



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Zootecnia  
Programa de Maestría en Producción Animal

## COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE ALFALFA-OVILLO EN PASTOREO MIXTO DE VACAS Y BORREGAS



TESIS QUE COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL

PRESENTA:

SALVADOR RAYMUNDO TABLADA AGUILAR



**BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH.**

Junio de 2002

Chapingo, Estado de México.

Bib. 97608



# COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE ALFALFA-OVILLO EN PASTOREO

## MIXTO DE VACAS Y BORREGAS

Tesis realizada por Salvador Raymundo Tablada Aguilar bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de :

### MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL

DIRECTOR: \_\_\_\_\_

DR. PEDRO ARTURO MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

ASESOR: \_\_\_\_\_

M.C. ENRIQUE CORTÉS DÍAZ.

ASESOR: \_\_\_\_\_

M.C. CARLOS SÁNCHEZ DEL REAL

**BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH.**

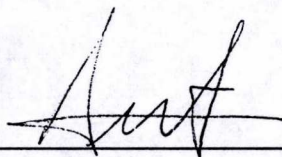
A - 39667

# COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE ALFALFA-OVILLO EN PASTOREO

## MIXTO DE VACAS Y BORREGAS

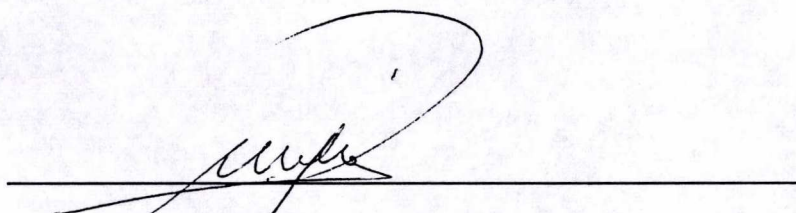
El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de Salvador Raymundo Tablada Aguilar autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Producción Animal estuvo constituido por:

PRESIDENTE:



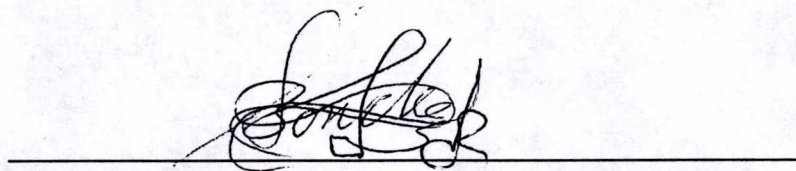
DR. PEDRO ARTURO MARTÍNEZ HERNÁNDEZ.

ASESOR:



M. C. ENRIQUE CORTÉS DÍAZ.

ASESOR:



M.C. CARLOS SÁNCHEZ DEL REAL

## **DEDICATORIA**

A mis padres Esperanza Aguilar Montero y Salvador L. Tablada Lendecky por todo el apoyo incondicional para poder alcanzar mis metas.

A mi esposa Ayulia Güemes Baez y a mis dos hijos Salvador Tablada Güemes y Maximiliano Tablada Güemes, que son lo más valioso que tengo en la vida, por haberme brindado su comprensión durante mis estudios y porque son el motivo de mi existencia.

A mi hermana Yissel Tablada Aguilar que es y será siempre un motivo y ejemplo para mi superación profesional y que fue parte fundamental para mis estudios de posgrado.

A mis otras dos mamás Estela y Martha que son un pilar muy fuerte en mi vida y que con su ayuda he logrado superar todos los obstáculos que la vida me ha colocado, así como a mis hermanitos Marina y Emiliano que ocuparan siempre un lugar muy importante en mi corazón. A mis tíos Erasto †, Alfonso y Leonardo ya que gracias a sus sabios consejos logre abatir muchos obstáculos.

A ti mi querida Virgen María que siempre me has acompañado en mis penas, triunfos y fracasos, y me has iluminado mi sendero para no tropezar.



## **AGRADECIMIENTOS:**

A la Universidad Autónoma Chapingo y al Departamento de Zootecnia, por brindarme la oportunidad de realizar los estudios de Maestría en Ciencias.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por financiar mis estudios de Maestría.

Al Dr. Pedro Arturo Martínez Hernández, por su valiosa y acertada dirección y apoyo en la realización del presente trabajo, así como por su enorme comprensión y paciencia .

A los M.C. Enrique Cortés Díaz y Carlos Sánchez del Real por sus invaluable sugerencias y aportaciones que enriquecieron y mejoraron el trabajo.

A todos mis amigos Román, Juan Ramón, José Luis, Edgar, Carlos, Gordillo, Cuahutemoc, Miguel y Misael así como a todos mis compañeros y profesores del posgrado en producción animal que sin su compañía y consejos hubiese sido difícil concretar mis estudios.

