

EFFECTO DEL TIEMPO DE PASTORIO SOBRE UNA  
PRADERA DE RYE GRASS *Lolium multiflorum* Lam.  
CON GANADO BOVINO

**BERNARDO SOLIZ GUERRERO**

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"



**T E S I S**

**B I B L I O T E C A**

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.**

**SEPTIEMBRE 1995**

Tesis 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

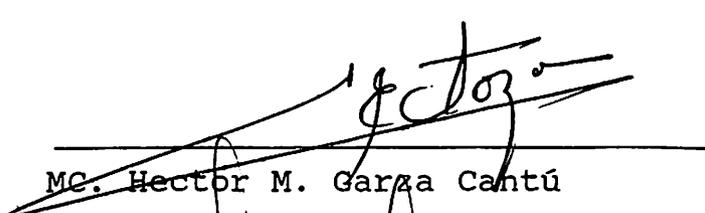
COMITE PARTICULAR

Asesor Principal :



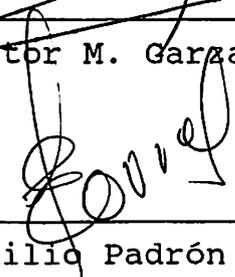
MS: Humberto C. González Morales

Asesor :



MC. Hector M. Garza Cantú

Asesor :



MC. Emilio Padrón Corral



Dr. Jesus Fuentes Rodríguez  
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Septiembre de 1995

## DEDICATORIA

A mi querida Chabi por su aliento, compañía y comprensión en todos los momentos, mi Esposa. A mi hijo José Rodrigo, quién llenó la dicha y la alegría de mi hogar. Con el cariño de siempre a mis Padres por que me dieron la vida y supieron guiarme por el buen camino para mi superación.

## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi gratitud profunda y más atenta a la Organización de Estados Americanos (OEA) por otorgarme una Beca de Estudios, sin la cual no se hubiera hecho realidad mis aspiraciones y objetivos de superación.

A mi asesor principal Ing. M.S. Humberto González Morales, mis reconocimientos más sinceros por su valiosa atención y orientación que me brindó en todo momento sin escatimar esfuerzo alguno, que supo encaminar para la conclusión satisfactoria de la presente tesis.

Al Ing. M.C. Hector Garza Cantú por el diseño del experimento y por las observaciones oportunas y atinadas que fueron muy constructivas para su culminación. Al Lic. M.C. Emilio Padrón C. por su valiosa cooperación en la parte de análisis estadístico. A los Maestros del Departamento de Recursos Naturales. Al médico Estebán Monrroy por las facilidades otorgadas para la utilización de su Rancho.

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" por las facilidades otorgadas y en especial por el acogimiento que me brindó durante mi permanencia en esta Superior Casa de estudios.

## COMPENDIO

Efecto del tiempo de pastoreo sobre una pradera de rye  
grass (Lolium multiflorum Lam) con ganado bovino

Por

José Bernardo Solíz Guerrero

MAESTRO EN CIENCIAS EN

MANEJO DE PASTIZALES

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. SEPTIEMBRE DE 1995

Ing. M.S. Humberto González Morales - Asesor -

Palabras clave: Tiempo de pastoreo, pastoreo por horas,  
rebrote de la planta, forraje remanente,  
compactación del suelo, Lolium multiflorum.

El estudio fue realizado durante la estación de invierno (Noviembre, 1994 a abril, 1995) en el Rancho "San Lorenzo", ubicado en la Comunidad de Santo Domingo, Municipio Ramos Arizpe, Coahuila. Se evaluó el comportamiento de la pradera de rye grass anual, bajo condiciones de pastoreo directo de corta duración con ganado bovino, en función del tiempo y fechas de pastoreo, siendo el objetivo determinar el rendimiento de materia verde y materia seca en base a la

capacidad del rebrote de las plantas después de cada fecha de pastoreo y el grado de compactación de suelo de la pradera. Las variables de respuesta fueron MV, MS total, crecimiento, remanencia de forraje, compactación del suelo, cobertura, altura y densidad de plantas. De acuerdo a los resultados obtenidos durante las cuatro fechas de pastoreo, se concluye que no presentaron diferencias significativas las tres primeras fechas con respecto al rendimiento promedio de forraje (MV), tasa absoluta de crecimiento, compactación del suelo; sin embargo, el análisis numérico indica una media mayor de MV y MS con 17.23 y 2.72 ton/ha que correspondió a la parcela de una hora de pastoreo. En tanto, es altamente significativo el forraje remanente entre tiempos y fechas, por consiguiente mayor eficiencia de cosecha en los tiempos de una y dos horas de pastoreo. El valor nutritivo del rye grass se redujo en forma pronunciada al final del ciclo productivo de la planta en relación al primer pastoreo en un 30 por ciento. También se concluye, dentro las fechas de pastoreo, los parámetros de cobertura y densidad de plantas por metro cuadrado, presentan efectos significativos, lo cual se tradujo en el decremento de la población al final del ciclo; mientras la mayor altura de la planta al momento del pastoreo correspondió al tratamiento de una hora en la cuarta fecha de pastoreo.

**ABSTRACT**

Effect of grazing time on rye grass pasture (Lolium multiflorum Lam) with beef cattle

By

JOSE BERNARDO SOLIZ GUERRERO

MASTER OF SCIENCE

RANGE MANAGEMENT

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, SEPTEMBER, 1995

Ing. M.S. Humberto González Morales -Adviser-

Key words: Grazing time, grazing date, plant regrowth, soil compactación, Lolium multiflorum.

The study was conducted from November, 1994 - April, 1995 in the Santo Domingo Community of Ramos Arizpe Municipality, Coahuila. Annual ryegrass under short duration grazing was evaluated (hours: one, two, four and eight) in function of grazing time and frequency of defoliation.

The objective was to obtain information on productivity and plant growth after grazing and soil compactation on the

pasture. The variables considered were total yield green and dry matter (GM and DM), plant regrowth and height, soil compactation, plant density, tiller cover and herbage remainder.

The results, showed no statistical difference between treatment to grazing time and frequency of defoliation, with respect to forage yield, plant regrowth and soil compactation grade. However, total yield of Italian ryegrass per grazing was 17.23 and 2.72 ton GM and DM/ha; differences significantly higher between treatments were found in grazing time and dates with respect to herbage remainder, that conducted to maximum yield animal - plant (amount harvested/ consumed per hectare), specially in the grazing one and two hours and under first two grazing dates.

Also concluded that herbage quality reduce the final plant growth; the production was low up to 30 per cent Crude protein in relation to first grazing. The effect of grazing intensity was higher with respect plant density, tiller cover and height parameters. The final grazing reduced significantly in density and cover to 162 plant  $\cdot m^{-2}$  and 65.0 per cent. Plant height were higher in the last grazing date.

## INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS .....	x
INDICE DE FIGURAS.....	xi
I INTRODUCCION .....	1
II REVISION DE LITERATURA .....	5
Características agronómicas del rye grass ....	5
Importancia de la especie.....	6
Mejoramiento de la especie.....	8
Rendimiento de materia seca.....	9
Fisiología de la planta.....	12
Respuesta de la especie a la utilización.....	14
Intensidad de pastoreo con ganado bovino.....	15
Capacidad de pastoreo.....	17
Efecto del pastoreo.....	18
Incidencia del período corto del pastoreo .....	20
Defoliación.....	20
Utilización del forraje.....	21
Tasa de crecimiento de la especie .....	22
Efectos climáticos en el crecimiento de rye grass.....	24
Compactación del suelo.....	25
sistema de pastoreo del ganado bovino.....	26
Métodos de pastoreo.....	28
Continuo.....	28
Diferido.....	29
Pastoreo descanso rotacional.....	29
Pastoreo rotacional.....	29
Impacto del ganado en el pastoreo rotacional .....	31
III MATERIALES Y METODOS.....	33
Localización del área de estudio.....	33

Características del área de estudio.....	33
Condición del suelo.....	35
Características del experimento.....	36
Metodología.....	38
Delimitación del lote experimental.....	38
VARIABLES EXPERIMENTALES.....	38
Tiempos de pastoreo rotacional.....	38
Fechas de pastoreo.....	40
Tasa de crecimiento de la especie después de la utilización.....	41
Compactación del suelo.....	41
VARIABLES DE RESPUESTA.....	42
Rendimiento de materia seca .....	42
Altura de la planta.....	43
Densidad de plantas.....	43
Cobertura foliar .....	44
Variable de apoyo .....	44
Tratamiento y manejo de ganado bovino .....	44
Procedimiento experimental .....	45
Análisis estadístico.....	45
IV RESULTADOS.....	48
V DISCUSION.....	70
VI CONCLUSIONES.....	89
VII RESUMEN .....	91
VIII LITERATURA CITADA.....	93
IX APENDICE .....	101

## INDICE DE CUADROS

NUMERO		Página
3.1	Características física químicas del suelo donde se estableció el experimento.....	35
3.2	Tratamientos del pastoreo en períodos de tiempos diferentes .....	40
4.1	Acumulación de materia verde total del rye grass durante el ciclo productivo bajo un pastoreo con ganado bovino (ton/ha) .....	51
4.2	Acumulación de materia seca total del rye grass durante el ciclo productivo bajo un pastoreo con ganado bovino (ton/ha) .....	52
4.3	Valor nutritivo del rye grass durante el ciclo productivo a inicio, mediados y final del pastoreo.....	59
4.4	Incremento de altura (cm) por día de plantas del rye grass después del pastoreo.....	60
4.5	Parámetros de densidad, cobertura, altura de plantas de una pradera de rye grass bajo un pastoreo con ganado bovino.....	63
4.6	Valores promedios del impacto de penetrómetro y humedad de una pradera de rye grass bajo pastoreo.....	66
4.7	Ganancia de peso del ganado bovino bajo pastoreo sobre praderas de rye grass durante el invierno .....	68

## INDICE DE FIGURAS

NUMERO	Página
4.1	Acumulación total de materia verde de rye grass durante el ciclo productivo bajo condiciones de pastoreo..... 53
4.2	Acumulación total de materia seca de rye grass durante el ciclo productivo bajo condiciones de pastoreo..... 53
4.3	Acumulación total de materia verde de rye grass remanente bajo pastoreo directo con ganado bovino..... 54
4.4	Acumulación total de materia seca de rye grass remanente bajo pastoreo directo con ganado bovino..... 54
4.5	Tendencia de forraje verde remanente promedio durante el ciclo productivo de rye grass..... 56
4.6	Tendencia de materia seca de forraje remanente promedio durante el ciclo productivo de rye grass..... 56
4.7	Comportamiento de altura de la planta promedio de rye grass antes del pastoreo..... 57
4.8	Densidad de plantas de rye grass por metro cuadrado durante el ciclo productivo..... 57
4.9	Acumulación de materia verde promedio de rye grass en relación al tiempo de pastoreo.... 58
4.10	Acumulación de materia verde promedio de rye grass en relación al tiempo de pastoreo..... 58
4.11	Grado de compactación de la pradera de rye grass bajo condiciones de pastoreo en el período de invierno ..... 67
4.12	Densidad aparente del suelo de una pradera de rye grass bajo condiciones de pastoreo con ganado bovino..... 67

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

Las plantas forrajeras están caracterizadas por tener un amplio rango de adaptación dentro de los diferentes ecosistemas, la mayoría presentan diversos hábitos de desarrollo y en parte son integrantes de la formación, mejoramiento y conservación de los suelos. También constituyen la materia prima en la alimentación de los herbívoros y en consecuencia satisfacen las necesidades alimenticias de la población humana.

Ante la reducción gradual de áreas potencialmente productivas, la agricultura ha permitido diversificar y aumentar la productividad agropecuaria. De este modo, la producción de forrajes es importante para asegurar una alimentación sostenida dentro de un sistema intensiva más rentable. Proporcionando forraje de alta calidad a bajo costo por unidad de superficie, que representa entre el 50 y 70 por ciento de los costos de producción ganadera en México (Jiménez, 1989).

Para el manejo eficiente de praderas, se requiere conocer componentes como: tipo de animal a utilizar, especie vegetal y el clima, también el equilibrio entre las necesidades

planta-animal. Para evaluar una especie vegetal bajo pastoreo, se debe considerar los principales factores, que afectan el crecimiento y que están dados por el genotipo y el medio ambiente. Al respecto Gardner et al. (1985) mencionaron que ciertos componentes del rendimiento de una planta están influenciados por la interacción genético-ambiental.

Uno de los factores de manejo más importante, en el comportamiento y producción de especies forrajeras, es el grado de intervención del animal por medio del pastoreo, debido a que afecta: la fisiología de la planta, la condición del suelo y la persistencia de la pradera. En las zonas ganaderas, el uso uniforme de las praderas resulta importante para elevar los niveles de producción. Sin embargo, dichas áreas fueron sobreutilizadas en detrimento de los recursos suelo-planta, teniendo como resultado suelos compactos, índices bajos de productividad y déficit de forrajes en períodos críticos del año.

Ante esta situación el rye grass o ballico anual (Lolium multiflorum Lam) en la época invernal, bajo riego se ha convertido en la especie forrajera de bastante aceptación, por su competitividad respecto a otras especies y tiene la característica de poseer una rápida germinación, respuesta rápida a los fertilizantes, buenas cualidades nutritivas, alta producción, resistencia al pastoreo y sostenimiento de mayor carga animal en áreas reducidas.

En algunos casos, los rendimientos del rye grass son afectados por las formas de utilización, métodos y tiempos de pastoreo. El pisoteo y defecación del ganado pueden ocasionar desequilibrios fisiológicos en las plantas y pérdidas considerables que pueden alcanzar hasta un 40 por ciento de la producción total (Duthil, 1989).

Los fundamentos agronómicos de manejo de praderas en la producción animal resulta imprescindible en los períodos críticos del año. Al respecto Marnette et al. (1976) consideraron que los estudios de pastoreo son vitales en los programas de evaluación, ya que las praderas son utilizadas por diferentes tipos de animales. Kothmann et al. (1986) indican que conociendo la tasa de crecimiento del cultivo y la demanda animal, se pueden establecer las presiones de pastoreo para el uso eficiente del forraje y tener el ganado en buenas condiciones. Según Chessmore (1979) es producir más carne a precios razonables en menor tiempo posible.

Por tal situación se realizó el presente estudio sobre el efecto del tiempo de pastoreo en praderas de rye grass anual con ganado bovino a nivel productor; con el propósito de estudiar durante la estación de invierno, el comportamiento de la pradera a diferentes intensidades de pastoreo (una, dos, cuatro y ocho horas). Para obtener información que permita determinar la mayor eficiencia de la productividad del cultivo forrajero con respecto a la

relación suelo-planta-animal, así como la utilización óptima de forrajes y su disponibilidad, menor compactación y conservación de la fertilidad del suelo, mayor conversión alimenticia; la cual está traducido como producto final en más kilogramos de carne por área. Los objetivos propuestos fueron:

- Determinar el rendimiento en base a la materia verde y seca en las diferentes fases de desarrollo y persistencia de la pradera de rye grass en condiciones de pastoreo directo.
- Determinar la eficiencia e intensidad de pastoreo en función del tiempo de uso en praderas con bovinos
- Analizar la recuperación de la especie del rye grass y la compactación del suelo después del pastoreo.

**La Hipótesis planteada fue:**

Las praderas de rye grass bajo riego no presentan diferencias en rendimiento ni en la recuperación durante las fases sucesivas de desarrollo después de cada pastoreo.

El pastoreo apropiado a diferentes intervalos de horas, no tiene efectos marcados sobre la cosecha de forrajes ni en la compactación del suelo.

## CAPITULO II

### REVISION DE LITERATURA

#### Características Agronómicas del Rye-grass.

Los zacates del género Lolium pertenecen a la familia de las Gramineas; subfamilia Festucoideas; tribu: Hordeae; género Lolium (Marzocca, 1985; Gould, 1972). Este género consta de ocho especies; dos de estas, el perenne y el multiflorum Lam., son las de mayor importancia económica en la producción de forrajes en regiones de clima templado y trópico seco (Flores, 1983).

Desde el punto de vista morfológico, el rye grass anual (Lolium multiflorum) es de vida corta, su sistema radicular altamente ramificado con raíces fibrosas; de tallo vegetativo erecto, a menudo decumbente en la base. Las vainas y las hojas brillantes de color rojizo en la parte basal del tallo, persistentes; de lígula corta, aurículas prominentes cual es una de las características principales de la especie. La inflorescencia en espiga simple de espiguillas sésiles alternantes con 12 a 20 flores (Chapman y Peat, 1992; Spedding y Diekmahns, 1972).

El desarrollo morfológico de las plantas forrajeras es similar entre las especies, existiendo tan solo pequeñas

diferencias en las formas de crecimiento y los fitómeros individuales que están compuestos de una hoja, vaina, nudo entrenudo y brotes axilares, llegando a formar la unidad básica de crecimiento. Además, el tamaño, número y el arreglo espacial de los fitómeros determinan los arquetipos de las plantas (Briske, 1991).

Por su parte Grant et al (1981) indicaron que la plasticidad de respuesta de las gramíneas es tal, que dependen de las características agronómicas de las plantas forrajeras y pueden diferir en términos de sus hábitos. Por ejemplo, en el número de tallos reproductivos o vegetativos, en composición y estructura morfológica del vástago y de la hoja. Por tanto el conocimiento del estado variable de las plantas en adición a la fitomasa, es importante interpretar la morfología para el manejo adecuado de las praderas.

La información sobre morfogénesis de las plantas para explicar ciertas respuestas al manejo mediante el pastoreo, en las zonas semiáridas es generalmente corto, lo que hace indispensable conocer los cambios estructurales durante el desarrollo, que permitan definir las alternativas de aplicación en el manejo del cultivo (Serrato et al., 1983).

### **Importancia de la especie.**

La producción de forrajes reviste mucha importancia en áreas no aptas al cultivo desde el punto de vista económico y

social; por las limitaciones del ambiente físico (escasas precipitaciones, fertilidad del suelo, topografía o temperaturas extremas); en Islandia, el 98 por ciento de la tierra, está destinada a la producción de forrajes debido a que las estaciones de crecimiento son cortas y con bajas temperaturas (Semple, 1974). Los recursos forrajeros tienen relevancia por el aumento constante de precios de los alimentos suplementarios.

Hides et al. (1993) indicaron que el rye grass Italiano es una especie forrajera importante dentro la agricultura de Inglaterra con una utilización anual de  $2.5 \times 10^3$  ton de semillas, destinada a la conservación del forraje en el sector de ganado lechero y de carne.

La compatibilidad del rye grass con otras especies forrajeras es bastante amplia, por sus características puede aumentar la producción temprana de forrajes en comparación con otras gramíneas que crecen relativamente despacio. La capacidad para el rápido crecimiento en una fase temprana dentro la estación de invierno, lo hace muy rentable como un cultivo puro o asociado (Spedding y Diekemahns, 1972).

En el Norte de México, la falta de forrajes durante el invierno a consecuencia del clima, propicia la búsqueda de alternativas forrajeras para cubrir estas deficiencias y optimizar su uso. En estudios realizados por el Campo Agrícola Experimental La Laguna (1973-1974) se destacó el pasto ballico anual por su: adaptación, alta producción, buena calidad

comparado con otras especies como: avena, triticale y ballico perenne; los resultados dieron bajos costos de producción y buena disponibilidad de forraje en épocas secas para la engorda de becerros después del destete (Jiménez, 1989).

El mismo autor señala, que en la zona semiárida el uso de ballico anual mediante pastoreo en un sistema de repasto de becerros es una actividad de importancia económica para los productores, como fase anterior a la finalización en corrales de engorda.

El uso más común del rye grass es a través de praderas, pudiéndose pastorear a partir de los 60 días después de la siembra; el período de crecimiento puede llegar a los 150 días, debiéndose proporcionar un tiempo de recuperación de 30 días entre pastoreo. Cuando las plantas alcanzan una altura de 30 cm, son pastoreados a través de un sistema rotacional con una carga animal de 10 a 12 becerros por ha con un peso vivo promedio de 180 kg (Flores, 1983).

### **Mejoramiento de la especie.**

Wilman et al. (1992) afirmaron que el objetivo primordial en el mejoramiento de las plantas forrajeras, es producir variedades de mayor valor nutritivo que las actuales. De tal manera, este atributo puede ser combinado y obtener variedades de alto rendimiento; para el mejoramiento se hicieron colecciones de ecotipos de Lolium, combinando la alta

digestibilidad de los tallos con el rendimiento; llegándose a obtener hasta de 1953 ton MS/ha por corte con una densidad de 320 plantas/m<sup>2</sup> Hides et al. (1993) indican que los programas de mejoramiento del rye grass, están haciendo en forma constante cruzamientos de los caracteres más importantes, utilizando las variaciones genéticas de la especie y obtener líneas de buenas condiciones agronómicas.

La especie L. multiflorum, tiene la facilidad de hibridarse, dando lugar a la obtención del rye grass común, más tierno, jugoso y apetecible para el ganado; con alto grado de adaptación a suelos de mediana a alta fertilidad y favorecen la rehabilitación y el uso de suelos pesados con problemas de drenaje y salinidad (Flores, 1983).

