

EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE ASIGNACION
DE FORRAJE Y TIEMPO DENTRO DEL PERIODO DE
OCUPACION SOBRE EL CONSUMO ANIMAL,
CALIDAD NUTRITIVA DEL FORRAJE Y
CARACTERISTICAS DE UNA PRADERA DE ALFALFA
Y GRAMINEAS PERENNES

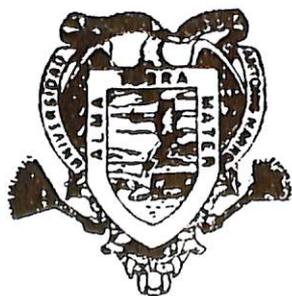


BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.M.

SILVIA XIOMARA GONZALEZ ALDACO

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN MANEJO DE PASTIZALES



Universidad Autónoma Agraria
"Antonio Narro"

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

DICIEMBRE DE 1999

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

**EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE ASIGNACIÓN DE FORRAJE Y
TIEMPO DENTRO DEL PERIODO DE OCUPACIÓN SOBRE EL
CONSUMO ANIMAL, CALIDAD NUTRITIVA DEL FORRAJE Y
CARACTERÍSTICAS DE UNA PRADERA DE ALFALFA Y GRAMÍNEAS
PERENNES**

TESIS

POR

SILVIA XIOMARA GONZÁLEZ ALDACO

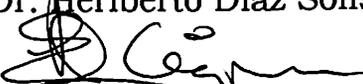
Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de asesoría y
aprobada como requisito parcial, para optar al grado de

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN MANEJO DE PASTIZALES**

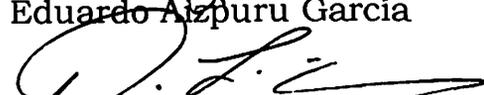
COMITE PARTICULAR

Asesor Principal:  _____

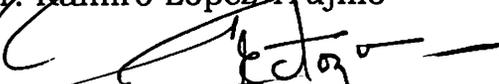
Dr. Heriberto Díaz Solís

Asesor:  _____

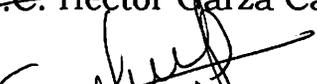
Dr. Eduardo Alzpuru García

Asesor:  _____

Dr. Ramiro López Trujillo

Asesor:  _____

M.C. Hector Garza Cantú

Asesor:  _____

M.C. Felix Sánchez Pérez

 _____

Dr. Ramiro López Trujillo
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila Diciembre de 1999

DEDICATORIA

Este trabajo que es la culminación de una meta más en mi vida profesional la dedico con todo mi amor a mi pequeño

LUIS

Por haber llegado a mi vida a motivarla para seguir adelante y por estar a mi lado

A mis Padres

**Sra. Candelaria Aldaco de González
Sr. José Luis González Pérez**

Por su inmenso apoyo incondicional a lo largo de mi vida

A mi Hermana

Norma Lidia González Aldaco

Por estar ahí... Gracias

A mis Hermanos

**José Luis González Aldaco (Mi Compadre)
Sergio Arturo González Aldaco**

Y a todas las personas que han estado conmigo durante momentos difíciles... Gracias.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento al **Dr. Heriberto Díaz Solís** por su gran apoyo durante mis estudios de maestría, así como para la realización de este trabajo de investigación.

Agradezco al **Dr. Eduardo Aizpuru García** por ser parte fundamental en mi formación.

Al **Dr. Ramiro López Trujillo**, al **Ing Hector Garza Cantú** y al **Ing. Felix Sánchez Pérez** por sus importantes aportaciones para este trabajo.

Existe un grupo de personas no menos importantes que colaboraron en el trabajo de campo y a las que quedo inmensamente agradecida por su magnífica participación: **José Antonio (Penta), Sr. Jesús Cabrera, Gonzalo, Lizeth, Nicté, Arturo, Mario, Pedro, Alejandro y Paulo...** A todos y cada uno gracias por su apoyo y por su amistad.

También agradezco su ayuda a **mi Mamá, Norma** (mi hermana), y **Norma** (mi amiga) quienes me apoyaron durante las vacaciones.

Le doy las gracias a los propietarios del Rancho “ El Aguatoche”, **Licenciados Fernando y Rogelio Elizondo** por la gran disponibilidad que muestran para facilitar el lugar para trabajos de investigación.

Agradezco el apoyo incondicional que me brindó **Rocío Parada (Mi Comadre)**...Gracias.

Agradezco sus finas atenciones a la **Dra. Diana Jasso**.

COMPENDIO

Efecto de diferentes niveles de asignación de forraje y tiempo dentro del período de ocupación sobre el consumo animal, calidad nutritiva del forraje y características de una pradera de alfalfa y gramíneas perennes

POR

SILVIA XIOMARA GONZÁLEZ ALDACO

MAESTRÍA

MANEJO DE PASTIZALES

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. DICIEMBRE 1999

Dr. Heriberto Díaz Solís - Asesor -

Palabras clave: Consumo, Asignación, Tiempo dentro del período de ocupación, Calidad nutritiva, Componentes del rendimiento, Composición botánica

Se realizó un experimento con el propósito de estimar el efecto de diferentes niveles de asignación de forraje y tiempo dentro del período de ocupación sobre el consumo animal, calidad nutritiva del forraje disponible, disponibilidad de materia seca, composición botánica y componentes del rendimiento, así como establecer las relaciones entre estas variables.

El consumo animal resultó afectado por los diferentes niveles de asignación del forraje ($r=.57$), y por el tiempo dentro del período de ocupación ($r=-0.19$).

La calidad nutritiva del forraje se vio afectada por los niveles de asignación de forraje y por el tiempo dentro del período de ocupación en la variable valor relativo del forraje ($P<0.01$). La proteína cruda se vio afectada por el tiempo ($P<0.02$).

- La disponibilidad de la materia seca, estimada por dos métodos, se vio afectada por los tratamientos ($P<0.01$), encontrándose el mayor efecto en la asignación baja (2 por ciento) y durante las primeras tres horas dentro del período de ocupación.

La composición botánica de la pradera cambió significativamente con el tiempo dentro del período de ocupación, la relación con el porcentaje de alfalfa fue negativa ($r=-0.52$) y positiva con el porcentaje de maleza ($r=0.42$).

La relación entre la composición botánica y la calidad nutritiva del forraje se reflejó en la relación positiva ($r=0.47$) entre el porcentaje de leguminosa y el valor relativo del forraje, así como en la relación de éste con el porcentaje de maleza ($r= -0.55$).

El valor relativo del forraje también fue afectado por los componentes del rendimiento, la relación con el porcentaje de tallo total fue positiva ($r=0.45$), mientras que con el porcentaje de hoja total fue negativa ($r=-0.39$), lo anterior porque el porcentaje de hoja total estuvo determinado por la presencia de gramíneas y el porcentaje de tallo por la leguminosa. La relación entre el valor relativo del forraje y el porcentaje de hoja de gramíneas fue negativa ($r=-0.45$) y con la hoja de leguminosa positiva ($r=0.45$).

• El porcentaje de alfalfa se encontró relacionado positivamente con el porcentaje tallo y con el VRF, mientras que el tiempo y el porcentaje de hoja se relacionaron con el porcentaje de gramíneas. El nivel de asignación y el consumo animal, presentaron una alta relación positiva con la lectura de plato descendente.

ABSTRACT

Effects of different levels of allowance and time inside occupation period on the animal intake, nutritive quality of forage and characteristics of a pasture of alfalfa and perennial grasses

BY

SILVIA XIOMARA GONZÁLEZ ALDACO

MASTER OF SCIENCES

RANGE MANAGEMENT

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA

DECEMBER 1999

Dr. Heriberto Díaz Solís

- Advisor -

Keys words: Allowance, intake, time inside occupation period, nutritive quality, yield components, botanic composition.

An experiment was made with the finality to estimate the effect of different levels of allowance of forage and time inside occupation period about the animal intake, nutritive quality of forage available, availability of dry matter, botanic composition and yield components, as to as establishing the relations between this variables.

The animal intake was affected by different levels of allowance of forage ($r=57$) and for the time inside occupation period ($r=-0.19$).

The nutritive quality of forage was affected by the levels of allowance of forage and for the time inside occupation period in the variable forage relative value of ($P < 0.01$). The crude protein was affected by the time ($P < 0.02$).

The availability of the dry matter evaluated for two methods was affected by the treatments ($P < 0.01$), finding the major effect in the low allowance (2 %) and during first three hours inside occupation period.

• The botanic composition of the pasture changed significantly with the time inside occupation period, the relation with the alfalfa percent was negative ($r = -0.52$) and positive with the weeds percent ($r = 0.42$).

The relation between the botanic composition and the nutritive quality of forage was reflected in the relation positive ($r = 0.47$) between legume percent and the relative value of forage, as in relation with weeds percent ($r = 0.55$).

The forage relative value was affected by the yield components, the relation with percent total stem was positive ($r = 0.45$), while percent total leaf was negative ($r = -0.39$), this because percent total leaf was determined for the presence of grasses and percent of stem for the

legume. The relation between the forage relative value and percent grass leaf was negative ($r=-0.45$) and with legume leaf was positive ($r=0.45$).

Alfalfa percent was related positively with stem percent and with forage relative value, while time and leaf percent was related with the grass percent. The allowance level and the animal intake had high positive relation with the descendent plate lect.

INDICE DE CONTENIDO

	Pagina
INDICE DE CUADROS.....	xiii
INDICE DE FIGURAS.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Asignación de Forraje.....	4
Tiempo de Apacentamiento.....	7
Consumo de Forraje.....	10
Estimación del Consumo de Forraje.....	18
Calidad Nutritiva.....	21
Valor Relativo del Forraje.....	23
Proteína Cruda.....	24
Composición Botánica.....	25
Componentes del Rendimiento.....	29
III. MATERIALES Y METODOS.....	32
Descripción del área experimental.....	32
Clima.....	33
Suelo.....	34
Agua.....	34
Descripción de la metodología experimental.....	35
Consumo.....	36
Calidad nutritiva del forraje.....	36
Disponibilidad de materia seca.....	37
Composición botánica.....	40
Componentes del rendimiento.....	40
Relación entre valriables.....	41

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
Efectos del nivel de asignación y el tiempo dentro del período de ocupación.....	42
Consumo animal.....	42
Calidad nutritiva del forraje.....	44
Disponibilidad media de materia seca en la pradera	48
Composición botánica.....	53
Relación entre variables respuesta.....	54
Composición botánica y calidad nutritiva.....	54
Componentes del rendimiento y calidad nutritiva.....	56
Análisis multivariado de la relación entre variables.....	60
Relación de la lectura de plato con el nivel de asignación y el consumo.....	63
V. CONCLUSIONES.....	65
VI. RESUMEN.....	67
VII. LITERATURA CITADA.....	70

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Pagina
4.1	Comparación de medias (Tukey; $P < .05$) para el valor relativo del forraje de los tres niveles de asignación.....	45
4.2	Comparación de medias (Tukey; $P < .05$) para la lectura del plato (1:0.5 cm) y la disponibilidad de MS/ha por los dos métodos en los 3 niveles de asignación de forraje.....	50
4.3	Comparación de medias (Tukey; $P < .05$) para la lectura de plato (1:0.5cm) y la MS/ha estimada por los dos métodos con el tiempo durante el período de ocupación.....	50
4.4	Coefficientes de correlación de las variables para los primeros tres componentes principales.....	62

INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Página
3.1	Disco Descendente.....	39
4.2	Relación entre el nivel de asignación y el consumo.....	43
4.3	Relación entre el tiempo dentro del período de ocupación y la tasa de consumo por hora.....	45
4.4	Comparación de medias (Tukey; $P < .05$) del porcentaje de proteína para el tiempo dentro del período de ocupación.....	47
4.5	Comparación de medias (Tukey; $P < .05$) de el valor relativo del forraje para el tiempo dentro del período de ocupación...	47
4.6	Relación entre el nivel de asignación y la MS estimada por corte y por lectura de plato.....	52
4.7	Relación entre el tiempo durante el período de ocupación y la cantidad de MS estimada por corte y por plato descendente.....	52
4.8	Relación entre el tiempo durante el período de ocupación la y el porcentaje de alfalfa.....	53
4.9	Relación entre el tiempo durante el período de ocupación y el porcentaje de maleza.....	54
4.10	Relación entre el porcentaje de alfalfa y el valor relativo del forraje.....	55
4.11	Relación entre el porcentaje de maleza y el valor relativo del forraje.....	56

4.12	Relación entre el porcentaje de hoja y el valor relativo del forraje.....	57
4.13	Relación entre el porcentaje de tallo y el valor relativo del forraje.....	57
4.14	Relación entre el porcentaje de hoja de gramíneas y el valor relativo del forraje.....	58
4.15	Relación entre el de hoja de leguminosa y el valor relativo del forraje.....	59
4.16	Distribución de las variables para los componentes principales 1 y 2.....	63
4.17	Relación entre la lectura de plato y el consumo.....	64
4.18	Relación entre la lectura de plato y el nivel de asignación.....	64

I.INTRODUCCION

En la actualidad una de las principales fuentes de ingresos para los productores de la industria bovina es la producción de carne, utilizando como fuente de forraje las praderas. Este medio de producción es muy efectivo cuando se lleva a cabo con un manejo del apacentamiento eficiente y adecuado que le permita al animal satisfacer sus requerimientos nutricionales para producción y mantenimiento, eficientando al máximo todos los recursos disponibles. También es importante considerar un adecuado manejo de la pradera para tener el máximo aprovechamiento posible sin perjudicar su establecimiento.

La producción animal a base de praderas y cultivos forrajeros, es una forma de producción mucho más intensiva que la desarrollada en los pastizales. La diferencia radica en que las praderas se desarrollan en áreas de mejores condiciones de suelo, clima, tecnología e infraestructura. Las praderas en la región árida y semiárida de nuestro país están representadas fundamentalmente por alfalfa (*Medicago sativa*), festuca (*Festuca arundinacea* Schreb),

ballico anual (*Lolium multiflorum* Lam), así como mezclas de especies compatibles entre sí, que pueden proporcionar a lo largo del año una adecuada producción de forraje.

Un factor importante que permite tener control de la producción animal y de las praderas es la asignación de forraje porque comprende el alimento que los animales consumen y el desperdicio que éstos hacen durante el proceso de apacentamiento, es decir, los remanentes de la pradera.

La práctica de la asignación de forraje es muy importante al considerar sus posibles efectos en el consumo de los animales, así como en las características de pradera.

El tiempo durante el período de ocupación es un factor que se considera importante principalmente por las actividades que realizan los animales a lo largo del mismo y los efectos que ocasiona su comportamiento sobre las características principales de la pradera, así como en el consumo de forraje con una calidad nutritiva adecuada.

El manejo de la producción de forraje en una pradera, visto al final de la producción como el producto de los animales se puede

llevar a cabo con el manejo de las asignaciones; si existe una asignación adecuada, se pretende que el animal pueda satisfacer sus requerimientos nutricionales, así como la obtención de consumos adecuados para maximizar la producción lo cual se puede ver reflejado en las ganancias de peso y en la máxima utilización del forraje producido por las praderas.

Los objetivos del presente trabajo son:

- a) Probar las hipótesis de que el nivel de asignación y el tiempo dentro de un periodo de ocupación tienen efecto sobre: el consumo de los novillos, la calidad nutritiva del forraje, la disponibilidad de materia seca, la composición botánica de la pradera y los cambios en los componentes del rendimiento.
- b) Establecer relaciones entre las diferentes variables.

II. REVISION DE LITERATURA

Asignación de Forraje

La asignación de forraje es la cantidad que se proporciona por unidad de peso vivo del animal en apacentamiento por un tiempo determinado, expresado en porcentaje, comprende lo que el animal consume más el desperdicio que este hace en el proceso de apacentamiento, por lo que también es una variable que se determina antes de que los animales ingresen al potrero o la franja de la pradera (Avendaño, 1997).

A causa de la diferencia en estructura y calidad del forraje, en praderas de clima templado se consideran asignaciones diarias entre 4 y 8 por ciento del peso vivo (PV) de los animales y en clima tropical entre 10 y 15 por ciento (Jímenez y Martínez, 1989).

Hodgson (1985) y Hughes *et al.* (1976) mencionan que la asignación de forraje es uno de los factores más importantes que afectan el consumo de los animales apacentando en praderas de clima templado

y que es el componente del ecosistema que más se presta para ser manipulado por el manejo del apacentamiento. Además es el inverso de la presión de apacentamiento, esto es, la asignación de forraje disminuye por una reducción en la disponibilidad, cuando la carga animal se incrementa y aumenta la presión de pastoreo (Jimenez y Martínez, 1989).

La mayoría de las recomendaciones de alimentación para el ganado vacuno admiten que un bovino, con un peso de 500 kg come alrededor de 13 kg de materia seca (2.6 por ciento de su PV) y que esta cantidad le sacia (Voisin, 1974).

Baker *et al.* (1981) realizaron un estudio con diferentes niveles de asignación de forraje para conocer los efectos de ésta sobre el consumo de vacas lactantes. Se utilizaron 1.7, 3.4 y 5.1 por ciento de PV, en base a MS por día. La altura residual de la pradera después del apacentamiento fue la mejor indicación de la respuesta de los animales a la condición de la pradera y al manejo aplicado por la asignación de forraje. La cantidad de forraje por unidad de área y la composición botánica presente fueron los factores más importantes que influyeron sobre el consumo animal.