## **DATOS BIOGRÁFICOS**

### **I.- Datos personales**

|                     |                                   |
|---------------------|-----------------------------------|
| Nombre              | Salvador Raymundo Tablada Aguilar |
| Fecha de Nacimiento | 24 de enero de 1975               |
| Lugar de Nacimiento | Xalapa, Veracruz                  |
| Profesión           | Ingeniero Agrónomo                |
| Cédula profesional  | 3286735                           |

### **II.- Desarrollo Académico.**

|             |                                                                                                                               |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1981 – 1987 | Escuela Primaria Enrique C. Rebsamen, Xalapa, Veracruz.                                                                       |
| 1987 – 1990 | Escuela Secundaria Morelos, Xalapa, Veracruz..                                                                                |
| 1990 – 1993 | Escuela de Bachilleres Morelos, Xalapa, Veracruz.                                                                             |
| 1994 – 1999 | Licenciatura en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz.                            |
| 2000 – 2001 | Maestría en Producción Animal en el Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo estado de México. |

### **Experiencia Profesional.**

|             |                                                                                                          |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1999 – 1999 | Programa de transferencia de tecnología en la Vanguardia Juvenil Agrarista del estado de Veracruz (CNC). |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|



Salvador R. Tablada Aguilar

## **COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE ALFALFA-OVILLO EN PASTOREO MIXTO DE VACAS Y BORREGAS**

### **RESUMEN**

(Bajo la dirección del Ph.D. Pedro Arturo Martínez Hernández)

El pastoreo mixto puede mejorar la eficiencia de cosecha de una pradera. Se describió la respuesta de alfalfa-ovillo y de la producción animal en pastoreo mixto (vaca+borrega) y monoespecífico (solo vacas). El diseño fue completamente al azar con dos repeticiones. El pastoreo fue rotacional con intensidad de cosecha a 7 cm. El análisis fue por pruebas de "t de student". Cantidad, composición y calidad del forraje ofrecido, como cantidad y composición del forraje residual y los incrementos en altura, número de tallos y hojas en alfalfa y ovillo fueron similares ( $\alpha=0.05$ ) entre tratamientos. La proteína en el residual fue superior ( $\alpha=0.05$ ) en el mixto. El tiempo de pastoreo de las vacas en el mixto fue 42% menor ( $\alpha=0.05$ ). La producción diaria de leche y el cambio de peso en las vacas fueron similares ( $\alpha=0.05$ ) entre tratamientos. La ganancia diaria de peso por borrega fue de 47 g. El pastoreo mixto no ocasionó cambios en los atributos de la pradera ni en la de producción de las vacas, con un efecto sobre el tiempo de pastoreo por las vacas, la ganancia de peso de las borregas fue un beneficio extra.

Palabras clave: Pastoreo mixto, monoespecífico, forraje ofrecido, forraje residual.

## ABSTRACT

Salvador R. Tablada Aguilar

### PERFORMANCE OF ALFALFA-ORCHARD UNDER MIXED GRAZING

(Under the supervision of Pedro Arturo Martínez Hernández, Ph.D.)

Mixed grazing has been an alternative to increase grazing efficiency. Alfalfa-orchard and animal performance under mixed grazing were described. Two treatments were compared: cows and ewes grazing together (mixed) and grazing by cows only (single). The design was a completely random with two replications. Rotational grazing with 7 cm stubble height was followed. Data were compared by "t" tests. Forage mass, composition and quality in forage on offer and forage mass and composition of residual forage were similar ( $\alpha=0.05$ ) between treatments. Daily changes in plant height, number of stems and leaves in both alfalfa and orchard were similar ( $\alpha=0.05$ ) between treatments. Crude protein in residual forage was higher ( $\alpha=0.05$ ) in mixed grazing. Grazing time by cows tended to be 42% lower ( $\alpha=0.05$ ) in mixed than in single grazing. Milk yield and live-weight change in cows were not different ( $\alpha=0.05$ ) between treatments. Daily live-weight gain of ewes was 47g. Regrowth pattern of alfalfa-orchard and cow's production were not affected by mixed grazing. Mixed grazing yielded live-weight gain of ewes as an extra benefit.

**Key words:** mixed grazing, monospecific grazing, offered forage, residual forage.

## CONTENIDO

|                                                                                   | Página |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....                                                    | iii    |
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....                                                         | 1      |
| <b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....                                               | 3      |
| Pastoreo mixto.....                                                               | 3      |
| Asociaciones gramínea leguminosa en clima templado .....                          | 10     |
| Rebrote por intensidad de cosecha.....                                            | 15     |
| Eficiencia de la cosecha de forraje por pastoreo.....                             | 19     |
| Relación eficiencia de cosecha a producción animal y producción por hectárea..... | 29     |
| <b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....                                                 | 32     |
| Localización .....                                                                | 32     |
| Duración del experimento, tratamientos y diseño experimental.....                 | 32     |
| Animales empleados y su manejo.....                                               | 33     |
| Manejo de las praderas.....                                                       | 34     |
| Manejo del pastoreo .....                                                         | 34     |
| Variables medidas y calculadas .....                                              | 35     |
| Manejo de los datos y análisis estadístico.....                                   | 38     |
| <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....                                               | 42     |
| Atributos de la producción de forraje .....                                       | 42     |
| Composición botánica y morfológica del forraje ofrecido .....                     | 44     |
| Composición botánica y morfológica del forraje residual .....                     | 46     |



|                                               |           |
|-----------------------------------------------|-----------|
| Forraje desaparecido por componente.....      | 48        |
| Calidad del forraje ofrecido y residual ..... | 50        |
| Dinámica del rebrote.....                     | 55        |
| Tiempo diario dedicado al pastoreo .....      | 57        |
| Comportamiento de la producción animal .....  | 59        |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>                      | <b>62</b> |
| <b>LITERATURA CITADA .....</b>                | <b>64</b> |

