada 100 kg de peso vivo por día, se calculó utilizando la fórmula modificada de Stuth *et al.* (1981).

$$TD = [(FO-FR)/(PVT*PO)] * 100$$

Donde:

TD = Tasa de desaparición (kg MS 100 kg⁻¹ PV día⁻¹)

FO = Forraje ofrecido (kg MS potrero⁻¹)

FR = Forraje residual (kg MS potrero⁻¹)

PO = Período de ocupación (días)

PVT = Peso vivo total (kg)

El grado de cosecha es la cantidad de forraje, expresada en porcentaje, que fue removida por los animales, durante el período de ocupación y se calculó mediante la fórmula modificada de Solano y Coronado (1979):

$$GC = [(FO - FR)/FO] * 100$$

Donde:

GC = Grado de cosecha (%)

FO = Forraje ofrecido (kg MS potrero⁻¹)

FR = Forraje residual (kg MS potrero⁻¹)

La tasa de crecimiento, definida como el incremento diario de biomasa por área, se calculó en base a la fórmula de Noguera (1981):

$$TC = (P2T2 - P1T1) / I$$

Donde:

TC = Tasa de crecimiento, kg MS ha⁻¹ día⁻¹.

P2T2 = Cantidad de forraje ofrecido en el período actual de pastoreo, kg MS ha⁻¹.

P1T1 = Cantidad de forraje residual en el período anterior de pastoreo, Kg MS ha⁻¹.

I = Intervalo entre muestreos (35 días).

Calidad del forraje

La calidad del forraje se determinó mediante su contenido de proteína total y digestibilidad *in vitro* de la materia seca. El análisis de calidad se realizó a partir de las muestras cosechadas para determinar forraje ofrecido o residual. Las muestras se secaron y molieron antes de los análisis en laboratorio.

El contenido de proteína del forraje fue el producto del contenido de nitrógeno, obtenido por Microkjeldahl, por el factor 6.25 (A.O.A.C., 1975). La medición del contenido de nitrógeno se realizó por duplicado y, para efecto de análisis, se usó el promedio de las dos determinaciones. La digestibilidad *in vitro* de la materia seca se determinó mediante la técnica de Tilley y Terry (1963) modificada por Barnes (1969). La medición de la digestibilidad *in vitro* se hizo por triplicado y para efecto de análisis, se utilizó el promedio de las mismas.

Peso de los animales y ganancia de peso vivo

El peso de los animales se registró a intervalos de 28 días, a partir del inicio del experimento, para lo cual se mantuvieron a los animales en ayuno por 12 horas previo al pesaje. La ganancia de peso se estimó determinando la diferencia de peso de los animales, entre el período transcurrido entre dos pesajes consecutivos. La ganancia de peso vivo por hectárea se estimó a partir de las ganancias de peso vivo por animal, por el total de animales presentes en una hectárea. No se hizo análisis estadístico de esta variable, por no existir repeticiones de campo en pradera y animales.

Análisis Estadístico

Las variables forraje ofrecido y residual, tasa de crecimiento, tasa de desaparición y grado de cosecha, se analizaron bajo un modelo de bloques al azar generalizado, siendo el bloque cada ciclo de pastoreo.

Las variables proteína total, digestibilidad del forraje y composición botánica, se analizaron con un modelo de bloques azar, incluyendo un efecto de submuestreo obtenido en los dos últimos potreros de cada ciclo de pastoreo. La ganancia diaria de peso por animal se analizó con un modelo completamente al azar, siendo el animal la unidad experimental, con tres repeticiones por tratamiento. En todos los modelos se realizó la comparación entre medias, utilizando el procedimiento de Tukey (Steel y Torrie, 1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Asignaciones reales

Las asignaciones que se evaluaron en esta investigación no difirieron con las planteadas inicialmente, quedando como sigue: 8.1, 14.1 y 19.9% para 8, 14 y 20% respectivamente.

Comportamiento del forraje ofrecido y residual

La masa de forraje ofrecido no mostró diferencias significativas ($p>0.05$) por efecto de los tratamientos (Figura 2). Sin embargo, hubo tendencia ($p=0.8$) a incrementarse de 72.7 y 107 kg en la asignación del 20%, con respecto a las de 14 y 8%, respectivamente.

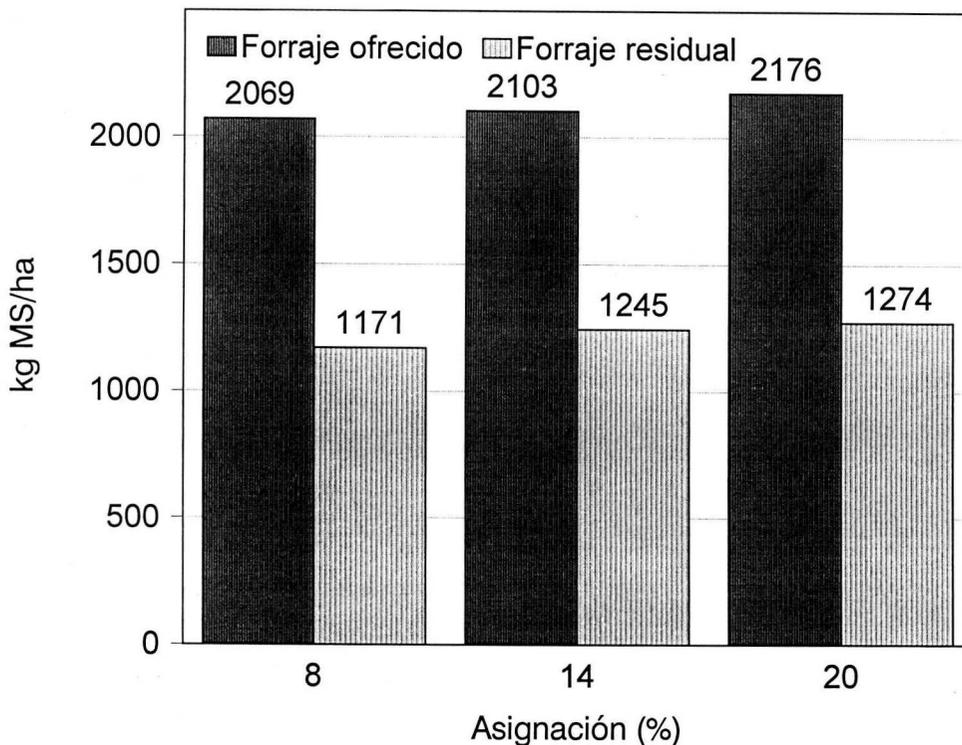


Figura 2. Forraje ofrecido y residual de praderas de *Axonopus spp.* y *Paspalum spp.*, pastoreadas a diferentes asignaciones de forraje.

Al efectuarse el análisis estadístico por semana de la masa de forraje ofrecida, se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la cuarta semana de pastoreo, entre la asignación de 14%, con $1539.3 \text{ kg MS ha}^{-1}$, respecto al 8%, con $2273.9 \text{ kg MS ha}^{-1}$, y en relación a 20%, con $2409.9 \text{ kg MS ha}^{-1}$, no habiendo diferencia significativa entre estos dos últimos tratamientos. Aún cuando no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, la tendencia del forraje ofrecido coincide con lo reportado por Chacon y Stobbs (1976), Stobbs (1977), Chacon *et al.* (1978), Mercado (1992), Flores (1992), Basilio (1993) y Albarrán y Amezcua (1993), quienes mencionaron que con forrajes tropicales y subtropicales, la cantidad de forraje ofrecido aumentó a medida que la asignación fue mayor.

El forraje residual tendió a aumentar de 74.8 a 28.9 kg ha^{-1} , al pasar de 8 a 14% y de 14 a 20% de asignación, respectivamente, indicando una tendencia ($p = 0.6$) a incrementarse a medida que la asignación fue mayor, pero sin ser consistente. Este comportamiento fue similar a lo encontrado por Chacon y Stobbs (1976), Jamieson y Hodgson (1979a), Stuth *et al.* (1981), Mayne *et al.* (1987), Anzures *et al.* (1992), Mercado (1992), Flores (1992), Basilio (1993) y Albarrán y Amezcua (1993), quienes mencionaron que a una asignación baja, se tuvo la menor cantidad de forraje residual, mientras que a una asignación alta, la cantidad de forraje rechazado por el animal fue mayor, a causa del proceso selectivo que efectúan los animales.