Otra técnica de mejoramiento de las praderas es a través del impacto animal donde se manipula la densidad de carga y el efecto del hato. La respuesta de la pradera mediante un manejo adecuado causa una rápida evolución de la vegetación y viceversa (Savory, 1988).

#### **Rendimiento de materia seca.**

El peso del forraje o producción de la biomasa aérea, es una de las variables más importantes desde el punto de vista económico, donde el crecimiento de la planta puede ser la mejor forma de medir el incremento vegetativo. Como el contenido de humedad varía entre las plantas, usualmente el peso se debe

expresar en base a la materia seca, aunque algunas veces es usada la materia verde (Cook y Stubbendieck, 1986).

Hume (1990) señaló que los rendimientos por unidad de área, calidad de forraje y la población de plantas de Bromus y Lolium, durante dos años seguidos bajo un invierno suave, cada uno con cinco y seis cortes por año fueron muy similares durante el primer año con una media de 10.5 ton de MS/ha; en el segundo año incrementaron a 13.4 y 11.1 ton MS/ ha, donde las hojas y tallos contribuyeron en el rendimiento en un 58 y 35 por ciento, con referencia a la calidad de los forrajes encontró para Bromus y rye grass 2836 y 2663 kg/ha de proteína cruda.

Según estudios realizados por Jones (1989), para determinar el rendimiento de materia seca y persistencia del rye grass anual, conducidos por tres años, con tres cortes por estación, demostró que los resultados obtenidos bajo un nivel de fertilización de 190 kg/ha de nitrógeno en un suelo con pH 6.5; alcanzó más de 30 por ciento en producción de materia seca de forraje, con una densidad muy significativa en relación al testigo. Los rendimientos promedios para los tres años fueron de 14.8, 11.8 y 13.5 ton MS/ha.

En experimentos sobre respuesta al pastoreo de las plantas en praderas, reportan que el número de animales en combinación con las variaciones climáticas inciden en la tasa de crecimiento y rendimiento del forraje y afectan el rebrote y los niveles de producción. Mientras los animales en pastoreo

ejercen cuatro efectos principales sobre la pradera y tienen una influencia directa sobre el rendimiento del forraje (Hart y Hoveland, 1989), estas son:

1. La defoliación de la planta reduce la capacidad fotosintética, el desarrollo radicular, almacenamiento de carbohidratos y fijación de nitrógeno.
2. La selectividad de partes de las plantas y/o especies dentro de una mezcla con especies indeseables afecta la productividad y la persistencia de las plantas forrajeras.
3. El daño de los tejidos de las plantas pisoteadas incrementa la densidad aparente de la estructura física del suelo y la infiltración del agua es lenta.
4. Las concentraciones de excreciones de orina y heces en pequeñas áreas afectan la palatabilidad de las plantas y el ciclo de nutrientes.

En consecuencia, la relación de biomasa del forraje en el desarrollo del ganado es percibida como causa-efecto y puede ser vista como una asociación, donde los límites de consumo de forraje por el animal, tiene efecto directo en la calidad y cantidad de forraje consumido, así la efectividad de la dieta en la respuesta es modificada por la habilidad animal para

convertir y digerir los nutrientes útiles de la materia seca ingerida, para el rendimiento de canal (Burns et al., 1989).

### **Fisiología de la planta.**

Los procesos fisiológicos por los cuales las plantas crecen y los cambios morfológicos tienen lugar durante el crecimiento son primordiales en el manejo de las praderas. La sobrevivencia y la producción de la biomasa de las plantas dependen de la habilidad de sintetizar y almacenar nutrientes, para mantener las funciones vitales y formar nuevos tejidos, tener un sistema radicular saludable y producir órganos reproductivos. Estos procesos dependen de que exista suficiente área foliar para sintetizar la energía química necesaria (Pardo y García, 1991).

En ocasiones el impacto del pastoreo sobre las plantas reduce la actividad fotosintética, a causa del decremento del follaje. Sin embargo, las plantas tienen suficiente capacidad de resistir el daño y restituir el área foliar removida; de modo que la habilidad de restitución de las hojas está conferida a los procesos fisiológicos y disponibilidad de meristemas apicales; en consecuencia el diseño y evaluación de pastoreo deben estar sujetos, en parte en el desarrollo morfológico y fisiológico de la especie, para la conservación de los recursos y mantener una producción estable (Heitschmidt y Taylor, 1991).

A su vez Stuth, (1991) reporta que La capacidad de la planta para resistir el pastoreo depende de su habilidad de generar nuevos tejidos foliares y está relacionada en forma directa con el contenido de carbohidratos de la planta, fundamentándose en estudios que fueron expuestos a simulaciones de pastoreo por medio de cortes sucesivos, y comprobó que la concentración de los carbohidratos varían de acuerdo a la especie forrajera y a la estación del año.

Aunque se han hecho estudios relacionados con procesos fisiológicos y efectos del pastoreo sobre las plantas, resulta necesario conocer los niveles de uso, que no dañen la fisiología y el vigor de las plantas. Estas necesidades de información se deben a que: 1) Las especies difieren en su tolerancia al uso, 2) La variación de las condiciones ambientales en especial de las lluvias estacionales, 3) El pastoreo simulado, no representa los efectos reales del pastoreo, 4) Las diferencias morfológicas de las plantas, las hace diferentes en su vulnerabilidad a cada nivel de uso y 5) La estación de uso afecta en forma diferencial la habilidad de la planta en su respuesta al pastoreo (Stoddart et al., 1975).

Trlica y Cook (1971) indican que el manejo racional de las praderas requiere de conocimientos sobre la respuesta fisiológica de las plantas forrajeras después del pastoreo. Maedas y Yonetani (1983) observaron el desarrollo de las plantas de rye grass y concluyeron que la producción fue afectada por la disminución del coeficiente de luminosidad y de radiación

solar, debido a que existe una alta correlación entre el coeficiente de luz y el índice de área foliar.

Dentro de la fisiología de Lolium, las temperaturas extremas detienen su desarrollo, no obstante se ha observado que temperaturas entre 5° y 30° C no afecta la producción del rye grass anual; la cantidad de calor que recibe la planta es indispensable para producir nuevos brotes. Por ejemplo se necesita una suma de temperaturas medias diarias de 125° a 130° C para formar una nueva hoja, esta suma de temperaturas es llamada " Unidad térmica específica" (Flores, 1983).

#### **Respuesta de la especie a la utilización.**

La defoliación a través del pastoreo rotacional es una alternativa para cosechar forraje, en la cual siempre habrá una varianza de la combinación de la defoliación y el tiempo de rebrote; de modo que el promedio de la tasa de crecimiento resulta del cambio neto en la biomasa del cultivo dividido entre los días de duración del rebrote. Al alcanzar el máximo potencial de rendimiento en un período de tiempo, la tasa de crecimiento esta expresada en kg/ha/día (Parsons et al., 1988).

El índice de rebrote en praderas mixtas y cultivos puros, dependen de la intensidad del pastoreo, así una pradera rye grass-trébol, cortada a 12 cm tiene una curva de crecimiento casi lineal durante los 30 días siguientes, si esta se vuelve a cortar a 2.5 cm de altura, el rebrote se produce casi a la

mitad de la velocidad anterior y requerirá 21 días para alcanzar el índice del forraje cortado a 12 cm (Myers, 1974).

En tanto, Hume (1991) indicó que las praderas con gramíneas después del pastoreo tienen alta producción y calidad, por la formación nuevos tejidos y los carbohidratos se restituyen en el sistema radicular. En base al análisis de rastrojo de rye grass en relación a los carbohidratos, durante los 36 días posteriores al pastoreo, encontró una declinación en los primeros once días, luego en los días sucesivos comenzó el almacenamiento de los mismos, a los 28 - 35 días la concentración de reservas había vuelto a su nivel máximo.

King et al. (1979) al someter al rye grass a dos frecuencias de defoliación (una y tres semanas), observaron que la mayor concentración de carbohidratos fue encontrado en las plantas cortadas a las tres semanas. Sin embargo, las respuestas de las plantas fueron diferentes entre las frecuencias de corte al combinarse con distintas intensidades de defoliación. Hyder, (1972) afirmó que la capacidad de carga utilizada para obtener una respuesta de pastoreo mediante una mejor distribución del ganado y a través del impacto puede provocar el mejoramiento de la vegetación, suelo y aumento en el peso final del animal.

#### **Intensidad de Pastoreo con Ganado Bovino**

Las descripciones de la intensidad de pastoreo fueron realizados por vez primera por Voisin (1962), quién en un

esfuerzo por desarrollar un término que combinara el grado de concentración de los animales y el período de pastoreo, propuso el término de intensidad de pastoreo en base a sus principios sobre la productividad de la hierba.

Según la terminología propuesta por Range Team Glossary Commitee (1974) el término de presión de pastoreo define como la relación forraje-animal en un determinado tiempo. A su vez Heady (1975) definió la presión de pastoreo como la relación entre la demanda de forraje del animal y la combinación del aumento diario de forraje y la cosecha en pie de la vegetación.

Paladines y Lascano (1983) señalaron que la intensidad de pastoreo puede ser definido en términos de carga animal o peso vivo total del ganado que pastorea en una área y en un tiempo, independientemente de la disponibilidad del forraje. A la carga animal Hodgson (1990) consideró como el número de animales de una clase específica por unidad de área en un período de tiempo dado; usualmente está establecido para una estación de pastoreo. Mientras tanto la medida animal como unidad animal (UA) permite unificar diferentes categorías de animales, siendo una variable bastante aceptada y se refiere a una vaca adulta (454 kg) con su becerro que consume 12 kg de materia seca de forraje por día (Kothmann, 1974).

Otro término que guarda relación con la intensidad de pastoreo, es la asignación de forraje y ha sido definido por Scarnecchia y Kothmann (1982) y Hodgson (1979) como la cantidad

de forraje por unidad de peso vivo animal en un instante. La asignación de forraje diario se define como el peso de forraje proporcionado por unidad de peso vivo animal por día en un sistema de pastoreo rotacional, pudiendo ser el pastoreo de sólo uno o dos días (Hodgson, 1990).

Scarnecchia y Kothmann (1982) establecieron diversas variables en relación a la intensidad de pastoreo e hicieron una clasificación de la misma en: el área de la pradera; cantidad de forraje expresada en materia seca; duración del tiempo de pastoreo y la demanda del forraje. Al describir cada una de estas relaciones, enfatizaron que el efecto potencial del componente animal en una pradera es el peso vivo y no el número de animales. Paralelamente, se tiene que considerar la demanda de forraje por el ganado.

### **Capacidad de pastoreo.**

La producción de ganado es un proceso dinámico que varía en función de los factores planta a animal, para ello resulta necesario conceptualizar en forma cuantitativa, los efectos, para que exista disponibilidad de forrajes en forma permanente en un sistema de producción de carne (Heitschmidt y Taylor, 1991).

Kotmann (1974) y Society for Range Management (1974) consideran sinónimo a la capacidad de pastoreo y el balance entre animal-forraje; en consecuencia definen como la máxima

carga animal posible sin inducir daño a la vegetación o recursos asociados, pudiendo variar en el tiempo y espacio. A su vez Heady (1975) lo refiere al número de animales sobre un período de tiempo largo. En tanto que para Sharkey, 1970 citado por Heady (1975) la capacidad de carga es el peso total de los animales que pueden ser soportados en forma permanente en una pradera.

Savory (1988) definió la densidad de carga como la relación que existe entre el número de animales y el área en un tiempo. Este término sirve para describir la relación existente entre las variables del pastoreo que son: demanda animal, cantidad de forraje, área y tiempo de pastoreo. Con lo cual se logra mejor distribución del ganado en la pradera y a través del impacto animal se provoca, el mejoramiento del animal, de la vegetación y del suelo.

### **Efecto del pastoreo**

La complejidad del sistema suelo-planta-animal, se debe a la naturaleza interactiva de sus componentes, ya que el animal incide positiva o negativamente en la producción de las praderas; en tanto la producción de ganado depende de la cantidad y calidad del forraje (Blaser et al. 1986).

Los efectos del pastoreo están dados principalmente por la defoliación de las plantas, retorno de heces, orina y pisoteo, sujetos a la intensidad y métodos de pastoreo

(Paladines y Lascano, 1981). Tales efectos pueden afectar en el crecimiento, dependiendo de las condiciones del suelo respecto a los niveles óptimos de requerimiento de la especie vegetal.

Con la presencia de animales en la compleja relación medio ambiente-planta, se propicia un cambio repentino y profundo en la composición botánica y en el rendimiento de los pastos. El pisoteo, la selección de plantas y el retorno de las heces, son tres factores principales del pastoreo que interactúan sobre los prados (Savory, 1988 y Michalk, 1979).

En la medida que se incrementa la presión de defoliación, se reduce la elongación del sistema radicular (Suejcar y Scott, 1987). A su vez Savory y Parsons (1980) indican que el impacto físico del animal no es dañino y no contribuye al deterioro de las praderas, ya que por medio de la acción de la pezuña se mejora la penetración del agua al romper las costras superficiales del suelo.

Al respecto, Brown y Stuth (1986) encontraron que a medida que se aumenta la carga animal, se incrementa la cantidad de rebrotes de las especies pastoreadas y las praderas con carga animal alta presentan menor follaje remanente al final del pastoreo; mientras una carga ligera provoca la acumulación de material muerto. Sin embargo, el efecto de la intensidad de pastoreo varía según las características de las especies de plantas de que se trate (Blaser, 1988).

## **Incidencia del período corto del pastoreo.**

Voisin (1962) planteó la necesidad de establecer tiempos cortos de pastoreo, dado a los problemas que presentan los períodos de ocupación, que por lo general son largos en cualquier sistema de pastoreo ya sean forrajes perennes o anuales; debido a que al cabo de seis días la hierba rebrota lo suficiente para que el animal pueda cortarla de nuevo.

En respuesta al nivel de uso, la producción de forraje es afectada grandemente por el tiempo de ocupación, debido a que las plantas son más vulnerables en ciertos períodos, así la defoliación temprana en la estación de crecimiento es menos perjudicial que al final de esa estación, ello puede deberse al aumento en la actividad fisiológica durante el inicio del crecimiento de las plantas (Stoddart et al., 1975).

Myers (1974) indicó, la cantidad de hierba que consume el ganado, depende de la carga animal y por regla general los animales tienden a destinar la mayor parte de su tiempo de pastoreo a la satisfacción de sus necesidades; así por ejemplo, el número de horas de pastoreo se reduce al mínimo cuando el forraje es abundante de buena calidad y aumenta si es escasa.

## **Defoliación.**

La defoliación es el proceso de remoción total o parcial de la parte aérea de la planta, ya sea por corte o directamente

por el animal. En un sentido más estricto la defoliación es la remoción únicamente de las partes aéreas de la planta (Hodgson, 1990).

Probablemente la defoliación sea la acción más importante que ejerce el animal sobre las plantas forrajeras que causa reducción del follaje, con efectos colaterales en la disponibilidad de carbohidratos almacenados, crecimiento de la raíz y tallo, y que altera el microambiente, la disponibilidad de luz que interceptan las plantas, la humedad del suelo y la temperatura (Watkin y Clements, 1978).

La duración de una pradera depende de la restitución del follaje removido por nuevos rebrotes de la planta. La producción de una pradera ha sido asociado con un alto grado de ahijamiento después de la defoliación, con un crecimiento postrado y una floración tardía (Hughes y Jackson, 1974).

### **Utilización del forraje.**

La utilización es el consumo o grado de uso de pastos, al cual los animales han removido el crecimiento actual de la planta y es expresado como el por ciento del crecimiento al alcance del ganado. Generalmente se expresa en porcentaje de altura y número de tallos o peso total (Briske, 1991). Asimismo, la SRM (1974) y Holechek (1990) señalan la utilización como sinónimo de uso, este término puede tener dos significados: la primera es la proporción de forraje de la época que es

consumido o destruido por los animales en pastoreo. La segunda es destinar la pradera, al pastoreo, recreación u otras actividades.

El producto de la utilización o eficiencia en el aprovechamiento del forraje por el ganado es el incremento en la producción de carne, basado en un incremento en el consumo de nutrientes en forma de materia verde. En consecuencia, el grado de utilización está en función de la disponibilidad de forraje verde; al contrario una planta madura por su bajo contenido de nutrientes será útil para el mantenimiento del animal y no para la producción de carne (Kothmann, 1974 y Holechek, 1990).

Con relación a la frecuencia de utilización está en base al estado fenológico de la planta, estación del año, sistema de pastoreo, distribución de la especie, calidad nutricional. Un forraje es consumido en las praderas con más frecuencia en estado verde o tierno, que cuando se halla en estado maduro (Heady, 1964).

#### **Tasa de crecimiento de la especie.**

El crecimiento de plantas ha sido definido por Hodgson (1979) como el desarrollo e incremento en tamaño y en peso de nuevos tejidos. El incremento de peso de forraje por área y tiempo se conoce como tasa de crecimiento del forraje (Scarnecchia y Kothmann, 1982). Spedding (1971) reportó, que la

mejor medida de la eficacia de la producción vegetal es por medio de la tasa de crecimiento.

La remoción de follaje de rye grass, eliminan parte o todo el tejido fotosintético y las reservas de carbohidratos son transferidas desde las raíces a los tejidos meristemáticos que producirán nuevas hojas (Ourry, 1990). En otros casos, las plantas defoliadas tienen capacidad baja para asimilar carbono para abastecerse de nitrógeno y formar nuevo follaje durante los primeros días de rebrote (González et al. 1989).

En praderas de Lolium perenne generalmente, se evalúa la tasa de rebrote; la cual se define como la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) posterior a la defoliación, a su vez la TCC es el nuevo material que es producido (Thomas, 1980). Este tasa aumenta a medida que incrementa la biomasa, por el aumento de la capacidad fotosintética y la cantidad de luz interceptada; la captación de la luz continua hasta alcanzar un total de 95-100 por ciento y este punto es considerado como la tasa de crecimiento máximo.

Por su parte Hodgson (1990) indica que el desarrollo de nuevas hojas en las gramíneas es un proceso de extensión laminar continuo, destinado a la maduración, senescencia y muerte, siempre que la planta no haya sido defoliada y la tasa de producción está influenciado por el clima. Otro efecto indirecto del pastoreo es la deposición de heces y de orina que influyen

en la tasa de recuperación de los pastos, debido al aporte de nutrientes (Watkin y Clements, 1978).

El rebrote, está relacionado a la frecuencia de defoliación a través del pastoreo, cuando se alargan los intervalos de defoliación de 21 a 35 días, puede elevar el rendimiento de materia seca (Binnie y Chestenutt, 1991). Estudios de pastoreo rotacional, encontraron que la tasa de crecimiento fue superior a intervalos de defoliación de cinco semanas en relación a intervalos de tres semanas, en un 4.6 por ciento de materia seca.

#### **Efectos climáticos en el crecimiento de rye grass.**

Las condiciones climáticas también afectan la tasa de crecimiento y productividad de los forrajes; una temperatura óptima proporciona un incremento en la elongación de los tallos y de las hojas, el aumento de la lámina foliar contribuye a la mayor producción de forrajes (Hunt y Thomas, 1985).

Peacock (1975) estableció que la temperatura es efectiva a nivel del ápice del tallo; el cual, en ballico está localizado cerca de la superficie del suelo. Morley (1978), mediante una revisión de algunos trabajos, hizo una relación de las tendencias que siguen diversas variables cuando se modifican algunos factores ambientales o de manejo; al graficar la tasa de crecimiento de los forrajes contra la humedad y temperatura se encontró una curva sigmoidea.

Ludlow y Charles (1980) indicaron, bajo condiciones óptimas de humedad y nutrientes, el crecimiento de pastos está determinada por la cantidad e intercepción de radiación solar; sin embargo, Weihing (1963) cuando probó los efectos de niveles de radiación en Lolium encontró poca relación entre rebrote y la radiación solar.

Otro aspecto importante de estos zacates, es que son plantas que tienen un rápido crecimiento durante el invierno y exhiben mayor capacidad de adaptación a determinados climas, por sus niveles relativamente altos de tolerancia al frío, así temperaturas de 0 °C no afectan el potencial de crecimiento de rye grass durante la época invernal (Hides, 1979)

### **Compactación del suelo.**

La deformación del suelo se debe a los procesos de distorsión y ruptura de la masa del suelo bajo la acción de fuerzas externas e internas (Castellanos, 1985). Cuando los suelos de los pastizales se usan para agricultura, hay una disminución de los agregados del suelo y estos se vuelven más compactos (Foth, 1978). Como consecuencia, el pisoteo sobre un suelo, causa rápidos cambios en la condición física del suelo, hasta llegar a un nuevo equilibrio, especialmente cuando se trata de suelos pesados y la compactación puede implicar en una infiltración ineficiente, para satisfacer los requerimientos del cultivo (Meek et al., 1992).

Según Watkin y Clements (1978) la compactación de suelos agrícolas puede ser producto de efectos directos e indirectos; el primero es a través del pisoteo que produce una reducción progresiva en el rendimiento de forraje con el incremento de la carga animal, donde la magnitud del efecto depende del tipo de suelo, La fertilidad, especie vegetal, contenido de humedad; pudiendo reducirse la producción en 20 por ciento, si la densidad aparente supera  $1.85 \text{ g/m}^3$ .