## ÍNDICE DE CUADROS

|                                                                                                                                                                                             | Página |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Cuadro 1. Atributos en la producción de forraje de alfalfa-ovillo a dos estrategias de pastoreo.....                                                                                        | 43     |
| Cuadro 2. Composición botánica y morfológica del forraje ofrecido en alfalfa-ovillo a dos estrategias de pastoreo .....                                                                     | 45     |
| Cuadro 3. Composición botánica y morfológica del forraje residual en alfalfa-ovillo a dos estrategias de pastoreo .....                                                                     | 47     |
| Cuadro 4. Forraje desaparecido por componente en alfalfa-ovillo a dos estrategias de pastoreo.....                                                                                          | 49     |
| Cuadro 5. Contenido de proteína cruda en el forraje ofrecido y residual de alfalfa-ovillo a diferente altura con respecto del nivel del suelo y a dos estrategias de pastoreo.....          | 51     |
| Cuadro 6. Contenido de fibra detergente ácida en el forraje ofrecido y residual de alfalfa-ovillo a diferente altura con respecto del nivel del suelo y a dos estrategias de pastoreo.....  | 52     |
| Cuadro 7. Contenido de fibra detergente neutro en el forraje ofrecido y residual de alfalfa-ovillo a diferente altura con respecto del nivel del suelo y a dos estrategias de pastoreo..... | 54     |
| Cuadro 8. Dinámica del rebrote en alfalfa-ovillo a dos estrategias de pastoreo .....                                                                                                        | 57     |

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro 9. Tiempo dedicado al pastoreo por vacas en alfalfa-ovillo a dos<br>estrategias de pastoreo..... | 58 |
| Cuadro 10. Atributos de la producción animal en alfalfa-ovillo a dos<br>estrategias de pastoreo.....    | 60 |

## INTRODUCCIÓN

El pastoreo de praderas por individuos de una misma especie animal puede traer como consecuencia tanto una fuerte competencia entre ellos al tener hábitos de pastoreo similares, como una pobre eficiencia de cosecha del forraje presente en la pradera, al evitar consumir las mismas especies vegetales o componentes de ellas. La cosecha poco eficiente puede impedir obtener el máximo rendimiento animal por unidad de superficie de pradera y con ello anulando el beneficio económico de un posible alto nivel de producción por animal en pastoreo.

El pastoreo mixto, que consiste en dos o más especies animales pastoreando al mismo tiempo o en secuencia, puede ser una estrategia para tener una alta eficiencia de cosecha del forraje de una pradera sin penalización o detrimento en la producción por animal, lo que significaría poder alcanzar en forma simultanea una alta producción animal por unidad de superficie de pradera como por animal (Nicol, 1997).

Con el pastoreo mixto se intenta compensar el hábito de cosecha selectiva de diferentes especies de herbívoros en áreas forrajeras complejas, para ello los hábitos de pastoreo de las diferentes especies en pastoreo deben ser complementarias y no de competencia. Hardy (2000) menciona que existen razones de orden financiero y de manejo que justifican el pastoreo mixto con bovinos y ovinos, ya que financieramente es más estable por ofrecer dos productos y no tan sólo uno, además puede ofrecer posibilidades de un uso más eficiente de los recursos si las instalaciones y mano de obra se usan complementariamente.

El nivel de producción animal por unidad de superficie de pradera es un reflejo de la eficiencia de cosecha y del perfil de rebrote de la pradera, mientras que la producción animal individual es una función de la cantidad y calidad del forraje



consumido. Por tanto, el objetivo del estudio fue describir el perfil de respuesta de alfalfa-ovillo y del comportamiento productivo de vacas en un sistema de pastoreo mixto, vacas con borregas.

Con el objetivo anterior, se estableció la hipótesis de que el pastoreo mixto: vaca+borrega mejoraría los atributos de producción y rebrote de alfalfa-ovillo sin detrimento en la producción de leche por vaca, en comparación al pastoreo monoespecífico con vacas .