Producción y aprovechamiento del forraje

Como se muestra en el Cuadro 2, la asignación de 14% presentó significativamente ($p > 0.05$) la menor tasa de crecimiento del forraje, mientras que las asignaciones de 8 y 20% no difirieron significativamente ($p > 0.05$) entre si. Lo anterior puede atribuirse a que en asignaciones bajas la presión de pastoreo fue mayor, por lo que la intensidad en uso de la pradera también fue mayor y puede promover un incremento en el desarrollo de hojas (Humphreys, 1967; Clark *et al.*, 1984), aunque con la cosecha por pastoreo se remueve

mucha área foliar, las hojas remanentes son suficientes para fotosintetizar y promover mayor crecimiento (Fisher, 1973; Jones, 1973).

Cuadro 2. Tasa de crecimiento (TC), tasa de desaparición (TD) y grado de cosecha (GC) de forraje de praderas de *Axonopus spp.* y *Paspalum spp.*, bajo pastoreo, a diferentes asignaciones de forraje.

Asignación kg MS 100 kg ⁻¹ PV día ⁻¹	TC kg MS ha ⁻¹ día ⁻¹	TD kg MS 100 kg ⁻¹ PV día ⁻¹	GC %
8	19.4a	3.3b	41.3a
14	9.7b	5.9ab	39.7a
20	15.5a	8.1a	40.6a

Medias en la misma columna con la misma literal, no son diferentes ($p > 0.05$).

Los valores obtenidos no coinciden con los reportados por Hernández *et al.* (1988), quienes mencionaron que la tasa de crecimiento tendió a ser mayor en asignaciones intermedias; sin embargo, coincidieron con lo mencionado por Carmona (1991), quien comentó que en las asignaciones bajas hubo mayor tasa de crecimiento del forraje, porque el animal tuvo un mayor efecto benéfico al pastorear en los estratos más bajos de la pradera, porque promovió el crecimiento del forraje.

En asignaciones altas hubo menor remoción de material vegetativo, lo que parece restringir la utilización más eficiente del pasto, reflejándose tal vez en un mayor IAF, que aumentó la eficiencia de utilización de la energía solar, además de que se redujeron las pérdidas de carbohidratos de reserva. La tasa de crecimiento mostró correlaciones negativas con la asignación ($r = -0.16$), con la tasa de desaparición del forraje ($r = -0.12$) y con el grado de cosecha ($r = -0.003$).

La tasa de desaparición (TD) de forraje varió significativamente ($p < 0.05$) entre las asignaciones (Cuadro 2), mostrando tendencia a aumentar conforme la asignación fue mayor. Este resultado fue similar a lo reportado por Stuth *et al.* (1981), Hernández *et al.* (1988), Mercado (1992), Basilio (1993) y Albarrán y

Amezcuca (1993), discrepando con lo encontrado por Jamieson y Hodgson (1979 a), quienes describieron una relación inversa entre asignación y tasa de desaparición del forraje en *Lolium perenne* cv. 523, mencionando estos autores que esta relación no siempre es consistente.

A menor asignación, la cantidad de forraje ofrecido al animal fue menor y aún cuando el animal tuvo capacidad para ingerir más forraje, éste no existió en cantidad suficiente, limitándose el consumo. Con la asignación alta, el animal tuvo la posibilidad de consumir lo necesario y el desperdicio de forraje pudo ser mayor por pisoteo y contaminación por heces y orina; este forraje desperdiciado, así como el consumido, no estuvieron presentes en el forraje residual, dando por resultado una mayor tasa de desaparición. La tasa de desaparición estuvo asociada positivamente con el forraje presente en la pradera ($r=0.67$), con el forraje rechazado ($r=0.29$), con el grado de cosecha ($r=0.61$) y negativamente con la tasa de crecimiento ($r=-0.12$).

El grado de cosecha (GC) no presentó diferencia significativa ($p>0.05$) entre tratamientos (Cuadro 2), siendo en promedio 40.5% considerando las tres asignaciones. También se observó que el grado de cosecha tendió ($p=0.6$) a aumentar a medida que disminuyó la asignación. Esto coincidió con lo reportado por Zamudio (1977), Solano y Coronado (1979), Adjei *et al.* (1980), Avendaño *et al.* (1986), Hernández *et al.* (1988), Anzures *et al.* (1992), Flores (1992), Basilio (1993) y Albarrán y Amezcuca (1993), quienes mencionaron que a medida que la asignación aumenta, el grado de cosecha decrece, porque en esas condiciones hay una menor utilización de la pradera.

Para el presente caso, la asignación menor además de mostrar el mayor grado de cosecha, presentó la menor tasa de desaparición, existiendo una correlación positiva ($r=0.97$) entre esas dos variables, dado que en esa condición también hubo correlación positiva ($r=0.02$) entre la tasa de crecimiento y el grado de cosecha. En las tres asignaciones evaluadas, el grado de cosecha se asoció positivamente ($r=0.61$) con la tasa de desaparición del forraje, con el forraje presente ($r=0.12$) y negativamente con el forraje rechazado por los animales ($r=-0.35$), con la asignación presente ($r=-0.03$) y

con la tasa de crecimiento ($r=-0.003$), todo lo cual pudo indicar un mayor aprovechamiento del forraje en la asignación baja.

Composición botánica

No se observaron diferencias significativas ($p>0.05$) entre tratamientos, para el número de gramíneas presentes al inicio del período de ocupación de los potreros (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número de plantas de gramíneas presentes en praderas de *Axonopus spp.* y *Paspalum spp.*, pastoreadas a diferentes asignaciones de forraje.

Asignación kg MS 100 kg ⁻¹ PV día ⁻¹	Individuos 0.25 m ²	
	Inicio de ocupación	Final de ocupación
8	279.7a	201.8a
14	245.4a	159.8a
20	290.5a	286.1a

Medias en la misma columna con la misma literal, no son diferentes ($p>0.05$).

Se observó una tendencia ($p=0.6$) de aumentar el número de individuos en la asignación de 20%, con respecto a la de 14 y 8%, pero no de 14 con respecto a la de 8% (Cuadro 3). En todos los tratamientos, desde el inicio hasta el final del período de ocupación, existió una reducción en el número de gramíneas; la mayor reducción fue de 86 individuos al 14%, 78 al 8% y solo 4 al 20%. Esta baja reducción en la mayor asignación, pudo deberse a que hubo poca presión de pastoreo, en relación a asignaciones menores. Jiménez y Martínez (1985) mencionaron que una carga animal excesiva, puede ocasionar deterioro de la pradera, por pérdida de vigor de sus plantas y sustitución gradual de las especies valiosas, por otras de menor consumo por el animal. Además, la defoliación intensa favorece el desarrollo de especies de hábito

rastrero, atribuible a que los puntos de crecimiento se encuentran casi a ras del suelo, lo que hace que sean afectados ligeramente (Vickery, 1981).

En el número de plantas de leguminosas no se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre asignaciones antes o después del período de ocupación (Cuadro 4). En la asignación de 8%, hubo la mayor cantidad de individuos, presentando una tendencia ($p = 0.6$) a disminuir el número de individuos conforme se aumentó el nivel de la asignación; esto es posible porque las leguminosas presentes fueron de porte pequeño, adaptadas a presión de pastoreo intenso en asociación con *Paspalum*, coincidiendo con lo mencionado por Garza *et al.* (1971), Garza (1979) y Valles *et al.* (1987).

Cuadro 4. Número de plantas de leguminosas presentes en praderas de *Axonopus spp.* y *Paspalum spp.*, pastoreadas a diferentes asignaciones de forraje.