Por tanto los efectos de la compactación del suelo es frecuentemente determinado por la resistencia a la penetración de las herramientas, que son llamados fuerzas de penetrómetro y suelen medirse en forma directa por la comparación de las densidades de masas del suelo dentro de los diferentes intensidades de muestreos y otras veces mediante la aplicación de fuerzas, que están expresadas en  $\text{kg/cm}^2$ .

### **Sistema de Pastoreo del Ganado Bovino**

De acuerdo a Hodgson (1979) el pastoreo es la defoliación de plantas arraigadas en el suelo por animales. Usualmente este término se aplica a la defoliación de las partes aéreas de las plantas. Por su parte La S.R.M. (1974) lo definió como el consumo de forraje en pie por el ganado o la fauna. Como resultado se tienen los distintos sistemas de pastoreo que son herramientas de manejo, diseñados para balancear las relaciones entre la captura de energía, cosecha y la eficiencia de conversión. Estos sistemas están dirigidos a incrementar la

producción ganadera en un período de tiempo, para equilibrar la cantidad y calidad del forraje producido y/o consumido (Heitschmidt y Taylor, 1991 y Kothmann, 1980).

Pardo y García (1991) definieron un sistema de pastoreo como el control racional del ganado en tiempo y espacio, con el propósito de mantener o incrementar la producción forrajera por superficie, a su vez este sistema abarca varios factores como: carga y tipo animal, época, frecuencia y presión de pastoreo.

Un sistema de pastoreo representa los procesos fundamentales de los sistemas convencionales de producción de alimentos; de modo que la fuente principal de energía es el sol y la provisión de nutrientes a las plantas para la producción de nuevos rebrotes. Así, un sistema constituye en forma simple una serie formado por tres fases: desarrollo de las plantas, consumo animal y su conversión (Hodgson, 1990).

Muchos sistemas de pastoreo en las zonas semiáridas son costosos y la producción de los forrajes está limitada por los factores climáticos y edáficos. A causa de ello, intervienen numerosos procesos e interacciones que regulan la composición y la producción de las plantas, dentro de los sistemas naturales y artificiales. La aplicación de estos sistemas conducen a regular el manejo de las praderas (Archer y Smeins, 1991).

Kothmann (1980) considera tres partes de los sistemas de pastoreo, las cuales son: 1) La vegetación restaura áreas

sacrificadas y puede mantener la composición de forrajes; 2) El ganado puede satisfacer sus necesidades nutricionales, evita el estrés y reduce la alimentación suplementaria y 3) Económico que resulta en minimizar los costos de producción.

### **Métodos de pastoreo.**

En la clasificación de los métodos de pastoreo, existen diversos criterios con denominaciones distintas, que ha preocupado en su denotación en los últimos tiempos; para propósitos del estudio, se consideran las características de cuatro formas de pastoreo.

### **Continuo.**

Las praderas se aprovechan en forma extensiva y con una asignación relativamente baja de ganado, lo cual permite dejar al animal en la pradera por temporadas largas. En dichas condiciones el pastoreo selectivo resulta inevitable, parte de las praderas permanecen intactas y el pasto es alto, áspero y de baja calidad nutritiva (Speding y Diekmahs, 1972).

Hart y Hoveland (1989) reportaron en un pastoreo continuo moderado, el efecto de una carga animal existente sobre la frecuencia de pastoreo en Bouteloua gracilis, alcanzó el 57 por ciento de forraje removido por el ganado. Concluyendo que las estrategias de pastoreo, tienen poco efecto sobre la frecuencia y la severidad de pastoreo.

### Diferido.

Este sistema está basado en el concepto de proveer descanso en forma diferida o la interrupción del pastoreo de uno o más potreros, que es rotada periódicamente y están diseñados usando un número fijo de potreros por hatos (Speding y Diekmahns, 1972). Otros autores como De Alba (1972), Duthil (1989) y Pardo y García (1991), indican que el pastoreo diferido consiste en aplazar el pastoreo durante el período vegetativo, hasta que exista posibilidad de apacentar en la época seca. Otro de los propósitos es de dar mayor vigor a las plantas deseables.

### Pastoreo descanso rotacional.

Los potreros en general no son pastoreadas durante un año, con la finalidad de restaurar el pastizal y constituye el camino más económico para mejorar la cobertura de las plantas. Las especies tienen la oportunidad de almacenar nutrientes, para recobrar el vigor y mejorar la producción animal, mantener la vegetación estable y la fertilidad del suelo. Este sistema también constituye la vía más rápida de mejorar una pradera (Kotmann, 1980; De Alba, 1971).

### Pastoreo rotacional.

Este sistema cuenta con más de tres potreros por hatos que se va rotando y están caracterizados por un tiempo de

pastoreo relativamente corto (menor a 14 días) y el lapso de descanso varía de 30 a 60 días. El grado de utilización durante el ciclo productivo de las plantas es significativo en comparación con los otros sistemas. Debido al grado de control sobre la frecuencia e intensidad de defoliación del ganado, sin detrimento de los factores de suelo, planta y/o animal (Duthil, 1989 y Hodgson, 1990).

El pastoreo rotacional provee el medio de hacer un uso más intenso de las buenas praderas; según el sistema, los prados se dividen en cierto número de franjas; cada franja es pastoreada por un número elevado de cabezas (15-25 vacas/ha), durante períodos que varían de uno a siete días y a intervalos de 21 a 35 días (Speding y Diekmahns, 1972).

Por su parte Semple (1974) señaló que este sistema consiste en dividir una pradera en dos o más partes, de modo que se pueda manejar sucesivamente; el fin es confinar a los animales en áreas pequeñas, para que consuman más forraje con menos desperdicio, menor pisoteo y uso selectivo de los animales.

Sobre las ventajas del pastoreo rotacional Kothmann (1986) y Semple (1974) indican que las praderas con alta capacidad pueden sostener una cabeza de ganado en un área 0.4 a 0.8 ha durante la estación de crecimiento. Nichols et al (1989) reportaron los ensayos sobre los tipos de pastoreo continuo donde obtuvieron en un año 304 vacas-días/ha y con la

forma rotacional 395 vacas-días/ha, en el pastoreo de franjas se obtuvieron 543 vacas-días/ha. Esta práctica redujo en forma notable la pérdida de forrajes por pisoteo.

El pastoreo rotacional emplea cercos eléctricos, para adoptar medidas intensivas de pastoreo. En este sistema, no se deja al ganado más pasto del que pueda consumir en una jornada de pastoreo, los alambres se van moviendo todos los días, por lo general se necesita de 50 a 100 m<sup>2</sup>/vaca/día; de esta manera, se limita la cantidad de pasto que se ofrece al ganado y se reducen los daños causados por las deyecciones y el desperdicio (Duthil, 1989). Savory (1988) menciona que el pastoreo de corta duración, avanza sucesionalmente hacia una mejor composición botánica de las plantas en los pastizales, haciéndolas más palatables y nutritivas.

#### **Impacto animal en el pastoreo rotacional.**

Savory (1980) afirmó que el efecto del animal sobre el suelo y la vegetación, resulta diferente en los distintos sistemas por las formas de manejo. A alta densidad de carga animal en áreas reducidas con pastoreo de corta duración y con descanso largo, el consumo de forrajes es más uniforme por la concentración del ganado en la pradera.

Con referencia al impacto animal Savory (1988) señaló los efectos que producen los vacunos a las plantas y al suelo, por el hecho de estar presentes en un sitio de la pradera, como:

el impacto o atropello al suelo y a las plantas, la defecación y la orina. Por otro lado, el impacto animal también está involucrado con el factor tiempo, ocasionando tres efectos: 1) Quebranta la superficie del suelo, 2) Incorpora la materia orgánica y 3) Ayuda al establecimiento de las plántulas, a través del pisoteo.

Duthil (1989) afirma que puede estimarse el nivel de pérdidas de materia seca de las plantas en condiciones favorables y esta puede alcanzar en los diferentes métodos de pastoreo, los siguientes porcentajes:

Pastoreo libre o continuo	40
Pastoreo rotacional	25
Pastoreo racionado	15
Alimentación con forraje verde	5

## CAPITULO III

### MATERIALES Y METODOS

#### Localización del Area de Estudio.

El experimento se estableció en el Rancho San Lorenzo, de la Comunidad de Santo Domingo, Municipio Ramos Arizpe, Coahuila; ubicado al noroeste de Saltillo, carretera N° 57 que conduce a Monclova; en el km 30 se desvía hacia la derecha hasta llegar al Rancho, cuya distancia aproximada es de cinco kilómetros. Ubicado entre las coordenadas geográficas de 25° 37' 29" latitud norte y 101° 03' 57" longitud oeste respecto al meridiano de Greenwich, con una altura de 1470 metros sobre el nivel del mar (DETENAL, 1970). El área presenta escurrimientos de agua de los cerros adyacentes, que forman parte de la zona y por la posición en que se encuentran, las precipitaciones bajas no influyen sobre la humedad de los suelos. La mayor parte del terreno tiene una pendiente de 0 a 2 por ciento, por lo que estos terrenos pertenecen a la clase " a nivel o casi nivel", con relieve normal (COTECOCA, 1979).

#### Características del área de estudio.

Geológicamente el área de estudio data de la eras Mesozoica y Cenozoica, período Cretácico Superior (Ks), Cretácico

Inferior (Ki), Cenozoica superior clástico e intrusivos del Cenozoica inferior (Cii); los suelos son denominados Sierozem grises de origen in situ aluviales bastante profundas de textura franco arcillosa (COTECOCA, 1979).

El clima es seco semicálido, la fórmula climática según la clasificación de Köppen y modificaciones propuestas por García (1981) es B W h; que se encuentra comprendida entre las isoyetas de 300 a 400 mm, con lluvias distribuidas entre los meses de mayo a octubre y en la isoterma de 20° C. (COTECOCA, 1979), con períodos libres de heladas durante los meses de marzo a noviembre. las mínimas temperaturas extremas pueden registrar hasta los - 4° C y suelen presentarse en los primeros dos meses del año (COTECOCA, 1979).

Con respecto al tipo de vegetación la comunidad de Santo Domingo, se clasifica como pastizal mediano abierto (COTECOCA, 1979); los vegetales están formados por un conjunto de plantas, angostas y largas con predominancia de las gramíneas. Las especies que caracterizan este sitio son: navajita azul (Bouteloua gracilis), zacate rhodes (Chloris gayana), zacate toboso (Hilaria mutica), gobernadora (Larrea tridendata), mariola (Parthenium incanum), nopales (Opuntia spp), hojaseñ (Florenxia cerriva), mezquite (Prosopis juliflora, Mimosa spp), palmitos (Yucca spp), maguey (Agave spp), granjeno (Celtis espinosa).

## Condición del suelo.

El suelo pertenece a la serie de aluviado, fase sucesiva de color grisáceo claro. En el Cuadro 3.1 se presenta algunas de sus características físico - químicas, las cuales fueron obtenidos en el Laboratorio de Análisis de Suelos del Departamento de suelos de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (UAAAN).

**CUADRO 3.1 Características físicas y químicas del suelo donde se estableció el experimento**

Características	Muestra (0 - 30 cm de prof.)
pH 1:2	7.90
Conduc. eléctrica (milimhos/cm).	2.70
Materia orgánica (%)	1.24
Nitrógeno (kg/ha).	29.76
Fósforo aprovechable (kg/ha).	5.62
Potasio Intercambiable (kg/ha).	476.90
Carbonatos totales (%).	10.50
Arena (%)	31.60
Limo (%)	28.00
Arcilla (%)	40.40
Clasif. textural:	Migajón arcilloso.

En base a los valores presentados en el Cuadro 3.1 y considerando la clasificación de COTECOCA (1979), se establece que el pH de los suelos, en la capa arable es medianamente alcalino; y la conductividad eléctrica en ningún caso representa

problemas para que prosperen cultivos que toleran cierto grado de salinidad, el contenido de materia orgánica y nitrógeno total es medianamente pobre.

En relación con el fósforo aprovechable, se observan niveles extremadamente pobres en la capa arable del terreno. Con respecto a potasio, los valores encontrados en todos los casos son extremadamente ricos y finalmente la determinación correspondiente a textura el suelo es migajón arcilloso, también indica que el suelo tiene buena capacidad de retención de humedad (Cuadro 3.1).

#### **Características del experimento.**

De acuerdo a los objetivos propuestos, el experimento se sembró sobre una superficie de 6.5 ha, bajo condiciones de riego. Después de que el terreno había sido preparado en forma conveniente, siguiendo las prácticas del productor cooperante, para asegurar buena emergencia de la semilla del rye grass (L. multiflorum Lam) y una distribución uniforme del agua de riego.

El barbecho se realizó a una profundidad de 30 cm un mes antes de la siembra, desintegrando y enterrando los restos de los vegetales del cultivo anterior, al mismo tiempo proporcionando al suelo suficiente aireación, para garantizar el éxito de un buen establecimiento de la pradera.

La siembra se realizó en forma mecánica y escalonada con una duración de doce días (16 al 27 de septiembre de 1994), con el propósito de utilizar el forraje en forma racional en la época invernal y obtener el mayor número de cortes y evitar la floración prematura de las plantas. La densidad de siembra fue de 35 kg de semilla por hectárea, cubriendo la semilla con una rastra ligera. Antes de la siembra se aplicó manualmente al voleo dosis de fertilizantes químicos. La fertilización fue de 80-50-00 por hectárea (Fertimex, 1979); utilizando como fuente de nitrógeno el sulfato de amonio y de fósforo el superfosfato (11-52-00).

Se empleó la variedad de rye grass TAM-90, por ser promisoría, de alto poder productivo, tolerante a bajas temperaturas y al pastoreo; entre sus características son: porte erecto, de buen amacollamiento, altura que varía de 30 a 90 cm según la zona donde se cultive, y un ciclo biológico que oscila entre 140 a 180 días.

Inmediatamente después de la siembra, se aplicó el riego de germinación, utilizándose riego por aspersión con una lámina de riego uniforme. La emergencia se inició a los seis días después de la siembra, con buena germinación; hasta el primer pastoreo se aplicaron cuatro riegos de auxilio y las labores de deshierbe para el control de las malezas; posteriormente del primer pastoreo se aplicaron riegos en tres oportunidades como término medio hasta los siguientes pastoreos.

## Metodología.

### Delimitación del lote experimental.

El tamaño del área experimental se definió en base a la biomasa aérea del forraje y a la carga animal existente en la unidad productiva. Delimitándose las parcelas con varillas de fierro semifijas, utilizando cerco eléctrico de bajo amperaje. Además, se contó con corrales de manejo y de una báscula, que se utilizó para un manejo eficiente del ganado.

En cuanto concierne al manejo de la pradera, fue necesario alabrar calendarios de riego y de pastoreo de corta duración; para favorecer la recuperación rápida y uniforme de la especie; para luego, ser pastoreado en cuatro ocasiones durante el ciclo de la planta. Esto fue a los 60 días después de la siembra, cuando la planta alcanzó una altura de 35 cm se inició el primer pastoreo (16 - Nov - 95).

### Variables experimentales.

#### Tiempos de pastoreo rotacional.

Las actividades diarias de los bovinos están divididos en tiempos de pastoreo, rumia y descanso, (Coleman et al., 1989) y la fracción del día destinado a cada acción, dependen de las características del forraje, condiciones climáticas y tiempo de

pastoreo. Propiciando que el período del pastoreo interactue mediante los niveles de jerarquía de los animales.

Para someter las praderas de rye grass o ballico, a intensidades diferentes de pastoreo en función del tiempo, fue necesario establecer en: una, dos, cuatro y ocho horas de pastoreo por parcela, aplicando una carga animal constante de ganado bovino, siendo el peso vivo inicial del rebaño de 9989 kg, con un promedio de 172.24 kg/peso vivo animal. El estudio se baso en los principios de Voisin (1962) y Savory (1988). La metodología del pastoreo se desglosa de la siguiente forma:

- Parcela 1.** Corresponde a ocho horas de pastoreo, la cual es una práctica común y corriente entre los productores de ganado vacuno de carne en el norte de México.
- Parcela 2.** La misma superficie de las ocho horas de pastoreo, se dividió en dos partes iguales, haciendo cuatro horas de pastoreo.
- Parcela 3.** Dividida en cuatro partes, cada una con dos horas de pastoreo. Lo cual implica, que al completar las dos primeras horas de pastoreo, los animales pasaron a las siguientes franjas en forma sucesiva, hasta completar las ocho horas de jornada diaria de pastoreo.

**Parcela 4.** Comprende la división en ocho partes equitativas, con igual superficie de una jornada. Donde al cabo de una hora de pastoreo, el ganado pasó a la siguiente franja y así sucesivamente, hasta llegar a las ocho horas de pastoreo.

En el cuadro 3.2 se presenta las características de la distribución de los tratamientos en función del tiempo de pastoreo y la superficie por parcela asignada al rebaño.

**CUADRO 3.2 Tratamientos del pastoreo en períodos de tiempos diferentes**

Tratamiento (Parcela)	Horas de pastoreo	Superficie m <sup>2</sup>
1.	8	950
2.	4	475
3.	2	238
4.	1	120

**Fechas de pastoreo.**

Durante el ciclo vegetativo de las praderas de ballico anual en la estación de invierno, se sometieron al pastoreo con ganado bovino en cuatro ocasiones; el análisis de las variables experimentales estuvo en base al rendimiento de materia verde y seca de forraje por fecha de pastoreo y por unidad de área.

Para obtener la respuesta de la intensidad de pastoreo y del comportamiento de la pradera, se procedió de la siguiente manera: Los muestreos se iniciaron a los 60 días después de la siembra y antes de cada pastoreo; se muestreo el forraje en cada parcela, por medio del peso de seis muestras, obtenidos con un cuadrante de 35x35 cm (1225 cm<sup>2</sup>), distribuido en forma sistemática sobre las parcelas; se corto el forraje a cinco cm sobre el nivel del suelo. De esta manera se evaluó la cantidad de materia verde y seca por hectárea; previó al experimento se peso el ganado bovino. Con la estimación de peso del forraje y el peso total de los animales, se procedió a estimar el área de la pradera para cada uno de los bloques experimentales.

#### Tasa de crecimiento de la especie después de la utilización.

Para determinar la tasa de crecimiento de las plantas forrajeras (Torres, 1984), después de cada pastoreo y con intervalos de siete días, se midieron con una regla la altura de la planta en cm, tomándose hasta el siguiente pastoreo cuatro lecturas en tres fases durante el ciclo productivo.

#### Compactación del suelo.

Para cuantificar el grado de compactación del suelo de la pradera durante el ciclo del pastoreo; se fijaron cinco puntos por lote experimental. Utilizándose el penetrómetro de martillo, en cada punto se contabilizó el número de golpes

requeridos para introducir a 10 cm de profundidad y a una distancia de 15 cm del punto fijado se tomaron tres muestras de suelos, con una barrena de volumen conocida en tres fechas; para la determinación de la densidad aparente y del número de golpes.

Las muestras de suelo tomadas antes de cada pastoreo se pesaron inmediatamente, luego fueron llevados a la secadora para obtener un peso constante y calcular el peso seco, con el objeto de relacionar el número de golpes con el porcentaje de humedad del suelo.

**Variables de respuesta.**

**Rendimiento de materia seca.**

Para determinar la materia seca del forraje, se pesaron las plantas muestreadas en estado verde y después secado en un horno a 70° C hasta alcanzar un peso constante; se utilizó una báscula de 0.1 g de precisión. Del material secado se tomo 100 g de muestra para el análisis proximal de la calidad nutritiva de la especie en tres fechas: inicio, mediados y al final del experimento; con el propósito de conocer: materia seca total, fibra cruda, proteína cruda y extracto libre de nitrógeno, analizado en el laboratorio de nutrición animal de la UAAAN.

### Altura de la planta.

Burs et al. (1989) consideran a la altura de las plantas (cm) como una de las caracterizaciones de los forrajes que proporcionan un estimativo de la densidad de los forrajes (kg/ha/cm) y un indicativo de la estructura del dosel de cada vástago. Por tanto, el muestreo para medir la altura, antes de cada pastoreo se realizó por el método de conglomerados, siendo medido la planta del nivel del suelo hasta la lámina foliar más superior donde se plega hacia abajo. A lo largo del ciclo de la planta, se tomaron cuatro mediciones en forma aleatoria y cinco muestreos por parcela en un cuadrante de 1225 cm<sup>2</sup>.

### Densidad de la planta.

La densidad está definida como el número de individuos por unidad de superficie (Range Term Glosary Commitee, 1974), siendo este parámetro de bastante utilidad, cuando hay interés de conocer el número de individuos en una área. En el estudio la densidad se evaluó a través del método del cuadrante (35 x 35 cm), que consistió en disponer de manera aleatoria y sistemática, cinco unidades de muestra por parcela, antes de cada pastoreo; llegando a obtenerse cuatro lecturas durante el ciclo productivo del rye grass.

### Cobertura foliar.

El área cubierta por la planta, ha sido a menudo un atributo de primer orden de la vegetación dentro el estudio ecológico de una pradera (Cook y Stubbendieck, 1986). Además, la cobertura puede ser usada como base para las comparaciones entre plantas, que tienen diferentes formas de vida o comportamiento.