## REVISIÓN DE LITERATURA

### PASTOREO MIXTO

El sistema de pastoreo puede ser definido como un conjunto o un grupo de componentes que interactúan para desarrollar una función. En términos de sistemas de producción agropecuaria, la función sustantiva es producir alimentos y fibras para satisfacer las necesidades humanas. El concepto de sistema implica una manera de ver una entidad (la unidad productiva: granja o rancho) desde una perspectiva interdisciplinaria e integral. Los componentes de un sistema de producción animal no se limitan a aquellos de índole física (animal, especie vegetal, suelo), sino que incluye la administración de los componentes financieros, familiares y de trabajo. Así como, las estrategias de manejo y de operación, incluyendo decisiones acerca de la carga animal y la oportunidad de la compra y venta de animales. Los componentes del sistema pueden ser descritos en términos de sus atributos o propiedades los cuales son una calidad o esencia inherente a ellos mismos. Las interrelaciones entre estos componentes pueden ser descritas como relaciones donde el comportamiento de un componente puede ser modificado por uno (o más) de los componentes del sistema, un sistema de producción animal en pastoreo transforma los insumos destinados a la producción de pasto en productos de origen animal a través de un sistema de producción (Parker, 1997).

Los sistemas de pastoreo son definidos como el control de los herbívoros en tiempo y espacio, y de la manipulación de los productores primarios (la vegetación), con un propósito o propósitos específicos. El objetivo de los sistemas de pastoreo es

mantener o incrementar la producción del ganado y/o especies silvestres sin deteriorar la vegetación y en lo posible mejorando la condición y producción de forraje (Fierro, 1979). Dentro del pastoreo intervienen dos elementos activos, el forraje y el animal, ambos con exigencias propias que deben de satisfacerse en forma simultánea, con la premisa de que el objetivo primordial sea cubrir las necesidades del ganado, el cual se constituye en el mejor indicador del valor alimenticio de las plantas de la pradera (De la Mora *et al.*, 1978).

Jiménez y Martínez (1985) mencionan que, existe confusión en la terminología utilizada sobre sistemas y métodos de pastoreo, ya que sistema es un término muy amplio, que involucra muchos factores: entre ellos, la relación pradera-animal y el método sólo involucra esta relación desde el punto de vista de utilización del forraje, mientras que los factores que se consideran para definir los sistemas de pastoreo son las prácticas utilizadas en la alimentación, mejoramiento genético, sanidad y manejo reproductivo, condiciones socioeconómicas, etc., estos mismos autores clasifican en cuatro los sistemas de pastoreo, sistema nómada, sistema semisedentario, trashumancia y sistema sedentario; mientras que los métodos de pastoreo los clasifican como: continuo (los animales se encuentran en la pradera por períodos largos) y rotacional (los animales se cambian varias veces en una estación de pastoreo a potreros diferentes donde permanecen por períodos cortos).

En general es mínima o nula la diferencia en producción animal entre el método continuo y el rotacional, en particular se ha encontrado que la producción de leche por vaca por día fue de 23.9 Kg en promedio para ambos métodos. Además de

la similitud en la producción de leche, las variables grasa en leche, tiempo de pastoreo y tasa de consumo, no fueron diferentes entre los métodos (Leaver, 2000).

Jiménez y Martínez (1985) señalan que existen otras alternativas del manejo del pastoreo, las cuales pueden utilizarse con ventaja en cualquiera de los métodos, aunque algunas tienen mayor afinidad por un método que por otro, dentro de los cuales están:

\*Pastoreo alternado

\*Pastoreo reservado

\*Suplementación reservada

\*Pastoreo mixto

La práctica de usar un mismo recurso forrajero por más de una especie de herbívoro es referida como pastoreo mixto o multiespecies. Los sistemas de pastoreo mixto pueden consistir en que el pastoreo por una especie en un área específica es seguido del pastoreo de otra especie o bien diferentes especies pastoreando el área en forma simultánea (Hardy, 2000).

Las especies animales pastoreadoras difieren tanto en sus patrones como hábitos de pastoreo, estas diferencias pueden complementarse de forma tal que el pastoreo mixto puede resultar en una mayor producción por unidad de área; es importante identificar los elementos que se complementan en el pastoreo mixto y usarlos para desarrollar sistemas de producción superiores a los de pastoreo con una sola especie (Nolan y Connolly, 1977). Nicol (1997) menciona que el pastoreo mixto puede mejorar la eficiencia de cosecha del forraje por diferencias entre las especies, en

patrones y hábitos de pastoreo, estas diferencias, de ser complementarias, pueden promover una mayor producción animal por unidad de área de pradera, sin mayor detrimento en la producción por animal. Por tanto, el éxito del pastoreo mixto consiste en dar al mismo tiempo una máxima utilización del recurso forrajero y una máxima producción animal (Hardy, 2000).

Nolan y Connolly (1977) señalan que un ejemplo de pastoreo mixto con complementariedad entre las especies pastoreadoras consiste en la adición de bovinos a un sistema con pastoreo por ovinos solamente, sin cambio en la carga animal de ovinos. Hardy (1995) menciona que en sistemas de pastoreo mixto bovino+ovino una variable importante que define el grado de éxito de este sistema es la composición de la carga animal aplicada. En particular refiere que la carga animal debe componerse de 50% de ovinos y 50% de bovinos, ya que aumentar la proporción de ovinos en la carga animal permite un pastoreo más selectivo por parte de éstos. En esta proporción el autor supone una equivalencia ovinos a bovinos de 6 borregas adultas equivalente a 1 novillo de 450 kg de peso vivo.