Asignación kg MS 100 kg ⁻¹ PV día ⁻¹	Individuos 0.25 m ⁻²	
	Inicio de ocupación	Final de ocupación
8	13.8a	12.8a
14	10.9a	6.1a
20	4.7a	4.5a

Medias en la misma columna con igual literal, no son diferentes ($P > 0.05$)

Al final del período de ocupación, las diferencias significativas ($p = 0.05$) del número de leguminosas presentes se debieron al efecto de la asignación. Hubo menor número de leguminosas presentes, con respecto al inicio del período de ocupación, sin ser consistente el efecto de asignación y submuestreo, lo que pudo ser debido a la selectividad que ejerce el animal en pastoreo.

No hubo diferencia significativa ($p > 0.05$) entre asignaciones en la cantidad de malezas presentes (Cuadro 5), aunque al inicio y al final del período de ocupación, la asignación de 14% tendió ($p = 0.7$ y 0.1) a tener un mayor número de malezas presentes. Al 8% el número de individuos al inicio y

al final del período de ocupación fue muy similar, mientras en la asignación de 14%, el número de individuos al inicio del período de ocupación fue 25% mayor con respecto al final de ese período; en la asignación de 20% existió 43% más individuos al inicio, con respecto al final del período de ocupación.

Cuadro 5. Malezas presentes en praderas de *Axonopus spp.* y *Paspalum spp.*, pastoreadas a diferentes asignaciones de forraje.

Asignación kg MS 100 kg ⁻¹ PV día ⁻¹	Individuos 0.25 m ⁻²	
	Inicio de ocupación	Final de ocupación
8	77.0a	71.3a
14	96.3a	72.5a
20	83.4a	48.0a

Medias en la misma columna con igual literal, no son diferentes (P>0.05)

Lo anterior podría indicar que a 8% de asignación existió una cosecha más intensa sobre gramíneas y leguminosas, limitando su competitividad contra las malezas, favoreciéndose la presencia de estas últimas, mientras que a 14 y 20% de asignación, la cosecha de los componentes gramínea y leguminosa fue menos intensa, permitiendo una mayor agresividad de estos componentes y con ello mayor capacidad para reducir la presencia de malezas, tal como lo señalaron Jiménez y Martínez (1985), respecto a que una carga animal excesiva puede ocasionar deterioro de la pradera, con la consiguiente sustitución gradual de especies valiosas por malezas.

Calidad del forraje presente en la pradera

Los valores de las concentraciones de proteína total en los forrajes ofrecido y residual, no variaron significativamente (p>0.05) por efecto de la asignación de forraje (Cuadro 6). Las gramas nativas tuvieron baja respuesta a un manejo intenso o ligero, habiendo pocos cambios en su contenido de proteína total. En el intervalo de asignación evaluado, el análisis estadístico indicó que por efecto de los tratamientos no se modificó significativamente el

contenido de proteína total tanto del forraje ofrecido ($p=0.3$), como del forraje residual ($p=0.6$). Los valores obtenidos de proteína total estuvieron en el rango reportado por Göhl (1982), pero fueron mayores a los reportados por Garza *et al.* (1973b), Bransbi (1984), Texeira y Veiga (1987) y Flores (1989).

Cuadro 6. Proteína total (%) del forraje ofrecido y residual en praderas de *Axonopus spp.* y *Paspalum spp.*, pastoreadas a diferentes asignaciones de forraje.

Asignación kg MS 100 kg ⁻¹ PV día ⁻¹	Forraje ofrecido	Forraje residual
8	9.1a	8.4a
14	10.0a	8.9a
20	9.3a	9.2a

Medias en la misma columna con igual literal, no son diferentes ($p>0.05$)

La menor concentración de proteína en el forraje residual, con respecto al ofrecido, se asoció al incremento en la proporción de tallos después del pastoreo y a la disminución en la cantidad de leguminosas y malezas en el potrero (Cuadros 4 y 5), lo cual coincidió con lo encontrado por Solano y Coronado (1979), Hernández *et al.* (1988) y Anzures *et al.* (1992), quienes trabajaron con forrajeras de clima templado, así como con Flores (1992), Basilio (1993) y Albarrán y Amezcua (1993), quienes trabajaron con pastoreo de bovinos en gramas nativas en clima subtropical.

Los valores de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) del forraje, no fueron diferentes estadísticamente ($p>0.05$) entre asignaciones, tanto para forraje ofrecido como para el forraje residual (Cuadro 7). En términos de digestibilidad *in vitro* de la materia seca, a través de las tres asignaciones usadas, las gramas nativas también tuvieron baja respuesta a un manejo intenso o ligero. La asignación intermedia tendió ($p=0.08$) a presentar mayor DIVMS que las otras dos asignaciones, posiblemente debido a una mayor

relación hoja:tallo, como lo reportaron Espinoza y Estrada (1992) para gramas nativas en el mismo lugar donde se realizó la presente investigación.

Cuadro 7. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (%) del forraje ofrecido y residual en praderas de *Axonopus spp.* y *Paspalum spp.*, pastoreadas a diferentes asignaciones de forraje.

Asignación kg MS 100 kg ⁻¹ PV día ⁻¹	Forraje ofrecido	Forraje residual
8	45.7a	44.6a
14	48.6a	46.9a
20	45.9a	47.4a

Medias en la misma columna con igual literal, no son diferentes ($p > 0.05$)

La mayor digestibilidad del forraje residual, respecto al forraje ofrecido, en la asignación del 20%, probablemente pudo estar asociada a errores en el muestreo o a la determinación en laboratorio.

Los valores de DIVMS obtenidos fueron inferiores a los reportados por Adjei *et al.* (1980), quienes obtuvieron 50% para una pradera de *Paspalum notatum*, mientras que Braga y Camarao (1987) reportaron 59.9% para *Paspalum plicatulum*.

Sin embargo, los valores de DIVMS obtenidos en la presente investigación se aproximaron a los obtenidos por Mott (1983, citado por Braga y Camarao, 1987), quien reportó valores de 38 a 65% para gramíneas del género *Paspalum*; Flores (1989) reportó valores de 43% para mezclas de *Paspalum spp.* y *Axonopus spp.* en Colombia.

Los cambios en la DIVMS del forraje residual respecto al forraje ofrecido, coincidieron con lo reportado por Solano y Coronado (1979), Anzures *et al.* (1992), Flores (1992), Basilio (1993) y Albarrán y Amezcua (1993), los que mencionaron que la DIVMS es menor en el forraje residual respecto al ofrecido.

Comportamiento de la producción animal

La ganancia diaria de peso por animal no varió significativamente ($p>0.05$) entre las asignaciones evaluadas (Cuadro 8).

Cuadro 8. Ganancias diarias promedio de peso vivo por animal y ganancias por hectárea en praderas de *Axonopus spp.* y *Paspalum spp.*, pastoreadas a diferentes asignaciones de forraje.

Asignación kg MS 100 kg ⁻¹ PV día ⁻¹	Ganancia de peso	
	g animal ⁻¹ día ⁻¹	kg ha ⁻¹ 126 días ⁻¹
8	165a	76.8
14	292a	81.5
20	260a	53.3

Medias en la misma columna con igual literal, no son diferentes ($p>0.05$)

La asignación de 8% tendió ($p=0.3$) a causar menor ganancia diaria de peso que la asignación de 14%, de tal manera que la diferencia absoluta entre ambas fue de 127 g a favor de la segunda (Cuadro 8). La posible mejor respuesta en ganancia de peso a 14% (Cuadro 8), pudo ser reflejo de la mayor correlación positiva ($r=0.81$) entre grado de cosecha y tasa de desaparición del forraje, resultando tal vez en un mayor aprovechamiento del forraje y mayor respuesta animal.

La ganancia diaria de peso entre intervalos de pesajes consecutivos (Figura 3) no varió significativamente ($p>0.05$) entre asignaciones. Desde el inicio del pastoreo hasta el día 56 los animales con 14% de asignación de forraje no ganaron peso, pero a partir de ese día hubo ganancias de peso sostenidas, de tal manera que el promedio para los 126 días fue mayor en esa condición. Esto es de importancia al momento de la evaluación en pastoreo, ya que una respuesta a corto plazo puede ser muy distinta que a largo plazo.