La asignación de forraje es uno de los factores más importantes de la pradera en la determinación del consumo por apacentamiento en la ganadería (Avendaño *et al.*, 1986). El comportamiento ingestivo de 12 vacas adultas de la raza Angus se midió dentro de un rango de asignaciones de 2.5 y 7.2 por ciento del PV, en base a MS por periodos de una hora, en partes vegetativas de festuca (*Festuca arundinacea*). El balance en los cambios de la pradera fue utilizado como estimador directo, residual y permanente de los efectos de la asignación de forraje sobre las tasas de consumo de MS, tasa de masticamiento y consumo de MS de forraje por bocado. En uno de los experimentos el consumo de forraje MS por período de apacentamiento se incremento linealmente de .68 a 1.72 kg por cada 100 kg de PV y la asignación de MS se incrementó de 2.5 a 7.2 por ciento PV en base a MS, las vacas consumieron un 3.0 por ciento de su PV y pararon el apacentamiento cuando la pradera se redujo hasta una altura de más o menos 10 cm sobre la superficie del suelo (Dougherty *et al.*, 1992).

En otro experimento la tasa de consumo de forraje en MS fue de .29, .47 y .42 kg (por cada 100 kg de PV) considerando que las vacas apacentaron sobre asignaciones de 4.3 y 7.0 por ciento de PV en base a MS por periodos de apacentamiento de una hora. Los limitantes en este experimento para las asignaciones de forraje fueron asociadas con pequeñas reducciones en la tasa de masticamiento y el consumo de

forraje en base a MS por bocado debido a que la asignación disminuye. La densidad de la MS de la pradera (Mayor de 5 cm) fue una variable importante en la determinación de las tasas de consumo de forraje, en bajas asignaciones (Dougherty *et al.*, 1992).

Tiempo de apacentamiento

El consumo del forraje durante el apacentamiento del animal es proporcional al tiempo invertido por el apacentamiento y a la tasa de apacentamiento; los dos componentes de la tasa de apacentamiento son la tasa de masticamiento y el tamaño del bocado. Existe equipo disponible para medir automáticamente el número de movimientos de la boca de las vacas durante el pastoreo y también durante el proceso de rumia, esto combinado con la medida del tiempo de apacentamiento permite medir la tasa de masticamiento. No existe un método exacto para la determinación del consumo de forraje mediante el apacentamiento de bovinos de carne por periodos cortos de tiempo, y por lo tanto, no ha sido posible determinar el tamaño del bocado (Stobbs, 1973).

Las interacciones entre el comportamiento de apacentamiento de los animales y el medioambiente pueden tener un profundo efecto sobre su propio medio y sobre la productividad de los animales. Se conocen

algunas de estas interacciones, particularmente las relacionadas con el apacentamiento, con las actividades de campo y el comportamiento de los animales al buscar refugio, y el manejo del apacentamiento de los animales, por consiguiente. Estas actividades dominan la mayoría del tiempo diario de los animales (Arnold, 1981).

La rutina diaria de los animales está determinada por el patrón diurno de apacentamiento, con el proceso de rumia, periodos de descanso y el tiempo que los animales dedican al ir a tomar agua, dentro de los intervalos cuando los animales no están apacentando. Los periodos mayores de apacentamiento comienzan casi al amanecer y otra vez avanzada la tarde, finalizando cerca del ocaso (Arnold, 1981).

Las actividades que los animales realizan durante todo el día son necesarias para su sobrevivencia y mantenimiento, tales como el apacentamiento, ramoneo o alimentación, proceso de rumia, caminamiento, descanso, defecación y orina (Arnold y Dudzinski, 1978).

El tiempo gastado diariamente durante el apacentamiento puede estar influenciado por los requerimientos de alimento de los animales, la cantidad y distribución de la vegetación y por la tasa de masticamiento de los animales. El patrón diurno de apacentamiento, sus cambios y el tiempo gastado durante este son la respuesta del comportamiento de los

animales y los efectos fisiológicos del clima y la cantidad de alimento disponible (Arnold, 1981).

Bajo condiciones de apacentamiento intensivo de ovinos y bovinos no es posible el uso uniforme del espacio disponible. Ciertas áreas son favorecidas por las actividades de apacentamiento cuando el alimento se encuentra disponible en áreas abiertas al pastoreo, algunos sitios pueden ser más livianamente apacentados que en otras partes del potrero. La utilización no aleatoria del espacio tuvo dos efectos principales sobre la vegetación, uno es sobre el grado y frecuencia de defoliación, y el otro es sobre el crecimiento potencial a causa de una redistribución de nutrientes. La frecuencia e intensidad del apacentamiento de algunas plantas o tallos son influenciadas por varios factores. Bajo un apacentamiento intensivo de una pradera con una sola especie específica ocurre también un patrón de pastoreo (Arnold, 1981).

El ganado de carne y las ovejas normalmente dividen su actividad diaria en periodos alternados de apacentamiento, rumia y descanso. Tienen usualmente entre tres y cinco periodos de apacentamiento durante el día, los más grandes y extensos son después del amanecer y antes del crepúsculo. La mayor parte de la actividad de apacentamiento ocurre durante las horas luz en los climas templados y cortos periodos durante la noche pero esto no es muy común. La actividad de

apacentamiento puede ser suspendida temporalmente durante una gran lluvia, particularmente en condiciones frías, pero los efectos son transitorios (Hodgson, 1990).

Además de apacentar los animales defecan y orinan en la pradera durante los intervalos en que se mueven, por lo que cantidades considerables de excremento y orina se depositan en las áreas donde los animales apacentan, y los animales, particularmente vacas, tienden a evitar estos lugares. Las actividades de apacentamiento pueden resultar en un daño directo para las praderas (Hodgson, 1990).

Consumo de Forraje

Los sucesos de los animales herbívoros en términos de evolución y su valor como animales de granja dependen de su habilidad por conseguir un consumo de nutrientes adecuado de una fuente de alimento con la cual a menudo se obtienen fibras y una baja concentración de nutrientes, además se considera el hecho de que por diferentes estructuras de la pradera en ocasiones los animales tienen dificultades para cosechar. Los herbívoros tienen importantes adaptaciones con las cuales hacen efectiva la cosecha (Hodgson, 1990).

El forraje cosechado por los animales es la fuente más barata de alimento disponible para el ganado de carne. No obstante el apacentamiento de los animales es frecuentemente suspendido porque el forraje disponible no es suficiente para que los animales puedan satisfacer su potencial de producción, ya que el consumo voluntario es usualmente más bajo de lo que se esperaba que pudiera ser cuando se ofrece alimento conservado y procesado (Gibb y Orr, 1997).

Aunque los factores que afectan el consumo voluntario de alimento son apropiados para comprender mejor la proyección del consumo cuantitativo sobre las condiciones del apacentamiento son difíciles de comprender porque son un número considerable y además afectan el consumo al mismo tiempo (Vallentine, 1990).

El principal factor nutricional que controla la producción, es la cantidad de alimento que el animal consume cada día cuando el alimento se ofrece en exceso. Este factor nutricional se conoce como Consumo Voluntario de alimento (Minson y Wilson, 1984). Este a su vez se regula por la demanda fisiológica debido al requerimiento para mantenimiento, potencial de producción y la limitación debido a la capacidad del tracto digestivo (NRC, 1995).

Los factores dominantes que determinan el consumo de materia seca por el ganado de carne son las demandas fisiológicas para mantenimiento y potencial para la reproducción, además de las limitaciones en la capacidad gastrointestinal. Una gran proporción del consumo total durante el ciclo de vida del ganado de carne, por lo tanto, es el forraje. Para un hato de ganado de carne el consumo voluntario debe ser predicho para determinar la proporción de los requerimientos que pueden estar insatisfechos según la calidad del alimento (NRC, 1987).

La variación en el consumo voluntario de forraje es indudablemente el mayor factor de la dieta determinante del nivel y eficiencia de la producción del rumiante. Esta variación es largamente predecible por el apacentamiento de los rumiantes. La productividad y eficiencia es relativamente baja debido, en parte, a las limitaciones del consumo; por lo tanto la productividad podría ser incrementada si se incrementa el consumo (NRC, 1987).

El tipo y la cantidad del suplemento, disponibilidad del forraje y la intensidad de apacentamiento son las mejores variables de manejo controlables que afectan el consumo por los rumiantes domésticos (Allison, 1985).

El consumo de nutrientes es altamente dependiente del comportamiento de apacentamiento de los animales. Este determina la cantidad de forraje ingerido cada día y, por lo tanto, el consumo diario de energía y proteína, los dos principales nutrientes limitantes en la ganadería. La selección de la dieta depende directamente del comportamiento de apacentamiento, por ejemplo, típicamente se incrementa la calidad del forraje ingerido relativo al disponible. El comportamiento de apacentamiento también tiene efectos significativos sobre los costos de energía por el pastoreo y, por lo tanto, de la energía disponible para la producción animal (Dougherty, 1991).

Sobre las condiciones de apacentamiento el consumo diario es el producto de la tasa de consumo y el tiempo de apacentamiento, considerando a la tasa de consumo como el producto del consumo por bocado (masa del bocado) y la tasa de masticamiento; en tanto que tiempo de apacentamiento es el producto de la media de la duración de la alimentación y el número de bocados (Gibb y Orr, 1997).

La talla del animal y particularmente el tamaño de la boca es muy importante en la determinación de la tasa de apacentamiento máxima, pero la tasa actual es modificada por muchos otros factores incluyendo el estado fisiológico del animal, interacciones entre la pastura, animal y

el medio ambiente, las propiedades físicas y químicas de la pastura y el manejo del apacentamiento (Dougherty, 1991).

Los dos factores que tienen mayor influencia en el consumo por apacentamiento del ganado de carne son la cantidad y la calidad de forraje disponible. La cantidad del forraje disponible es el primer factor limitante. En las praderas o pastizales cuando la disponibilidad de forraje es abundante, los animales pueden seleccionar durante el apacentamiento, a lo largo del bocado, las partes más nutritivas de las plantas, usualmente las hojas. Como la cantidad de materia seca decae con el tiempo de apacentamiento, la cantidad del consumo por bocado también decae. En adición, como el apacentamiento presiona el incremento y la maduración de las plantas, el animal es forzado a consumir partes de las plantas con una tasa más lenta de digestión. Un resumen de datos de Rayburn (1986), indica que el consumo de bovino de carne es máximo en una disponibilidad de forraje de más o menos 2250 kg/ha , o 40 g de materia orgánica (MO) por kg de peso vivo (PV) y rápidamente decae a un 60 por ciento con un máximo de 450 kg/ha o 20 g de MO/kg de PV (NRC, 1987).

Cuando una pradera es apacentada intensivamente por un largo período de tiempo hay grandes cambios en el comportamiento de apacentamiento, calidad del forraje seleccionado, consumo y

producción. Para ganado lechero la relación entre el consumo y la asignación de forraje es generalmente curvilínea. Tan pronto como la asignación de forraje deseado es menos que dos veces el consumo máximo hay una caída progresiva en la cantidad del forraje consumido. Esto está asociado con una reducción en el tiempo de apacentamiento, tasa de masticamiento, número de bocados y tamaño del bocado. Con un apacentamiento rotacional de forrajes templados inmaduros, el consumo máximo se logra cuando las vacas se retiran al quedar de 8 a 10 cm de altura del rastrojo, pero si ellas son forzadas a apacentar abajo de 5 cm de la altura del forraje el consumo decrece en un 10 a 15 por ciento (Ernest *et al.*, 1980).

Para el ganado de carne la influencia de la asignación sobre el consumo de forraje es muy similar al reportado para vacas lecheras. El consumo de ganado de carne se disminuye en un 18 por ciento, aproximadamente, cuando la asignación diaria del forraje es reducida de 90 a 30 g MS/kg PV, y esto está asociado con una reducción en la altura del forraje residual de 7.4 a 5.4 con una baja digestibilidad de Materia Orgánica. El efecto de la asignación de forraje sobre el consumo es similar para novillos de 15 a 18 meses de edad. Con vacas lactantes y becerros el consumo de *Lolium perenne* se disminuye cuando la asignación cae abajo de 34 g MS/kg PV y los animales apacentan forraje de menos de 6 cm de altura (Minson, 1990).

La relación entre el consumo voluntario y la productividad del animal esta bien reconocida y en muchos estudios se reporta la regulación del consumo de alimento por ovejas alimentadas en corral y bovinos (Allden y Whittaker, 1970). En contraste menor atención se le ha dado a los factores que influyen sobre la ingesta de forraje de animales apacentando. En los ecosistemas donde los animales apacentan los procesos de alimentación se tornan complejos por los factores que regulan el consumo de alimento y pueden modificar la significancia relativa en los mecanismos de regulación que controlan el consumo de animales estabulados. Cuando el forraje se encuentra esparcido el consumo de alimento por apacentamiento se ve modificado por la dificultar de la aprensión de la planta, sin embargo, cuando las áreas son pequeñas no se encuentra ninguna deficiencia en la cantidad de forraje, y no puede existir una compensación cuando el área se incrementa y la disponibilidad de pueden compensar cuando el área se ve incrementada y la disponibilidad de pastura para los animales (Allden y Whittaker, 1970).

El control del consumo de alimento es sumamente indirecto, excepto cuando la alta densidad de nutrientes en las raciones se exceden de los requerimientos nutricionales de los animales si el apetito limita la alimentación. El incremento total del consumo de materia seca del forraje es una ruta para corregir las deficiencias nutricionales.

El consumo de forraje por los animales en apacentamiento esta determinado por un largo número de factores del animal como: físico, fisiológico y psicogenético; y factores del medio ambiente como: dieta, clima y manejo (Vallentine, 1990).

El consumo del forraje se ve influenciado por tres principales grupos de factores: los que afectan la digestión del forraje, relacionando principalmente la maduración y concentración de nutrientes del forraje consumido; los que afectan la ingestión del forraje, relacionando principalmente la estructura física y condición de la pradera; y los que afectan la demanda de nutrientes y la capacidad digestiva y la aptitud de los animales para comer, reflejado grandemente en su maduración y estado productivo (Hodgson, 1990).

La estimación del consumo de forraje en animales en apacentamiento abierto es muy difícil ya que comúnmente los métodos utilizados tienen limitaciones y consisten en varias reposiciones que pueden introducir error. No existen técnicas que sean completamente adecuadas, algunas son utilizadas para evaluar situaciones específicas y pueden utilizarse para la evaluación de datos si sus defectos son reconocidos y discutidos con anterioridad (Burns *et al.*, 1988).

Estimación del Consumo de Forraje

Los métodos que son adecuados como estimadores del consumo de MS por los animales son esenciales para determinar el Valor de los forrajes. Con el libre apacentamiento los animales obtienen un consumo diario de una dieta que es seleccionada por ellos de las especies del forraje ofrecido o asignado. El método adecuado para estimar el consumo puede considerar tanto la calidad de la dieta como la cantidad diaria de consumo, cada dato obtenido permite la aplicación de los requerimientos de nutrientes como fuente de rendimiento diario (NRC, 1984). Además se puede proveer de bases para la comparación acerca de especies forrajeras de los efectos de la morfología del dosel sobre el comportamiento animal y por lo tanto del valor nutritivo de la dieta selecta diariamente.

Por definición el consumo diario de MS por el libre apacentamiento de los animales puede únicamente ser obtenido directamente por el pesaje continuo de los animales o antes y después de cada evento de apacentamiento o por el monitoreo del comportamiento de apacentamiento de los animales.

El pesaje de los animales como estimador de su consumo requiere de ajustes apropiados por la pérdidas por respiración, defecación, orina,

etc., durante el apacentamiento y por el consumo de lo que no es forraje (suplementación mineral, agua, suelo, etc.) El monitoreo del comportamiento de apacentamiento requiere un estimador del tiempo de apacentamiento, número de bocados (movimientos de la boca para tomar el forraje) y el peso del bocado o el número de bolos ingeridos (Hodgson, 1982).

La estimación del consumo de forraje por los animales en apacentamiento libre se hace difícil porque los métodos comúnmente utilizados tienen ciertas limitaciones e involucran un determinado grado de error (Minson, 1990; Owens y Hanson, 1992).

Las diferencias en la disponibilidad de forraje antes y después del apacentamiento son, a menudo, utilizadas como estimadores de consumo. Las reducciones observadas en un potrero pueden ser divididas por el producto del número de animales y los días del periodo de apacentamiento. Este valor puede ser asumido como igual para todos los consumos diarios. Los problemas con esta técnica pueden ser minimizados con una labor y manejo adecuados (Meijs *et al.*, 1982). La suposición de que la disminución en la disponibilidad de forraje se debe completamente al consumo animal es una sobreestimación porque existen otros factores que pueden afectar a la cantidad de forraje tales como otros animales fuera del experimento (venados, liebres, conejos,

etc.) o por el pisoteo. Utilizando una altura de corte adecuada se puede minimizar el problema que existe por la cosecha de los animales, es decir, los animales no cortan el forraje hasta abajo por la forma de su boca. La excesiva contaminación de las muestras por suelo puede requerir un ajuste en los resultados expresados en base materia orgánica.

Un método útil y no destructivo para estimar la cantidad de MS en la pradera, antes, durante y después del periodo de apacentamiento es el plato descendente (Sharrow, 1984; Díaz, 1992), el cual se basa en la resistencia ofrecida por el forraje a la caída de los cuerpos.

Otra consideración es el crecimiento de la pradera durante el apacentamiento porque puede resultar en una subestimación del consumo. Para minimizar estos problemas el periodo de apacentamiento puede hacerse más corto (1 a 3 días).

La más seria consideración en la aplicación del método de corte es el muestreo intensivo que se requiere para proveer de una estimación adecuada del cambio en la disponibilidad de MS. Los muestreos estadísticos pueden ser utilizados para conocer el número de muestras necesarias para un experimento en particular (Gómez y Gómez, 1984).

Un área importante en la cual puede ser utilizado el método de corte antes y después del apacentamiento es cuando se monitorea el comportamiento animal. Por ejemplo Dougherty *et al.* (1989) utilizaron la técnica del apacentamiento limitado y determino la disponibilidad de forraje antes y después del apacentamiento para estimar el consumo.