En la unidad de muestreo establecida al principio se tomaron cinco lecturas por parcela, antes de cada pastoreo y repetidas durante la fase vegetativa de la planta. De acuerdo a Wayne y Stubbendieck (1986) la cobertura se estimó en forma directa en porcentaje en una escala de 1 a 100 por ciento.

### **Variable de apoyo.**

La cantidad de forraje residual o rechazado por el ganado en la pradera, se obtuvo por medio de la cuantificación de la materia verde y seca, después de cada pastoreo y por unidad experimental, realizándose en todos los ciclos de crecimiento de la planta.

### **Tratamiento y manejo de ganado.**

El tratamiento de los animales contempló el pesaje al inicio y al final del experimento, desparasitación contra

parásitos internos y externos, vacunación contra el Carbunclo sintomático y vitaminas A. D. E., suplementandose con sal y minerales trazas a libre acceso, para cubrir los requerimientos nutricionales.

El hato estuvo compuesto por animales de las razas Hereford, Charolais y criollos (Charolais por Cebú, Hereford por Cebú). la carga animal total de 58 animales, fue de 9,989.92 kg de peso vivo, con un peso promedio de 172.24 kg/ animal.

#### **Procedimiento experimental.**

Durante el experimento se realizó un total de cuatro fechas de pastoreo, del 16 de noviembre de 1994 al 18 de abril de 1995; los tiempos de pastoreo fueron uno, dos, cuatro y ocho horas y el período de descanso entre pastoreo de 31 días. El rye grass estuvo establecido en ocho melgas de diferentes tamaños, haciendo un total de 6.5 ha. Para estimar la producción de MV y MS, se efectuaron cortes a cinco cm sobre el nivel del suelo, en un cuadrante de 1225 cm<sup>2</sup>, los muestreos se hicieron por parcela, antes de cada pastoreo.

#### **Análisis estadístico.**

Los datos de la producción de materia verde y seca, para los tiempos y fechas de pastoreo; tasa de crecimiento, densidad, cobertura, altura, fueron sometidos a un análisis de varianza,

de acuerdo a un Diseño de Bloques al Azar, con arreglo en parcelas divididas en cuatro repeticiones. Tomando como parcela mayor o factor (A) tiempos de pastoreo (4) y como parcela menor o factor (B) fechas de pastoreo (4), lo cual generó el arreglo 4x4 de 16 tratamientos y 64 unidades experimentales. Para interpretar los resultados de este experimento, se hizo uso del siguiente modelo lineal: de acuerdo a Snedecor y Cochran (1979) y Steel y Torrie (1988):

$$Y_{ijk} = u + M_i + B_j + E_{ij} + T_k + (MT)_{ik} + S_{ijk}$$

Con:  $i = 1, 2, 3, 4$  tiempos de pastoreo  
 $j = 1, 2, 3, 4$  bloques  
 $k = 1, 2, 3, 4$  fechas de pastoreo

Donde:

$Y_{ijk}$  = Variable aleatoria observable del  $i$ -ésimo tiempo de pastoreo en el  $j$ -ésimo bloque con la  $k$ -ésima fecha de pastoreo.

$u$  = Media general

$u_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tiempo de pastoreo

$B_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo bloque

$E_{ij}$  = Error experimental de la parcela grande

$T_k$  = Efecto de la  $k$ -ésima fecha de pastoreo

$(MT)_{ik}$  = Efecto de la interacción entre el  $i$ -ésimo tiempo de pastoreo y la  $k$ -ésima fecha de pastoreo

$S_{ijk}$  = Error experimental de la parcela chica

Para interpretar las variables determinadas en el experimento se sometieron a los análisis de varianza, por medio del paquete de diseños experimentales UANL (Olivares, 1994) y las medias de tratamiento se compararon mediante la prueba de Tukey y DMS con un nivel de significancia de 0.01 y 0.05 (Steel y Torrie, 1985); los polinomios ortogonales fueron calculados con niveles igual y desigualmente espaciados (fechas y tiempos de pastoreo).

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### Rendimiento del cultivo de rye grass.

Los datos obtenidos de las principales variables experimentales, que fueron estudiadas en el presente trabajo se encuentran concentradas en los Cuadros: 4.1 y 4.2; los cuales comprenden tiempos de pastoreo, fechas de corte o de pastoreo y están expresados en base a la materia verde (MV) y materia seca (MS) por unidad de superficie. Fueron analizados estadísticamente bajo un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, siendo el factor (A) tiempos y el factor (B) fechas de pastoreo.

El análisis estadístico para los dos factores en base al rendimiento de MV y MS del rye grass (L. multiflorum Lam) (Cuadros, A.1 y A.3), bajo condiciones de pastoreo con ganado bovino, no se presentaron diferencias significativas para tiempos de pastoreo, ni para la interacción (A) x (B), en el factor (B) se encontró diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) y la comparación de medias a través de la prueba de DMS indica que las tres primeras fechas tienen un comportamiento similar y superior a la cuarta fecha de pastoreo, con una media de 15.49 ton MV/ha (Cuadro A.2). Sin embargo, el análisis numérico

de las medias de acumulación de forraje, básicamente de la fitomasa aérea de la pradera, se registró mayores niveles de rendimiento en los tiempos de dos y una hora de pastoreo con 17.09 y 17.23 ton/ha de MV (Cuadro 4.1), 2.70 y 2.72 ton/ha de MS (Cuadro 4.2), evaluados antes de cada fecha de pastoreo respectivamente. En las Figuras 4.1 y 4.2 se pueden observar un comportamiento casi uniforme de las praderas en estudio, con respecto al rendimiento del forraje durante el ciclo productivo de la especie en los dos factores.

Con referencia a los resultados de forraje remanente o rechazado de MV y MS por los rumiantes en las praderas se detallan en los Cuadros 4.1 y 4.2. El análisis estadístico fue altamente significativo ( $P < 0.01$ ) para los diferentes factores. La interacción (A) x (B) no registra significancia alguna (Cuadros A.4 y A.7). Los efectos entre los diferentes fechas de pastoreo en relación al forraje remanente se deben en especial a las distintas densidades de carga animal aplicados en los lotes estudiados; particularmente en las de una hora, en el resto de las fechas se registra diferentes niveles de utilización de forraje. Las cantidades de la tasa de forraje acumulada producto del desperdicio de forraje tanto de MV y de MS, se indican en los Cuadros 4.1, 4.2.

La comparación de medias a través de la prueba de Tukey (Cuadro A.5 y A.8) para el factor (A) registra diferencias muy marcadas entre tiempos de una, dos, cuatro y ocho horas de pastoreo con respecto al forraje remanente, el menor por ciento

de desperdicio corresponde a una hora con 0.99 y 0.15 ton de MV y MS/ha, (Figuras 4.3 y 4.4) confirman la alta significancia de los mismos. Dentro el factor (B) la comparación de medias no presenta diferencias entre el cuarto y segundo que son iguales mientras el tercero es diferente del primero con una media de 1.31 y 1.49 ton de MV y 0.19 y 0.21 ton de MS/ha inferior a las otras fechas (Cuadros A.6 y A.9).

Efectuado los cálculos de forraje cosechado en pie por los animales, tanto en MV y MS presentan diferencias notorias para los dos factores (A) y (B). De esta manera la mayor eficiencia de consumo de forraje corresponde al tiempo de pastoreo de una hora, superando al de dos horas con una diferencia pequeña durante el ciclo productivo de la planta (Cuadros 4.1 y 4.2).

Las superficies de respuesta fueron determinadas para los factores que resultaron significativos y se procedió a determinar tendencias, tanto para el factor (B) igualmente y desigualmente espaciados (A), obteniéndose en el primer caso efecto: lineal y cúbico. Las respuestas del factor (B) y las ecuaciones estimadas se observan claramente en las Figuras 4.5, 4.6, 4.7 y 4.8.

La Figura 4.5 significa que existe una ligera tendencia lineal en el incremento de MV remanente, conforme transcurren las fechas de pastoreo. Con respecto a la Figura 4.6 muestra un efecto contrario, donde se tiene en la segunda fecha de

CUADRO 4.1 Acumulación de materia verde total del rye grass, durante el ciclo productivo bajo un pastoreo con ganado bovino

Pastoreo	Muestras	Fechas de pastoreo				Media ton/ha/corte
		1	2	3	4	
8 Horas	P T*	67.3671	61.9224	68.2852	60.1205	16.11
	C A**	65.5582	59.8019	66.1954	57.8124	15.58
	R F***	1.8089	2.1205	2.0898	2.3081	2.08
	CC % (1)	97.31	95.58	96.94	96.16	96.49
4 Horas	P T *	71.0106	66.6623	67.6990	58.7137	16.51
	C A **	69.6038	65.0930	66.0271	56.8383	16.10
	R F ***	1.4068	1.5693	1.6719	1.8754	1.63
	CC (%) (1)	98.02	97.65	97.53	96.81	97.50
2 Horas	P T*	69.8710	70.8025	67.6723	65.0816	17.09
	C A**	68.6762	69.4081	66.3524	63.5846	16.75
	R F***	1.1948	1.3944	1.3199	1.4970	1.35
	CC (%) (1)	98.29	98.03	98.05	97.70	98.01
1 Hora	P T*	67.2441	73.4865	70.8936	64.0233	17.23
	C A**	66.3928	72.3631	70.0076	63.1127	16.99
	R F***	0.8513	1.1234	0.8860	1.1203	0.99
	CC (%) (1)	98.73	98.47	98.75	98.25	98.55
Media F. Pastoreo		17.22	17.05	17.16	15.49	16.73
F. Remanente		1.32	1.55	1.49	1.70	1.51

\* = Producción total.  
 \*\* = Consumo animal.  
 \*\*\* = Remanente forraje.  
 CC(1) = Coeficiente de cosecha

CUADRO 4.2 Acumulación de materia seca total del rye grass, durante el ciclo productivo bajo un pastoreo con ganado bovino

Pastoreo	Muestras	Fechas de pastoreo				Media ton/ha/corte
		1	2	3	4	
8 Horas	P T*	10.203	10.266	10.511	10.668	2.60
	C A**	9.941	9.885	10.190	10.326	2.52
	R F***	0.262	0.381	0.321	0.342	0.32
	CC (%) (1)	97.43	96.26	96.95	96.80	96.86
4 Horas	P T *	10.434	10.465	10.797	10.434	2.63
	C A**	10.228	10.183	10.544	10.157	2.57
	R F***	0.206	0.282	0.253	0.277	0.25
	CC (%) (1)	98.03	97.31	97.65	97.34	97.58
2 Horas	P T*	10.534	10.868	11.172	10.625	2.70
	C A **	10.361	10.617	10.403	10.403	2.61
	R F***	0.173	0.251	0.203	0.222	0.21
	CC (%) (1)	98.36	97.69	98.19	97.92	98.04
1 Hora	P T*	10.442	11.240	11.008	10.754	2.72
	C A **	10.361	10.617	10.921	10.403	2.64
	R F***	0.123	0.202	0.136	0.166	0.15
	CC (%) (1)	98.82	98.21	98.76	98.46	98.56
Media F. Pastoreo	2.60	2.68	2.72	2.65	2.66	
R. Forraje	0.19	0.28	0.22	0.25	0.23	

\* = Producción total.

\*\* = Consumo animal.

\*\*\* = Forraje remanente.

CC(1) = Coeficiente de cosecha.

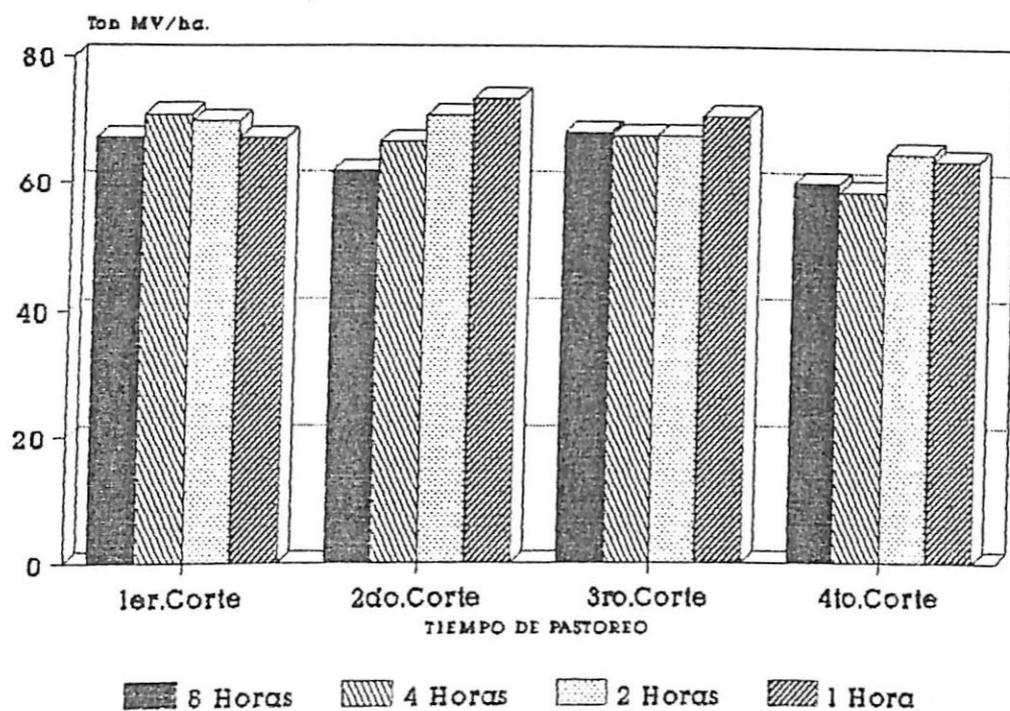


Figura 4.1 Acumulación total de materia verde del rye grass durante el ciclo productivo bajo condiciones de pastoreo

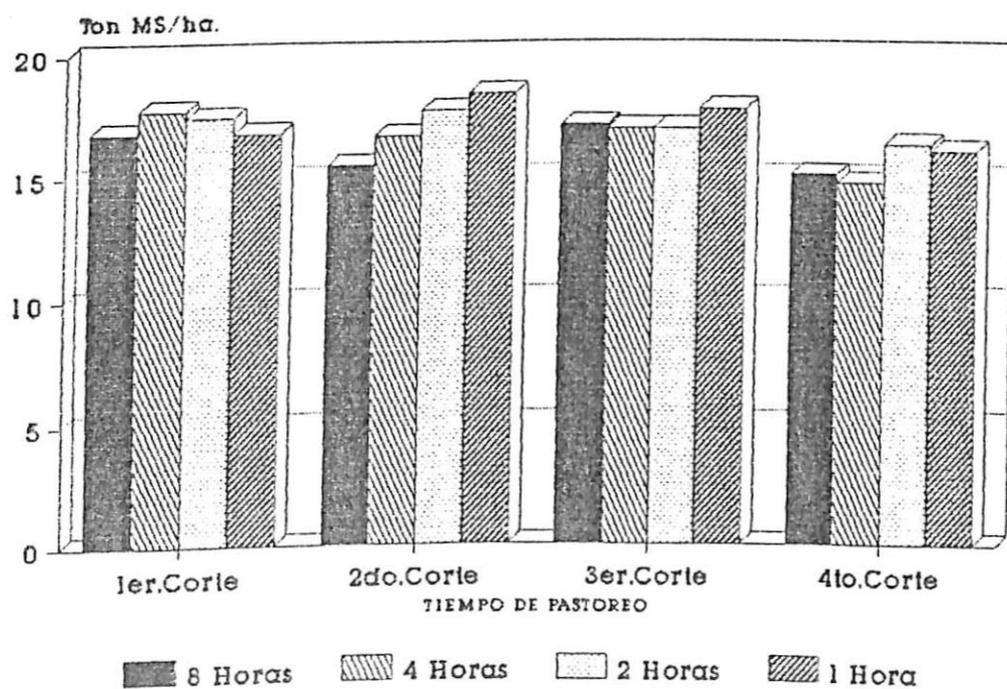


Figura 4.2 Acumulación total de materia seca del rye grass durante el ciclo productivo bajo condiciones de pastoreo

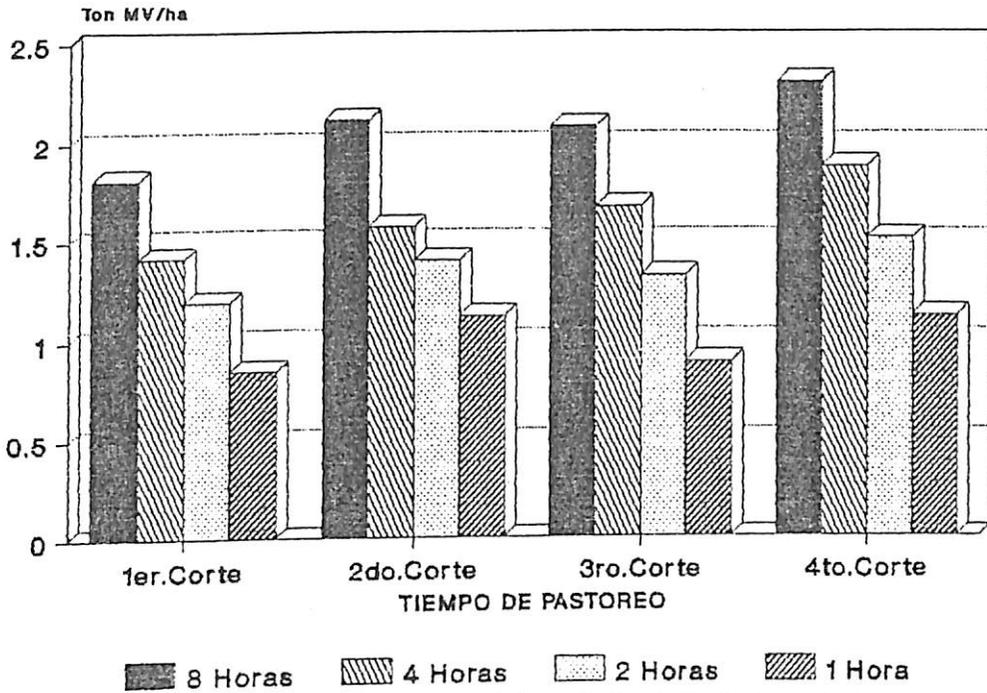


Figura 4.3 Acumulación total de materia verde de rye grass remanente bajo pastoreo directo con ganado bovino

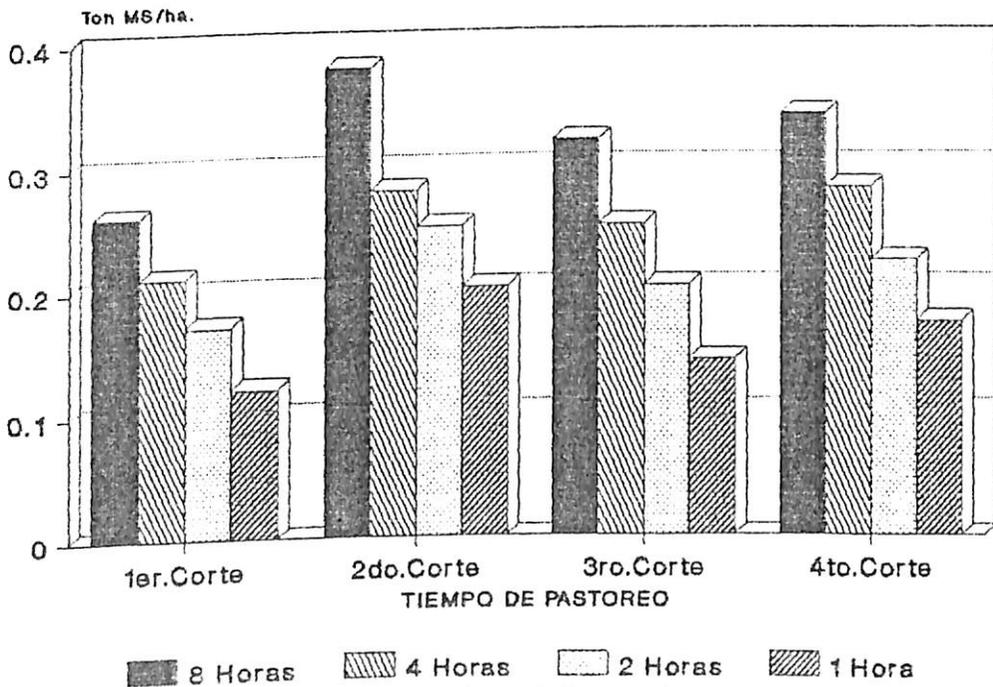


Figura 4.4 Acumulación total de materia seca del rye grass remanente bajo pastoreo directo con ganado bovino

pastoreo un nivel máximo de acumulación de MS a partir del cual las siguientes fechas registran decremento en la acumulación de la biomasa. Mientras la Figura 4.7 muestra, que hay una tendencia de incremento en altura de la planta al final del ciclo biológico, como consecuencia se presenta un aumento significativo en el rendimiento de MS a medida que transcurren las fechas. La Figura 4.8 señala una respuesta bien definida en la reducción paulatina de las plantas de rye grass por metro cuadrado, hasta llegar a sólo 161 plantas  $m^2$ .