Lo anterior pudo deberse a que el último ciclo de pastoreo coincidió con el inicio de la temporada de lluvias, promoviéndose un mejor rebrote de la pradera y mayor calidad del forraje en oferta, con 52% de DIVMS y 11.2%

proteína total con 14% asignación, comparado con 49% de DIVMS y 8.8% de proteína total con 8% de asignación, así como en relación a 48.2% DIVMS y 10.1% de proteína total con 20% de asignación.

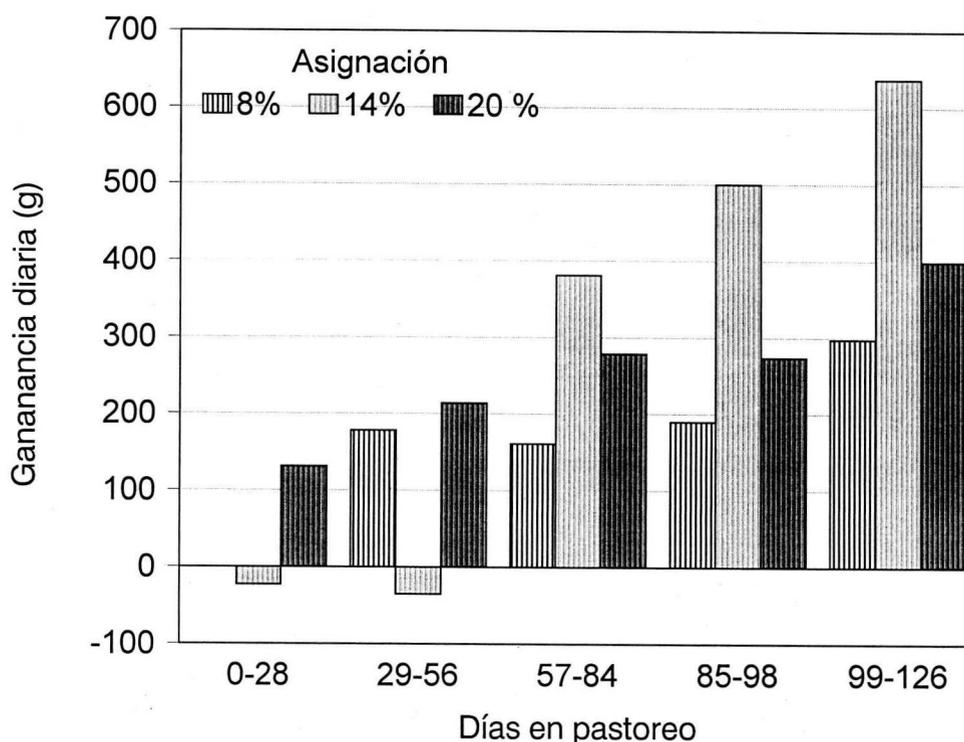


Figura 3. Ganancia diaria de peso de vaquillas pastoreando a diferentes asignaciones de forraje durante 126 días, en Huatusco, Ver.

Aún cuando no se realizó ningún análisis estadístico de las ganancias de peso por hectárea (Cuadro 8), se observó que aparentemente ésta fue mayor en la asignación de 14%, la cual presentó una tasa de desaparición moderada ($5.9 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$), grado de cosecha moderada (39.7%), baja tasa de crecimiento ($9.7 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$), mayor contenido de proteína total del forraje en oferta (10%) y mejor DIVMS del forraje en oferta (48.6%). Lo anterior quizá permitió que el animal no tuviera limitantes para el consumo, tanto en cantidad como en calidad, por lo que seleccionó más y mejor forraje, promoviendo esto mejores ganancias por animal y por hectárea.

Lo antes mencionado fue coincidente con lo reportado por Lobato y Sosa (1987), quienes evaluaron el pastoreo de ovinos en gramas nativas, mencionando que la producción por área está en función de la ganancia diaria por animal y del número de animales por área, lo que a su vez está en función del rendimiento y calidad del forraje que se tuvo en la pradera. Por consiguiente, la producción animal por hectárea con cargas animal bajas tenderá a ser menor, como ocurrió en este caso con la asignación de 20%, en concordancia con lo observado por Stobbs (1973b), quien mencionó que a medida que la carga animal se incrementó, la producción por animal declinó.

Aún cuando no hubo diferencias significativas ($p=0.37$) entre tratamientos, la asignación de 8% mostró la menor ganancia diaria por animal, mientras que la más alta la presentó la asignación de 14%. Cuando la asignación de forraje fue alta, a pesar de obtener buenas ganancias de peso vivo por animal, la producción de carne por hectárea se redujo, ya que la alta ganancia de peso vivo de pocos animales, no compensó suficientemente a la mayor producción de carne por hectárea obtenida con muchos animales, aún cuando cada uno de éstos tuvo menor ganancia individual.

Por lo anterior, económica y técnicamente ninguna de las opciones extremas es aconsejable para mantener la pradera ni para obtener la máxima producción de carne por hectárea, sino que es necesario mantener el equilibrio entre la producción de forraje y la carga animal que pueda soportar, de tal manera que la pradera perdure produciendo adecuadamente. En este caso esta situación se presentó con la asignación de 14%.

Estos resultados coinciden con los reportados por Treviño *et al.* (1976), Adjei *et al.* (1980); Whiteman *et al.* (1985), Teixeira y Veiga (1987), quienes al trabajar con gramas nativas, obtuvieron una ganancia de peso vivo animal de 160 a 195 kg año⁻¹. A medida que aumenta la carga animal, se incrementa linealmente la producción por hectárea, hasta llegar a un nivel donde el rendimiento de carne por hectárea será máximo; el incremento de la carga animal después de este nivel afecta negativamente tanto a la producción animal como a la pradera (Mott, 1977; 'T Mannelje y Ebersohn, 1980).

CONCLUSIONES

- En la asignación de forraje de 8 a 20%, la pradera no mostró diferencias significativas en cuanto al forraje presente antes y después del pastoreo, así como en el grado de cosecha.
- Las asignaciones de 8 y 20% favorecieron la tasa de crecimiento del forraje.
- La tasa de desaparición del forraje aumentó a medida que la asignación fue mayor.
- La composición botánica de la pradera no fue afectada por las asignaciones de forraje evaluadas.
- La calidad del forraje presente antes y después del pastoreo no fue afectada por las asignaciones de forraje.
- La asignación de 14% mantuvo un aparente equilibrio entre las características de la pradera y la producción animal, ya que mostró la menor tasa de crecimiento, una tasa de desaparición del forraje intermedia y un menor grado de cosecha, permitiendo la mayor ganancia diaria de peso y por hectárea.
- Las condiciones de manejo distintas a la asignación de forraje, fueron más determinantes a la respuesta animal y de la pradera con periodo de ocupación y desocupación.