La producción animal por unidad de área se refleja en el ingreso monetario por hectárea, el cual puede ser mayor con pastoreo mixto que con el pastoreo por una sola especie. En pastoreo mixto bovino+ovino la ganancia de peso del componente ovino sin variación en el nivel de producción del ganado bovino, con respecto del pastoreo por bovinos solamente es indicado como la ventaja económica de este sistema de pastoreo mixto sobre el de pastoreo por bovinos solamente. Esta ventaja se explica con base en que el pastoreo mixto mejoró la eficiencia de cosecha del forraje presente, sin forzar al componente bovino a cosechar mas forraje de menor calidad (Hamilton,



1975). El pastoreo mixto vaca+borrega en avena-ballico anual mantuvo la producción diaria de leche por vaca comparada con el pastoreo por vacas solas; sin embargo, el pastoreo mixto ofreció la ganancia de peso de las borregas como una producción sobre la de leche y el valor comercial de esta ganancia de peso como un ingreso bruto sobre el ingreso generado por la leche. Esta producción extra del pastoreo mixto se dio sin afectar negativamente el rebrote y producción de forraje de la asociación avena-ballico anual (López y Martínez, 2001).

El pastoreo mixto novillos+cordeos en *Brachiaria decumbens* mejoró en 32% la ganancia de peso por hectárea de 174 a 259 kg ha<sup>-1</sup> año y la eficiencia de cosecha pasó de 20.9 % a 26.7 %. Los autores concluyen que el pastoreo mixto mejoró la producción por hectárea al mejorar la eficiencia de cosecha del forraje presente en la pradera (Logan *et al.*, 1991).

Los ovinos presentan una selectividad muy marcada por pastorear sólo algunas especies y componentes vegetales, dicho pastoreo selectivo condujo a un cambio gradual en la proporción de especies favoreciendo la presencia de especies poco o nada palatables. La preferencia de los ovinos por algunas leguminosas como es el caso del trébol, redujo la fracción del trébol conforme pasa el tiempo, principalmente cuando se utilizan cargas animales bajas (Bendell, 1973). La adición de ganado bovino al sistema de pastoreo exclusivo por ovinos puede reducir las características del pastoreo muy selectivo por parte de los ovinos. Dudzinski y Arnold (1973) encontraron que la composición botánica de las dietas de bovinos y de borregos castrados expuestos a una misma comunidad vegetal gramíneas/hierbas fue distinta, especialmente en el aporte de gramíneas que fue 70 y 50% para la dieta de los bovinos

y ovinos respectivamente. En sotobosque el pastoreo mixto vacas+borregas en comparación al pastoreo por vacas solas, promovió un mayor banco de semilla de especies forrajeras de interés y con ello incrementó la propagación de estas especies. Las borregas cosecharon arvenses las cuales fueron evitadas por las vacas y así redujeron la intensidad de cosecha sobre especies preferidas por las vacas y se reflejó en que una mayor cantidad de individuos de estas especies llegaron a la producción de semilla, además las borregas consumieron mayor cantidad de la semilla formada y el paso por el tracto digestivo permitió que las semillas presentaran mayor tasa de germinación. Así, los autores concluyeron que el beneficio del pastoreo mixto sobre el monoespecífico se dio al conjugar un pastoreo menos selectivo de los componentes de la vegetación de sotobosque, semillación de especies de interés y consumo de semillas que al pasar por el tracto digestivo sirvió como un proceso de escarificación (Pardini *et al.*, 1994).

El pastoreo mixto tuvo un efecto sobre la respuesta de la pradera, por lo que el aplicar pastoreo mixto trajo una respuesta en el rebrote de la pradera, la tasa de rebrote de kikuyo fue de  $95.7 \text{ kg ha}^{-1}\text{día}^{-1}$  cuando se aplicó pastoreo mixto becerra+borrega mientras que con el pastoreo por borregas solamente la tasa de rebrote fue de  $53.9 \text{ kg ha}^{-1}\text{día}^{-1}$ . Junto con la reducción en la tasa de rebrote se registró una menor altura y cantidad de forraje ofrecido (15 y 27% menos, respectivamente) en el kikuyo con pastoreo por borregas solamente (Gómez, 1998). El pastoreo mixto borrega+becerra incrementó 8% el rendimiento de forraje y 17% la ganancia de peso vivo por hectárea, con respecto al pastoreo monoespecífico con borregas, estos incrementos se asociaron a una mayor eficiencia de cosecha del forraje presente cuando se tuvo el pastoreo mixto (Boer y Hanekamp, 1992).