El factor (A) que comprende tiempos de pastoreo y la finalidad de determinar la tendencia lineal que presenta con respecto a la acumulación de forraje remanente posee niveles desigualmente espaciados, misma que presenta un decremento lineal en la acumulación de MV y MS a partir del primer pastoreo hasta el final del ciclo biológico de la planta (Figuras 4.9 y 4.10).

#### **Análisis del valor nutritivo.**

La determinación de los resultados por medio del análisis próximo del contenido nutritivo del forraje verde del rye grass de: materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), ceniza (Cz) y extracto libre de nitrógeno (ELN), que se ilustra en el cuadro 4.3 en tres fases sucesivos de muestreos durante el ciclo de la planta. Observándose en la primera fase del pastoreo mayor concentración de los compuestos químicos en la planta; principalmente de proteína cruda con

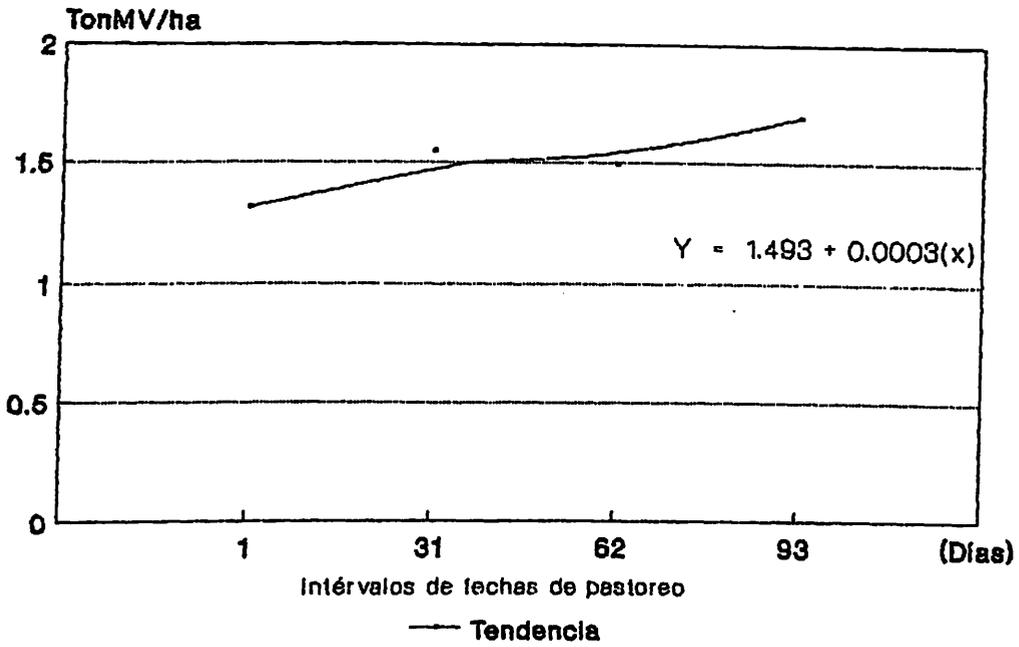


Figura 4.5 Tendencia de forraje verde remanente promedio durante el ciclo productivo del rye grass

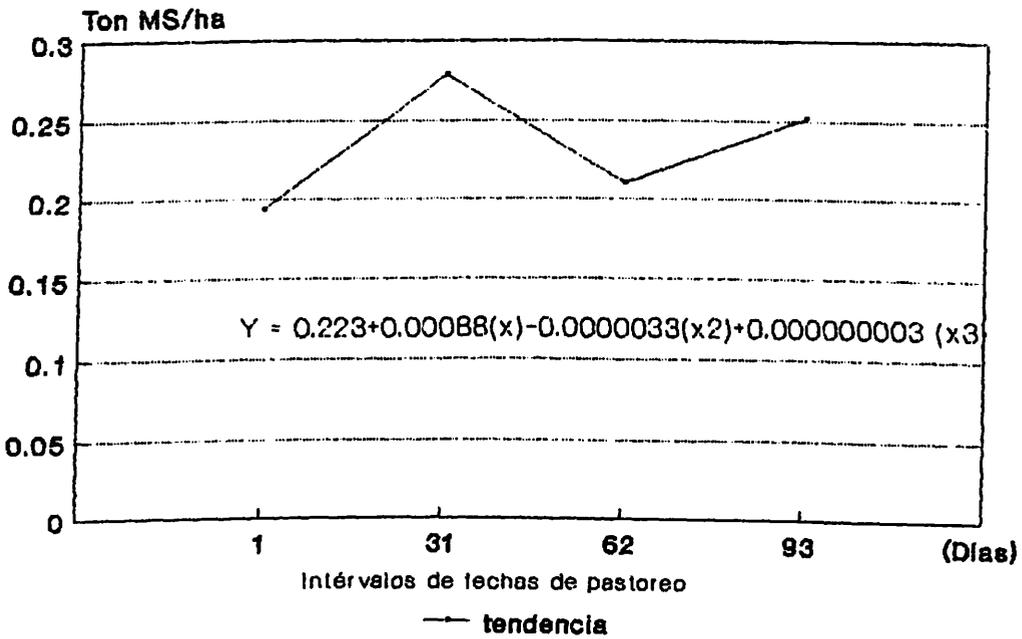


Figura 4.6 Tendencia de materia seca remanente promedio durante el ciclo productivo del rye grass

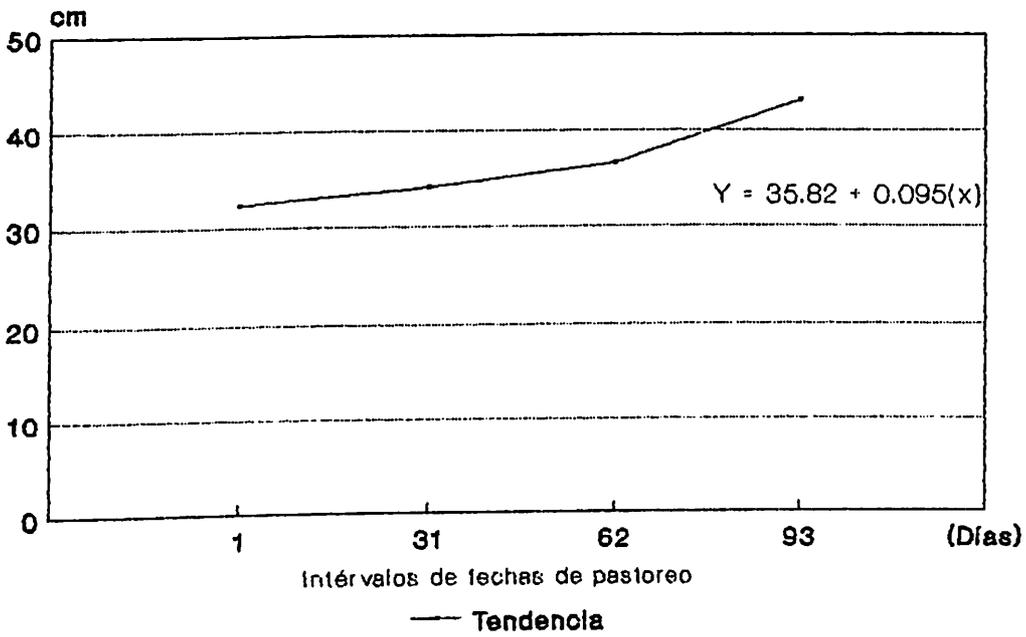


Figura 4.7 Comportamiento de altura de la planta promedio de rye grass antes del pastoreo

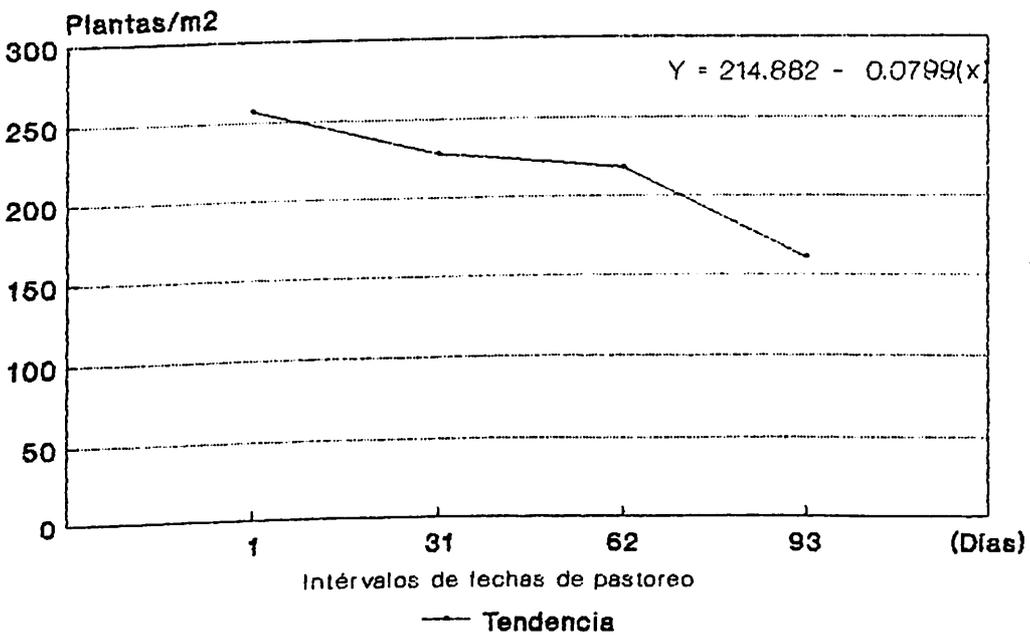


Figura 4.8 Densidad de plantas promedio de rye grass por metro cuadrado durante el ciclo productivo

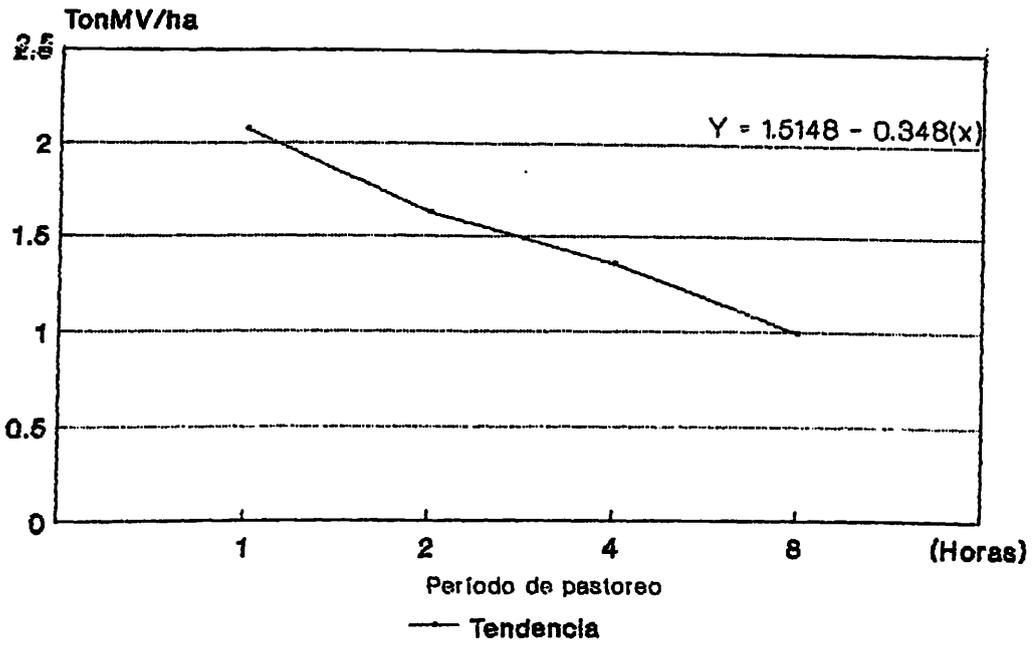


Figura 4.9 Acumulación de materia verde promedio de rye grass en relación al tiempo de pastoreo

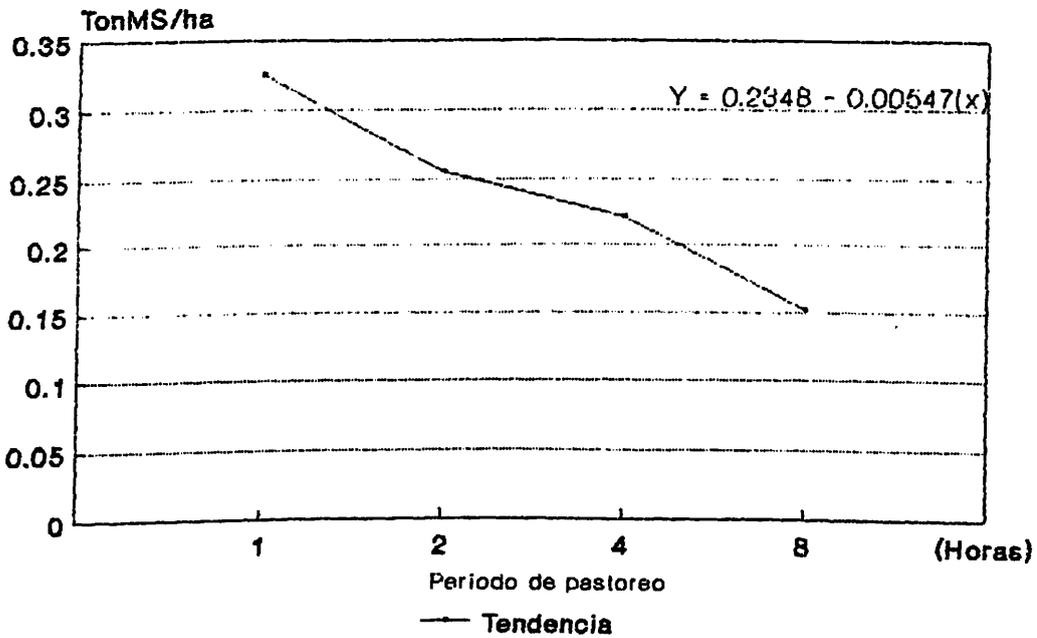


Figura 4.10 Acumulación de materia seca promedio de rye grass en relación al tiempo de pastoreo

un 20.51 por ciento y su decremento posterior, llegando en el último muestreo a 14.19 por ciento, que en términos porcentuales alcanzó un 30.81 por ciento; al contrario de ello, la FC registró en la última fase un incremento de 42.72 por ciento en relación a la primera muestra obtenida; resultados similares de decremento prevalecieron en MST, Cz y ELN.

**CUADRO 4.3 Valor nutritivo del rye grass durante el ciclo productivo a inicio (1), mediados (2) y final (3) del pastoreo**

Características	Análisis próximoal en tres fases		
	1	2	3
Materia seca Total (%)	96.41	94.35	90.25
Fibra cruda (%)	14.52	17.48	25.35
Proteína cruda (%)	20.51	19.90	14.19
Ceniza (%)	14.01	13.80	11.75
Extracto libre de nitrógeno (%)	47.21	45.60	42.02

#### Tasa de crecimiento del cultivo.

En el Cuadro 4.4 se muestran los datos de la tasa absoluta de crecimiento de rye grass que están dados en función del incremento de altura de la planta por día, lecturas que han sido tomadas después de la primera fecha de pastoreo. Los cálculos efectuados indican que no existen diferencias en las parcelas en el tiempo de pastoreo en relación al incremento en longitud de la planta; debido en parte a la estrecha variación

CUADRO 4.4 Incremento de altura (cm) por día de plantas de rye grass después del pastoreo

Fase*	Pastoreo	Incremento de altura					Media
		1	2	3	4	5	
1 ero.	8 Horas	0.68	1.01	0.94	0.88	0.32	0.77
	4 Horas	0.65	1.15	0.76	0.79	0.65	0.80
	2 Horas	0.82	0.89	1.10	1.10	0.32	0.84
	1 Hora	0.86	1.02	0.78	0.96	0.44	0.81
2 do.	8 Horas	0.47	0.65	0.71	1.28	0.85	0.79
	4 Horas	0.31	0.93	0.71	1.28	0.68	0.78
	2 Horas	0.45	0.78	0.56	1.64	0.44	0.77
	1 Horas	0.42	0.66	0.70	1.21	0.90	0.78
3 ro.	8 Horas	0.66	0.78	0.71	1.45	0.41	0.80
	4 Horas	0.61	0.80	0.86	1.04	0.82	0.83
	2 Horas	0.84	0.57	0.82	0.75	0.65	0.73
	1 Hora	1.01	0.55	0.66	0.98	0.85	0.81

\* = Después del pastoreo con ganado bovino.

existente en el aumento de altura dentro la comunidad de plantas en las diferentes fases del ciclo. De manera que el rango de variación del incremento de altura dentro la población de plantas por día es de 0.11 cm/día y los valores extremos de la tasa absoluta de crecimiento son 0.73 a 0.84 cm/día.

### **Parámetros de altura, cobertura y densidad.**

Referente a la altura de la planta, parámetro evaluado antes del pastoreo y efectuado el análisis de varianza (Cuadro A.10), no presentaron significancias el factor (A) ni la interacción (A) x (B); en tanto el factor (B) registra diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ). La comparación de medias para el segundo factor (B), señala que dentro las fechas de pastoreo (Cuadro A.11) el cuarto corte presenta efectos positivos sobre la altura de las plantas contra las fechas del primero, segundo y tercer corte o fechas de pastoreo; de manera que en el último corte las plantas alcanzaron una media máxima de 43.27 cm de altura (Cuadros 4.5 y A.11).

La cobertura del rye grass, también fue estudiada y los datos obtenidos han sido analizados estadísticamente (Cuadro A.12). De acuerdo al análisis el único factor que presentó efectos significativos fue el factor (B) ( $P < 0.01$ ). Realizado la comparación de medias, a través de la prueba de Tukey se determinó de que no existen diferencias entre las fechas de los tres primeros cortes, mientras la cuarta fecha alcanzó una

cobertura de 68.13 por ciento, con respecto a los otros tratamientos (Cuadro A.13).

Los datos para el parámetro densidad de plantas por metro cuadrado que se presenta en los Cuadros 4.4 y A.14 este último indica un efecto altamente significativo del factor (B) ( $P < 0.01$ ) y no existe efectos sobre el factor (A) ni para la interacción (A) x (B).

Al efectuar la comparación de medias a través de la prueba de Tukey (Cuadro A.15) para la densidad de plantas por metro cuadrado, se manifiesta que existen diferencias significativas y corresponde a la primera fecha de pastoreo con alta densidad en relación a la segunda y tercera fecha. Mientras que la última fecha presenta menor densidad de plantas por metro cuadrado (162 plantas/m<sup>2</sup>). La comparación de medias con respecto a la densidad de plantas establece una diferencia entre fechas, producto de la intensidad de pastoreo y de la carga animal; por tanto, a medida que pasan las fechas de pastoreo, los niveles del primer y último pastoreo, presentan valores extremos con 257.68 y 161.50 plantas/m<sup>2</sup>.

#### **Grado de compactación del suelo.**

De acuerdo al Cuadro 4.6 con respecto al grado de compactación del suelo se observa un comportamiento uniforme sin diferencias en los factores (A) y (B) sin embargo el

**CUADRO 4.5 Parámetros de densidad, cobertura, altura de plantas de una pradera de rye grass bajo un pastoreo con ganado bovino.**

Tiempo de pastoreo	Parámetros	Número de pastoreo				Media
		1	2	3	4	
8 horas	Densidad (m <sup>2</sup> )	263	229	216	164	218.8
	Cobertura (%)	91	93	90	85	89
	Altura (cm)	31.14	32.50	39.53	42.46	36.41
4 Horas	Densidad (m <sup>2</sup> )	263	234	213	156	216
	Cobertura (%)	93	93	90	85	89
	Altura (cm)	32.47	34.75	36.13	43.82	36.79
2 Horas	Densidad (m <sup>2</sup> )	246	222	215	165	212
	Cobertura (%)	94	93	88	86	90
	Altura (cm)	32.94	33.70	37.15	43.29	36.77
1 Hora	Densidad (m <sup>2</sup> )	259	231	227	155	218
	Cobertura (%)	93	94	89	87	91
	Altura (cm)	32.56	35.03	36.63	43.53	36.94
Media	Densidad	258	228	218	162	216
	Cobertura	93	93	89	88	90
	Altura	32.27	33.99	36.55	43.27	36.52

coeficiente de correlación presenta una relación directa entre el número de golpes y la humedad del suelo.

De manera general se encontró que conforme pasan las fechas de pastoreo, aumenta la aplicación de la fuerza sobre el suelo hasta llegar a diez cm de profundidad, con una humedad promedio de 20.20 por ciento durante el ciclo productivo del cultivo; por consiguiente la resistencia al deslizamiento del suelo sobre la herramienta se incrementó en los pastoreos sucesivos. La ecuación de regresión estimada y calibrada en el Departamento de suelos de la UAAAN, están dadas en base a los parámetros dinámicos de la ecuación de Coulomb:

$$Y = 7.2306215 + 0.827669219(X)$$

$$Y = \text{kg/cm}^2 \quad r^2 = 0.90 \quad CV = 8.32 \%$$

(X) = Número de impactos para el  
deslizamiento del aparato.