LITERATURA CITADA

- Adjei, M.B., P. Mislevy and C. Y. Ward. 1980. Response of tropical grasses to stocking rate. *Agron. J.* 72:863-868.
- Albarrán, S.D. y J. Amezcua V. 1993. Comportamiento productivo de vaquillas pastoreando a tres asignaciones de forraje en praderas con pendiente (Quinta fase). Tesis profesional. Depto. de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx.
- Allden, W.G. and I.A. McD. Whittaker. 1970. The determinants of herbage intake by grazing sheep; the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. *Aust. J. Agric. Res.* 21:755-766.
- Allison, C.D. and M.M. Kothmann. 1979. Effect of level of stocking pressure on forage intake and diet quality of range cattle. *Proc. West. Sec. Am. Soc. Anim. Sci.* 30:174.
- Allison, C.D., M.M. Kothmann and L.R. Rittenhouse. 1981. Forage intake of cattle as affected by grazing pressure. *Proc. XIV Int. Grasld. Cong.* Lexington, Kentucky, USA.
- Allison, C.D. 1985. Factors affecting forage intake by range ruminants: A review. *J. Range Manage.* 38:87-91.
- Andrew, C.S. and C. Johansen. 1978. Differences between pasture species in their requeriments for nitrogen and phosphorus. *In: Wilson, J.R. (Ed.). Plant Relations in Pasture.* C.S.I.R.O. Melbourne, Australia. pp: 111-125.
- Anzures, E.J., J. Cortés P. y B. Cruz J. 1992. Comportamiento productivo y reproductivo de novillonas en pastoreo (Primera fase). Tesis Profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx.
- A.O.A.C. 1975. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemist. 12a. ed. Washington, D.C. USA. pp:130-131.
- Arnold, G.W. 1964. Factors within plant associations affecting the behaviour and performance of grazing animals. *In: D.J. Crisp (Ed). Grazing in*

- Terrestrial and Marine Enviroments. Blackwells Scientific Publ. London, England, UK.
- Arnold, G.W. and M.L. Dudzinski. 1967. Studies on the diet of the grazing animal. II. The effect of physiological status in ewes and pasture availability on herbage intake. *Aust. J. Agric. Res.* 18:349-355.
- Arnold, G.W. 1970. Regulation of food intake in grazing ruminants. In: Phillipson, J. (Ed). *Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant*. Oriel Press. London, England, UK.
- Arnold, G.W. and L. Dudzinski, M. 1974. Efectos de la estructura y densidad de la pastura sobre lo que ingiere el animal en pastoreo y su productividad. In: James, B. J. D. (Ed.). *Utilización Intensiva de Pasturas*. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- Arnold, G.W. and A. Birrel. H. 1977. Food intake and grazing behaviour of sheep varying in body condition. *An. Prod.* 24:343-353.
- Arnold, G.W. 1981. Grazing behaviour. In: Morley, F. W. (Ed). *Grazing Animals*. World Animal Science. Elsevier Scientific Publishing. Melbourne, Australia. pp: 79-101.
- Avendaño, J.C., R. Borel y G. Cubillos. 1986. Período de descanso y asignación de forraje en la estructura y la utilización de varias especies de una pradera naturalizada. *Turrialba* 36:137-148.
- Baker, R.D., F. Alvarez and L.P. Le Du. 1981. The effect of herbage allowance upon the herbage intake and performance of suckler cows and calves. *Grass For. Sci.* 36:189-199.
- Barnes, R.F. 1969. Collaborative research with the two stage *in vitro* rumen fermentation technique. In: *Proc. Nat. Conf. For. Qual. Eval. Util.* Nebraska Center for Continuing Education. Lincoln, Nebraska, USA. pp:1-20.
- Barthram, G.T. 1981. Sward structure and the depth of the grazed horizon. *Grass For. Sci.* 36:130-131.
- Basilio, F.A. 1993. Comportamiento productivo de vaquillas pastoreando a diferentes asignaciones de forraje en praderas con pendiente (Cuarta fase). Tesis profesional. Depto. de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx.

- Beliuchenko, I.S. 1979. Factores que afectan la estructura de pastos puros de gramíneas. 1. influencia de los tipos de tallos y la fertilidad del suelo. Rev. Cub. Cienc. Agric. 13:179-195.
- Blaser, R.E., R.S. Classcock, G.B. Killinger and W. E. Stokes. 1948. Carpet grass and legume pastures in Florida. Univ. Florida. Agric. Exp. Sta. Bull. 453.
- Black, C.C. 1971. Ecological implications of dividing plants into groups with distinct photosynthesis capacities. Adv. Ecol. Res. 7:87-114.
- Blasser, R.E., H. Brown R. and T. Bryant H. 1966. The relationship between carbohydrate acumulation and growth of grasses under different microclimates. Proc. 10th Int. Grasl. Congr. Surface Paradise, Australia. pp:148-150.
- Blue, W.G. 1988. Response of pensacola bahia grass (*Paspalum notatum flugge*) to fertilizier nitrogen on an entisol and a spodol in north Florida. Proc. Soil and Crop Sci. Soc. Florida 47:135-139.
- Bogdan, F.L.S. 1977. Tropical Pasture and Fodder Plants. Longman. New York, USA.
- Braga, E. y A.F. Camarao. 1987. Efeito do nivel do oferta do forrajem no consumo e digestibilidade do rapim *Paspalum plicatulum* Mich. Vel. aff. Pasturas Tropicales. Boletín 9, pp:24-26.
- Bransbi, D. I. 1984. The value of veld and pasture as animal feed. In: Tainton, N.M.(Ed). Veld and Pasture Management in South Africa. Shutter and Shooter and University of Natal Press. Pietermaritzburg, South Africa. pp:173-191.
- Bryan, W.W. 1968. Grazing trials on the wallum of southeastern Queensland. 2. Complex mixtures under common grazing. Aust. J. Exp. Agr. Anim. Husb. 8:683-690.
- Bryant, A.M. 1980. Effect of herbage allowance on dairy cow performance. Proc. New Zealand Soc. Anim. Prod. 40:150-158.
- Broughman, R.W. 1956. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. Aust. J. Agric. Res. 7:377-387.

- Brown, R.H. and E. Blaser R. 1968. Leaf area index in pasture growth. Herb. Abst. 38: 1-9.
- Burns, R.E. 1970. Yield and quality of different vertical layers of a tall fescue sward. Agron. J. 62:803-804.
- Burton, G.W., J. E. Jackson and R.H. Hart. 1963. Effects of cutting frequency and nitrogen on yield, *in vitro* digestibility and protein, fiber and carotene content of coastal bermuda grass. Agron. J. 55:500-502
- Carmona, M.R.I. 1991. Efecto de tres cargas animal sobre la velocidad de rebrote del pasto *Brachiaria decumbens* (Stafp). Tesis de Maestría en Ciencias. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx.
- Castle M.E., E. Macdaid and J.N. Watson. 1975. The automatic recording of the grazing behaviour of dairy cows. J. Brit. Grasld. Soc. 30:160-163.
- Chacon, E. and T.H. Stobbs. 1976. Influence of progressive defoliation of grass swards on the eating behaviour of cattle. Aust. J. Agric. Res. 27:709-727.
- Chacon, E.A., T.H. Stobbs and M.B. Dale. 1978. Influence of sward characteristics on grazing behaviour and growth of Hereford steers grazing tropical grass pastures. Aust. J. Agric. Res. 29:89.
- Clark, D.A., D.F. Chapman and N. Dymock. 1984. Defoliation of *Lolium perenne* and *Agrostis spp.* tillers and *Trifolium repens* stolons in set-stocked and rotationally grazed hill pastures. New Zealan. J. Agric. Res. 27: 289-301.
- Combellas, J. and J. Hodgson. 1979. Herbage intake and milk production by grazing dairy cows. I. The effects of variation in herbage mass and daily herbage allowance in a short-term trial. Grass For. Sci. 34:209-214.
- Cooper, J.P. and M. Tainton N. 1968. Light and temperature requeriments for the growth of tropical and temperate grasses. Herb. Abst. 38:167-176.
- Cooper, J.P. 1970. Potential production and energy conversion in temperate and tropical grasses. Herb. Abst. 40:1-15.
- Crowder, L.V. 1985. Pasture management for optimun ruminant production. In: McDowell, L. R. (Ed.). Nutrition of Grazing Ruminant in Warm Climates Academic Press.Orlando, Florida. USA. pp. 104-125.