Otra aplicación del método de corte antes y después del apacentamiento para determinar consumo es en la construcción de praderas artificiales utilizando tablas perforadas (Black y Kenney, 1984; Demment y Laca, 1993). Estas investigaciones del comportamiento ingestivo siguen una descripción precisa de la pradera pero son necesariamente de corta duración (30 segundos).

Calidad Nutritiva

La medida del valor nutritivo del forraje en experimentos de apacentamiento es generalmente logrado por la comparación de la respuesta media diaria (ganancia de peso, producción de leche y fibra) por animal. Esta medida produce a la larga una integración directa de la cantidad (consumo), calidad (digestibilidad) y la utilización (conversión) de la dieta consumida por cada tratamiento y una expresión del consumo de MS.

El valor nutritivo de un forraje es una función de la cantidad consumida y la eficiencia con la cual los nutrientes son extraídos del alimento durante su digestión (Thornton y Minson, 1973).

De Alba (1974) menciona que considerando la capacidad de los animales de buscar y seleccionar una dieta rica en proteína y baja en lignina, es lógico pensar que también sea una ración más digestible, considerando también la disponibilidad de forraje, el hambre del animal, la estación y la extensión de las praderas.

La tasa de crecimiento de un animal y la producción de leche dependen en primer término del consumo de nutrientes y en segundo de la eficiencia de conversión de los nutrientes ingeridos (Hodgson, 1990).

La planta o en una forma más general las mezclas en la pradera determinan la calidad nutritiva del forraje, la cual dependerá de factores como los de antes y después de la cosecha; el estado de crecimiento, las diferentes especies y el tipo de cosecha (Nelson y Moser, 1994).

Valor Relativo del Forraje

El valor Relativo del Forraje es un índice con el cual las leguminosas de estación fría, las gramíneas y las mezclas son evaluadas en su potencial de consumo de materia seca digestible. Este es un índice utilizado para distribuir a los forrajes, según su clase, en un tipo de ganadería propio en el cual se obtenga un nivel de rendimiento adecuado. El Valor Relativo del Forraje es calculado a partir de la materia seca digestible y del consumo de materia seca. La materia seca digestible es un estimador de la digestibilidad del alimento y es calculada en base a la fibra determinada en detergente ácido. El consumo de materia seca es un estimador de la cantidad que una animal consumiría en porcentaje de su peso vivo y es calculado en base a la concentración de fibra determinada en detergente neutro del forraje (Linn *et al.*, 1987).

Cálculo del Valor Relativo del Forraje

$$\text{Materia Seca Digestible} = 88.9 - (.779 * \% \text{ Fibra en Detergente Ácido})$$

$$\text{Consumo de Materia Seca} = 120 / \% \text{ Fibra en Detergente Neutro}$$

$$\text{VRF} = \text{Materia Seca Digestible} * \text{Consumo de Materia Seca} / 1.29$$

Por ejemplo un forraje con 28 por ciento de Fibra en Detergente Acido y 38 por ciento de fibra en detergente neutro, tendrá 67.1 por ciento de digestibilidad y un consumo de MS de 3.15 por ciento del peso vivo. El VRF será de 164.

La medida óptima de la calidad del forraje es la productividad animal, la cual es función del consumo y digestibilidad del forraje, así como de la eficiencia de la utilización y absorción de nutrientes (Linn *et al.*, 1987).

Proteína Cruda

La Proteína Cruda es el total del nitrógeno amoniacal multiplicado por 6.25, basado en el hecho de que la proteína de una materia prima o un alimento posee en promedio un 16 por ciento de nitrógeno (Crampton y Harris, 1974).

El ganado necesita proteína para el crecimiento, sostenimiento y la producción. La cantidad necesaria depende, del tamaño del animal y del rendimiento y composición del producto. Los forrajes son una fuente importante de proteína. Las leguminosas suelen ser más ricas en proteína que las gramíneas, especialmente en las fases más avanzadas de la maduración. Sin embargo, tanto en las leguminosas como las

gramíneas, la proteína es más digestible cuando se encuentran en las primeras fases del crecimiento, que cuando han madurado completamente (Hughes *et al.*, 1976).

El nutriente más limitante en raciones exclusivamente con forrajes es la proteína. Debido a que la proteína es requerida por los microorganismos ruminales, así como los tejidos del animal, una deficiencia de proteína puede reducir severamente el desempeño del animal. Como regla general, las dietas para el ganado compuestas principalmente por forraje, deberán contener por lo menos un 8 por ciento de proteína cruda para promover una adecuada fermentación ruminal por medio de los microorganismos del rumen (Neumann y Lusby, 1986).

Composición Botánica

Los forrajes se encuentran distribuidos alrededor del mundo más que otras plantas utilizadas en la agricultura, pero el manejo de estas plantas forrajeras se complica por el gran número de especies que existen, al igual que subespecies, variedades y ecotipos de gramíneas y leguminosas (Nelson y Moser, 1994).

En una pradera, la proporción relativa de las especies vegetales es un factor que influye en la selectividad y en el consumo de alimento. En primer lugar pueden señalarse las diferencias entre leguminosas, gramíneas y malezas; en un estado similar avanzado de crecimiento, las leguminosas son más preferidas que las gramíneas, por su alto contenido de proteína y porque a medida que avanza la madurez, mantienen un alto contenido de nutrimentos y alta digestibilidad. En estado joven, sin embargo, las leguminosas pueden ser más rechazadas que las gramíneas, por su poca gustocidad y las mayores posibilidades de timpanismo en el ganado (Jiménez y Martínez, 1989).

Las diferencias en digestibilidad entre gramíneas y leguminosas han sido muy documentadas, en las gramíneas normalmente se encuentran grandes concentraciones de pared celular y una más rápida acumulación de lignina, lo que hace que decline más rápido su digestibilidad con la madurez (Buxton y Brasche, 1991). Las diferencias entre especies de plantas se deben a la anatomía, bioquímica y morfología diferentes (Norton y Poppi, 1995). El valor alimenticio de las leguminosas es superior que el de las gramíneas o al de las plantas no leguminosas (Crampton y Harris, 1974).

Cuando los animales apacentan praderas con mezclas, frecuentemente tienden a apacentar más algunas especies de plantas y

evitan a otras, de esta forma es como usualmente se reconocen e interpretan los patrones de comportamiento, por que muestran el ejercicio deliberado de preferencia de los animales apacentando. Sin embargo los factores que determinan el proceso de selección no han sido bien entendidos y existe inquietud en la necesidad de crear asunciones acerca de su importancia, particularmente dentro de un manejo intensivo del apacentamiento. Por ejemplo, los animales a menudo aparentemente apacentan indiscriminadamente algunos puntos en la superficie de la pradera, de modo que la composición botánica del forraje consumido es muy similar a la que hay en la superficie.

Es muy útil el distinguir entre preferencia (la discriminación que puede ser mostrada entre los componentes de una pradera si todos son disponible sin restricción) y selección, la cual es una medida de la preferencia mostrada en la práctica. La composición de la dieta selecta refleja la preferencia modificada por las limitaciones inevitables en la oportunidad por seleccionar en el campo. La preferencia es principalmente un reflejo de la respuesta de los animales a la características físicas y químicas de las hojas y tallos de las especies de plantas (Hodgson, 1990).

Un ejemplo de preferencia lo encontramos en una investigación donde la intensidad de selección por ovejas para una pradera de trébol

blanco con *Agrostis festuca* es sustancialmente grande para unas especies que para otras, prefiriendo el trébol. Las ovejas tienden a ser más selectivas que las vacas, las cabras tienden a evitar los tréboles y a mostrar una marcada preferencia por las plantas fibrosas. También, a menudo, es sugerido que los animales jóvenes tienden a ser más selectivos que los apacentadores adultos (Hodgson, 1990).

En praderas cultivadas donde se siembran mezclas de solo dos especies, el contenido en el rumen de los animales que apacentaron, tendía a contener más una especie que la otra e inclusive la proporción encontrada fue mayor que la presente en la pradera, debido esto a la selección de los animales a ciertas especies (De Alba, 1974).

Norton y Poppi, (1995) mencionan que pocas leguminosas son utilizadas solas para la alimentación de los rumiantes, como la alfalfa, más usualmente son utilizadas para suplir a las gramíneas y que los animales obtengan un consumo con un valor nutritivo más alto.

La introducción de leguminosas perennes a praderas de gramíneas de estación de verano ha mostrado buenos resultados en el mejoramiento de la calidad de los forrajes y de los animales (Schweitzer *et al.*, 1993). La producción para altos rendimientos y estabilidad de la

composición botánica de la pradera en unicultivos no es garantizable, comparada con mezclas de gramíneas (Haynes, 1980).

La principal causa de la variación en la concentración de proteína cruda de forrajes es la diferencia entre gramíneas y leguminosas. La concentración media de proteína cruda para leguminosas fue de 17 por ciento, en base seca, comparado con 11.5 por ciento para gramíneas (Minson, 1990). Evaluando mezclas se encontró que incluyendo leguminosas mejora significativamente la concentración de proteína cruda en el forraje (Posler *et al.*, 1993). Generalmente los forrajes de gramíneas, comparados con los forrajes de leguminosas, contienen menos proteína, minerales y vitaminas (Perry, 1984).

Muchas gramíneas de estación fría no son compatibles con la alfalfa en una mezcla porque no persisten durante largo tiempo y no son lo suficientemente competitivos, además de que no son muy aceptables por los animales (Jung *et al.*, 1982).

Componentes del Rendimiento

La dieta consumida por animales en apacentamiento usualmente contiene altas proporciones de hoja y tejido vivo de las plantas, y bajas proporciones de tallo y tejido muerto (Hodgson, 1990).

Las características estructurales de la pradera son el factor más determinante del comportamiento ingestivo (Forbes, 1988). En praderas de clima templado la altura de la superficie de la pradera la densidad del forraje, la relación hoja:tallo y tejido muerto:tejido vivo son factores que modifican considerablemente el consumo animal (Hogdson, 1982).

El tejido de la hoja siempre es la parte de más calidad de la planta (Hides *et al.*, 1983). La hoja, a menudo, es utilizada como indicador de digestibilidad en gramíneas perennes (Carlson *et al.*, 1983).

Un incremento en la fracción de hoja fue correlacionado con una alta digestibilidad, pero la digestibilidad total de la planta se encontró definida por la hoja y los tallos jóvenes (Christersen *et al.*, 1984). En general, la hoja, en los cultivos forrajeros, es la de mayor calidad y además son preferidas por los animales; por ejemplo el consumo voluntario de la fracción de hoja en relación a la fracción de tallo de una leguminosa tropical (*Lablab purpureus*) fue 79 por ciento para bovinos y para ovejas de 61 por ciento y ambos fueron digeridos en una cantidad mayor por los bovinos (Hendrickson *et al.*, 1981)

Los tallos inmaduros son, generalmente, de alta calidad (Minson, 1990). Los tallos decrecen en calidad más rápido que las hojas en la mayoría de los forrajes, especialmente los que se acercan a la

maduración (Buxton, 1990). La baja digestibilidad de los tallos puede ser atribuida a su anatomía (Nelson y Moser, 1994).

Los tallos generalmente contribuyen más en la producción total de forraje, principalmente en las leguminosas (Buxton y Marten, 1989).

El contenido de fibra aumenta constantemente tanto en tallos como en hojas, pero más rápidamente en los primeros. Estos hechos explican la disminución de la digestibilidad en las plantas forrajeras con la madurez (Muslera y Ratera, 1991).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área experimental

El trabajo campo se desarrolló durante la primavera y el verano de 1998, en el rancho ganadero "El Aguatoche" que se localiza al Sureste del estado de Coahuila, a los 25°06'52" de latitud norte y 100°50'07" de longitud oeste con una altitud de 1855 msnm.

El rancho tiene una extensión aproximada de 950 ha, de las cuales 580 ha se utilizan con praderas de diferentes mezclas forrajeras de Gramínea:Leguminosa; 362 ha son mezclas de especies perennes y 220 ha de especies anuales. Estas praderas se utilizan para el levante de peso de ganado de exportación. Las praderas son regadas por medio de diferentes sistemas de riego por aspersión.

Las características generales del predio son los siguientes:

Clima

Es una región cuyo clima adopta las letras-símbolos BS₁ Kw (e') según la clasificación de Köppen modificada por García (1973) encontrándose entre los climas semiáridos. BS es intermedio entre los áridos, BW y los húmedos A o C. Mendoza (1984) reporta que la región tiene una temperatura media anual de 13.4 °C con lluvias en verano las cuales son más abundantes en julio y agosto, alcanzando una precipitación promedio anual de 307 mm. Las heladas, generalmente comienzan en octubre pudiendo prolongarse hasta abril y en raras ocasiones se presentan en mayo, siendo las más intensas y frecuentes en enero, cuando alcanzan temperaturas mínimas de hasta -12 °C, en este mes las temperaturas máximas promedio son de 28 °C. El mes más caluroso del año es junio con temperatura media, máxima y mínima promedio de 18.1 °C, 34 °C y 10.4 °C respectivamente. Por lo que se refiere a la evaporación, los valores rara vez son superiores a 200 mm mensuales presentándose las máximas en abril, mayo y junio. La humedad relativa tiene un valor promedio de 80 por ciento pudiendo pasar del 90 por ciento en invierno y en los meses lluviosos. Los vientos que predominan durante el año son del sureste.

Suelo

El suelo se clasifica como tipo Xerosol cálcico, de texturas finas y con material petrocálcico (Cetenal,1970). Se caracteriza por tener poca profundidad, reacción alcalina, alta concentración de carbonatos, alto contenido de calcio, un contenido moderado de materia orgánica y tiene deficiencias de agua debido a que la precipitación es limitada, de acuerdo a tales características y según la séptima aproximación (sistema americano) se sitúa dentro del orden molisol, suborden ustolls, y gran grupo calciustolls los cuales se caracterizan por tener un epipedón mólico.

Agua

El agua que se utiliza para el riego se bombea de acuíferos subterráneos. La calidad del agua se clasifica, según el personal del laboratorio de salinidad de los Estados Unidos (1962), como $C_2 C_1$, indicando que es agua de salinidad media que puede utilizarse en cierto grado moderado de lavado, en cuanto a sodio (S_1) se indica que puede emplearse en riego con pocas posibilidades de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable.

Descripción de la Metodología Experimental

Se realizaron tres eventos de muestreo simple aleatorio sin reemplazo (15-18 de mayo; 21-24 de junio y 25-28 de junio de 1998) en cada uno de los cuales se aplicaron tres niveles de asignación diaria de forraje en porcentajes de (2, 4 y 7 del PV de los animales en base a materia seca) en períodos de ocupación de 24 horas. Se realizaron muestreos en seis diferentes tiempos dentro del período de ocupación del área asignada (0, 3, 6, 9, 21 y 24 hr). Lo anterior produce un total de 18 tratamientos evaluados en 3 repeticiones (bloqueando el efecto de evento). El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con arreglo factorial en los tratamientos (3 X 6 X 3 es decir, 3 asignaciones; 6 tiempos y 3 repeticiones).

El trabajo se realizó en una pradera de 80 ha regada con pivote central, compuesta por una mezcla de alfalfa (*Medicago sativa*) y las gramíneas orchard grass (*Dactylis glomerata*), festuca (*Festuca arundinacea* Schreb) y bromo (*Bromus inermis*). Con una proporción en la composición botánica de la mezcla de gramínea-leguminosa 60:40. Las asignaciones se aplicaban manipulando la superficie diaria de apacentamiento.

El lote de ganado utilizado en todos los tratamientos estaba compuesto de 200 animales de cruces de razas europeas, con un peso promedio de 235 kg.

Consumo animal

Para la estimación del consumo se utilizó el método de diferencia de disponibilidad de forraje antes y después de cada período de ocupación. Esta diferencia se dividió entre la carga animal y se asumió que este fue el consumo. Los efectos de los tratamientos sobre el consumo se analizaron por regresión.

Calidad nutritiva del forraje

De las 20 muestras utilizadas para estimar disponibilidad de materia seca, se tomaron al azar 15 para estimar la calidad nutritiva, y se formaron 3 grupos de 5 muestras. Cada grupo se molió, para que las muestras fueran más homogéneas y se analizaron 2 repeticiones de cada uno en el laboratorio de LALA Alimentos por la técnica de Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS). Los promedios de las 6 estimaciones obtenidas se utilizaron en el análisis de varianza. Por lo anterior, se obtuvieron 108 (18 X 3 X 2) análisis por evento y un gran total de 324 análisis. Las variables evaluadas fueron las siguientes:

Proteína Cruda (%PC), Valor Relativo del Forraje (VRF), Fibra en Detergente Ácido (%FDA), Fibra en Detergente Neutro (%FDN), Energía Metabolizable (EM Mcal kg⁻¹), Digestibilidad de Materia Seca (%DMS). Las dos últimas variables, fueron estimadas a partir del valor-D (%V-D) el cual se puede estimar a partir de valores de fibra en detergente ácido modificada (Morgan, 1973; MAFF,1984) y de fibra en detergente ácido (Van Soest, 1982).

Se realizó un análisis de varianza en bloques al azar (eventos=3) con arreglo factorial. Posteriormente se realizaron comparaciones de medias por Tukey (P<0.05).