González *et al.* (2000a) señalaron que en pastoreo mixto vaquilla+borrega existieron dos componentes de decisión importantes, uno fué el aporte proporcional a la carga animal por cada uno de los componentes y el otro fué la equivalencia, o sea, una vaquilla a cuantas borregas equivale. Al comparar diferentes combinaciones, al variar el aporte proporcional a la carga animal y equivalencia, encontraron que la composición de la carga animal fue mayormente determinante del tiempo que dedicaron las borregas al pastoreo que las equivalencias, así conforme la carga animal presentaba un mayor aporte de vaquilla el tiempo que las borregas dedicaban al pastoreo era menor, pasando de un máximo de 334 minutos/borrega en 8 horas de exposición al área de pastoreo cuando no existieron vaquillas en la carga animal, a un mínimo de 261 minutos/borrega cuando la carga animal fué conformada con 33.3% de vaquilla. Los autores sugirieron que la caída en el tiempo de pastoreo por las borregas podría asociarse a una conducta agresiva de las vaquillas sobre las borregas o bien a cambios en la estructura del forraje presente en la pradera por efecto del pastoreo por las vaquillas. Gómez (1998) coincidió en registrar una caída en el tiempo de pastoreo por parte de las borregas cuando estas pastorearon junto con vaquillas, sin embargo, la magnitud de reducción en el tiempo de pastoreo fue menor cuando las vaquillas recibieron suplemento además del pastoreo en comparación a cuando las vaquillas no recibieron suplemento alguno. Esta situación apunta que el pastoreo de las vaquillas promueve una estructura del forraje de la pradera que limita el tiempo que las borregas le dedican al pastoreo.

## ASOCIACIONES GRAMÍNEA-LEGUMINOSA EN CLIMA TEMPLADO

La siembra de gramíneas con leguminosas es común en diversos lugares de México, el interés de la asociación de leguminosas con gramíneas en clima templado está en poder obtener una mayor producción animal y mejorar la distribución estacional del forraje. Gutiérrez (1996) menciona algunas ventajas agronómicas de asociar gramíneas con leguminosas como: mejorar la distribución estacional de la producción de forraje; e incrementar la producción de forraje en comparación a las gramíneas en siembras puras; así como, ventajas de carácter zootécnico como: mayor valor nutritivo de la dieta, disminuir el riesgo de timpanismo y un incremento en la producción animal. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que el manejo de la pradera asociada tiene influencia sobre la persistencia de la leguminosa, esto por estar sometida a una defoliación intensa o muy frecuente afectando la recuperación de las mismas. La explotación de una pradera asociada debe asegurar por tanto mantener el aporte adecuado de la leguminosa, ya que el rendimiento de la leguminosa y el comportamiento de los animales se relacionan positivamente (Moreno y Pérez, 1996)

El rendimiento de forraje de la asociación de trébol blanco-ryegrass fue similar para las cosechas por pastoreo y mecánica, en un lapso de 4 años, con un rendimiento promedio por año de  $13.4 \text{ t ha}^{-1}$  (Schils *et al.*, 1999). En alfalfa-ovillo la cantidad de forraje ofrecido promedio se incrementó con la frecuencia de 35 días ( $4863 \text{ kg ha}^{-1}$ ) comparada con la de 28 días que fue la más baja ( $3410 \text{ kg ha}^{-1}$ ), mientras que a 21 días se obtuvo un valor muy cercano al de la frecuencia de 35 días ( $4383 \text{ kg ha}^{-1}$ ) (Tablada, 1998). Rivera *et al.* (1992) en alfalfa-ovillo con un período de descanso de

42 días, obtuvieron la mayor tasa de acumulación ( $58.35 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ), esto debido a un mayor periodo de crecimiento vegetativo y proporción de alfalfa en el rendimiento.

Bajo algunas condiciones de zona templada de México como en Chapingo, alfalfa sola puede rendir tanto o mas forraje que alfalfa asociada con algunas gramíneas templadas como ryegrass perenne, ovinillo y festuca y más rendimiento que las gramíneas templadas en cultivo monófito. Perez *et al.* (1997b) encontraron que a un primer corte alfalfa en cultivo monófito rindió  $11,661 \text{ kg de MS ha}^{-1}$ , cantidad que fue 10 y 65 % superior a la registrada para la asociación alfalfa-ryegrass y el cultivo monófito de ovinillo. La ventaja en rendimiento de la asociación gramínea-leguminosa es común cuando se compara el rendimiento con la gramínea en cultivo monófito. Mientras que ryegrass solo rindió  $14,200 \text{ kg de MS ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  la asociación trébol blanco-ryegrass rindió  $17,400 \text{ kg de MS ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ , evidenciando una mayor producción de forraje en la asociación (Erens *et al.*, 1997b). Zimková (1997) coincidió encontrando la mayor producción de materia seca en una asociación ryegrass-trébol blanco con  $7.5 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  en promedio para tres años, cuando fue comparada con variedades en monocultivo y asociadas de festuca y ovinillo, esto debido a una mayor persistencia de la leguminosa bajo esta asociación.

Jiménez (1983), describió la estacionalidad en la acumulación diaria de forraje de asociaciones de gramíneas asociadas con trébol o con alfalfa. En el período invernal las asociaciones con alfalfa presentaron la mayor tasa de acumulación de forraje ( $18.9 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ), y esta superioridad se mantuvo al mejorar las condiciones climáticas presentando un pico a finales del mes de mayo con una

acumulación promedio de 55.1 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>. Sánchez *et al.* (1996) en alfalfa-ovillo, reportan la menor tasa de acumulación en el periodo invernal con 47.45 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>; alfalfa presentó una reducción en la tasa de acumulación de 44%, mientras que en ovillo la reducción fue de 51%, y la máxima acumulación de forraje fue en el mes de septiembre con 80 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, con un valor promedio anual de 61.42 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>.