- Davidson, J.L. and F.L. Milthorpe. 1965. Carbohydrate reserves in the regrowth of cooksfoot (*Dactylis glomerata*) J. Grassld. Soc. 20:15-18.
- Davidson J.L. and F.L. Milthorpe. 1966a. Leaf growth in *Dactylis glomerata* following defoliation. Ann. Bot. 30:173-184.
- Davidson J.L. and F.L. Milthorpe. 1966b. The effect of defoliation on the carbon balance in *Dactylis glomerata*. Ann. Bot. 30: 185-198.
- De Geus, J.G. 1979. Posibilidades de Producción de Pastos en los Trópicos y Subtrópicos. Center Ecomics of Agricultural. Zurich, Suiza. pp:22-45.
- De la Mora, R.J. y M.T. Herrera N. 1978. Manual sobre Diseño, Implantación y Explotación de Áreas de Apacentamiento. Dir. Gral. de Obras Hidráulicas y de Ingeniería Agrícola. SARH. México, D.F. 242 pp.
- Dirven, J.G.P. and B. Deinum. 1977. The effect of temperature on the digestibility of grasses. An analysis. For. Res. 3:1-7.
- Duffey, E., G. Morris, J. Sheail, K., L.A. Ward, D. Wells and T.C.E. Well. 1974. Grassland Ecology and Wildlife Management. Chapman and Hall. London, England, UK. 281 pp.
- Edmond, D.B. 1958. The influence of treading on pasture, a preliminar study. New Zealand J. Agric. Res. 1:319-328.
- Espinosa, L.J. y G. Estrada. 1992. Estructura de gramas nativas pastoreadas a tres asignaciones de forraje en praderas con pendiente (Quinta fase). Tesis profesional. Depto. de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx.
- Evans, L.T., F. Wardlow I. and N. Williams. 1964. Enviromental control of growth. In: Bainard, C. (Ed). Grasses and Grasslands. MacMillan. Melbourne, Australia. pp:102-125.
- Febles, G. 1973. Algunas limitaciones importantes de pastizales naturales en el trópico para la producción animal. Rev. Cub. Cienc. Agríc. 7:275-286.
- Fisher, M.J. 1973. Effect of times, height and frecuency of defoliation on growth and development of tonsville stylo in pure ungrazed swards at Katherine, N.Y. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 13:389-397.
- Flores, M.J.A. 1989. Bromatología Animal. Tercera ed., 4a. reimp. Ed. Limusa. México, D.F. 1096 pp.

- Flores, A.A. 1992. Comportamiento productivo de vaquillas pastoreando a diferentes asignaciones de forraje en praderas con pendiente (Segunda fase). Tesis profesional. Depto. Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx.
- Fontenot, J.P. and R.E. Blaser. 1965. Symposium of factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: Selection and intake by grazing animals. *J. Anim. Sci.* 24:1028-1202.
- Forbes, T.A.D. and J. Hodgson. 1985. Comparative studies of the influence of sward conditions on the ingestive behaviour cows and sheep. *Grass For. Sci.* 40:69-77.
- Ford, C.W. and W.T. Williams. 1973. *In vitro* digestibility and carbohydrate composition of *Digitaria decumbens* and *Setaria anceps* grown at different levels of nitrogen fertilizer. *Aust. J. Agric. Res.* 24:309-316.
- Ford, C.W., M. Morrison I. and J.R. Wilson. 1979. Temperature effects on lignin, hemicellulose and cellulose in tropical and temperate grasses. *Aust. J. Agric. Res.* 30:621-633.
- Frame, A. 1975. Comparison of herbage production under cutting and grazing. *Brit. Grassld. Soc. Occasional Symp.* 8:39-49.
- Frame, J. and P. Newbould. 1986. Agronomy of white clover. *Adv. Agron.* 40:1-88.
- García, E. 1984. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 3a. ed. Instituto de Geografía. UNAM. México, D.F. 246 pp.
- Gardner, A.L. 1967. Estudio Sobre los Métodos Agronómicos para la Evaluación de las Pasturas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas-Zona Sur. Montevideo, Uruguay. 80 pp.
- Gardner, P.B., R. Pearce and L. Mitchell R. 1985. *Physiology of Crop Plants.* Iowa St. Univ. Press. Ames, Iowa. USA.
- Garza, T.R., M. Treviño y O. Chapa. 1971. Producción de carne en ganado bovino bajo pastoreo rotacional en seis zacates tropicales con y sin adición de Nitrógeno en el trópico húmedo en México. *Téc. Pec. Méx.* 18:54-49.

- Garza T.R., V. Pérez C., O. Chapa G. y J. Monroy L. 1973a. Respuesta de gramas nativas a la fertilización de nitrógeno, fósforo y potasio en el trópico húmedo. *Téc. Pec. Méx.* 18:54-61.
- Garza, R., R. Martínez; M. Treviño, J. Monroy, V. Pérez y O. Chapa. 1973b. Evaluación de 14 zacates en la región de Hueytamalco, Puebla. *Téc. Pec. Méx.* 24:7-16.
- Garza, T.R. 1979. Producción de carne en el trópico húmedo de México. In: Sánchez, P. y L.E. Tergas. (Eds.). *Producción de Pastos en los Suelos Ácidos de los Trópicos*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. pp: 309-319.
- Gibb, M.J. and T.T. Treacher. 1976. The effect of herbage allowance on herbage intake and performance of lambs grazing perennial ryegrass and red clover Swards. *J. Agric. Sci. Camb.* 86:355-365.
- Göhl, B.O. 1982. *Piensos Tropicales. Resúmenes Informativos Sobre Piensos y Valores Nutritivos*. FAO. Roma, Italia. p. 500.
- Graupera, F. 1984. *Agricultura y Ganadería en los Trópicos*. Editorial Mexicana. México, D. F. 285 pp.
- Greenghalgh, J.F.D., G.W. Reid, J.N. Ailken and E. Florence. 1966. The effects of grazing intensity on herbage consumption and animal production. I. Short-term effects in strip grazed dairy cows. *J. Agric. Sci.* 67:13-17.
- Greenghalgh, J.F.D., G.W. Reid and J.N. Ailken. 1967. The effects of grazing intensity on herbage consumption and animal production. *J. Agric. Sci.* 69:217-222.
- Harkess, R.D., J. De Battista and I.A. Dickson. 1972. A portable-corrall technique for measuring the effect of grazing intensity on yield, quality and intake of herbage. *J. Br. Grassld. Soc.* 27:145-152.
- Harris, W. 1978. Defoliation as a determinant of the growth, persistence and composition of pasture. In: J.R. Wilson (Ed.). *Plant Relations in Pastures*. C.S.I.R.O. Melbourne, Australia. pp:67-85.
- Hatch, D.M. 1971. Photosynthesis and the C4 pathway. *Aust. Div. Plant. Ind. Annual Rep.* C.S.I.R.O. Melbourne, Australia. pp:19-26.

- Havard-Duclos, B. 1979. Las Plantas Forrajeras Tropicales. Edit. Blume. Barcelona, España. pp:76-84.
- Haydock, K.P. and H. Shaw N. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 15: 663-670.
- Heady, H.F. 1964. Palatability on herbage and animal preference. J. Range Manage. 17:76-82.
- Hernández, M.J., J.E. López, C. y J.A. Morgado M. 1988. Efecto de la asignación de forraje sobre la utilización y estructura de una pradera asociada gramínea (*Dactylis glomerata* var. Potomac) y leguminosa (*Medicago sativa* var. Valenciana). Tesis profesional. Depto. de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo, Méx.
- Hidalgo, L.G., and M.A. Cauhépe. 1991. Effects of seasonal rest in above ground biomass for a native grassland of the flood Pampa. Argentina. J. Range Manage. 44:471-474.
- Hodges, E.M., B. Killinger, G. B. Caleb, J. C. Ruelke, O. R. Allen D., R.J. Bhanck S.C., and A.E. Krestchemer Jr. 1967. Pangola grass. Univ. Florida. Agric. Exp. Sta. Bulletin 718.
- Hodgson, J. 1975. The consumption of perennial ryegrass and red clover by grazing lambs. J. Br. Grassld. Soc. 30:307-313.
- Hodgson, J. 1979. Nomenclature and definitions in grazing studies. Grass For. Sci. 34:11-18.
- Hodgson, J. 1981. Variations in the surface characteristics of the sward and the short term rate of herbage intake by calves and lambs. Grass For. Sci. 36:49-58.
- Hodgson, J. and W.W. Jamieson. 1981. Variation in the herbage mass and digestibility and the grazing behaviour and herbage intake of adult cattle and weaned calves. Grass For. Sci. 36: 39-48.
- Hodgson, J. 1983. La relación entre la estructura de la planta y la utilización de las plantas forrajeras. In: Paladines O. y Lazcano C. (Ed.). Germoplasma Forrajero Bajo Pastoreo en Pequeñas Parcelas. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. pp 33-49.