Disponibilidad de materia seca

En cada nivel de asignación, se realizaron seis muestreos durante el periodo de apacentamiento (24 horas) a diferentes tiempos: 0 hr (Inicio del apacentamiento) 3, 6, 9, 21 y 24 hr (final del apacentamiento) este último después de que los animales salen de apacentar. Se estimó la materia seca presente en cada uno de los 6 muestreos diarios con 20 cortes al azar en parcelas circulares de 0.20 m² las cuales eran colectados en bolsas de papel para secarlas durante 72 hr en estufa de aire forzado a una temperatura de 60 °C. En el primer muestreo (0 hr) estos cortes se realizaron antes de entrar a apacentar los animales para

calcular la superficie que se les debía asignar para cumplir con el tratamiento que se deseaba aplicar. Los muestreos de los tiempos 3 a 21 hr se efectuaban durante el apacentamiento y el tiempo 24 hr al terminar el apacentamiento del día, después de que los animales eran cambiados a otra sección de la pradera. Los promedios de los 20 cortes se utilizaron para el análisis de varianza. Aunado a lo anterior se estimó la cantidad de MS por el método de doble muestreo (muestreo simple aleatorio basado en un estimador de regresión) apoyado por el plato descendente (Figura 3.1) el cual consiste en soltar el plato sobre la pradera desde 55 cm del suelo, se anota la lectura de la altura a la que quedo del suelo; se tomaron 100 lecturas al azar en cada una de las horas antes mencionadas y se realizó una regresión lineal donde la variable dependiente fue la cantidad de MS estimada por los cortes y la variable independiente fue la lectura de plato. La lectura media de las 100 realizadas se convirtió a materia seca por hectárea mediante el estimador de regresión para utilizarlo en el análisis de varianza.

Los muestreos para los demás tratamientos tuvieron la misma secuencia con un total de 120 muestras por asignación.

El diseño experimental fue bloques al azar con arreglo factorial de tratamientos. Se realizaron comparaciones de medias por Tukey ($P < 0.05$).

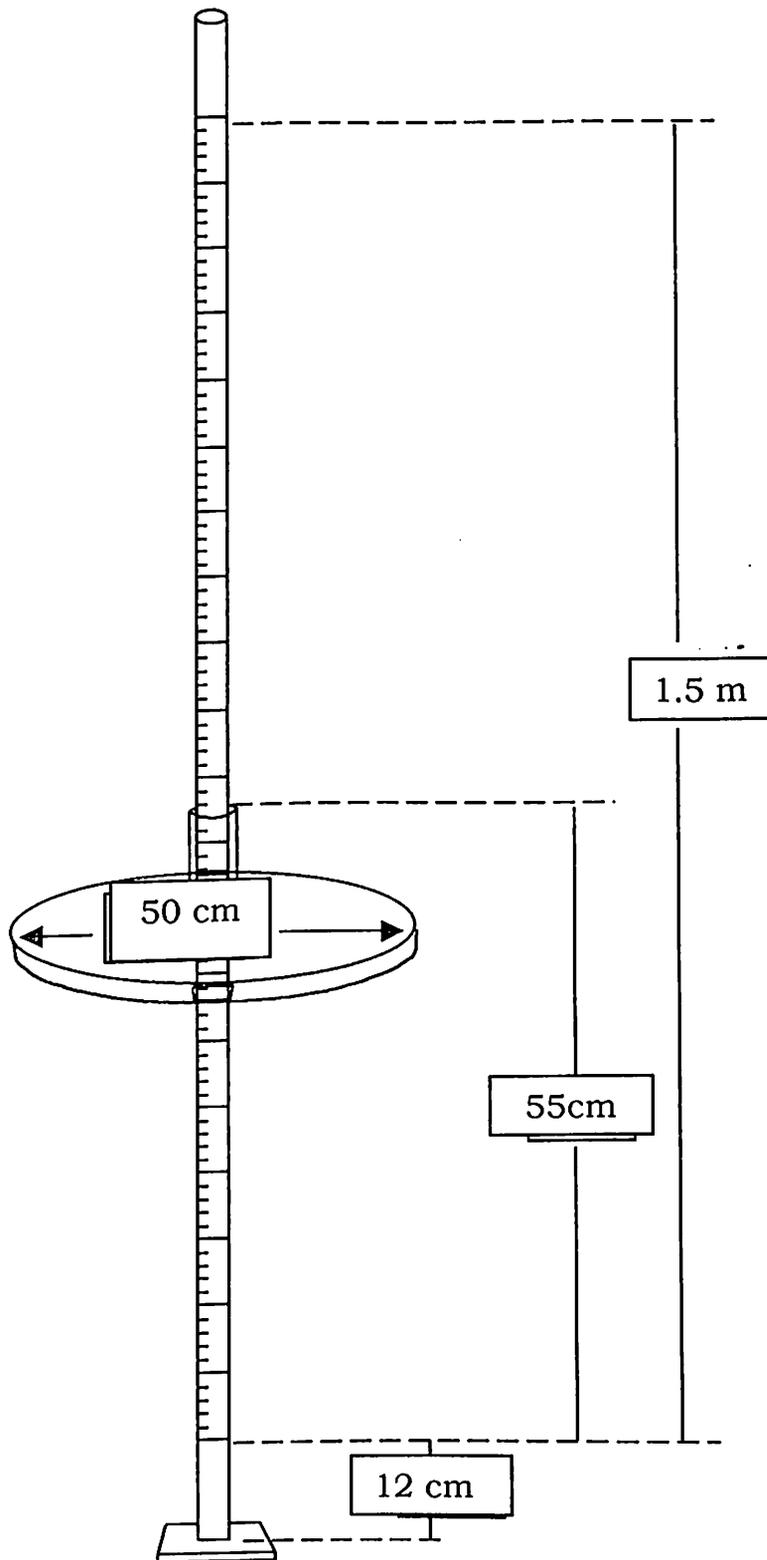


Figura 3.1. Disco descendente.

Composición botánica

Para la estimación de la composición botánica se utilizó el método de categorías de peso seco (Mannetje y Haydock, 1963), el cual consiste en tomar 50 estimaciones visuales con una unidad de muestra de 0.20m² de las 3 especies predominantes dentro de la unidad de muestra, las cuales se categorizan en orden de importancia considerando primero la que se encuentra en mayor proporción. Las estimaciones obtenidas se aplicaban a la ecuación propuesta por Mannetje y Haydock (1963). Estas estimaciones se realizaron en cada evento, asignación y tiempo de evaluación.

Los resultados de composición botánica se relacionaron con los tratamientos y con variables de la calidad nutritiva por regresión.

Componentes del rendimiento

Se separaron manualmente 5 de las 20 muestras que se hicieron por evento, asignación y tiempo para disponibilidad de materia seca. Se separaba hoja y tallo de gramíneas y leguminosas y cada componente se colocó en bolsas diferentes, las cuales posteriormente fueron secadas en estufa durante 72 hr a una temperatura de 60 °C; después de este

proceso se pesó: hoja de gramínea (HG), tallo de gramínea (TG), hoja de leguminosa (HL), tallo de leguminosa (L) y maleza (M).

Los resultados de componentes del rendimiento se relacionaron con variables de calidad nutritiva por regresión.

Relación entre variables

Para conocer la relación entre todas las variables; se usó la técnica de componentes principales que forma parte del grupo de análisis multivariados (Pla, 1986). Se incluyeron las siguientes variables: asignación, tiempo dentro del período de ocupación, consumo animal, lectura del plato, valor relativo del forraje, proteína cruda, porcentaje de leguminosa, porcentaje de gramíneas, porcentaje de maleza, porcentaje de hoja y porcentaje de tallo.

2018

IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efectos del nivel de asignación y el tiempo dentro del período de ocupación

Consumo animal

En la Figura 4.2 se puede observar la relación entre el nivel de asignación y el consumo, dicha relación muestra que a medida que se incrementa la asignación, los consumos de materia seca también son mayores, principalmente en las asignaciones bajas, lo que indica que asignar más del 5 por ciento de materia seca diaria en relación al peso vivo, no produce incrementos en el consumo. En este trabajo los animales llegaron a consumir un máximo de 1.6 por ciento de su peso vivo, por lo que no alcanzaron su consumo voluntario estimado. Dougherty *et al.* (1992) reportaron un incremento lineal del consumo con el aumento de la asignación en dos experimentos, en los cuales aplicaron diferentes niveles de asignación de forraje en los rangos de 2 a 5.6 por ciento y 2.32 a 3.76 por ciento, respectivamente, utilizando *Festuca arundinacea* Schreb con vacas Angus en apacentamiento.

Con niveles de asignación diaria del 5 por ciento los animales llegaron a consumir solo el 1 por ciento de su peso vivo lo que difiere de los resultados de Dougherty *et al.* (1992) y Rocha (1999) quienes reportan consumos de 2.4 y 2.3 por ciento respectivamente con una asignación similar. Esta diferencia se debió a que el lote de animales utilizado era de reciente llegada al rancho y su comportamiento estaba alterado por encontrarse en etapa de adaptación y la presencia constante de 4 personas que realizaban los muestreos.

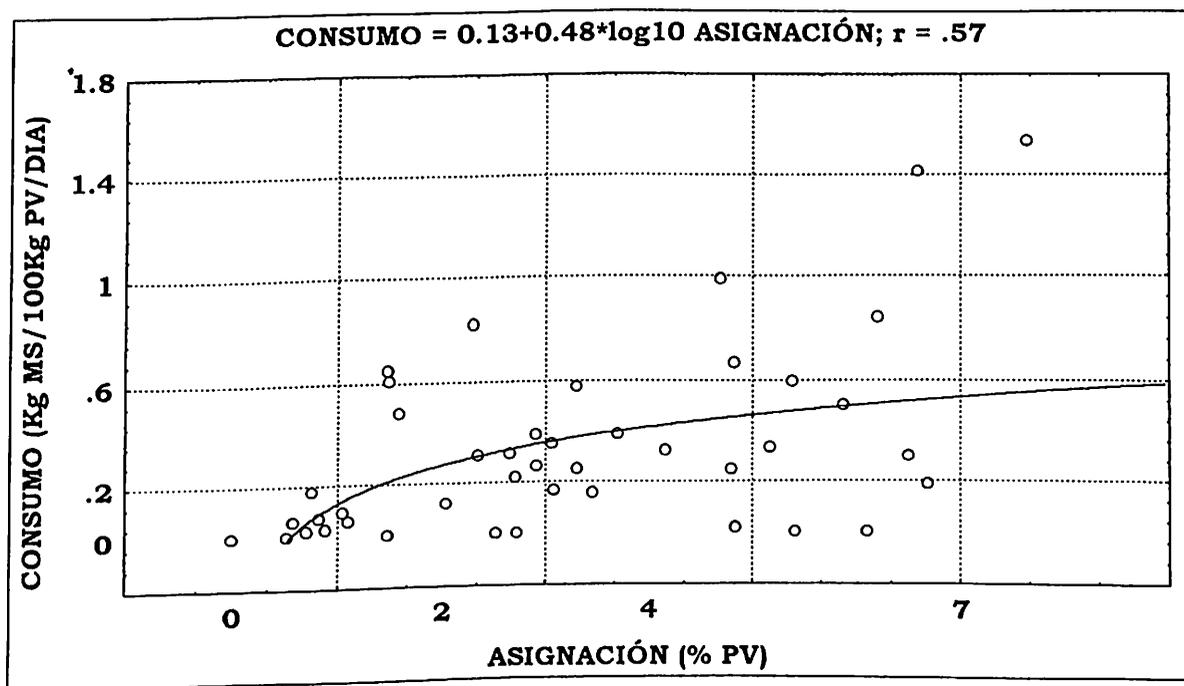


Figura 4.2. Relación entre el nivel de asignación y el consumo.

Se encontró una relación negativa entre el tiempo dentro del período de ocupación y la tasa de consumo (Figura 4.3). Al iniciar el período de ocupación se observó la mayor tasa de consumo, la que

disminuyó con el paso del tiempo dentro del período de ocupación; esta reducción fue mayor en las primeras 3 horas del período de ocupación, lo cual sugiere que la tasa de consumo es mayor por efecto del cambio de potrero porque los animales consumen primero el forraje de mayor calidad. Esto es planteado por Voisin (1974) que indica que los animales apacentan ocho horas al día y lo hacen con mayor intensidad durante las primeras horas de ocupación. Crawley (1983) menciona que la tasa de consumo, en rumiantes, responde a los cambios en la calidad de forraje en los diferentes períodos; si la calidad del forraje consumido es baja, entonces el consumo se reduce. El mayor consumo de nutrientes puede ser obtenido cuando la disponibilidad de forraje es mayor, lo cual ocurre en los períodos de inicio del apacentamiento (Belovsky y Schmitz, 1991)

Calidad nutritiva del forraje.

Se encontraron diferencias significativas únicamente para las variables proteína cruda y valor relativo del forraje. Para el valor relativo del forraje se encontró un efecto significativo ($P < 0.02$) para el nivel de asignación y del tiempo durante el período de ocupación ($P < 0.01$) para ambas variables; no se encontraron efectos significativos para la interacción ($P > 0.05$).

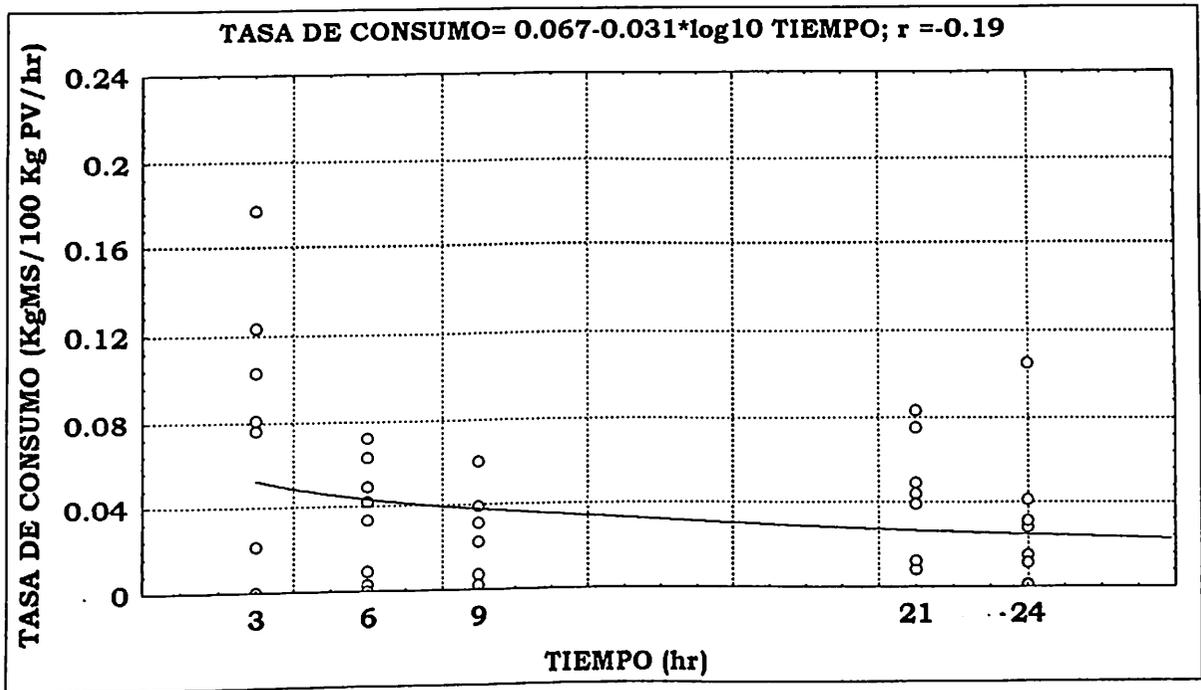


Figura 4.3. Relación entre el tiempo dentro del período de ocupación y la tasa de consumo por hora.

Los resultados de la comparación de medias para el nivel de asignación se pueden observar en el Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1. Comparación de medias (Tukey; $P \leq .05$) para la proteína cruda y el valor relativo del forraje de los tres niveles de asignación.

ASIGNACIÓN (%)	N	VRF (%)
4	18	94.48 a
7	18	92.94 a
2	18	87.70b

Medias con las mismas literales son iguales

Las asignaciones diarias de 4 por ciento y 7 por ciento son iguales estadísticamente VRF. En cambio la menor asignación (2 por ciento) presentó menores valores en esta variable. Lo anterior indica que los niveles de asignación inferiores a 4 por ciento son los que producen cambios significativos en la calidad nutritiva del forraje remanente.

Para el efecto del tiempo dentro del período de ocupación sobre la PC y el VRF, los resultados indican (Figuras 4.4 y 4.5) que su efecto es negativo tendiendo a disminuir estas variables con el avance del mismo. Los animales herbívoros no tienen un consumo simple, es decir, no consumen cualquier planta, ellos seleccionan las plantas que les van a proporcionar ciertos nutrientes con los cuales el animal va a satisfacer sus requerimientos y que además no contengan otros componentes que causarían daño a su organismo (Crawley, 1983). Hughes *et al.* (1976) mencionan que las leguminosas suelen ser más ricas en proteína que las gramíneas. El decremento en el porcentaje de proteína se puede explicar por la disminución de la alfalfa con el tiempo de apacentamiento.