La expresión anterior indica que por cada unidad de incremento en la fuerza normal ejercida sobre el suelo de la pradera, la resistencia máxima de deslizamiento del suelo sobre el penetrómetro aumenta en 0.827669219 kg/cm<sup>2</sup>. En el caso del experimento, la máxima resistencia promedio a la penetración del implemento se registró en los tratamientos de ocho y cuatro

horas de pastoreo con 9.26 y 9.24 kg/cm<sup>2</sup> con un contenido de humedad de 20.42 por ciento (Cuadro 4.6 y Figura 4.11).

Con respecto a la densidad aparente (Da) del mismo suelo, bajo un pastoreo intensivo. Los cálculos estimados no presentan diferencias para los factores en estudio. Las medias de la Da al comienzo del pastoreo resulto con 1.47 g/cm<sup>3</sup>, a medida que transcurrieron los períodos de pastoreo se incrementan los valores de la Da, especialmente en las cuatro horas de pastoreo, que sufrió un incremento entre fases de pastoreo en un 2.47 por ciento. Los valores más altos y más bajos de Da se presentaron en las parcelas de cuatro y ocho horas con 1.58 y 1.48 g/cm<sup>3</sup>. El grado de compactación del suelo en los diferentes períodos en base a la fuerza normal aplicada y a la determinación de la Da se observan en el Cuadro 4.6 y Figura 4.12.

CUADRO 4.6 Valores promedios del impacto de penetrómetro y humedad de una pradera de rye grass bajo pastoreo

Pastoreo	Suelo pradera	Toma de muestras inicio	Mediado	final	Promedio
8 Horas	Humedad (%)	19.19	20.70	20.85	20.25
	No. Golpes*	1.15	1.95	3.90	2.33
	Da (g/cm <sup>3</sup> )**	1.45	1.4	1.50	1.48
	F (kg/cm <sup>2</sup> ***)	8.48	8.85	10.46	9.26
4 Horas	Humedad (%)	20.40	20.60	20.80	20.60
	No Golpes	1.40	1.95	3.95	2.43
	Da (g/cm <sup>3</sup> )**	1.54	1.58	1.62	1.58
	F (kg/cm <sup>2</sup> ***)	8.39	8.85	10.49	9.24
2 Horas	Humedad (%)	20.76	20.75	19.48	20.33
	No Golpes	1.45	1.90	3.88	2.41
	Da (g/cm <sup>3</sup> )* *	1.44	1.49	1.55	1.49
	F (kg/cm <sup>2</sup> ***)	8.43	8.80	10.54	9.22
1 Hora	Humedad (%)	20.10	19.40	19.15	19.55
	No Golpes	1.25	2.00	4.00	2.41
	Da (g/cm <sup>3</sup> )**	1.46	1.47	1.54	1.49
	F (kg/cm <sup>2</sup> ***)	8.27	8.87	10.54	9.22

\* = Penetrómetro

\*\* = Densidad aparente

\*\*\* = Fuerza normal

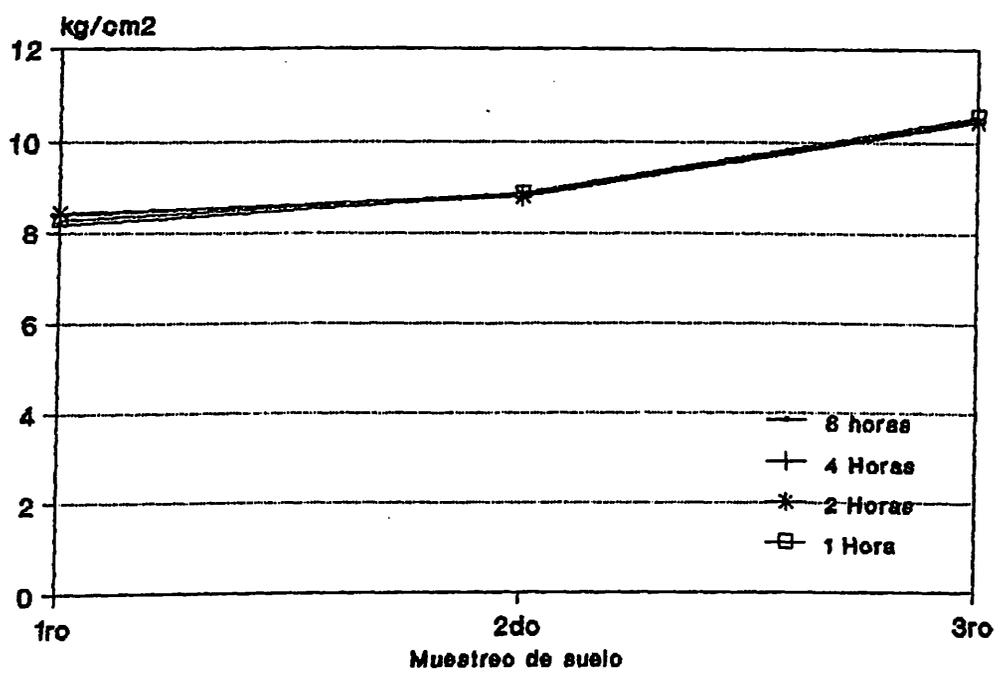


Figura 4.11 Compactación del suelo de la pradera de rye grass en condiciones de pastoreo

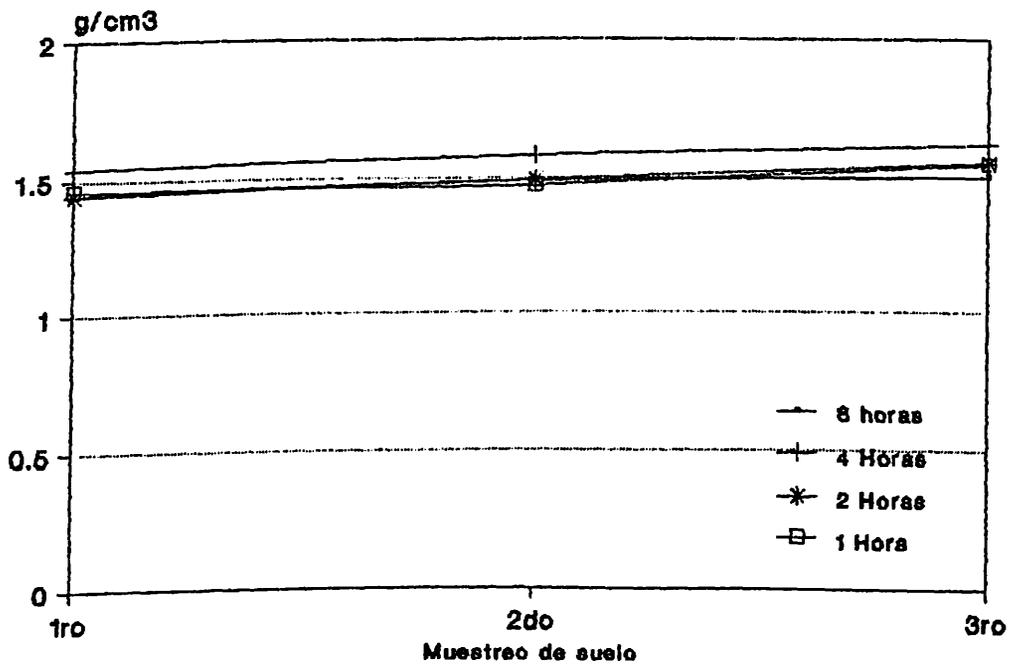


Figura 4.12 Densidad aparente del suelo de una pradera de rye grass en condiciones de pastoreo

### Incremento de peso del ganado bovino.

Los resultados que se presentan en el cuadro 4.7 indican el comportamiento animal bajo condiciones de pastoreo rotacional de corta duración, en praderas establecidas con rye grass, durante la estación de invierno.

**CUADRO 4.7 Ganancia de peso del ganado bovino bajo pastoreo sobre praderas de rye grass durante el invierno**

Características	Valores
Días de pastoreo	124.00
Nº Total de animales	58.00
Carga global inicio kg/ha.	1537.00
Carga global final kg/ha.	2234.16
Producción de carne kg/ha.	697.16
Peso promedio animal inicio (kg)	172.24
Peso promedio final animal (kg)	250.38
Producción kg de carne/ animal	78.14
Ganancia de peso diario/animal/kg	0.630

La duración del pastoreo durante el período productivo de la pradera de rye grass anual (*L. multiflorum* Lam) fue un total de 124 días; la cual fue pastoreado con ganado de raza Charolais, Hereford y Criolla, con un peso promedio inicial de 172.24. Los datos obtenidos (Cuadro 4.7) indican una carga global al inicio del estudio de 1537 kg/ha, al final de 2234.16

kg/ha y con un peso promedio de 250.38 kg por ganado; en unidades animal significa 3.38 UA/ha. La producción de carne total asciende a 697.16 kg/ha; la ganancia de peso promedio fue de 0.630 kg/ animal/día respectivamente.

## CAPITULO V

### D I S C U S I O N

#### **Rendimiento del rye grass bajo condiciones de pastoreo**

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadros A.1 y A.2) para la MV y MS del rye grass anual, producto del efecto del tiempo de pastoreo y del número de cortes, durante el ciclo productivo no presentaron diferencias significativas para el rendimiento en el factor (A) ni en la interacción de (A) x (B). Lo cual puede atribuirse en especial al sistema de pastoreo de corta duración aplicado dentro el estudio: uno, dos, cuatro y ocho horas; a su vez cada tratamiento comprendió una jornada de pastoreo.

Este sistema de pastoreo tiene como principio el manejo apropiado del ganado a altas intensidades en función de la carga animal, tiempo de pastoreo y productividad de la pradera sin afectar la planta. Al respecto Duthil (1989) y Voisin (1964) señalaron que los períodos cortos de pastoreo pueden variar de uno a siete días, con lo cual se logran mayores beneficios, a través de una distribución uniforme de los animales sobre las praderas o en las franjas asignadas; reduciendo de esta manera al mínimo la selectividad de las plantas y menor impacto de la pradera. Provee al mismo tiempo una utilización casi total de las partes aéreas de la planta.

A su vez Savory (1988) señala que el pastoreo de corta duración favorece o provoca el rompimiento de la costra superficial del suelo e incorpora materia orgánica, creando condiciones favorables para el cultivo de buena calidad y por consiguiente mayor producción por superficie.

Los efectos no significativos entre los tiempos (Cuadro A.1) del factor (A), sobre la productividad de la biomasa aérea del forraje, se deben posiblemente al manejo adecuado de los recursos: suelo-planta-animal. En el caso de la planta, se utilizó variedad de buena calidad, con características sobresalientes y una aplicación correcta de densidad de siembra y nivel de fertilización acorde a las exigencias del cultivo en condiciones favorables de humedad.

El manejo apropiado de la pradera en función de una sola carga animal (3.3 UA/ha), durante el ciclo de la planta, pudo ser otro de los factores que influyeron probablemente en los efectos no significativos en el rendimiento de MV y MS del forraje. En contraste Stockdale y King (1980) estudiaron la producción de forraje sometido a cargas animales de 4.4 a 8.6 UA/ha y hallaron que a medida que se aumenta la carga animal afecta la producción de forraje, agregando que el principal factor que reduce la biomasa es el grado de defoliación.

El efecto no significativo también puede estar relacionado directamente a las condiciones ambientales de la zona, como son temperaturas extremas en la época invernal o la reducción de horas luz-día. En relación a los factores

ambientales Hides (1979), Hodgson (1990) y Nichols et al (1993) mencionan que a pesar de que la especie L. multiflorum L. exhibe una capacidad considerable de adaptación a diversas condiciones climáticas por sus niveles altos de tolerancia al frío pueden ser afectados en su rendimiento. En tal sentido los parámetros de producción de MV y MS obtenida en este trabajo se encuentran dentro los límites de productividad de la especie, que han sido reportadas en otras áreas agrícolas.

#### **Efecto de corte o pastoreo.**

La producción media acumulada de MV y MS de forraje que corresponde a las fechas de pastoreo primera y tercera con 17.22 y 17.16 ton MV/ha; 2.60 y 2.72 ton MS/ha (Cuadro, 4.1 y 4.2). Estadísticamente el factor (B) presenta una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) (Cuadro A.1). La comparación de medias a través de la prueba DMS, clasifica que el comportamiento, de la primera, segunda y la tercera fecha son similares y diferentes al cuarto pastoreo (Cuadro A.2). Lo cual significa, la producción máxima se presentó al inicio del primer pastoreo con 17.22 ton de MV/ ha y 2.60 ton de MS/ha (Cuadro 4.1 - 4.2 y figuras 4.1 - 4.2).

Los rendimientos obtenidos en el experimento son relativamente inferiores a los resultados presentados por Hume (1990) quien después de dos años de estudio con rye grass, obtuvo 11.10 y 13.00 ton de MS/ha. En tanto Bertelsen et al, (1993) y Tothill (1978) mencionan que los rendimientos pueden variar grandemente dependiendo sobre todo del clima, suelo,

topografía, disponibilidad de agua y tipo de forraje dispuesto en la alimentación del ganado. Para Briske (1991) el pastoreo altera las interacciones competitivas entre las plantas por la remoción variada del follaje en las fechas sucesivas de pastoreo. En otras situaciones, la intensidad de pastoreo es descontrolada e induce necesariamente un decremento en la productividad de la biomasa del forraje.

En consecuencia, la reducción de la producción de la biomasa de rye grass está directamente relacionada a los factores biológicos, climáticos, fertilidad del suelo y al sistema de manejo del ganado sobre la pradera (Intensidad y frecuencia de pastoreo), como se registró en el último pastoreo y la media fue de 15.495 ton MV/ha (Cuadro A.2).

#### **Efectos en el forraje remanente.**

Al hacer el análisis de varianza cuadros A.4 y A.7 para la variable de respuesta de forraje remanente MV, MS. Se encontraron alta significancia ( $p < 0.01$ ) para los factores (A) y (B), pero no se encontraron diferencias significativas en la interacción A x B.

La menor cantidad de forraje remanente en la pradera para el factor (A) puede atribuirse a la asignación controlada de forraje al animal y en consecuencia al rebaño en función del tiempo de pastoreo, en tal sentido el aprovechamiento de forraje fue casi total y el remanente fue mínimo para el tiempo de una hora (Cuadros 4.1 y 4.2; Figura 4.1 y 4.2). La

eficiencia en los resultados obtenidos puede fundamentarse en parte al manejo adecuado del ganado, a la calidad nutritiva y palatabilidad de la especie vegetal, con una carga animal constante desde inicio hasta el final del período productivo de la planta y a las condiciones climáticas. Al respecto Hodgson (1990) y Savory (1988) afirman que el manejo de una pradera requiere de una buena planeación, durante la estación de crecimiento, la cual influye en el balance entre la producción y demanda del forraje; de manera, que puede constituir una forma de control más racional de los recursos planta-animal y tiende a mantener una eficiencia alta, en el sistema de producción.

En cuanto a la eficiencia de aprovechamiento por el ganado con respecto al tiempo de pastoreo Bertelsen et al, (1993) manifestaron que un sistema de pastoreo rotacional puede soportar alta carga animal con un pequeño decremento en la ganancia animal por hectárea, paralelamente favorece a la especie, con incrementos en la producción de la biomasa de la planta por hectárea. Por consiguiente la eficiencia de utilización por el ganado resulta muy alta, el valor máximo corresponde al de una hora con más del 98.00 por ciento. lo cual concuerda con las afirmaciones de Pardo y García (1991), Duthil (1989), Savory (1979) y Kothmann (1974).

La comparación de medias por medio de la prueba de Tukey para las cuatro fechas de pastoreo MV y MS (Cuadros A.6 y A.9), alcanzada en el ciclo productivo de la planta,

presentan diferencias entre pastoreos, registrándose mayores cantidades de forraje remanente en la última fecha de pastoreo con una media de 1.70 contra el primer pastoreo de 1.315 ton de MV/ha y 0.279 y 0.191 ton de MS/ha.

La presencia de mayor remanencia, en el cuarto corte de la pradera se debe particularmente al material vegetal lignificado y senescente, de baja calidad nutritiva; producto del inicio de senectud de la planta, mientras las plantas maduras son pisoteadas y los desperdicios se incrementan en las fechas sucesivas de pastoreo.

Heady (1964) menciona que algunos de los factores que influyen en la frecuencia del consumo animal son: la gustosidad de la especie y la accesibilidad de la planta y el clima de la zona. En tal sentido, el consumo de las plantas es diferente en un pastoreo rotacional que en un continuo; en un rotacional existe más habilidad de control sobre el animal y en el continuo el comportamiento es muy diferente.

Según Parsons et al, (1988) señalaron que la defoliación constante a través del pastoreo rotacional es un medio para cosechar el cultivo de rye grass, la cual siempre presenta una variación dentro la combinación de la severidad de defoliación y el tiempo de duración del rebrote y alcanzar el máximo potencial de rendimiento sobre el período de tiempo dado.

## Interacción tiempo por fechas de pastoreo

El análisis estadístico para la interacción de los factores (A) x (B) indica que no existen diferencias significativas en la MV y MS (Cuadro A.1 y A.2). La cual señala, que no existe ninguna relación entre los diferentes tiempos y fechas de pastoreo en relación a la remanencia del forraje sobre la pradera. en tal circunstancia la producción forrajera dentro las fechas de pastoreo fue independiente de los tiempos de pastoreo.

## Calidad nutritiva del rye grass.

El análisis proximal del rye grass (Lolium multiflorum Lam) en tres fases sucesivas de muestreos en la estación de pastoreo. Demuestra que el mayor porcentaje de PC corresponde al inicio del primer pastoreo con 20.51 por ciento, luego declinando hasta llegar en la ultima fecha a 14.19 por ciento. Igual proceso siguieron las otros compuestos tales como: ELN y Cz; mientras la FC tuvo un proceso contrario, con un incremento gradual desde 14.52 por ciento hasta alcanzar un 25.35 por ciento (Cuadro 4.3).

Minson (1990) en estudios conducidos para caracterizar el valor nutricional de varias especies forrajeras, incluyendo al rye grass anual, encontró pequeñas diferencias en el contenido de materia seca total, por estación de crecimiento dando una rendimiento de 10.1 ton de MS/ha y de proteína

cruda 208 g/kg y los carbohidratos alcanzaron a 740 g/kg. Haciendo comparaciones con los datos obtenidos en el estudio, se puede concluir que se encuentran dentro los valores establecidos, además indica que la especie de rye grass tiene alto valor nutricional, lo cual coincide con los reportes de Cullison y Robert (1987).

La variación en la composición química de la planta, en las diferentes fases de desarrollo, presentan mayor contenido de agua, PC y ELN en una edad temprana. Conforme se suceden las frecuencias de pastoreo, hay una tendencia de decremento gradual de los principios nutritivos y la concentración de fibra cruda tiende a incrementarse por la lignificación de los tejidos, ocasionados principalmente por los desequilibrios fisiológicos, que son causados por las variaciones climáticas e intensidad de pastoreo u otros factores involucrados.

En relación a la edad de la planta, Minson (1990) indica que la edad de la planta tiene un influencia directa en la concentración de PC y de otros compuestos. Cuando se incrementa el período de crecimiento de Lolium multiflorum de dos a diez semanas, la concentración de PC decrece de 188.00 a 69.00 g/kg. También menciona que la fertilidad del suelo y la variación del clima son otros factores que pueden afectar en la concentración y composición de los elementos nutritivos de la planta. Similares resultados fueron reportados en México por Flores (1983) y Jiménez (1989).

En referencia a la cantidad de materia inorgánica de la especie, se encontró pequeñas variaciones, siendo el valor de Cz en el primer pastoreo de 14.01 por ciento y al final del ciclo declinó hasta llegar a 11.75 por ciento (Cuadro 4.3). La reducción en el contenido de Cz en la fase vegetativa, es corroborado por Smith (1980) que reporta que los rendimientos por hectárea de ceniza fueron aumentando cerca de la madurez, disminuyendo al final del ciclo.

#### **Tasa de crecimiento después del pastoreo**

La tasa absoluta de crecimiento (Cuadro 4.4), a través del incremento de altura obtenida después del primer pastoreo, al someter al análisis no presentó diferencias para ninguno de los tratamientos. Se obtuvieron diferencias numéricas pequeñas con respecto a las fechas de pastoreo. Al respecto King et al, (1978) mencionaron que el índice de crecimiento de una pradera después de una defoliación depende de las condiciones de manejo y de factores como ser bióticos y abióticos; los cuales se dividen, en los que afectan directamente la fotosíntesis, como la disponibilidad de sustancias aprovechables para la producción de nuevas hojas y las que afectan la habilidad para regenerar nuevos tejidos fotosintéticos; dado que a mayor área foliar, se incrementa la tasa fotosintética y por ende el crecimiento.

En ese sentido las plantas defoliadas por el ganado presentaron al inicio del rebrote, un crecimiento retardado

en todas las parcelas (Cuadro 4.5) debido en parte a la falta del tejido fotosintético disponible y al tiempo de movilización de los nutrientes; también por las temperaturas extremas. Registrándose posteriormente un incremento en altura y en cantidad de material vegetal, para después declinar en su crecimiento hasta el siguiente pastoreo. Cuando el ganado termina de pastorear, nuevamente empieza el rebrote durante el período de descanso y se presenta una relación mayor de tejido meristemático que el tejido total. La cual es corroborado por estudio de Chapman y Peat (1992) en la que señalaron que las gramíneas tienen la mayor parte de sus meristemas en la parte basal de los tallos.