- Hsiao, T.C. and E. Acevedo. 1974. Plant responses to water deficits, water-use efficiency and drought resistance. *Agric. Met.* 14:59-84.
- Humphreys, L.R. 1967. Grass reaction to grazing and cutting. *Trop. Grasld.* 1: 65-67.
- Humphreys, L.R. 1981. Environmental adaptation of tropical pasture plants. MacMillan Publishers-Univ. Queensland. St. Lucia, Australia. pp: 261.
- Jamieson, W.S. and J. Hodgson. 1979a. The effect of variation in sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves and lambs under continuous stocking management. *Grass For. Sci.* 34:273-277.
- Jamieson, W.S. and J. Hodgson. 1979b. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip-grazing management. *Grass For. Sci.* 34:261-272.
- Jiménez, M.A. y P.A. Martínez. 1985. Utilización de Praderas. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx.
- Jones, R.J. 1973. The effect of frequency and severity of cutting on yield and persistence of *Desmodium intortum* cv. Greenleaf in a subtropical environment. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 13:171-177.
- Korte, C.J. and W. Harris. 1987. Effects of grazing and cutting. In: Snaydon, R.W. (Ed). *Ecosystems of the World. 17B Managed Grasslands. Analytical Studies.* Amsterdam, Netherlands. pp: 71-78.
- Kretschmer, A.E., N.C. Hayslip and C.C. Hortenstine. 1961. One year's results comparing yield and quality of six grasses grown alone and with white clover in south Florida. *Soil and Crop Sci. Soc. Florida Proc.* 21:120-128.
- Laca, E.A., D. Ungar E., N. Seligman and W. Demment M. 1982. Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. *Grass For. Sci.* 47:91-102.
- Laetsch, W.M. 1974. The C4 syndrome, a structural analysis. *Ann. Rev. Plant Phys.* 25:27-52.

- Laredo, M. and D. Minson. 1973. The voluntary intake, digestibility and retention by sheep of leaf and stem fractions of five grasses. *Aust. J. Agric. Res.* 24:875-888.
- Lascano, C. y E. Pizarro. 1986. Evaluación de Pasturas con Animales. Alternativas Metodológicas. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 290 pp.
- Licon, V.A.L. 1983. Descripción y Análisis de los Suelos del Terreno del Centro Regional de Huatusco, Ver. CRUO. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx
- Lobato, C B.V. y F.S. Sosa. 1987. Efecto de la asignación de forraje y la pendiente del terreno en el consumo y ganancia de peso en ovinos en pastoreo. Tesis profesional. Depto. de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo, Méx.
- Ludlow, M.M. 1975. Effect of water stress on the decline of leaf net photosynthesis with age. In: Marcelle, R. (Ed.). *Environmental and Biological Control of Photosynthesis*. E. Junk, The Hague. pp:123-134.
- Ludlow, M.M., T.H. Stobbs, R. Davis and P.A. Charles-Edwards. 1982. Effect of sward structure of two tropical grasses with contrasting canopies on light distribution net photosynthesis and size of bite harvested by grazing cattle. *Austr. J. Agric. Res.* 33:187-201.
- Machado, C.R., H. Machado M., N. Hernández G. y Y. R. Miret A. 1982: Introducción y Mejoramiento de Pastos Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Huatey". Matanzas, Cuba. 338 pp.
- Mares, M.V.M. 1983. Bases fisiológicas para el manejo de praderas tropicales. *In: Novoa, B.A.R. (Ed.). Aspectos en la Utilización y Producción de Forrajes en el Trópico*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. pp: 7-24.
- Mayne, C.S., A. Newberry R., C. F. Woodcock S. and J. Wilkins R. 1987. Effect of grazing severity on grass utilization and milk production of rotationally grazed dairy cows. *Grass For. Sci.* 42:59-72.

- Mc Clymont, G.L. 1974. Valor nutritivo del forraje y factores que afectan su ingestión por los animales. In: James, B.J.I.(Ed.). Utilización Intensiva de Pasturas. Edit. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. pp: 71-77.
- Mc. William, J.R. 1978. Response of pasture plant to temperature. In: Wilson J.R. (Ed.). Plant Relations in Pastures. C.S.I.R.O. Melbourne, Australia. pp: 17-29.
- Márquez, A.V. 1987. Problemas y aspectos agropecuarios en México. Producción semiintensiva de leche en el trópico. Tesis Profesional. Depto de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx.
- Matus, R.T. y M. Olguín S. 1989. Efecto de la asignación en la distribución del pastoreo de bovinos en una pradera asociada de Orchard (*Dactylis glomerata*) y alfalfa (*Medicago sativa*). Tesis profesional. Depto. de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx
- Meijs, J.A.C. 1981. The effect of herbage mass and allowance upon the herbage intake by grazing dairy cows. Proc. XIV Int. Grassld. Cong. Lexington, Kentucky, USA.
- Mercado, P.N. 1992. Comportamiento productivo de vaquillas pastoreando a diferentes asignaciones de forraje en praderas con pendiente (Tercera fase). Tesis profesional. Depto. de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx
- Meyer, S.B., B. Anderson C. y H. Bohning R. 1976. Introducción a la Fisiología Vegetal. Edit. Universitaria. Buenos Aires, Argentina. 578 pp.
- Minson, D.J. 1971. The nutritive value of tropical pastures. J. Aust. Inst. Agric. Res. 37:255-263.
- Minson, D.J. 1981. Nutritional differences between tropical and temperate pastures. In: F.H.W. Morley (Ed.). Grazing Animals. Elsevier Scientific Publishing. Melbourne, Australia. pp: 143-158.
- Mitchell, K.J. 1956. Growth of pasture species under controlled environment. I. Growth at various levels of constant temperature. New Zealand. J. Sci. Tech. 38:203-206.

- Morley, F.H.W. 1981. Management of grazing systems. In: Morley, F.H.W. (Ed.). *Grazing Animals*. Elsevier Scientific Publishing. Melbourne, Australia. pp: 379-399.
- Morris, R.M. 1970. The use of cutting treatments designed to simulate defoliation by sheep. *J. Br. Grassld. Soc.* 23:198-206.
- Mott, G.O. 1959. Animal variation and measurement of forage quality. *Intersociety forage evaluation symposium III. Agron. J.* 51:223-226.
- Mott, G.O. 1977. *Apuntes del curso de investigación en forrajes*. Departamento de Zootecnia. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, Méx.
- Mueggler, W.F. 1965. Cattle distribution on steep slopes. *J Range Manage.* 18:255-257.
- Muslera, E.P. y G.C. Ratera. 1984. *Praderas y Forrajes; Producción y Aprovechamiento*. Edit. Mundi-Prensa. Madrid, España. pp: 694.
- Noguera O. R. 1981. Efecto de la edad en la acumulación de carbohidratos no estructurales y la calidad nutritiva de tres leguminosas tropicales. Tesis Magister in Science. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.
- Norton, B.W. 1981. Differences between species in forage quality. In: J.B. Hacker (Ed.). *Nutritional Limits to Animal Production from Pastures*. C.S.I.R.O. Queensland, Australia. pp: 89-110.
- Orcasberro, G.R. y S. Fernández. 1982. *Los Forrajes en la Alimentación de Ovinos*. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx
- Osuji, P.O. 1974. The physiology of eating and the energy expenditure of the ruminant at pasture. *J. Range Manage.* 27:437-443.
- Paladines, O. y C. Lazcano. 1983. Recomendaciones para evaluar germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeños potreros. En: Paladines, O. y C. Lazcano. (Eds.). *Germoplasma Forrajero bajo Pastoreo en Pequeñas Parcelas. Metodologías de Evaluación*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali. Colombia. pp 165-183.