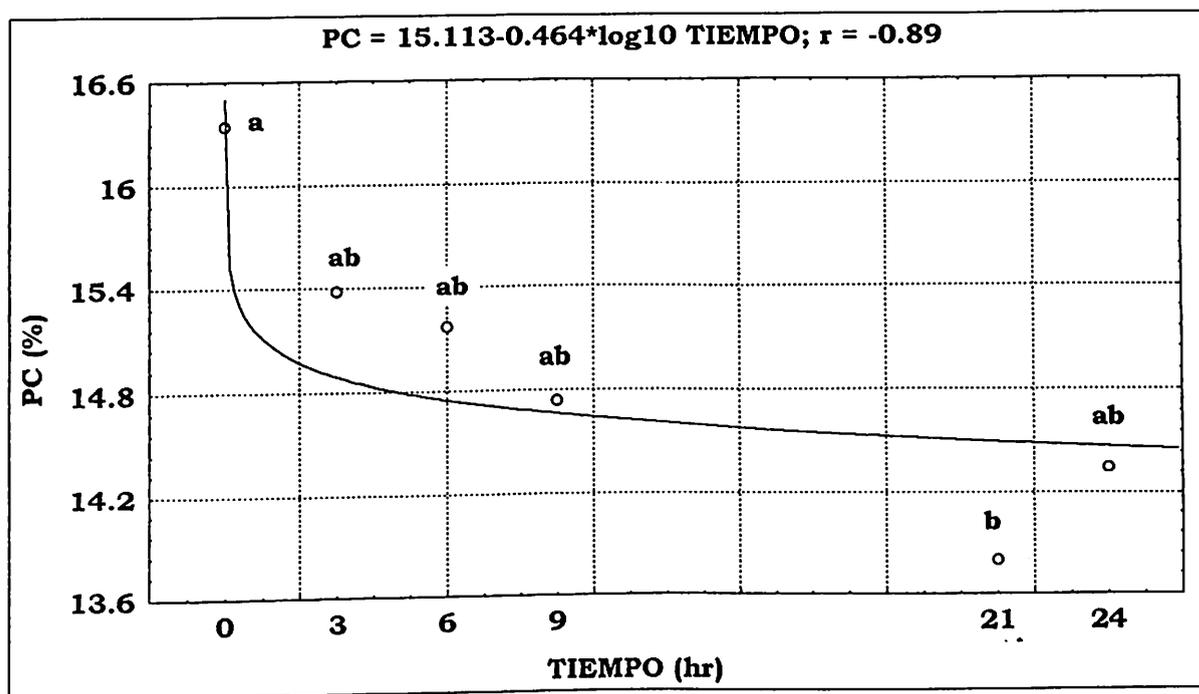


Figura 4.4. Comparación de medias (Tukey; $P < .05$) del porcentaje de proteína cruda para el tiempo dentro del período de ocupación. Medias con las mismas literales son iguales

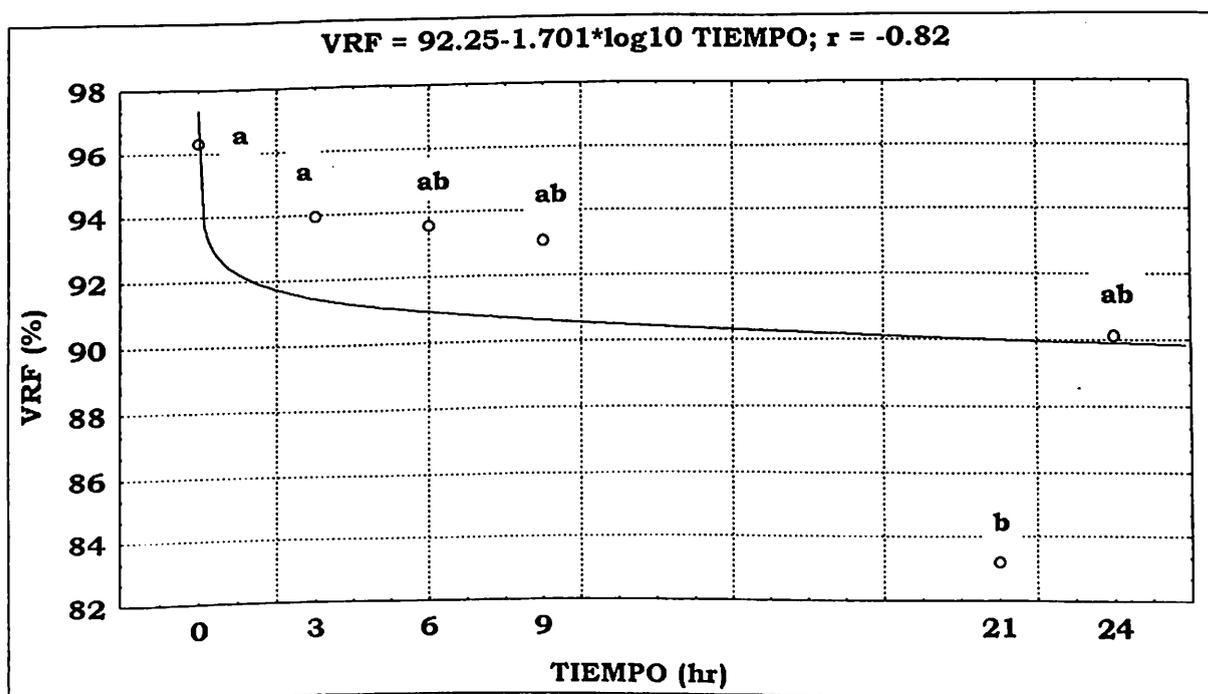


Figura 4.5. Comparación de medias (Tukey; $P < .05$) de el valor relativo del forraje para el tiempo dentro del período de ocupación. Medias con las mismas literales son iguales

Las medias para el VRF muestran que al igual que la proteína, el forraje de mayor calidad se encuentra durante las primeras horas del periodo de ocupación. El VRF es un índice del consumo potencial de un forraje (Linn *et al.*, 1987) por lo que al disminuir este parámetro, disminuye también el consumo y el valor nutritivo de la dieta. Por lo anterior la tasa de consumo de los animales es mayor durante las primeras horas de ocupación, por que los animales, por efecto de selección, consumen las plantas que van a satisfacer sus requerimientos nutricionales, además los animales modifican su dieta y su consumo respondiendo a diferentes condiciones en la pradera (Belovsky y Schmitz, 1991). El consumo de nutrientes es altamente dependiente del comportamiento de apacentamiento de los animales, este determina la cantidad de forraje ingerido cada día, y por lo tanto, el consumo diario de energía y proteína, los dos principales nutrientes limitantes en la ganadería (Dougherty, 1991).

Disponibilidad media de materia seca en la pradera

Se encontró un efecto altamente significativo ($P < 0.01$) del nivel de asignación y del tiempo durante el período de ocupación sobre la disponibilidad media de materia seca en la pradera estimada tanto por el método convencional de corte como por el de doble muestreo apoyado en el plato descendente.

Como era de esperarse, la disponibilidad media de materia seca en la pradera fue mayor a altos niveles de asignación y se relacionó en forma negativa con el tiempo durante el período de ocupación.

En el Cuadro 4.2 se presenta la comparación de medias y se observa que la disponibilidad media de materia seca evaluada por cualquiera de los métodos es afectada significativamente por todas las fuentes de variación. Las asignaciones de 4 y 7 por ciento son estadísticamente iguales y al igual que para calidad nutritiva solo la asignación del 2 por ciento produce menores disponibilidades de materia seca por lo que asignar menos del 4 por ciento tendrá efectos sobre la cantidad y la calidad del forraje disponible.

Se encontró un menor coeficiente de variación cuando la variable respuesta se estimó con el apoyo del plato descendente (13.94 por ciento) con relación al método convencional de corte (25.24 por ciento). Resultados semejantes reportan Gourley y McGowan (1991) al comparar el uso del plato contra una segadora mecánica en la evaluación de un experimento de forrajes. Lo anterior sugiere que el plato es una herramienta útil en la evaluación de parcelas experimentales.

Cuadro 4.2. Comparación de medias (Tukey; $P < 0.05$) para la lectura del plato (1:0.5 cm) y la disponibilidad de MS/ha estimada por los dos métodos en los 3 niveles de asignación de forraje.

ASIGNACION	N	DISPONIBILIDAD MEDIA DE MATERIA SECA (KG/HA)	
		DOBLE MUESTREO CON PLATO*	CORTE
7	18	1456.41 a	1467.30 a
4	18	1328.15 a	1384.70 a
2	18	1115.52b	1045.00b

Medias con las mismas literales son iguales. *Kg MS/ha = $426.39 + 59.91(\text{Lectura})$; $r = 0.67$.

En el Cuadro 4.3 se presenta la comparación de medias para el factor tiempo, en donde se observa que a medida que avanza el tiempo en el período de ocupación, la disponibilidad de MS disminuye por efecto del consumo de los animales.

Cuadro 4.3. Comparación de medias (Tukey; $P < 0.05$) para la lectura de plato (1:0.5cm) y la MS/ha estimada por los dos métodos con el tiempo durante el periodo de ocupación.

TIEMPO	n	DISPONIBILIDAD MEDIA DE MATERIA SECA (KG/HA)	
		DOBLE MUESTREO CON PLATO*	CORTE
0	9	1783.36 a	1695.20 a
3	9	1396.39b	1461.30 ab
6	9	1311.38bcd	1373.80 abc
9	9	1207.88cd	1238.50 abc
21	9	1094.72cd	1077.93bc
24	9	1006.53d	947.02d

Medias con las mismas literales son iguales.

En el cuadro anterior podemos observar que durante las primeras seis horas los animales apacentan más intensamente, es decir, la cantidad de MS disminuye más drásticamente, a diferencia de las horas intermedias las cuales son iguales estadísticamente. Lo anterior se pudo deber a que son los horarios en que los animales consumen menos el forraje por llevar a cabo otras actividades. Arnold (1981) menciona que la rutina diaria de los animales está determinada por el patrón diurno de apacentamiento, con el proceso de rumia, períodos de descanso y el tiempo que los animales dedican a ir a tomar agua, dentro de los intervalos de tiempo en que los animales no están apacentando. Hodgson (1990) menciona que el ganado divide su trabajo diario en períodos alternados de apacentamiento, rumia y descanso; los primeros pueden ser entre tres y cinco, encontrando el de mayor duración poco después del amanecer.

En la Figura 4.6 se observa la relación entre la cantidad de MS estimada por corte y por doble muestreo apoyado por el plato descendente con el nivel de asignación.

En la Figura 4.7 se reporta la relación logarítmica entre la cantidad de MS disponible estimada por la lectura del plato y la estimada por el corte con la hora.

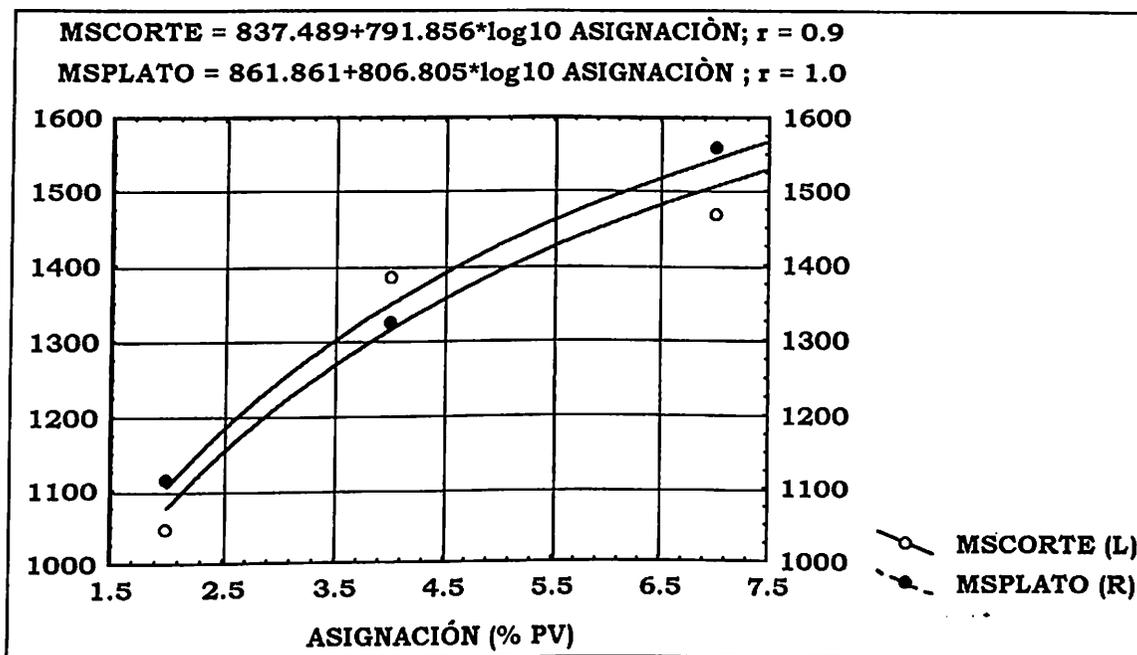


Figura 4.6. Relación entre el nivel de asignación y la MS estimada por corte y por lectura de plato.

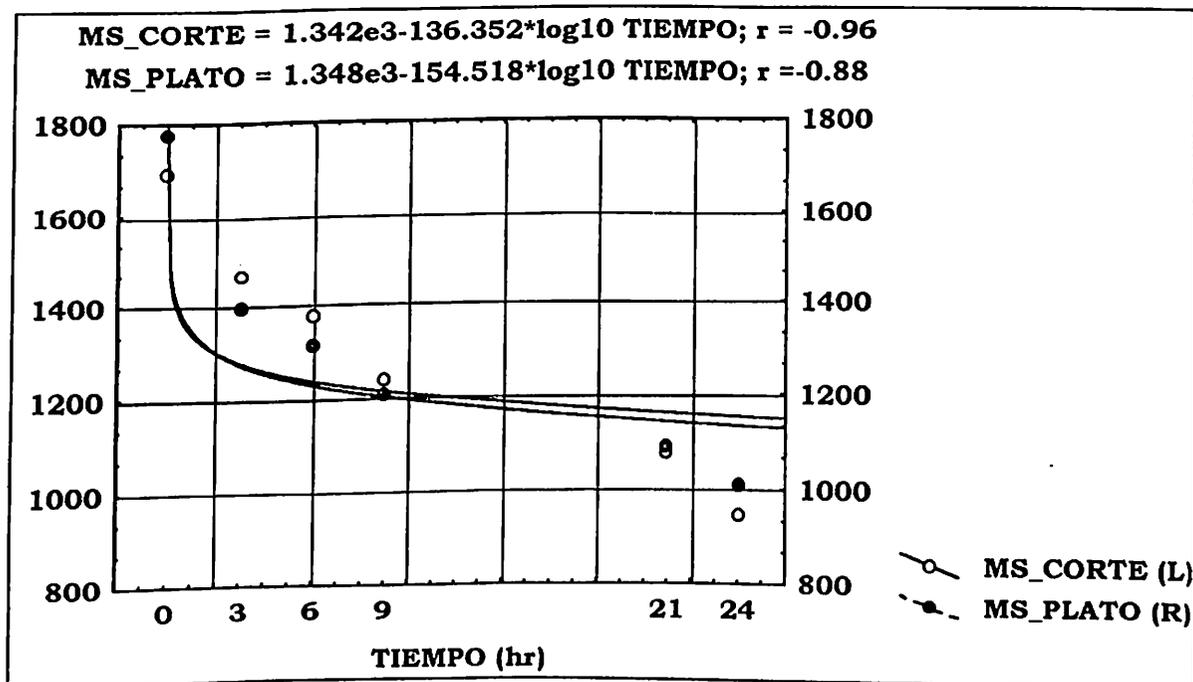


Figura 4.7. Relación entre el tiempo dentro del período de ocupación y la cantidad de MS estimada por corte y por plato descendente.

Composición botánica

La composición botánica de la pradera solo se encontró afectada significativamente por el tiempo dentro del período de ocupación. La relación entre el porcentaje de alfalfa y el tiempo se pudo definir como una relación logarítmica negativa (Figura 4.8), en donde la alfalfa disminuye a medida que va pasando el tiempo, aunque la reducción es mayor en las primeras horas; esto se puede atribuir a que los animales al tener una mayor asignación al inicio del período de ocupación, tienen la capacidad de seleccionar las especies que lo ayuden a satisfacer sus requerimientos como es planteado por la teoría de dieta óptima (Belovsky y Schmitz, 1991; Hodgson, 1990; Nelson y Moser, 1994).

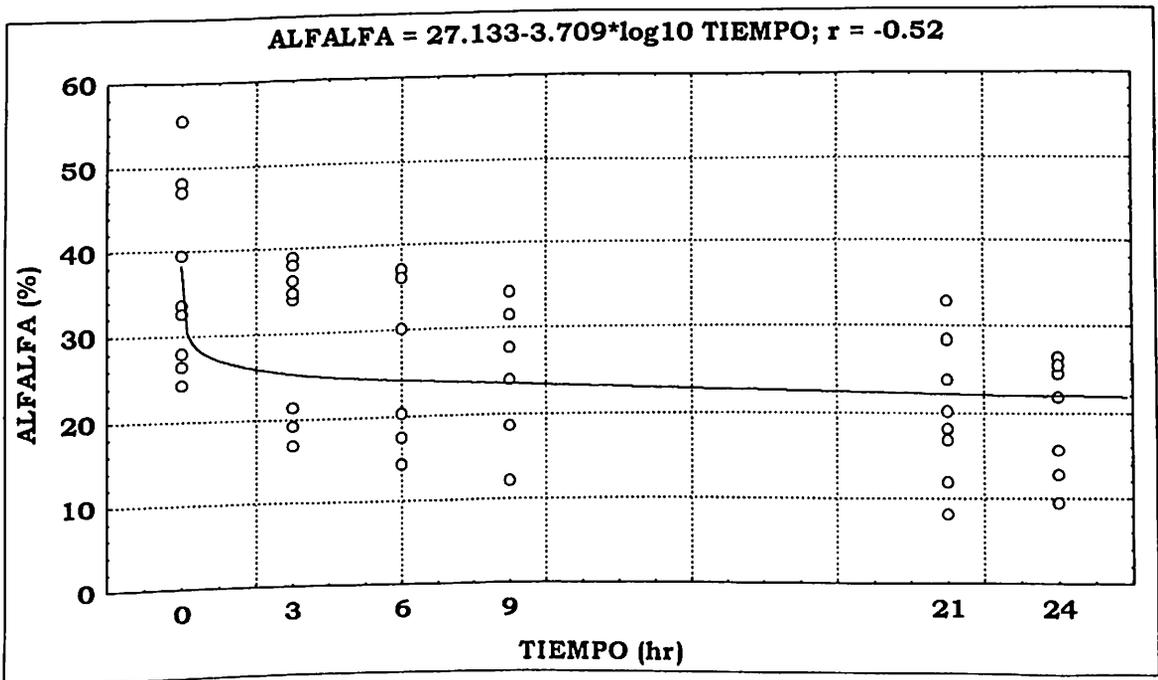


Figura 4.8. Relación entre el tiempo dentro del período de ocupación y el porcentaje de Alfalfa en la pradera.