En un sistema silvopastoril, el usar asociaciones puede ser una alternativa para reducir el impacto negativo del sombreado. Pollock *et al.* (1997) evaluaron en condiciones normales e integrados a un sistema agroforestal a fleo-tréboles rojo y blanco, ovillo-tréboles rojo y blanco y alfalfa en monocultivo, todos con pastoreo por borregos. La producción de forraje total en tres años fue para alfalfa de 30.6 t de MS ha<sup>-1</sup> en un sistema normal contra 24.6 t de MS ha<sup>-1</sup> en el agroforestal, mientras que la asociación fleo-tréboles obtuvo valores contrarios con una mayor producción bajo el sistema agroforestal comparado con el normal (19.1 vs. 22.8 t de MS ha<sup>-1</sup>) y la asociación ovillo-tréboles no mostró variación en el rendimiento entre el sistema normal y el sistema agroforestal. El recurrir a asociaciones pudo amortiguar el efecto de sombreado sobre el rendimiento.

Se ha encontrado que en asociaciones gramínea-leguminosa existe similitud en la producción con y sin fertilización nitrogenada, en una pradera asociada gramínea leguminosa encontraron que la acumulación de materia seca no mostró diferencia durante cuatro años, siendo en el tercer año la producción de materia seca de 2,651 kg de MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> en los lotes fertilizados contra 2,512 kg de MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de los lotes no fertilizados, lo cual demuestra la capacidad de la leguminosa de aportar nitrógeno



para promover un desarrollo de la gramínea similar al obtenido con la adición de nitrógeno químico (Josifovich y Scheneiter, 1997b). González-Rodríguez (1997) coincide al encontrar que ryegrass-trébol con y sin fertilización nitrogenada presentaron similar producción de materia seca. Sin embargo, Tow *et al.* (1997) registraron que en condiciones cálidas la asociación *Digitaria ciliaris*-*Medicago sativa*, incrementó 25% el rendimiento de materia seca cuando recibió un apoyo con fertilizante nitrogenado en comparación a la asociación sin adición extra de nitrógeno. Morrison *et al.* (1997) también encontraron un incremento del 22% en la producción de materia seca al fertilizar con nitrógeno *Cynodon dactylon* sembrado con *Lolium multiflorum*, *Trifolium incarnatum* y *Trifolium repens*, con respecto a la pradera sin fertilización con nitrógeno. La respuesta de las asociaciones gramínea-leguminosa a la adición de nitrógeno químico se explicó en ambos casos con base en que el nitrógeno introducido por la leguminosa al sistema debe sufrir un proceso de mineralización previo a que quede disponible para el componente gramínea de la asociación.

En ryegrass perenne-trébol blanco, la aplicación de nitrógeno químico redujo el contenido de trébol en 42%, pero el efecto detrimental del nitrógeno sobre el contenido de trébol en la asociación puede contrarrestarse si la frecuencia de cosecha es de 25 a 30 días (González-Rodríguez, 1995).

La edad de la pradera es un factor importante a considerar ya que praderas con varios años de edad producen menos que praderas nuevas. Edward y O'Riordan (1997) evaluaron la producción de materia seca en praderas viejas y sembradas de ryegrass y trébol blanco encontrando que la producción fue mayor en praderas sembradas con 9,713 kg de MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> contra 7,540 kg de MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de

praderas viejas, esto debido a una menor población de los componentes de la pradera conforme la edad de la pradera avanza, causando una reducción en el rendimiento.

El forraje de la pradera asociada puede ser de mayor calidad que el forraje de praderas monófitas y esta mejor calidad es reflejada en la producción por animal, en alfalfa-ovillo se reportaron en promedio 13.55 kg de leche vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, con fluctuaciones a través del año que van de 11.33 a 18.1 kg de leche vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> y una producción total de 19,215 kg de leche ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, con un máximo de 21,113 kg de leche ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> y un mínimo de 17,317 kg de leche ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, conteniendo 3.69% de grasa (Sánchez *et al.*, 1996). Mientras que la producción de lana en ovejas se incrementó al pastorear ryegrass perenne asociado con trébol blanco comparado con ryegrass perenne en monocultivo, resultando mayor la producción de lana en la asociación con 71.6 g de lana/kg de peso vivo contra 63.3 g de lana/kg de peso vivo, lo cual representó 12% más producción de lana en la asociación en comparación con el monocultivo (Erens *et al.*, 1997a).

La frecuencia de defoliación en alfalfa-ovillo tuvo efecto sobre el peso vivo final y la ganancia diaria de peso de borregos, ya que conforme la frecuencia de pastoreo fué más holgada (35 días) el peso vivo final (30.3 kg por borrego) y la ganancia diaria de peso (122 g por borrego por día) se incrementaron, esto probablemente debido a un mayor contenido de leguminosa conforme la frecuencia fue mas holgada (Tablada, 1998).