- Parsons, A.J., E.L. Leafe, B. Collet, P.D. Penning and J. Lewis. 1983. The physiology of grass under grazing. II. Photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously grazed swards. *J. App. Ecol.* 20:127-139.
- Pérez, E.R. 1988. El sector pecuario en México: Características y perspectivas. *Comercio Exterior* 38: 686-693.
- Poppi, D.P., P.J. Hughes and P.J. Huillier. 1987. Intake of pasture by grazing ruminants. In: Nicol, A.M. (Ed.). *Feeding Livestock on Pasture New Zealand Soc. Anim. Produ.* No. 10 pp:55-63.
- Ribeiro, De C.R., J.M. Brockway and A.J.F. Webster. 1979. A note on the energy cost of walking in cattle. *Anim. Prod.* 25:107-111.
- Rodríguez, S. y M. M. French. 1967. Efecto de diferentes niveles de abono nitrogenado sobre el rendimiento y contenido de proteínas de tres pastos tropicales. *Asociación Latinoamericana de Producción Animal* 2:107-114. México. D.F.
- Sala, O., V.A. Deregibus, T. Schlichter and H. Alippe. 1981. Productivity dynamics of a native temperate grasslands in Argentina. *J. Range Manage.* 34:48-51.
- SARH. 1981. Evaluación de la Dirección General de Aprovechamientos Forrajeros 1976-1981. Documento Interno. México, D.F.
- Sears, P.D. 1956. The effect of the grazing animal on pasture. *Proc. 7th Int. Cong. Palmerton North, New Zealand.* pp: 92-102.
- Sheard, R.W. 1973. Organic reserves and plant regrowth. In: Butter G.W. and Bajley R.W. (Ed.). *Chemistry and Biochemistry of Herbage.* Academic Press. New York. USA.
- Smith, M.A. and P.C. Whiteman. 1983. Evaluation of tropical grasses in increasin shade under coconut canopies. *Exp. Agric.* 19:153-161.
- Solano, V.V.J. y E. Coronado C. 1979. Efecto de la asignación de forraje sobre la producción, utilización y selectividad en una pradera permanente, bajo riego en Chapingo, México. Tesis Profesional. Depto de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx.
- Steel, D.G.R. y H.J. Torrie. 1986. *Bioestadística. Principios y Procedimientos.* Ed. Mc Graw-Hill. México, D.F. 622 pp.

- Streeter, J.G. and A.L. Barta. 1984. Nitrogen and minerals. In: Tesar, M.B. (Ed). Physiological Basis of Crop Growth and Development. Am. Soc. Agron. Crop Sci. Madison, Wisconsin, USA. 341 pp.
- Stobbs, T.H. 1973a. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. I. Variation in the bite size of grazing cattle. Aust. J. Agric. Res. 24:809-819.
- Stobbs, T.H. 1973b. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Differences in swards structure, nutritive value and bite size of animal grazing *Setaria anceps* and *Choris gayana* at various stages of growth. Aust. J. Agric. Res. 24:821-829.
- Stobbs, T.H. and E.M. Hutton. 1974. Variations in canopy structures of tropical pastures and their effects on the grazing behaviour of cattle. Proc. of the 12th Grassld. Cong. Sec. V. Moscow, USSR.
- Stobbs, T.H. 1975. Factor limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production. Trop. Grassld. 9:141-150.
- Stobbs, T.H. 1977. Short term effects of herbage allowance on milk production, milk composition and grazing time of cows grazing nitrogen-fertilized tropical grasses. Aus. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 7:892-898.
- Stuth, T.W., D.R. Kirby and R.E. Chmielewski. 1981. Effect of herbage allowance on the efficiency of defoliation by the grazing animal. Grass For. Sci. 36:9-15.
- Teixeira, J.F.N. y J.B. Veiga. 1987. Utilización de pasturas en la isla de Marajó, Estado de Pará, Brasil. Pasturas Tropicales Centro Internacional de Agricultura Tropical. Boletín 9; pp:44-47.
- Theurer, B.C., 1970. Determination of botanical and chemical composition of the grazing animals diet. In: Proc. Nat. Conf. For. Qual. Eval. Util. Lincoln, Nebraska. USA. pp: J1-J17 pp.
- Thomas, A.S., 1960. The trampling animal. J. Brit. Grasld. Soc. 15:89-93.
- 'TMannetje, L. and P.J. Ebersohn. 1980. Relations between sward characteristics and animal production. Trop. Grasld 14:273-279.
- Torres, B.I. 1988. Producción de leche y carne de bovino en el trópico mexicano. FIRA. Boletín informativo No. 193. 20:35-44.

- Treviño, S.M., R. Garza y M. Torres. 1976. Producción anual de carne por hectárea en gramas nativas (*Axonopus* y *Paspalum*) en pastoreo rotacional con fertilización al pastizal y suplementación al ganado. *Téc. Pec. Méx.* 30:7-11.
- Turner, N.C. and J.E. Begg. 1978. Responses of pasture plants to water deficits. In: Wilson, J.R. (Ed.). *Plant Relations in Pastures*. C.S.I.R.O. Melbourne, Australia.
- Valles, B. M. J. R. De Lucía y J. A. Fernández. 1987. Producción de gramíneas tropicales en Veracruz, México. *Pasturas Tropicales*. Boletín del Centro Internacional de Agricultura Tropical 9:32-33.
- Vaura, M., R.W. Rice and R.E. Bement. 1973. Chemical composition of the diet, intake and gain of earling cattle on different grazing intensities. *J. Anim. Sci.* 36:411-414.
- Vicente-Chandler, J., R. Caro Costas, F. Abruña y S. Silva. 1983. Producción y utilización intensiva de las forrajeras en Puerto Rico. Boletín 271. *Est. Exp. Agric. Río Piedras*. Universidad de Puerto Rico. 225 pp.
- Vickery, P.J. 1981. Pasture growth under grazing. In: Morley, F.H.W. (Ed.). *Grazing Animals; World Animal Science*. Elsevier Publishing Company. Melbourne, Australia. pp: 55-72.
- Wahab, A.A. 1988. The effects of sward characteristics and herbage allowance on the voluntary intake and ingestive behaviour of tethered steers. *Herb. Abst.* 58:134-143.
- Weinman, H. 1955. The chemistry and physiology of grasses. In: Meredith, D. (Ed.). *The Grasses and Pastures of South Africa*. Central News Agency Johannesburg, South Africa. pp: 571-600.
- Whiteman, P.C. 1980. *Tropical Pasture Science*. Oxford University Press. New York, USA. pp: 5-33
- Whiteman, P.C., N.R. Halim, B.W. Norton and J.W. Hales. 1985. Beef production from three tropical grasses in South-Eastern Queensland. *Aust. J. Exp. Agric.* 25:481-488.

- Wilkinson, S.R., W.E. Adams and W.A. Jackson. 1970. Chemical composition and *in vitro* digestibility of vertical layers of Coastal Bermudas grass (*Cynodon dactylon* L.). *Agron. J.* 62:39-43.
- Wilson, J R. 1978. Variation of leaf characteristics with level of insertion on a grass tiller. I. Development rate, chemical composition and dry matter digestibility. *Aust. J. Agric. Res.* 27:343-354.
- Wilson, J.R. 1981. Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. In: Hacker, J.B. (Ed.). *Nutritional Limits to Animal Production from Pastures*. C.S.I.R.O. Queensland, Australia. pp:111-131.
- Wolters, G.L. 1972. Production and persistence of common carpetgrass in relation to site and harvest frequency. *J. Range Manage.* 25:360-364.
- Wong, C.C., H. Rahim Mohd and A. Sharudin M. 1985. Shade tolerance potential of some tropical forages for integration with plantations. *Grasses Mardi Res. Bull.* 13:225-247. Selangor, Malaysia.
- Younger, V.B. 1972. Physiology of defoliation and regrowth. In Younger, V. B. and C. M. Mckell (Ed.). *The Biology and Utilization of Grasses*. Academic Press. New York . USA. pp:292-303.
- Zamudio, F.V. 1977. Efecto de la asignación de forraje usando borregos sobre la utilización y el rebrote de praderas puras de centeno (*Secale cereale* L.). Tesis profesional. Depto. de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx.