Con la reducción del porcentaje de alfalfa en la pradera con el efecto del tiempo, el porcentaje de gramíneas y de maleza aumentan, es decir, los animales consumen más la alfalfa, y en una proporción menor a las gramíneas y la maleza (Figura 4.9).

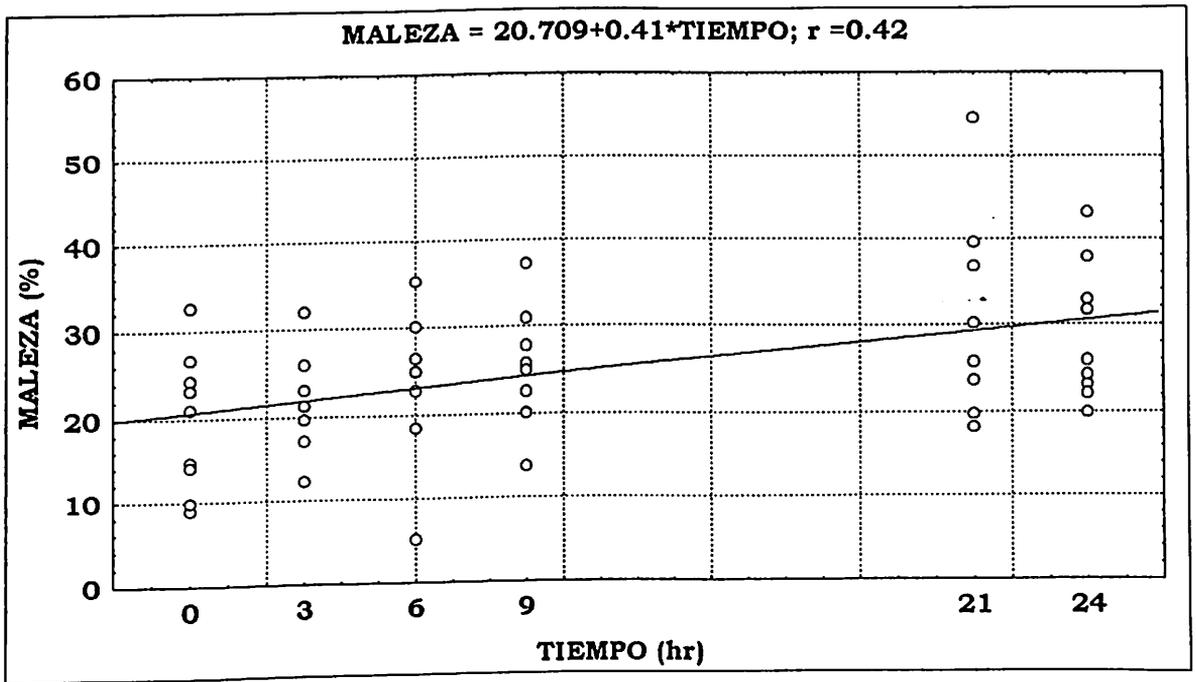


Figura 4.9. Relación entre el tiempo dentro del período de ocupación y el porcentaje de Maleza.

Relación entre variables respuesta

Composición botánica y calidad nutritiva

Se encontró que las variables porcentaje de alfalfa y de maleza son las que mejor pueden explicar las variaciones en el valor relativo del forraje (VRF). El resto de combinaciones presentaron menores coeficientes de correlación.

La Figura 4.10 muestra como el VRF aumenta con el incremento del porcentaje de alfalfa en el forraje disponible, es decir, que cuando hay un mayor porcentaje de forraje de alfalfa en la mezcla, el forraje es de mayor calidad. Las diferencias en digestibilidad entre gramíneas y leguminosas se deben a que en las primeras se encuentran grandes concentraciones de pared celular y una más rápida acumulación de lignina (Buxton y Brasche, 1991), lo cual hace que el VRF también sea menor. La Figura 4.11 muestra la relación del VRF con el porcentaje de maleza, donde la relación es negativa y el VRF se ve afectado considerablemente cuando existen grandes porcentajes de maleza en la mezcla forrajera.

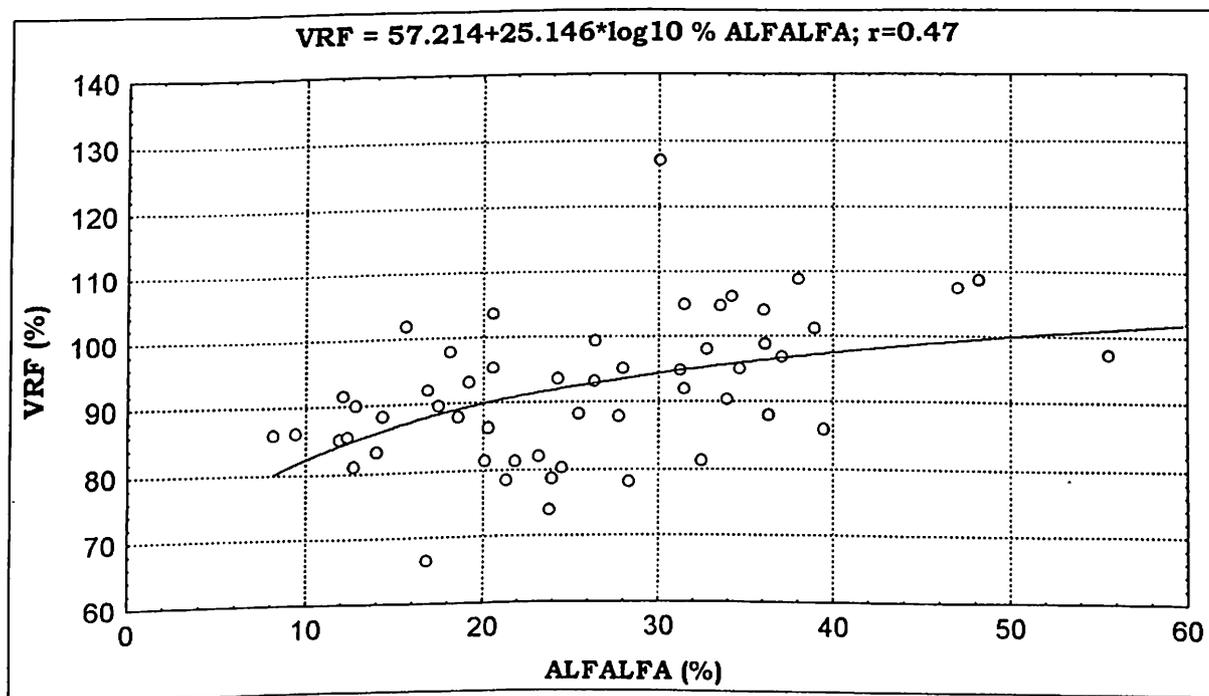


Figura 4.10. Relación entre el porcentaje de Alfalfa y el valor relativo del forraje.

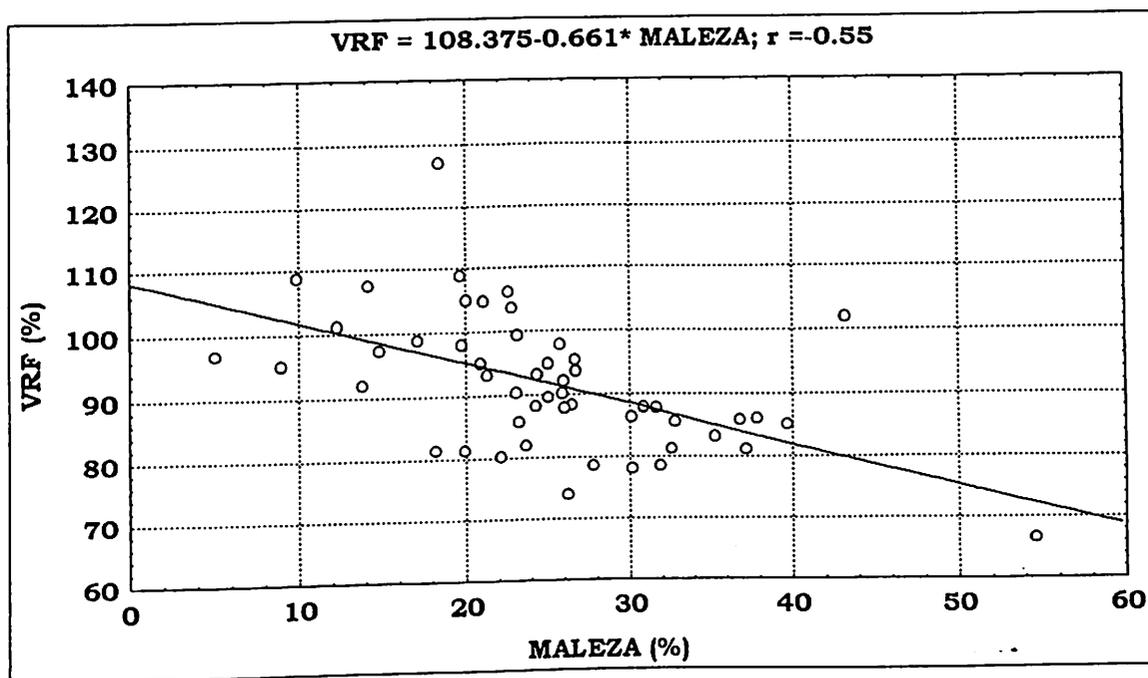


Figura 4.11. Relación entre el porcentaje de Maleza y el valor relativo del forraje.

Componentes del rendimiento y calidad nutritiva

Al analizar las relaciones que existen entre las variables de componentes del rendimiento y la calidad nutritiva del forraje disponible, se encontró que también el valor relativo del forraje (VRF) es la variable más predecible a partir de componentes del rendimiento como: porcentaje de hoja que afecta negativamente a esta variable (Figura 4.12) y porcentaje de tallo que la afecta en forma positiva (Figura 4.13). Christersen *et al.* (1984), encontraron que un incremento en la fracción de hoja fue correlacionado ampliamente con una alta digestibilidad, pero la digestibilidad total de la planta se encontró definida por el total de hoja y tallos jóvenes.

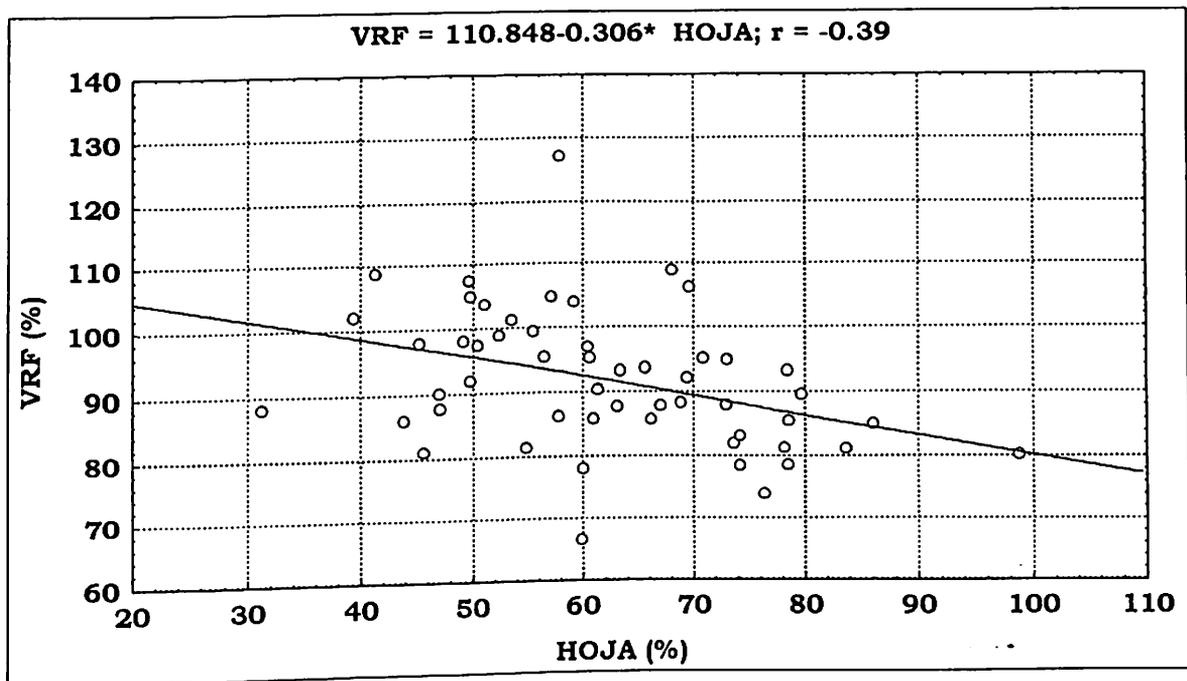


Figura 4.12. Relación entre el porcentaje de hoja y el valor relativo del forraje.

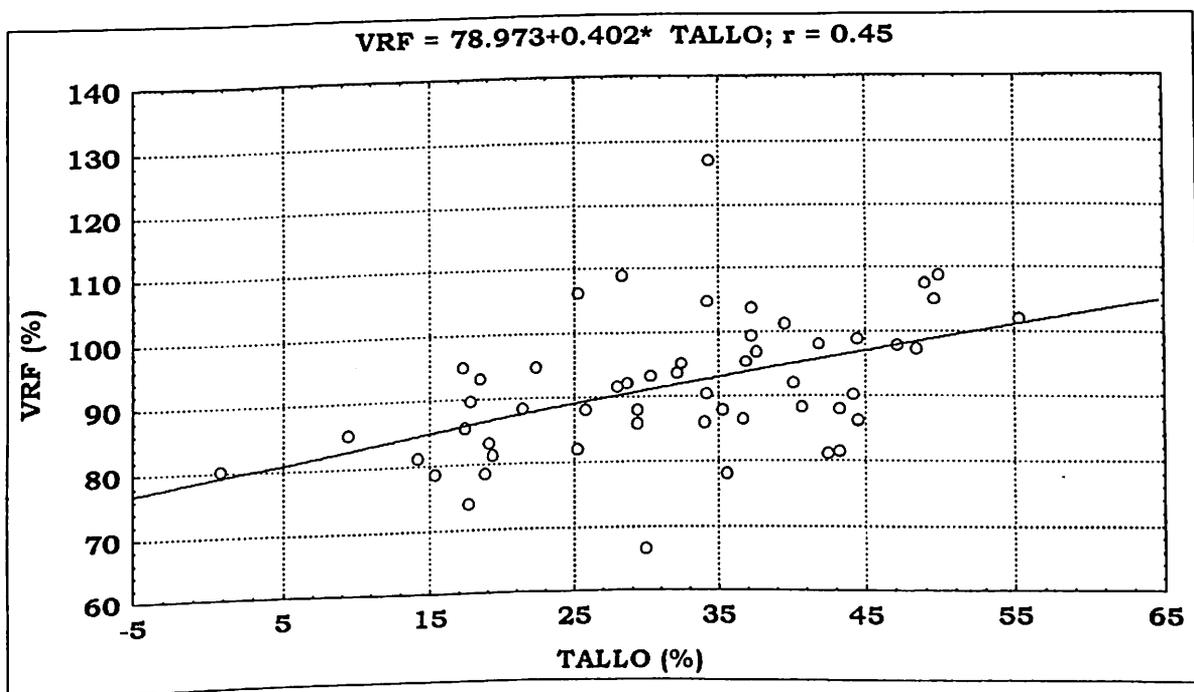


Figura 4.13. Relación entre el porcentaje de tallo y el valor relativo del forraje.

Al dividir el porcentaje total de hoja en la pradera entre hoja de gramíneas y hoja de leguminosa, se observó que la hoja de gramíneas tuvo un alto efecto directo sobre el porcentaje de hoja total y que por lo tanto el menor VRF a altos niveles de hoja total, se debió principalmente a la hoja de gramíneas (Figura 4.14) mientras que la hoja de leguminosa tuvo un efecto positivo sobre el VRF (Figura 4.15). Además la calidad de los tallos varía considerablemente en los forrajes y representan una proporción considerable en el rendimiento total (Buxton y Marten, 1989). Por el contrario Buxton (1990) menciona que los tallos decrecen más rápido en calidad que la hoja.

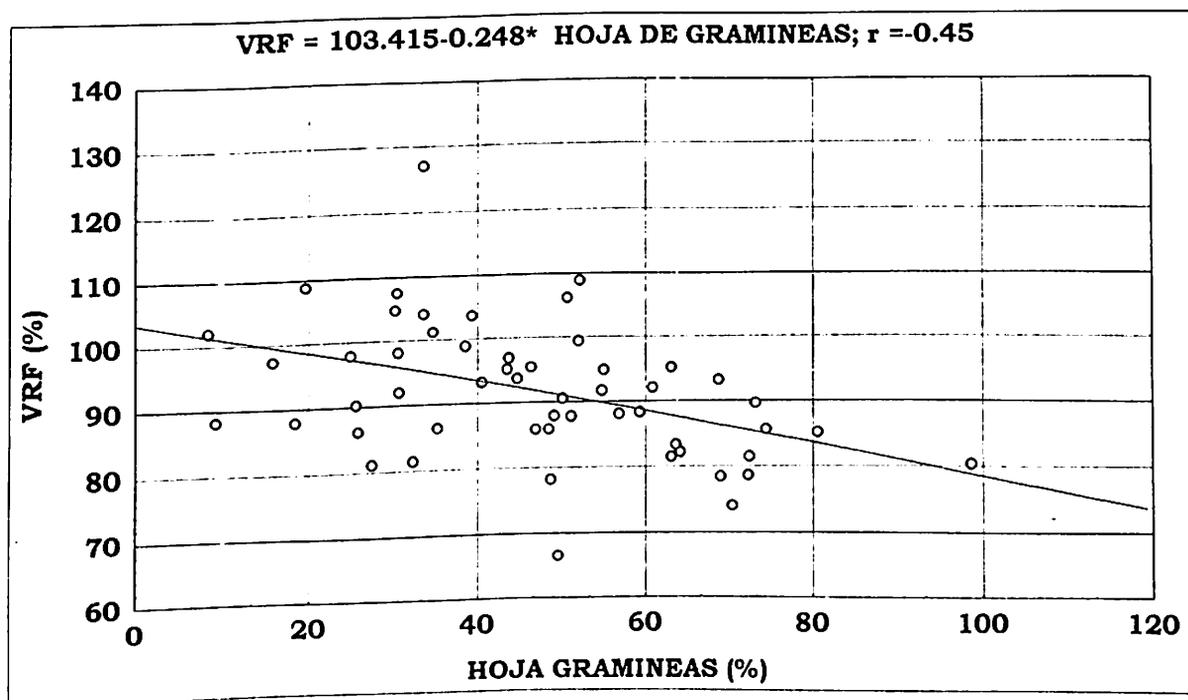


Figura 4.14. Relación entre el porcentaje de hoja de gramíneas y el valor relativo del forraje.