González et al, (1989) señalaron que las plantas de rye grass están adaptadas al pastoreo, y su desarrollo vegetativo a partir de las zonas meristemáticas que no han sido removidas por la defoliación, pueden regenerar nuevos tejidos foliares. A su vez Norris (1982) semanalmente midieron la longitud de la hoja y altura de vástago de L. multiflorum, concluyendo que las tasas de extensión fueron en las hojas de 17.1 mm/día y de los tallos 19.7 mm/día.

Para el caso del estudio, la tasa de crecimiento del cultivo es relativamente inferior (Cuadro 4.4) a los datos obtenidos por Norris con pequeñas variaciones, que pueden deberse a las condiciones biológicas planta-animal, o al medio ambiente. Al respecto Brummer et al, (1988) efectuaron comparaciones de dos diferentes cargas animales, sobre la tasa

de acumulación de forraje, sin registrar diferencias significativas, con una tasa de crecimiento promedio de 34 kg/ha/día. En otro estudio realizado por Korte y Watkin (1984) al evaluar la tasa de crecimiento de L. multiflorum, observaron que una carga animal alta fue superior a la tasa de crecimiento obtenida con una carga animal baja.

#### **Altura de la planta al pastoreo.**

El análisis de varianza (Cuadro A.10) para la altura de la planta en el momento del pastoreo, indica únicamente que existen diferencias significativas para fechas (B). Efectuando la comparación de medias (Cuadro A.11), para el factor significativo, demuestra que el cuarto pastoreo es distinto a los demás tratamientos con 43.27 cm. La mayor altura alcanzada en condiciones locales, puede atribuirse al tiempo corto de permanencia del animal sobre la parcela asignada al hato y menor impacto de los tejidos de rebrote. Flores (1983) menciona que en algunas zonas con condiciones favorables de clima, las plantas de rye grass pueden alcanzar hasta 0.90 m de altura y los rendimientos de materia seca se incrementan en forma proporcional.

Con respecto al efecto de la altura de las plantas sobre la lámina foliar, en los rastrojos después del primer y segundo pastoreo, se observó mayor altura de corte por los animales. En las partes basales de la planta, las hojas se tornaron etioladas y la lignificación se incrementó, lo cual redujo el incremento

de altura, por falta de material fotosintético para el crecimiento de la planta.

Desde el punto de vista de la lámina foliar, King et al, (1979) indicaron que el efecto de corte de las plantas de rye grass a cuatro cm de altura puede reducir el ángulo de la hoja e incrementar la proporción de la hoja, para contribuir a la mayor intercepción de la luz; en consecuencia, los cortes están asociados a las altas tasas de fotosíntesis y que las plantas alcancen la mayor altura posible.

#### **Porcentaje de cobertura foliar de rye grass**

La cobertura de las plantas ha sido considerada como un parámetro de referencia, dado que constituye un indicador para determinar en el momento previo del pastoreo, sin esta información puede llevarse a equivocaciones y a un daño parcial de los vástagos.

Los resultados del análisis de varianza del factor (B) en la cobertura de las plantas (Cuadro A.12), fue afectado en forma significativa por el grado de defoliación producto de la frecuencia e intensidad de pastoreo. La comparación de medias señala (Cuadro A.13) que el: primero, segundo y tercer pastoreo, no presentan diferencias en el por ciento de la cobertura foliar, mientras el último presentó menor cobertura con 68.13 por ciento. Los resultados de la cobertura están altamente relacionadas con la densidad de plantas, ya que el

efecto del factor (B) en la cobertura de las plantas, es muy similar al efecto de ese factor en la densidad.

El efecto de fechas de pastoreo sobre la cobertura, se traduce en la medida que transcurrieron los pastoreos, donde la reducción de la cubierta foliar, fue significativo. El comportamiento de la planta señala claramente la relación estrecha existente entre la frecuencia de pastoreo y la cobertura. Además considerando que la cobertura se evaluó previo al pastoreo, el factor que más afectó durante la fase vegetativa fue el ganado, conduciendo a la reducción del vigor de las plantas con arquetipos débiles en la última fecha de pastoreo, disminuyendo la cobertura foliar.

#### **Efecto del factor B en la densidad de plantas**

El análisis de varianza para la densidad de plantas (Cuadro A.14) dentro las fechas de pastoreo presenta un efecto altamente significativo. Considerando que la evaluación fue realizada antes del pastoreo, dentro los tratamientos bajo estudio; resultando que las diferencias en las densidades no fueron provocadas por el factor (A) con carga animal igual sobre la pradera. Sin embargo en las fechas hubo suficiente tiempo para que la densidad de plantas sufra modificaciones por la intensidad de pastoreo y por el grado de defoliación.

Al realizar la comparación de medias (Cuadro A.15), mediante la prueba de Tukey se observa que la densidad de

plantas para el primer pastoreo fue significativamente diferente a la segunda, tercera y cuarta fecha.

Otro efecto negativo del factor (B) sobre reducción en la densidad, en relación al último pastoreo se puede atribuir en parte, a que el rastrojo quedó con un tejido fotosintético insuficiente para la regeneración rápida, como consecuencia muchas de las plantas desaparecidas se deben al estrés: fisiológico, hídrico y térmico, afectando directamente a la densidad de plantas, misma que declinó en forma significativa. El decremento de la densidad, entre la primera y la última fecha de pastoreo fueron de 258 a 162 plantas/m<sup>2</sup>.

Considerando la densidad de planta por metro cuadrado durante el ciclo productivo, su tolerancia al pastoreo intensivo durante las primeras cosechas, ha sido por demás significativo, Hume (1990) en estudios realizados sobre praderas con Bromus willdenowii Kunth y Lolium multiflorum Lam, para el cálculo de la producción, calidad y población de plantas bajo condiciones de invierno suave, concluyó que el número de plantas/m<sup>2</sup> conforme pasa el tiempo en ambas especies, las poblaciones fueron reduciéndose de 350 (Bromus) y 510 (Lolium) a 110 y 160 plantas/m<sup>2</sup> respectivamente.

#### Grado de compactación del suelo.

Referente a la compactación del suelo, se ha observado en base a las variables de respuesta: número de golpes y

contenido de humedad del suelo, para los factores (A) y (B) de que no existen diferencias.

De manera que la aplicación de una fuerza a través del impacto de la herramienta en las tres fases de muestreos de suelo, inicio, mediados y finales del ciclo del cultivo, lo cual se obtuvo con un contenido de humedad de 20.18 por ciento (Cuadro 4.6). Head (1982) indica que es importante determinar la humedad, dado que influye en las propiedades físicas y dinámicas del suelo; entre las cuales se tiene densidad aparente ( $D_a$ ), volumen de aire, compactibilidad, resistencia y consistencia. También menciona que un suelo en condiciones naturales conforme disminuye la humedad aumenta la resistencia a la penetración del instrumento. En tal sentido, a partir del primer muestreo del suelo, se tomaron con una humedad de 19.55 y 20.60 por ciento, con objeto de regular el impacto animal y preservar la condición suelo-planta y al mismo tiempo los datos sean más precisos. Baver (1986) señaló que la humedad de un suelo agrícola puede contener un 22.40 por ciento con una variación de cinco por ciento.

En la cuantificación de la fuerza normal aplicada al suelo, se observó mayores incrementos totales en el número de impactos hasta del 70.5 por ciento entre la primera y la tercera fecha, para ocho horas pastoreo y entre fechas de muestreo se tiene un 46.0 por ciento. En tal sentido, el cálculo de la resistencia al deslizamiento del suelo sobre el metal,

estuvo dado bajo los parámetros dinámicos de la ecuación de Coulomb, y explica que al aumento en  $0.8276692194 (X)$ , cuando  $X = 0$ , las fuerzas de fricción en la interfase suelo-penetrómetro toman el valor de  $7.23062154 \text{ Kg/cm}^2$ . Para el caso del experimento, las fuerzas normales aplicadas en las de ocho horas de pastoreo se incrementaron de  $8.48$  a  $8.85$  y  $10.46 \text{ kg/cm}^2$  y los promedios totales para los cuatro tiempos fueron de  $9.26$ ,  $9.20$ ,  $9.22$  y  $9.22 \text{ Kg/cm}^2$  (Cuadro 4.6). Todos los valores presentados están relacionadas a la humedad de  $20.20$  por ciento y los resultados reflejan valores por debajo a lo señalado por Gill y Vander Bar (1967) que obtuvieron fuerzas de  $17.99 \text{ Kg/cm}^2$ .

El incremento de las fuerzas normales durante las fases sucesivas de muestreos alcanzaron hasta un  $8.30$  por ciento, en relación al primer valor e indica que el suelo soportó el impacto animal. En consecuencia a medida que es mayor la fuerza aplicada sobre la superficie de deslizamiento aumenta el valor de la resistencia máxima al deslizamiento del suelo sobre el metal; similares resultados a lo indicado han sido reportados por Benjamin y Cruce (1987) y se debe a que la fuerza ejercida sobre el suelo incrementa la fricción en la interfase suelo-penetrómetro, teniendo como resultado un aumento en la resistencia.

Los valores extremos de la fuerza normal, para los cuatro niveles de tiempo y fechas de pastoreo, a pesar de no presentar efectos significativos en la compactación de la

pradera, los valores dan a entender incrementos substanciales en el número de golpes y en la aplicación de la fuerza normal, de manera que este efecto probablemente se deba al manejo uniforme de una carga animal sobre la pradera.

Cassel y Nelson (1985) afirmaron que, el valor de la resistencia a la penetración en algún tipo de suelo, están correlacionados con algunas propiedades físicas como  $D_a$ , porosidad, contenido de humedad y crecimiento de las raíces. En lo que concierne a la  $D_a$ , en el Cuadro 4.6 se muestran incrementos hasta del 3.0 por ciento entre muestreos sucesivos, estos resultados indican de que se trata de un suelo medianamente compactado y se concluye de que no hay efectos significativos a un pastoreo intensivo, durante el ciclo. Incrementos similares en  $D_a$  fueron obtenidos por Benjamin y Cruce (1987) en suelos agrícolas al probar el efecto de diferentes sistemas de labranza sobre la densidad aparente de un suelo franco-arcilloso en un período de tres años, el primer año fue mayor donde se utilizó arado vertedero ( $1.36 \text{ gr/cm}^3$ ) y arado de disco ( $1.25 \text{ gr/cm}^3$ ), pero al tercer año fue  $1.36$  y  $1.30 \text{ gr/cm}^3$  concluyendo que con el tiempo, en ambos sistemas de labranza la  $D_a$  se incrementa substancialmente.

La variación estrecha en incrementos de fuerzas y de  $D_a$  a una profundidad de 10 cm con un contenido de humedad de 20.20 por ciento, en ciclo corto de pastoreo se atribuye a la influencia de las diferentes propiedades del suelo y se deba probablemente a un reacomodo de las partículas del suelo y la

fricción entre la punta cónica del instrumento producto del pisoteo del rebaño. Cook y Stubbendieck (1986) concluyeron que la compactación del suelo es el apiñamiento de las partículas del suelo, que acusan un incremento en la Da de la masa del suelo. Así los potreros que son usados más intensamente presentan mayor compactación, reduciendo el crecimiento de la raíz y el deterioro del suelo.

#### **Incremento de peso del ganado bovino.**

El comportamiento característico del ganado bovino sobre la pradera y la tendencia de ocasionar efectos directos al suelo y a las plantas, sin causar deterioro de los mismos, fue manejado en base a los principios propuestos por Voisin (1964), Scarnechia y Kothmann (1982) y Savory (1988).

Los resultados que se presentan en el Cuadro 4.7, demuestran el aprovechamiento eficiente de los animales en la estación de crecimiento del cultivo bajo condiciones de invierno. Los datos están traducidos en la ganancia de peso o kilogramo de carne por hectárea; el promedio de incremento de peso vivo diario asciende a 0.630 kg/ha, este valor resulta representativo para las condiciones locales, las cuales han estado influenciados por factores de medio ambiente, estación de crecimiento de la especie, ciclo y tiempos de pastoreo y comportamiento animal. Sin embargo la producción animal se puede considerar de beneficioso debido, que estos datos se encuentran dentro los niveles de aprovechamiento del ganado. En

En la literatura se reporta una ganancia de peso de 0.400 a 1.100 kg/día en condiciones de pastoreo semi intensivo y extensivo. Similares resultados fueron reportados por Voisin (1962).

Heitschmidt y Taylor (1991) indicaron que la producción del ganado vacuno es una medida integrada de la captura de energía, cosechada y eficiencia en la conversión. El factor principal que afecta la producción animal es la presión de pastoreo; lo cual varía en función de los factores bióticos y abióticos, en tal sentido se puede concluir, de que existe una estrecha relación entre la ganancia del animal por unidad de superficie. De esta manera, los resultados de la producción por hectárea, dará un incremento de peso creciente con respecto al rendimiento.

Kothmann (1974) indica que el incremento de peso en la producción animal, se basa en un aumento en la utilización de nutrientes en forma de forraje verde ingerido, de este modo el pastoreo de una pradera está en función de la disponibilidad de forraje.

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES

1. La producción de materia verde y seca de forraje del rye grass no es afectado, bajo pastoreo rotacional de corta duración con ganado bovino, en función del tiempo de: una, dos, cuatro y ocho horas: en cambio en las fechas sucesivas de pastoreo se registra mayor producción en el primer pastoreo, luego va decreciendo hasta del ciclo.
2. Las diferencias presentadas en la utilización o consumo de forraje por el animal son muy notorias entre tiempos y fechas de pastoreo bajo una carga animal constante durante el ciclo productivo; de igual forma, la remanencia de forraje es muy reducido en las de una y dos horas de pastoreo y se presenta mayor desperdicio a finales de la fase vegetativa.
3. El comportamiento del valor nutricional del rye grass bajo condiciones de pastoreo directo en la estación de invierno, es variado con alto contenido de principios nutritivos al inicio de la estación de crecimiento y su declinación al final del período productivo, conforme transcurre el tiempo de utilización, el forraje disminuye en su calidad nutritiva.

4. La intensidad de pastoreo y condición del suelo, no presentan efectos negativos en la tasa absoluta de crecimiento de la planta después de las fechas, tampoco en la compactación del suelo de la pradera, bajo un pastoreo intenso, observándose ligeros incrementos en la densidad aparente y aplicación de la fuerza normal al suelo.
5. El comportamiento de la pradera en cuanto concierne a los parámetros de altura, cobertura y densidad de plantas por metro cuadrado, presentan diferencias significativas para fechas de pastoreo, con resultados decrecientes hasta el final del ciclo. El factor tiempo no tuvo efectos sobre los parámetros señalados.
6. La interacción de los factores tiempos y fechas de pastoreo no registran diferencias estadísticas, lo cual indica de que no existe ninguna relación alguna entre los dos factores tiempos y fechas de pastoreo (A) x (B).
7. La carga animal en el ganado bovino manejado dentro el estudio, en relación a la ganancia de peso vivo por día, independientemente de cual sea su potencial genético, se obtuvo resultados favorables, con un promedio de 0.630 kg/ha/día.

## CAPITULO VII

### RESUMEN

El estudio del efecto de pastoreo sobre praderas de rye grass, dió inicio el 16 de noviembre de 1994, con una duración de 124 días de pastoreo; está ubicado en el rancho "San Lorenzo" de la Comunidad de Santo Domingo, Municipio Ramos Arizpe, Coahuila; localizado entre las coordenadas geográficas de 25o 37' 29'' latitud norte y 101o 03' 57'' longitud oeste.

El rye grass es un cultivo forrajero de importancia para la producción de bovinos, dado que este representa el 50-70 por ciento de los costos de alimentación del ganado (Jiménez, 1989). Para evaluar el comportamiento de la pradera bajo pastoreo, se consideraron los factores que afectan la producción, siendo necesario conocer la intensidad y frecuencia de pastoreo, en base a la relación suelo-planta-animal.

El objetivo fue conocer la producción del rye grass en base a la materia verde y seca a diferentes tiempos y fechas sucesivas de pastoreo; la respuesta de las plantas a intensidades altas y compactación del suelo. El diseño fue bloques al azar con arreglo en parcelas divididas en 4 repeticiones; siendo el factor (A) tiempos y (B) fechas de pastoreo, lo cual generó 16 tratamientos.

El análisis de varianza no establece diferencias para (A) ni para la interacción en relación a la materia verde y seca, compactación del suelo y otras variables, mientras que el factor (B) registra diferencias ( $p < 0.05$ ), para la producción y alta significancia ( $p < 0,01$ ) para la cobertura, densidad y altura.

En términos numéricos la producción máxima del rye grass en las cuatro fechas de pastoreo alcanzó 11.171 ton de MS/ha y las medias de MV y MS por corte son 17.21 y 2.72 ton/ha, este efecto puede deberse a la concentración del ganado sobre las praderas, por períodos cortos (uno, dos, cuatro y ocho horas) reduciendo la selectividad del forraje e impacto animal. El consumo de forraje en base a la densidad animal, que ejerció una presión mayor obligando a consumir forraje, con alto valor nutritivo, especialmente al inicio.

El análisis de varianza fue altamente significativo ( $p < 0.01$ ) para (A) y (B) en relación al forraje remanente. La prueba de Tukey clasifica con menor forraje remanente para una hora y primera fecha de pastoreo. Las diferencias indican un efecto directo del ganado sobre la pradera, en especial en una hora. La biomasa del cultivo es afectado y se reducen las variables de respuesta: como la densidad de plantas y la cobertura en forma significativa.

## CAPITULO VII

### LITERATURA CITADA.

- Archer, S. and F.E.Smeing. 1991. Ecosystem-level processes. In: Heitschmidt R.K. and J. W. Stuth (eds.). Grazing Management. USA. P:109-139.
- Baver, L.D.; W.H. Gardner and W.R. Gardner. 1980. Física de suelos. Ed. Uteha. México. 460p.
- Benjamín, J.G. and Cruce, R.M. 1987. Tillage effects on shear strength and bulk density of soil aggregates. Soil and Tillage Res., 9:255-263.
- Bertelsen, B.S.; D.B. Faulkner; D.D. Buskirk and J.W. Castree. 1993. Beef Cattle Performance and Forage Characteristics of continuous, I-Paddock and II-Paddock Grazing Systems. J. Anim. Science.71:1381-1389.
- Binnie, R.C. and D.M. Chestnutt. 1991. Effect of regrowth interval on the productivity of sward defoliated by cutting and grazing. Grass and Forage Science. 46: 343-350.
- Blaser, E.R.; R.C Hammes; J.P. Fontenot, H.T. Bryant; C.E. Polan; D.D. Wolf; F.S. McClaugherty; R.G. Kline and J.S. Moore. 1986. Forage-Animal Management Systems. Virginia Agric. Exp. Stat.Bull. p:86-88.
- Briske, D.D. 1991. Developmental Morphology Physiology of Grasses. In: Heitschmidt R. y J.W.Stuth (eds.) Grazing Management. Timber Press. Oregon. USA. p:85-107.
- Brown, R.J. and J.W. Stuth. 1986. Influence of sotcking rate on tiller dynamic in rotational grazing systems. Grazing Research in Texas. Texas Agric. Exp. Sta. CPR-4416-4457. pp:6-7.
- Brumer, E.J.; R.L. Gillen and F.T. McCollum. 1988. Herbage dynamic of tallgrass prairie under short duration grazing. J. Range Manage. 41:264-266.
- Burns, J.C.; H. Lippke and D.S. Fisher. 1989. The Relationship of Herbage Mass and Characteristics to Animal Responses in Grazing Experiments. In: Marten, G.C. (ed.). Grazing research: Design Methodology, and Analysis. CSSA, Spec. Publ. 16. Crop Science Society of America, Inc. Wisconsin, USA. p:7-19.

Caldwell, M.M. and K.C. Hodgkinson. 1986. Ecophysiology of rangeland plants. In: Joss, J.P.; Lynch; P.W. Lynch and Williams O.B. (eds.). Rangelands: A Resource under Siege Proc. 2nd. Int. Rangeland Congress. CSIRO. Australia. pp: 423-424.

Cassel, D.K. and L.A. Nelson. 1979. Variabilite of mechanical impedance in a tilled one-hectare field of Norfolk sandy loam as affected by tillage. Soil and Tillage Res. 5:5-17.

Castellanos, J.Z. 1985. El medio ambiente físico del suelo y su modificación mediante la aplicación de materia orgánica. Serie de temas didácticos. Pub. No. 2. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. México. 30p.

Chapman, G.P and W.E. Peat. 1992. An Introduction to The Grasses. C.A.B. International. UK. 111p.

Chessmore, R.A. 1979. Pasture Management. The Interstate Printers & Publishers. Inc. Illinois. USA. 424p.

Coleman, S.W.; T.D.A. Forbes y J. W. Stuth. 1989. Measurements of the Plant - Animal Interface. In: Marten, G.C. (ed.). Grazing research: Design Methodology, and Analysis. CSSA, Spec. Publ. 16. Crop Science Society of America, Inc. Wisconsin, USA. p:7-19.