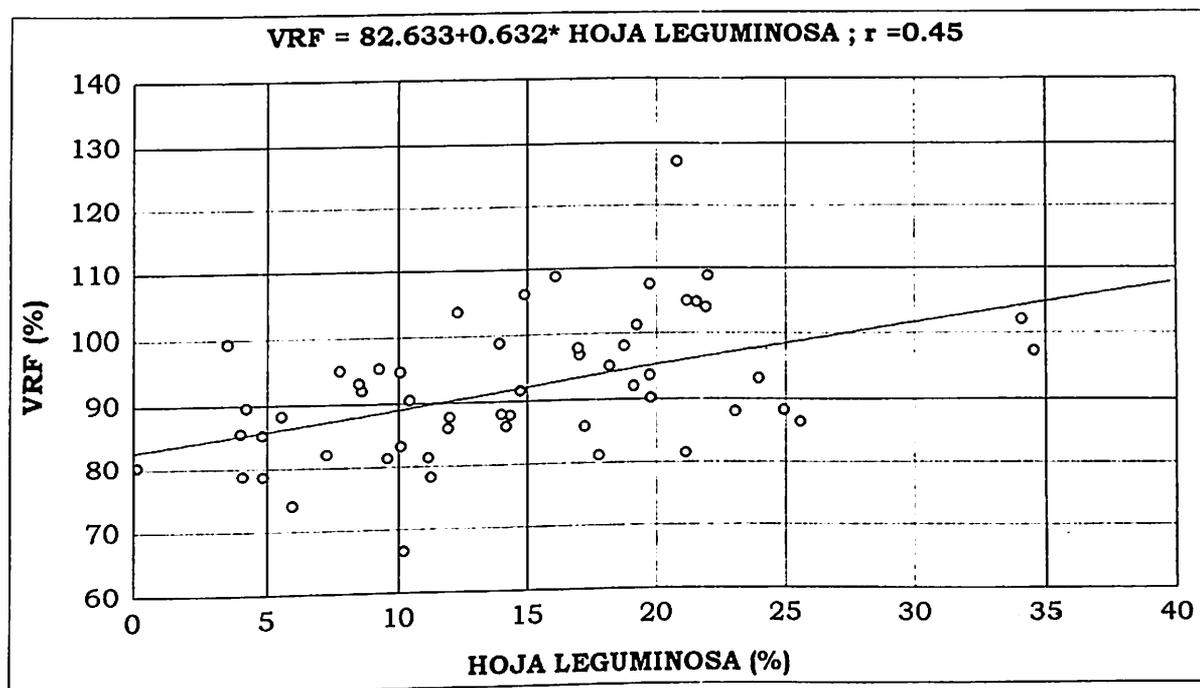


Figura 4.15. Relación entre el porcentaje de hoja de leguminosa el y valor relativo del forraje.

Las fracciones de hoja y tallo difieren considerablemente en composición química y digestibilidad, las hojas generalmente contienen altas concentraciones de proteína y bajas concentraciones de pared celular y lignina a diferencia de los tallos de todos los forrajes (Merchen y Bourquin, 1994).

Una gran diferencia en la composición de las hojas y de los tallos usualmente se observa en leguminosas (Albretch et al., 1987; Titgemeyer et al., 1992), sin embargo, la composición de la hoja y del tallo en gramíneas es similar (Laredo y Minson, 1973; Ramanzin et al., 1986; Jung y Vogel, 1992).

Análisis multivariado de la relación entre variables

Para relacionar las variables de consumo, calidad nutritiva, disponibilidad de materia seca, composición botánica y componentes del rendimiento se desarrolló un análisis de componentes principales, con las siguientes variables: nivel de asignación de forraje (NA), tiempo dentro del período de ocupación (TIEMPO), consumo de forraje (CF), lectura media de plato (PLATO), proteína cruda (PC), valor relativo del forraje (VRF), porcentaje de leguminosa (LEG), porcentaje de gramínea (GRA), porcentaje de maleza (MAL), porcentaje de hoja (HOJA) y porcentaje de tallo (TALLO).

Los tres primeros componentes explican el 66.04 por ciento de la varianza total (Cuadro 4.4). El primer componente principal explica el 26.99 por ciento de la varianza y las variables LEG, VRF y T se relacionan positivamente entre sí y en forma negativa con el componente. Las variables HOJA, MAL y TIEMPO se relacionan positivamente entre ellas y en forma negativa con LEG, VRF y T. Esto sugiere que LEG afecta positivamente el VRF y T, es decir, a mayor cantidad de LEG aumenta el VRF y T; la relación positiva de LEG y VRF es de esperarse de acuerdo con Buxton y Brasche (1991) quienes mencionan que las diferencias en digestibilidad entre gramíneas y leguminosas son que con las gramíneas normalmente se encuentran

grandes concentraciones de pared celular y una más rápida acumulación de lignina, por lo tanto un VRF menor. Las diferencias entre especies de plantas se deben a la anatomía, bioquímica y morfología diferentes (Norton y Poppi, 1995). El valor alimenticio de las leguminosas es superior al de las gramíneas o al de las plantas no leguminosas (Crampton y Harris, 1974); sin embargo la relación con T sugiere que la alfalfa tiene una menor relación hoja:tallo que las gramíneas. El porcentaje de hoja total (HOJA) se incrementó con el tiempo dentro del período de ocupación (TIEMPO); al parecer debido a la reducción de LEG que determinó T y al consecuente incremento de GRA que determinó HOJA. La maleza (MAL) también se incrementó con TIEMPO por la alta preferencia de los animales por la leguminosa.

El segundo componente principal muestra una alta relación positiva entre las variables: PLATO, NA y CF; esto es, si se tienen altas lecturas de plato, se obtendrán mayores asignaciones y mayores consumos. Baker (1981), Dougherty *et al.* (1992); Rocha (1999); Morales (1999) han reportado una relación positiva entre la asignación y el consumo, además se menciona que los consumos se restringen cuando las alturas del forraje residual se encuentran por debajo de los 6 cm. Por lo anterior, es relevante la relación entre el nivel de asignación y el consumo con la lectura del plato, ya que es una técnica simple y no destructiva propuesta para estimar la cantidad de materia seca por

hectárea, pero que debido a la relación de esta variable con la asignación y el consumo podría tener otras ventajas. Morris *et al.* (1993) reportaron una relación cuadrática ($r=0.91$) entre la lectura del plato descendente y la ganancia de peso diaria de bovinos en apacentamiento.

Cuadro 4.4. Coeficientes de correlación de las variables para los primeros tres componentes principales.

VARIABLE	CP1	CP2	CP3
NA	-0.14	-0.84*	0.16
TIEMPO	0.50	-0.05	0.52
CF	-0.17	-0.79*	0.17
PLATO	-0.15	-0.83*	0.32
VRF	-0.77*	0.03	-0.08
PC	0.22	-0.17	-0.56
LEG	-0.76*	-0.04	-0.50
GRA	0.29	-0.04	0.24
MAL	0.68*	0.16	0.34
HOJA	0.61	-0.35	-0.65*
TALLO	-0.68*	0.31	0.58
EIGENVALOR	2.96	2.32	1.97
VARIANZA %	26.99	21.12	17.91
V.ACUMULADA	26.99	48.12	66.04

En la Figura 4.16 se pueden observar en el primer componente dos grupos de variables: TALLO, VRF y LEG, y GRA, MAL, PC, TIEMPO y HOJA; la relación dentro de grupos es positiva y existe una relación negativa entre grupos. En el segundo componente se aprecia una relación positiva entre PLATO, CF y NA, lo que sugiere que la lectura del plato descendente es un indicador importante del nivel de asignación y del consumo animal, y también indica la relación entre asignación y consumo. Más adelante serán analizadas estas relaciones.

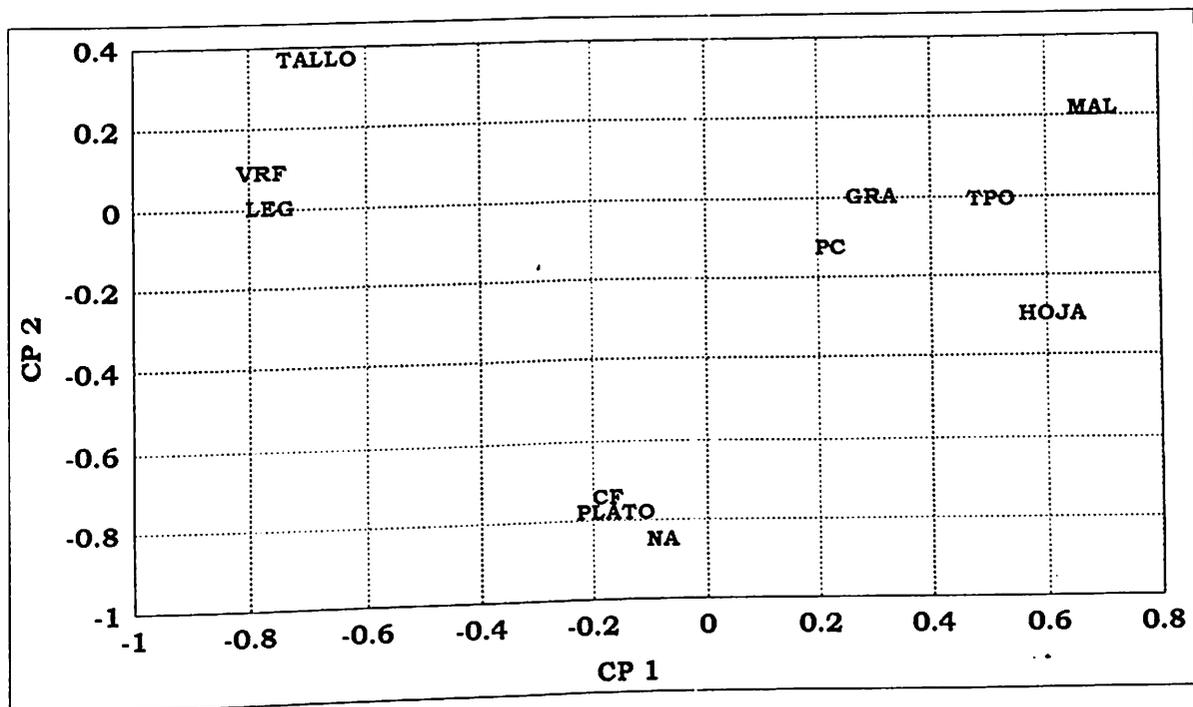


Figura 4.16. Distribución de las variables para los componentes principales 1 y 2.

Relación de la lectura de plato con el nivel de asignación y el consumo

Al relacionar el consumo y la lectura del plato se puede observar que cuando se obtienen lecturas altas en la pradera, es decir mayor cantidad de materia seca estimada por ha, los animales tienen la oportunidad de alcanzar consumos mayores (Figura 4.17). Mientras que en la Figura 4.18 encontramos la relación que existe entre la lectura de plato y el nivel de asignación, definida por una función logarítmica, en donde las mayores asignaciones las encontramos cuando las lecturas de plato son mayores.

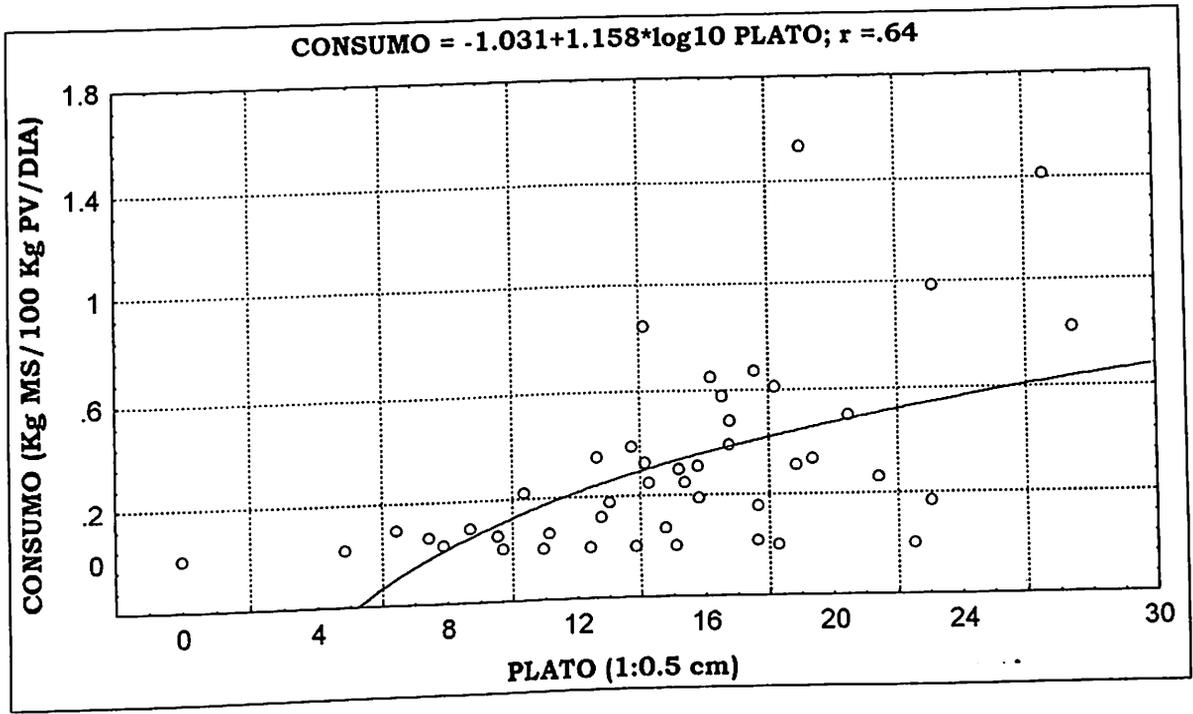


Figura 4.17. Relación entre la lectura de plato y el consumo.

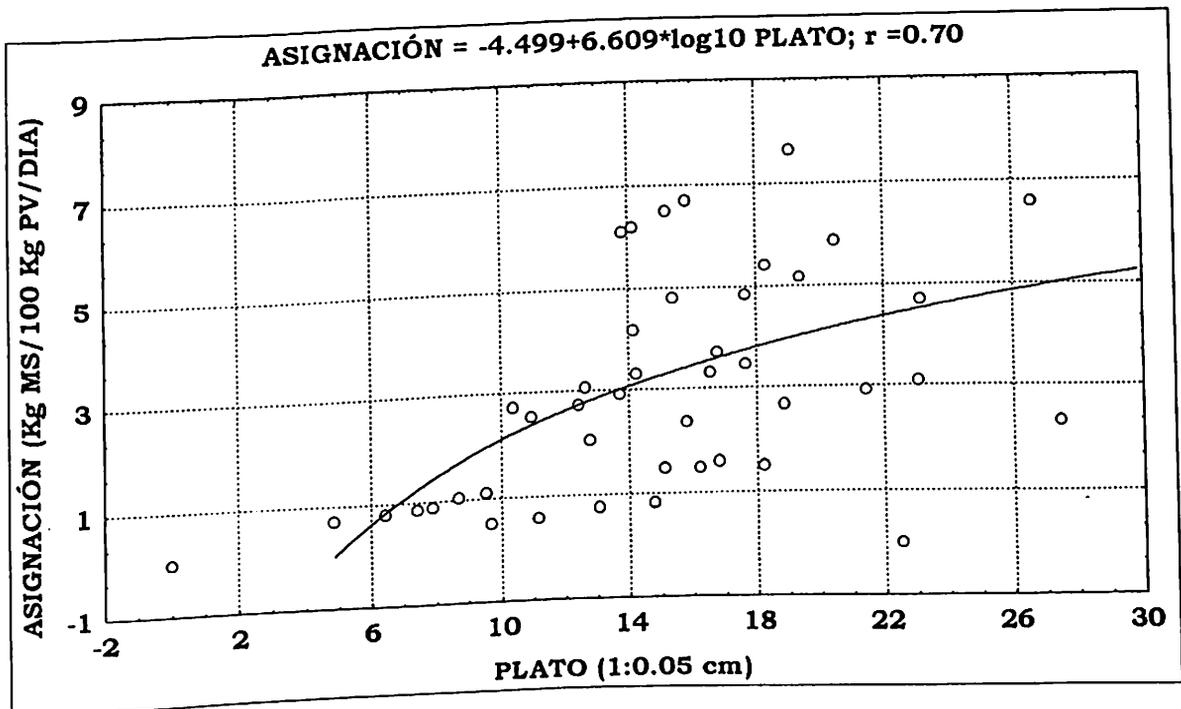


Figura 4.18. Relación entre la lectura de plato y el nivel de asignación.

V.CONCLUSIONES

El consumo animal es afectado principalmente por los diferentes niveles de asignación del forraje ($r=0.57$) y en menor grado por el tiempo dentro del período de ocupación ($r=-0.19$).