Cook, C.W. and J, Stubbendieck. 1986. Range Research: Basic Problems and Techniques. In: Society for Range Management (ed.). Published by the Society for Range Management. Colorado. USA. 317p.

Comisión Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostaderos. 1979. Coahuila. COTECOCA -SARH. México. 255p.

Cullison, A. And R. S. Lowrey. 1987. Feeds and Feeding. 4 ed. A. Reston Book Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs. USA. 645p.

De Alba, J. 1971. Alimentación del ganado en América Latina. Ed. Fournier, S.A. 475p.

Dirección de Estudios del Territorio Nacional. 1970. Cartas Topográficas G14C23. Santo Domingo, R. Arizpe, Coah. Dirección de Geografía. Esc. 1:50000. México.

Duthil, J. 1989. Producción de forrajes. 4a. ed. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 367p.

Fertimex. 1979. Manual para la fertilización de pastizales. México, D.F. 57p.

- Flores, M. J. 1983. Bromatología animal. 3a ed. Ed. Limusa. México. 1096p.
- Foth, H.D. 1978. Fundamentals of Soil Science. Sixth Edition. John Wiley & Sons. New York. USA. 435p.
- García, E. 1981. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. E. García (Ed.). México. 253p.
- Gardner, P.F.; R.B. Pearce and R.L. Mitchell. 1985. Physiology of Crop Plants. Ames Iowa. The Iowa State University Press. pp: 187-208.
- Gill, W.R. and G.E. Vanden Berg. 1967. Soil dynamics in tillage and traction. USDA. USA.
- González, B.; J. Boucaud; J. Salette; J. Langlois and M. Duyme. 1989. Changes in stuble carbohydrate content during regrowth of defoliated perennial rye grass (Lolium perenne L) on two nitrogen levels. Grass and Forage Science. 44:411-415.
- Gould, F.W. 1972. Grasses of the Southwestern United States. The University of Arizona. Press Tucson. 350p.
- Grant, S.A; G.T. Barthram and L.Torvell. 1981. Components of regrowth in grazed and cut in L. perenne swards. Grass and Forage Science. 36(3): 160-167.
- Hart, R.H and C.S. Hoveland. 1989. Objctive of Grazing Trials. In: Marten, G.C. (ed.) Grazing Research: Desing, Methodology and Análisis. CSSA SPC. Publ. 16. ASA, CSSA, Wisconsin. USA. p:1-5.
- Head, K.H. 1982. Manual of soil laboratory testing. Vol.1 and 2. John Wiley and Sons. Inc. USA. 125p.
- Heady, H.F. 1964. Palatabily of herbage and animal preference. J. of Range Management. 17(2):76-82.
- Heady, H.F. 1975. Range Land Management. McGraw - Hill Book Co. 460p.
- Heitschmidt, R.K and C.A Taylor, Jr. 1991. Livestock Production. In: R. Heitschmidt and J.W.Stuth (eds.). Timber Press, Oregon. USA. p:156-171.
- Hides, D.H. 1979. Winter hardiness in Lolium multiflorum Lam.III. Selection for improved cold tolerance and its effect on agronomic performance. Grass and Forage Science. 34:119-124
- Hides.D. H., C.A. Kute and A.H. Marshall. 1993. Seed development and seed yield potential of Italian rye grass (Lolium multiflorum Lam) populations. Grass and Forage Science. 48:181-188.

- Hodgson, J. 1990. *Grazing Management: Science in to Practice*. Longman Scientific & Technical Press. England. 203p.
- Hodgson, J. 1979. Nomenclature and definitions in grazing studies. *Grass and Forage Science*. 34:11-18.
- Holechek, J.L.; R.D. Pieper and C.H. Herbel. 1990. *Range Management principles and Practices*. Regents/Prentice Hall. USA. 501p.
- Hughes, R. and D.K. Jackson. 1974. Impact of grazing management on Sward survival. *The J. Br. Grassld. Soc.* 29:76-77.
- Hume, D.E. 1991. Primary growth and quality characteristic of Bromus willdenoowii and Lolium multiflorum. *Grass and Forage Science*. 46: 313-324.
- Hunt, F.W. and V.J. Thomas. 1985. Growth and developmental responses of perennial ryegrass grown at constant temperature. II Influence of lighth and temperature on leaf, tiller and root appearance. *Aust. J. Plant. Physiol.* 12:69-76.
- Hyder, D.N. 1972. Defoliation in relation to vegetative growth In: Youngner, V.B. and C.M. Mckell (eds.). *Biology and Utilization of Grasses* Academic Press. New York. pp:304-317.
- Jiménez, M. A. 1989. *La producción de forrajes en México*. Universidad Autónoma Chapingo-Fira. México. 100p.
- Jones, E.L. and J. E. Roberts. 1989. Sward maintenance of Lolium multiflorum by Slurry seeding. *Grass and Forage Science*. 48: 27-30.
- King, J.; I.C. Lamb and M.I. Gregor. 1979. Regrowth of rye grass swards subject to different cut time regimes and stocking densities. *Grass and Forage Science*. 34(2):107-118.
- Korte, J.C. and B.R. Watkin. 1984. Effects of the timing and intensity of spring grazings on reproductive development, tillering and herbage production of perennial ryegrass dominant pasture. *New. Z.J. of Agricultural Research* 27:135-149.
- Kothmann, M.M.; R.T. Hinnant and J.F. Casco. 1986. Vegetation responses under rotational grazing. In: W.J. Stuth (ed.). *Grazing Research in Texas 1980-85*. Texas Agr. Exp. Sta.CPR-4425. p:13-15.
- Kotmann, M.M. 1980. Integrating Livestock Needs to the Grazing System In: *Proceedings Grazing Managements Systems for Southwest Rangelands Symposium*.

Albuquerque, New México. The Range Improvement Task Force New México State University. Las Cruces. USA. p:65-83.

- Kothmann, M.M. 1974. A Glossary of Terms used in Range Management. Society of Range Management. 2 ed. Colorado. USA. 36p.
- Ludlow, M.M. 1976. Physiology of growth and chemical composition. In: H.N. Shaw and W. Bryan (eds.). Tropical Pasture Research. CSIRO, CAB, Bulletin 51. Australia. p: 251-276.
- Maedas, S. and T.Yonetani. 1983. Optimun cutting stage of forage plants. Seasonal Changes in lighth diminution coeficient and seasonal productivity in Italian rye grass populations. Abstract. 53(3):162.
- Marzocca, A. 1985. Taxonomía Vegetal. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. IICA. Costa Rica. 263p.
- Meek, B.D; E.R. Rechel; L.M. Carter; W.R. Detar and A.L. Urie. 1992. Infiltration Rate of a Sandy Loam Soil: Effects of Traffic, Tillage and Plant roots. Soil Sci. Soc. Am. J. 56: 908-913.
- Minson, D.J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, Inc. New York. USA. 483p.
- Morley, W.H.F. 1978. Animal production studies on grassland. In: Mannelje, L. (ed.). Measurement of Grassland Vegetation and Animal Production. CAB. Bulletin No 52. Bucks, England. pp: 103-162.
- Myers, L.F. 1974. Efectos producidos por el pastoreo sobre el crecimiento vegetal. En: James, B.J.F. (ed.) Utilización intensiva de pasturas. Ed. Hemisferio Sur. Argentina. p:51-77.
- Nichols, J.T.; D.W. Sanson and D.D. Myran. 1989. Effect of grazing strategies and pasture species on irrigated pasture beef production. J. Range Manage. 16, 15-19.
- Ourry, A.; Boucaud and Salette. 1990. Partitioning and Removilization of Nitrogen during Regrowth-Deficient Ryegrass. Crop.Sci. 30:1251-1254.
- Paladines, O. y C. Lascano. 1983. Recomendaciones para evaluar germoplasma bajo pastoreo. En: Paladines, O. y Lascano (eds.). Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas: Metodología de Evaluación. CIAT. Colombia. p:165-183.
- Pardo, E.M. y C.R.García. 1991. Praderas y Forrajes. 2a. ed. Ed. Mundi-Prensa. España. 674p.

- Parsons, A.J.; I. R. Johnson and A. Harvey. 1988. Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation and to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass. *Grass and Forage Science*. 43:49-59.
- Peacock, J.M. 1975. Temperature and leaf growth in Lolium perenne. II. The site of temperature perception. *J. Appl. Ecol.* 12:115-123.
- Range Team Glossary Committee. 1974. A Glossary of terms used in Range Management. Soc. Range Management. Denver. 36p.
- Savory, A.J. 1979. Range Management Principles Underlying Short Duration Grazing. *Beef Cattle Sci. Handbook. AGM.* 16: 375-379.
- Savory, A.J. and S.D. Parsons. 1980. The Savory grazing method. *Rangelands.* 2: 234-237.
- Savory, A.J.: 1988. Corecourse of Model Holistic of Resources Management. 20-29. August. 1988. Albuquerque. New México. USA. 380p.
- Scarnencchia, D.L. and M.M. Kotmann. 1982. A Dinamic Approach to Grazing Management Terminology. *J. Range Management* 35: 262-264.
- Schuster, L.J. 1986. Grazing research in Texas (1980-1985). *Texas Agric. Exp. Sta. CPR-4416-4457.* 68P.
- Semple, T. A. 1974. Anvances en Pasturas Cultivadas y Naturales. Ed. Hemisferio Sud. Argentina. 544p.
- Serrato, S.R.; J. Galo Medina y R. Vasquez A. 1983. Respuesta del pastizal mediano abierto a diferentes sistemas de pastoreo. Monografía Técnico - Científica. UAAAN. 9(1): 77p.
- Smith, E. L. 1980. Allocation of Range Forage for Livestock. A Report and Literature Review prepared for Alvin Staneinger. Elko, Nevada University of Arizona. Tucson. Arizona. USA. 43p.
- Snedecor, G.W. y W.G. Cochran. 1979. Métodos Estadísticos. Ed. CECSA. México. 703p.
- Sosebee, R.E. 1977. Rangeland Plant Phisiology. *Range Science* N°.4. Societty for Range Management. Denver-Colorado. USA. p:48-96.
- Spedding, C.R.W. and E.C. Diekmahns. 1972. Grasses and Legumes in British Agriculture. Commonwealth Agricultural Bureaux. Great Britain. 509p.

- Speding, W.R.C. 1971. Grassld Ecology, Claredon Press. Oxford. 221 p.
- Society for Range Management. 1974. Management a profession, a science. Printed in Belke printing Co. Denver, Co. 36p.
- Steel, R.G.D. y J.H. Torrie. 1988. Bioestadística: Principios y procedimientos. 2<sup>da</sup> ed. Ed. McGraw-Hill. México. 622p.
- Steve, A. and F.E. Smeins. 1991. Ecosystem - Level Processe. In: R. Heitschmidt and J.W. Stuth. Grazing Managemet (eds) Timber Press. Oregon. USA. 259p.
- Stockdale, R.C. and K.R. King. 1980. The effects of stocking rate and nitrogen fertilizer on the productivity of irrigated perennial pasture grazed by dairy cows. I pasture production, utilization and composition. Aust. J. Exp. Agric. Anim. 20: 529-536.
- Stoddart, L.A.; A.D. Smith and T.W. Box. 1975. Range Management. 3th ed. McGraw-Hill Book Co. USA. 532p.
- Stuth, J.W.; P.D. Obson; J.R. Brown and L.R. Roath. 1991. Vegetación and Livestock response to Short duration Grazing. In: Briske, D.D. and M.M. Kothmann (Eds.). Proceeding a National Conference on Grazing Management Technology. Texas A&M University. College Station Tex. pp.212-215.
- Svejcar, T. and Ch. Scott. 1987. The influence of grazing pressure on rooting dynamic of Caucasian blustem. J. Range Manage. 40:224-227.
- Thomas, E. 1980. Terminology and definitions in studies of grassland plant. Grass and Forage Science 35:13-23.
- Torres, W. 1984. Análisis de crecimiento de las plantas. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. San José de las Lajas. Cuba. 38p.
- Tothill, T.C. 1978. Comparative aspects of the ecology of pastures. In: Wilson, J.R. (ed.) Planta Relations in Pastures. CSIRO-Hedges and Bellpty. Australia. p:385-402.
- Trlica, M.J. Jr. and C.W. Cook, 1971. Defoliation effects on carbohydrate reserve of desert species. J. Range Manage, 24(6):418-425.
- Trouse Jr, A.C. 1971. Soil Conditions as The Affect Plant Establishment Root Development, and Yield. In: Barnes, K.; W.M. Carleton; H.M. Taylor; R.I. Throckmorton and G.E. Vanden Berg (eds.).

Compactation of Agricultural Soil. American Society of Agricultural Engineers. Michigan. USA. p:241-252.

- Vickery, P.J. 1891. Pasture Growth under Grazing. In: F.H. Morley (ed).Grazing Animal. Elsevier Scientific Publishing Company. The Netherlands. p:55-77.
- Voisin, A. 1962. Productividad de la hierba. Ed. Tecnos. Madrid. 449p.
- Watkin, B.R. and R.J. Clements. 1978. The effects of grazing on pastures. In: Wilson, J. (ed.) Plant Relation in Pastures. Ed. CSIRO. Australia. p:273-289.
- Wayne, C.C. y J. Stubbendieck. 1986. Range Research: Basic Problems and Techniques. Published by The Society For Range Management. Denver, USA. 317p.
- Weihing, M.R. 1963, Growth of rye grass as influenced by temperature and solar radiation in pastures. Agron. J. 55:519-521.
- Wilman, D; R.J. Walters; D.H. Baker and S.P. Willians. 1992. Comparison of two varieties of Italian ryegrass (Lolium multiflorum) for milk production when fed as silage and when grazed. Journal of Agricultural Science, Combridge. 118, 37-46.

**A P E N D I C E**

**Cuadro A.1 Análisis de varianza para la acumulación total de MV de rye grass durante el ciclo productivo en condiciones de pastoreo**

Fuente de variación	g.l.	S.C.	C.M.	Fc	P>F
Repeticiones	3	66.4355	22.1452	13.7675	0.001
Tiempos (A)	3	13.0586	4.3528	2.7062 NS	0.108
Error (A)	9	14.4765	1.6085		
Fechas (B)	3	32.8105	10.9368	3.1285*	0.037
AxB	9	17.4160	1.9351	0.5535 NS	0.826
Error (B)	36	125.8515	3.4958		
Total	63	270.0488			

NS diferencia no significativa

\*\* diferencia altamente significativa ( $p < 0.05$ )

C.V. (B) = 11.17 %

**Cuadro A.2 Comparación de medias para fechas de pastoreo en relación a la acumulación total de MV de rye grass**

Tratamiento	Media
Primer pastoreo	17.2183 A
Segundo pastoreo	17.0546 A
tercer pastoreo	17.1593 A
Cuarto pastoreo	15.4958 B

Prueba DMS ( $p < 0.05$ )

**Cuadro A.3 Análisis de varianza para la acumulación total de MS de rye grass durante el ciclo productivo en condiciones de pastoreo**

Fuente de variación	g.l.	S.C.	C.M.	Fc	P>F
Repeticiones	3	1.4898	0.4966	10.0877	0.004
Tiempos (A)	3	0.1372	0.0457	0.9296 NS	0.533
Error (A)	9	0.4431	0.0492		
Fechas (B)	3	0.1147	0.0382	0.3859 NS	0.767
AxB	9	0.0931	0.0103	0.1044 NS	0.999
Error (B)	36	3.5671	0.0991		
Total	63	5.8452			

NS diferencia no significativa  
C.V. (B) = 11.82%

**Cuadro A.4 Análisis de varianza para forraje remanente (MV) de rye grass en condiciones de pastoreo**

Fuente de variación	g.l.	S.C.	C.M.	Fc	P>F
Repetición	3	0.1267	0.0422	1.5119	0.277
Tiempos (A)	3	10.1055	3.3685	120.5823**	0.000
Error (A)	9	0.2514	0.0279		
Fechas (B)	3	1.2161	0.4053	18.8400**	0.000
AxB	9	0.2077	0.0230	0.0729 NS	0.406
Error (B)	36	0.7746	0.0215		
Total	63	12.6822			

NS diferencia no significativa  
\*\* diferencia altamente significativa (p < 0.01)  
C.V. (B) = 9.68 %

**Cuadro A.5 Comparación de medias para tiempos de pastoreo en relación a forraje verde remanente de rye grass**

Tratamiento	Media
Ocho horas	2.0818 A
Cuatro horas	1.6308 B
dos horas	1.3515 C
Una hora	0.9952 D

Prueba de Tukey ( $p < 0.01$ )

**Cuadro A.6 Comparación de medias para fechas de pastoreo en relación a forraje verde remanente de rye grass**

Tratamiento	Media
Cuarto pastoreo	1.7002 A
Segundo pastoreo	1.5519 AB
Tercer pastoreo	1.4919 B
Primer pastoreo	1.3154 C

Prueba de Tukey ( $p < 0.01$ )

**Cuadro A.7 Análisis de varianza para forraje remanente (MS) de rye grass en condiciones de pastoreo**

Fuente de variación	g.l.	S.C.	C.M.	Fc	P>F
Repeticiones	3	0.00038	0.00013	0.1058	0.954
Tiempos (A)	3	0.2575	0.0858	71.2263**	0.000
Error (A)	9	0.0108	0.0012		
Fechas (B)	3	0.0712	0.0237	20.2753**	0.000
AxB	9	0.0103	0.0012	0.9777 NS	0.525
Error (B)	36	0.0421	0.0012		
Total	63	0.3924			

NS diferencia no significativa

\*\* diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ )

C.V. (B) = 14.57%

**Cuadro A.8 Comparación de medias para tiempos de pastoreo en relación a forraje seco remanente de rye grass**

Tratamiento	Media
Ocho horas	0.3265 A
Cuatro horas	0.2554 B
dos horas	0.2007 C
Una hora	0.1567 C

Prueba de Tukey ( $p < 0.01$ )

**Cuadro A.9 Comparación de medias para fechas de pastoreo en relación a forraje seco remanente de rye grass**

Tratamiento	Media
Cuarto pastoreo	0.2790 A
Segundo pastoreo	0.2518 AB
Tercer pastoreo	0.2174 BC
Primer pastoreo	0.1911 C

Prueba de tukey ( $p < 0.01$ )

**Cuadro A.10 Análisis de varianza para la altura de la planta de rye grass antes del pastoreo**

Fuente de variación	g.l.	S.C.	C.M.	Fc	P>F
Repeticiones	3	79.8046	26.6015	1.3656	0.314
Tiempos (A)	3	4.7578	1.5859	0.0814 NS	0.968
Error (A)	9	175.3125	19.4792		
Fechas (B)	3	1119.7578	373.2525	26.9758**	0.000
AxB	9	99.6718	11.0746	0.8004 NS	0.619
Error (B)	36	498.1171	13.8365		
Total	63	1977.4218			

NS diferencia no significativa

\*\* diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ )

C.V. (B) = 10.18 %

**Cuadro A.11 Comparación de medias para la altura de la planta de rye grass antes de cada fecha de pastoreo**

Tratamiento	Media
Cuarto pastoreo	43.273 A
Tercer pastoreo	36.555 B
Segundo pastoreo	33.994 B
Primer pastoreo	32.278 B

Prueba de Tukey ( $p < 0.01$ )

**Cuadro A.12 Análisis de varianza para la cobertura de follaje de rye grass en condiciones de pastoreo**

Fuente de variación	g.l.	S.C.	C.M.	Fc	P>F
Repeticiones	3	155.1562	51.7187	3.6135	0.058
Tiempos (A)	3	13.9687	4.6562	0.3253 NS	0.808
Error (A)	9	128.8125	14.3125		
Fechas (B)	3	599.1250	14.3125	8.1234**	0.000
AxB	9	44.8437	4.9826	0.2027 NS	0.992
Error (B)	36	885.0313	24.5842		
Total	63	1826.9375			

NS diferencia no significativa

\*\* diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ )

C.V (B) = 6.84 %

**Cuadro A.13 Comparación de medias para la cobertura foliar de rye grass en condiciones de pastoreo**

Tratamiento	Media
Segundo pastoreo	75.61 A
Primer pastoreo	75.10 A
Tercer pastoreo	71.12 AB
Cuarto pastoreo	68.13 B

Prueba de Tukey ( $p < 0.01$ )

**Cuadro A.14 Análisis de varianza para la densidad de plantas de rye grass por metro cuadrado antes del pastoreo**

Fuente de variación	g.l.	S.C.	C.M.	Fc	P>F
Repeticiones	3	2105.000	701.666	3.204	0.076
Tiempos (A)	3	372.000	124.000	0.562 NS	0.654
Error (A)	9	1971.000	219.000		
Fechas (B)	3	77793.000	25931.000	95.860 **	0.000
AxB	9	1232.000	136.888	0.506 NS	0.861
Error (B)	36	9738.250	270.506		
Total	63	93211.250			

NS diferencia no significativa

\*\* altamente significativa ( $p < 0.01$ )

C.V. (B) = 7.60 %

**Cuadro A.15. Comparación de medias para la densidad de planta de rye grass antes de cada fecha de pastoreo**

Tratamiento	Media
Primer pastoreo	257.68 A
Segundo pastoreo	228.25 B
Tercer pastoreo	218.13 B
Cuarto pastoreo	161.50 C

Prueba de Tukey ( $p < 0.01$ )