La concentración media del VRF del forraje es afectada por los niveles de asignación de forraje cuando son menores al 4 por ciento ($P<0.01$). El tiempo dentro del período de ocupación afecta negativamente a la PC y al VRF debido a la capacidad de selección de los animales ($P<0.01$).

La reducción de la disponibilidad de la materia seca en la pradera, tiene un patrón que depende del nivel de asignación y el tiempo ($P<0.01$).

La composición botánica de la pradera cambia significativamente por efecto del tiempo dentro del período de ocupación; la relación con el porcentaje de alfalfa es negativa ($r=-0.52$) y con el porcentaje de maleza es positiva ($r=0.42$) lo cual refleja la selectividad de los animales.

La calidad nutritiva del forraje también es afectada por la composición botánica de la pradera; esto se refleja en la relación positiva entre el porcentaje de alfalfa y el VRF ($r=0.47$) así como en la relación negativa del VRF con el porcentaje de maleza ($r= -0.55$).

El VRF también está relacionado con los componentes del rendimiento, ya que su relación con el porcentaje de hoja de leguminosa es positiva ($r=0.45$) y negativa con el porcentaje de hoja de gramíneas ($r=-0.45$).

El porcentaje de alfalfa está relacionado positivamente con el porcentaje tallo y con el VRF, mientras que el tiempo y el porcentaje de hoja se relacionan con el porcentaje de gramíneas.

El nivel de asignación y el consumo tienen una relación positiva con la lectura de plato descendente.

VI.RESUMEN

El presente trabajo experimental se desarrolló en el Rancho ganadero "El Aguatoche" localizado al Sureste del estado de Coahuila. Los objetivos fueron determinar los efectos de diferentes niveles de asignación de forraje y el tiempo dentro del período de ocupación sobre el consumo de forraje, la calidad nutritiva del forraje, la disponibilidad de materia seca, la composición botánica de la pradera y los componentes del rendimiento. Se realizaron tres eventos de muestreo en los cuales se aplicaron tres niveles de asignación de forraje (2 , 4 y 7 por ciento del PV de los animales en base a materia seca) y se muestreo a seis tiempos dentro del período de ocupación del área asignada (0, 3, 6, 9, 21 y 24 hr) en cada asignación. Para todos los tratamientos se utilizó un lote de 200 animales de cruza de razas europeas con un peso promedio de 235 kg. Para estimar forraje disponible se realizaron 20 cortes en parcelas circulares de 0.20 m², y 100 lecturas de plato descendente y para composición botánica se tomaron 50 estimaciones visuales por el método de categorías de peso seco. El consumo se estimó por diferencia de forraje entre antes y después del período de ocupación. La calidad nutritiva del forraje fue estimada por la técnica del NIRS (Near Infrared Reflectance Spectroscopy) las variables consideradas

fueron proteína cruda (PC), valor relativo del forraje (VRF), fibra en detergente ácido (FAD), fibra en detergente neutro (FND), energía metabolizable (EM) y digestibilidad de la materia seca (DMS). Los componentes del rendimiento fueron estimados mediante separación manual de 5 muestras en: hoja de gramíneas, hoja de leguminosa, tallo de gramíneas, tallo de leguminosa y maleza.. Para calidad nutritiva y disponibilidad de materia seca, el diseño experimental utilizado fue bloques al azar con arreglo factorial de tratamientos y 3 repeticiones. Las relación entre tratamientos, el consumo y la composición botánica se estimaron por regresión, así como la relación entre variables respuesta; se realizó un análisis de componentes principales para conocer la relación general entre variables. El consumo animal fue afectado por los diferentes niveles de asignación del forraje ($r=0.57$) y por el tiempo dentro del período de ocupación ($r=-0.19$). El VRF del forraje fue afectado por los niveles de asignación de forraje cuando son menores al 4 por ciento ($P<0.01$). El tiempo dentro del período de ocupación afectó negativamente a el VRF y a la PC ($P<0.01$). La reducción de la disponibilidad de la materia presentó un patrón que dependió del nivel de asignación y el tiempo ($P<0.01$). Por efecto del tiempo dentro del período de ocupación, disminuyó el porcentaje de alfalfa ($r=-0.52$) y se incrementó el porcentaje de maleza ($r=0.42$). Se encontró una relación positiva entre el porcentaje de alfalfa y el VRF ($r=0.47$) y negativa entre el VRF y el porcentaje de maleza ($r=-0.55$). Se

encontró una relación positiva entre VRF y el porcentaje de hoja de leguminosa ($r=0.45$) y negativa con el porcentaje de hoja de gramíneas ($r=-0.45$). El porcentaje de alfalfa se encontró relacionado positivamente con el porcentaje tallo y con el VRF, mientras que el tiempo y el porcentaje de hoja se relacionaron con el porcentaje de gramíneas. El nivel de asignación y el consumo presentaron una alta relación positiva con la lectura de plato descendente.

LITERATURA CITADA

- Albretch, K.A., W.F. Weding y D.R. Buxton. 1987. Cell-wall composition and digestibility of alfalfa stems and leaves. *Crop Sci.* 27:735-741.
- Allden, W.G. and D.M. Whittaker. 1970. The determination of herbage intake by grazing sheeps: The interrelation of factors influencing herbage intake and availability. *Aust. J. Agric. Res.* 21:755-766.
- Allison, C.D. 1985. Factors affecting forage intake by range-ruminants: A Review. *J. Range Manage.* 38:305-311.
- Arnold, G.W. 1981. Grazing behaviour. En: Morley, F.H.W. (Ed.) *Grazing Animals. World animal science*, B.1. Elsevier, Amsterdam, the Netherlands. P. 79-104.
- Arnold, G.W. y M.L. Duszinski. 1978. *Ethology of free-ranging domestic animals.* Elsevier Sci. Publishing Company. New York.
- Avendaño, J.C. 1997. Pastoreo intensivo tecnificado: Alternativa para la engorda de bovinos a bajo costo. En *Foro internacional: La ganadería bovina de carne...Retos y oportunidades.* FIRA-Banco de México. Monterrey, Nuevo Leon, México.
- Avendaño, J.C., R. Borel y G. Cubillos. 1986. Periodo de descanso y asignación de forraje en la estructura y la utilización de varias especies de una pradera naturalizada. *Turrialba.* 36:2:137-148.
- Baker, R.D., F. Alvarez and L.P. Le Du. 1981. The effect of allowance upon the herbage intake and performance of suckler cows and calves. *Grass and Forage Sci.* 36:189-199.
- Belovsky, G.E. y O.J. Schmitz. 1991. Mammalian herbivore optimal foraging and the role of plant defenses. En Palo, R.T. y C. T. Robbins. 1991. *Plant defenses against mammalian herbivore.* CRC Press Inc. London.

- Black, J.L. and P.A Kenney. 1984. Factors affecting diet selection by sheep. II. Weight and density of pasture. *Aust. J. Agric. Res.* 35:565-578.
- Burns, J.C., R.D. Mochrie and D.H. Timothy. 1988. Intake and digestibility of dry matter and fiber of flaccidgrass and switchgrass. *Agon. J.* 77:933-936.
- Buxton, D.R. and G.C. Marten. 1989. Forege quality of plant plants of perenial grasses and relationships to phenology. *Crop Sci.* 29:429-435.
- Buxton, D.R. 1990. Cell wall components in divergent germplasm of four perenial forage grass species. *Crop Sci.* 30:402-408.
- Buxton, D.R. and M.R.Brasche. 1991. Digestibility of structural carbohydrates in cool-season grass and legume forages. *Crop. Sci.* 31:1338-1345.
- Carlson, I.T., D.K.Christersen and R.B. Pearce. 1983. Selection for specific leaf weight in reed canarygrass and its effects on the plant. In J.A.Smith and V.W. Hays (ed.) *Proc. 14th Int. Grassland Congr.*, Lexington. KY. 15-24 June 1981. Westview Press, Boulder, CO.
- CETENAL. 1974. Huachichil. Cartas del uso potencial del suelo y edafológicas G14C44. Escala 1:50000. Color varios. 2^a Edición. Secretaria de la Presidencia (SP). México.
- Christersen, D.W., D.D.Stuthman and A.W.Hovin. 1984. Associations among morphoñological and digestibility characters in reed canarygrass. *Crop. Sci.* 24:675-678.
- Crampton, E.W. y L.E.Harris.1974. *Nutrición Animal Aplicada*. 2^a Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Crawley, M.J. 1983. *Herbivory: Dynamics of animal-plant interactions*. University of California Press. Berkeley. P. 437.
- De Alba, J. 1974. *Alimentación del Ganado en America Latina*. 2^a Edición. Editorial Fournier, S.A. México D.F.

- Demment, M.W. and E.A. Laca. 1993. The grazing ruminant: Models and experimental techniques to relate sward structure and intake. In; VII World Conference on Anim. Prod. Vol. 1, Invited Papers. 29 June-2 July 1993. Edmonton, Alberta. Canadian Soc. Anim. Prod., Edmonton, Alberta.
- Díaz, S.H. 1992. Estimación de la carga animal óptima en praderas de ballico anual (*Lolium multiflorum* Lam.): Un método indirecto y sencillo. *Revista Manejo de Pastizales. SOMMAP.* 5:2:71-74.
- Dougherty, C.T., N.W. Bradley, L.M. Lauriault, J.F. Arias and P.L. Cornelius. 1992. Allowance-intake relation of cattle grazing vegetative tall fescue. *Grass and Forage Sci.* 47:211-219.
- Dougherty, C.T., N.W. Bradley, P.L. Cornelius and L.M. Lauriault. 1989. Herbage intake rates of beef cattle grazing alfalfa. *Agron. J.* 79:1003-1008.
- Dougherty, C.T. 1991. Influence of ingestive behaviour on nutrient intake of grazing livestock. *Proceedings 2nd Grazing Livestock Nutrition Conference.*
- Ernest, P., Y.L.P. Le Du y L. Carlier. 1980. Animal and sward production under rotational and continuous grazing management. A critical appraisal. In W.H. Prins and G.H. Arnold (ed.) *The role of nitrogen in intensive grassland production.* Purdoc, Wageningen, The Netherlands.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlos a la República Mexicana. 2^a Edición. UNAM. México.
- Gibb, M. And R. Orr. 1997. *Grazing behaviour of ruminants.* Iger Inovation.
- Gomez, K.A. and A.A. Gomez. 1984. *Statistical procedures for agricultural research.* John Wiley and Sons, New York.
- Gourley, C.J.P. y A.A. McGowan. 1991. Assessing differences in pasture mass with an automated rising plate meter and a direct harvesting technique. *Aust. J. Of Exp. Agric.* 31: 337-339.
- Haynes, R.J. 1980. Competitive aspects of the grass-legume association. *Advances in Agronomy.* 33:227-261.

- Hendrickson, R.E., D.P. Poppi and D.J. Minson. 1981. The voluntary intake, digestibility and retention time by cattle and sheep on stem and leaf fractions of a tropical legume (*Lablab purpureus*). *Aust. J. Agric. Res.* 32:389-398.
- Hides, D.H., J.A. Lovatt and M.V. Hayward. 1983. Influence of stage of maturity on the nutritive value of Italian ryegrasses. *Grass Forage Sci.* 38:33-38.
- Hodgson, J. 1985. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. In: *Proc. 15th Inter. Grass Cong.* 63-67.
- Hodgson, J. 1990. *Grazing Management Science into Practice*. Longman Scientific & Technical. United States of America.
- Hodgson, J. 1982. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. p. 153-166. In J.B. Hacker (ed.) *Nutritional limits to animal production from pastures*. Commonwealth Agric. Bureaux, Farnham Royal, England.
- Hughes, H. D., E.M. Meath y S.D. Metcalfe. 1976. *Forrajes*. 2^a Edición. Editorial Continental S.A. México D.F.
- Jimenez, M.A. y H.P.A. Martinez. 1989. "Utilización de Praderas" Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- Jung, G.A., L.L. Wilson., P.J. Le Van., R.E. Kocher y R.F. Todd. 1982. Herbage and beef production from Rye Grass and Orchard Grass-Alfalfa pastures. *Agro. J.* 74:937-942.
- Jung, H.J. y K.P. Vogel. 1992. Lignification of switchgrass (*Panicum virgatum*) and big bluestem (*Andropogon gerardii*) plant parts during maturation and its effect on fibre degradability. *J. Sci. Food Agric.* 59: 169-176.
- Laredo, M.A. y D.J. Minson. 1973. The voluntary intake, digestibility and retention time by sheep of leaf and stem fractions of five grasses. *Aust. J. Agric. Res.* 24:875-888.
- Linn, J.G., P. M. Neal, W T Howard and D.A. Rohweder. 1987. Relative feed value as a measure of forage quality. *Minnesota Forage UPDATE*. Vol XII, No. 4. Pp 2-4. Minnesota Forage and Grassland Council.

- MAFF (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food). 1984. Energy allowances and feeding systems for ruminants. Reference Book No. 433. HMSO, London, England.
- Mannetje, L. y K.P. Haydock. 1963. The dry-weight-rank method for the botanical analysis of pasture. *J. British Grass. Soc.* 18:268-275.
- Meijs, J.A.C., R.J.K. Walters and A. Keen. 1982. Sward methods. In J.D. Leaver (ed.) *Herbage intake handbook*. The British Grassl. Society, Hurley, Maidenhead, Berkshire, UK.
- Mendoza, H.J. 1984. Diagnostico climatico para la zona de influencia inmediata de la UAAAN. Departamento de Agrometeorología-UAAAN. México. Pp 1-7.
- Merchen, N.R. y L.D. Bourquin. 1994. Processes of digestion and factors influencing digestion of forage-based diets by ruminants. In Fahey, G.C. (ed.) *Forage quality, evaluation and utilization*.
- Minson, A. 1990. *Forage in Ruminant Nutrition*. Academic Press.
- Minson, D.J. and J.R. Wilson. 1994. Prediction of intake as an element of forage quality. P. 533-563. In: R.F. Collins, M., D.R. Mertens, and L.E. Moser. *Proc. Natl. Conf. Forage Qual. Eval. Util.* Lincoln, NE 13-15 April 1994. Nebraska Center for continuing education, Lincoln, Nebraska.
- Morales, T.E. 1999. Analisis de sistemas de producción intensiva de forrajes. Tesis de maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Morgan, D.E. 1973. Agricultural development and advisory service annual report 1972. ADAS, leeds.
- Muslera, P. y G. Ratera. 1991. *Praderas y Forrajes, Producción y Aprovechamiento*. 2ª Edición. Editorial Librería Agropecuaria. Guadalajara, Jalisco. México.
- National Research Council. 1987. *Predicting feed intake of Food-Producing animals*. National Academic Press. Washington, D.C.
- National Research Council. 1995. *Nutrient requirements of beef cattle*. Sixth revised edition. National Academic Press. Washington, D.C.
- Nelson, C.J. and L.E. Moser. 1994. Plant factors affecting forage quality. *Conference National of Forage Quality, Evaluation and Utilization*. University of Nebraska.

- Norton, B.W. and D.P.Poppi. 1995. Composition and Nutritional Atributes of pastures legumes. In: Tropical Legumes in Animal Nutrition. Cab. International
- Owens, F.N. and A.L. Hanson. 1992. External and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. *J. Dairy Sci.* 75:2605-2617.
- Perry, T.W. 1984. Animal Life Cycle Feeding and Nutrition. Editorial Academic Press. Inc. In The United States of America.
- Personal de Laboratorio de salinidad de los EU. 1962. Richard L.A. (Ed.) Diagnostico y rehabilitación de Suelos Salinos y Sodicós. Ed. Limusa. México. P. 85-88.
- Posler, G.L., Lenssen, A.W. and Fine, G.L.1993. Forage Yield. Quality, compatibility and persistence of warm-season grass-legume mixtures. *Agricultural Journal.* 85:554-560.
- Ramanzin, M., E.R. Oskov, y A.K. Tuah. 1986. Rumen degradation of straw. 2. Botanical fractions of straw from two barley cultivars. *Anim. Prod.* 43:271-278.
- Rayburn. E.B. 1986. Quantitative aspects of pasture management. Seneca Trail RC&D Technical Manual, Franklinville, N.Y.:Seneca Trail RC&D.
- Rocha, Q.R. Comportamiento de pastoreo de novillos en praderas de gramíneas de clima templado con alfalfa y con trebol fresa. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavist, Saltillo, Coahuila.
- Schweitzer, S.H., Bryant, F.C. and Wester, D.B. 1993. Potential forage species for deer in the southern mixed praire. *J. Range Manage.* 46:70-75.
- Scarnecchia, D.L., A.S. Nastis. And J.C. Malechek. 1985. Effect of forage availability on grazing behaviour of heifers. *J. Range. Manage.* 38:177-182.
- Sharrow, S.H. 1984. A simple disk meter for measurement of pasture height and forage bulk. *J. Range. Manage.* 37:1:94-95.
- Statistica, 1994. Statistics for windows version 4.2. Vol. 1. General conventions & Statistica 1. Stasoft, Inc. Tulsa Ok.

- Stobbs, T.H. 1973. 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.
- Thorton, R.F. and D.J.Minson. 1973. The relationship between apparent retention time in the rumen, voluntary intake and apparent digestibility of legume and grass diets in sheep. *Aust J. Agric. Res.* 24:889-898.
- Titgemeyer, E.C., L.D. Bourquin y G.C. Fahey, Jr. 1992. Disappearance of cell monomeric components from fractions chemically isolated from alfalfa leaves and stems following in situ ruminal digestion. *J. Sci. Food Agric.* 58:451-463.
- Vallentine, J.F. 1990. *Grazing Management*. Academic Press Inc. USA.
- Van Soest, P.J. 1982. *Nutritional ecology of the ruminant*. O & B Books, Inc. Corvallis, OR.
- Voisin, A. 1974. *Productividad de la hierba*. Ed. Tecnos. Madrid España.