Edward y O'Riordan (1997) encontraron que de mantenerse la población de los componentes de la asociación ryegrass perenne-trébol blanco, el peso vivo final de

novillos pudo mantenerse en 723 kg de peso por animal independientemente de la edad de la pradera.

En praderas asociadas gramínea-leguminosa la fertilización nitrogenada puede incrementar el porcentaje de proteína del forraje ofertado en 6%, la carga animal en 3%, mientras que la producción de leche individual como por hectárea en 3 y 5 % respectivamente; esto a consecuencia de mayores tasas de acumulación de forraje y calidad del mismo (González-Rodríguez, 1997; Josifovich y Scheneiter, 1997b), Morrison *et al.* (1997) coincidieron al encontrar incrementos del 12.5 y 9% en la ganancia diaria de peso de vacas y becerros, respectivamente, cuando la pradera de *Cynodon dactylon* sembrada con *Lolium multiflorum*, *Trifolium incarnatum* y *Trifolium repens*, recibió nitrógeno químico en comparación a la pradera de igual composición pero sin fertilizar.

## **REBROTE POR INTENSIDAD DE COSECHA**

El rebrote es un nuevo crecimiento de las plantas forrajeras en un determinado lugar producto de la interacción cosecha-ambiente y es determinado por la posición de los órganos de reproducción vegetativa en relación a la intensidad con que las plantas son cosechadas. Para obtener este nuevo crecimiento de las plantas es importante contar con reservas que están compuestas por carbohidratos que son azúcares, fructosanas y almidones los cuales son almacenados en raíces, rizomas, estolones y base de los tallos; por lo que una alta concentración de carbohidratos de reserva son un prerequisite para tener una alta velocidad de rebrote. Es importante mencionar que después de un pastoreo o una defoliación siempre se presenta una

disminución en las reservas de carbohidratos, la cuál continúa por los siguientes diez días, debido a que en gran medida las reservas de carbohidratos son incorporadas a los órganos de reproducción de la planta (Améndola, 1996), este mismo autor menciona que una de las características básicas de una planta forrajera es la de proteger sus órganos de reproducción de la cosecha por el animal, esta característica está ligada al hábito y porte de las especies, las especies de hábito postrado y las erectas de bajo porte, presentan naturalmente sus puntos de crecimiento al nivel de la superficie del suelo, lo mismo que algunas leguminosas erectas de mayor porte, como alfalfa, que presentan sus puntos de crecimiento en la corona.

El rebrote está influenciado por dos factores de manejo: la frecuencia de cosecha que es el intervalo de tiempo entre dos cosechas sucesivas y la intensidad de cosecha que es la magnitud en que las plantas son defoliadas (Hodgson, 1979; Mares, 1983; Morley, 1981; Richards, 1993). A una misma frecuencia de cosecha, fijada en 28 días, kudzú mostró gran sensibilidad a la intensidad de cosecha, referida como altura con respecto del nivel del suelo, a la que se efectuó el corte. Al incrementar la altura de corte de 5 a 15 cm se propició que el peso aéreo de kudzú se incrementara 94%. Los autores explican el incremento en el peso de la parte aérea al dar una intensidad de corte menor (mayor altura de corte), por permitir a una mayor cantidad de yemas axilares el poder desarrollarse luego de la cosecha así como una posible mayor cantidad de reservas, en comparación al corte mas intenso (menor altura de corte) (Martínez *et al.*, 1997a).

A una igual frecuencia de cosecha la intensidad de cosecha puede presentar resultados contrastantes en el corto y largo plazo, según la especie forrajera. Así en

*Agropyron desertorum* en el primer año el corte a 5 cm permitió un mayor rendimiento de la parte aérea que el corte a 10 cm, pero a partir del segundo año y hasta el quinto año, el rendimiento de la parte aérea fue mayor cuando el primer corte se realizó a 10 cm. *Medicago sativa* mostró igual rendimiento en ambas alturas de corte; mientras que *Psathyrostachys junceus* mantuvo desde el primer año y los siguientes años mayor rendimiento cuando en el primer año se cortó a 5 cm en comparación al corte a 10 cm en este primer año (Leyshon y Campbell, 1992).

En ovillo tanto el rendimiento como la densidad de tallos se redujeron cuando la intensidad de cosecha fue de 3 cm en comparación a 6 cm. Pero la magnitud de la reducción en rendimiento y densidad de tallos al cortar a 3 cm en comparación con 6 cm, fue mayor cuando la frecuencia de corte fue de 21 días y menor a la frecuencia de 35 días. Los autores concluyen que la frecuencia puede disminuir el efecto de la intensidad de cosecha pero no lo anula (González *et al.*, 2000b).

La dinámica del crecimiento de los componentes de una asociación puede ser contrastante y con ello presentar patrones complementarios a lo largo del año que permitan un mayor rendimiento anual de la asociación en comparación al cultivo monófito de cada uno de los componentes. La densidad de hojas de trébol blanco fue 61% mayor en verano en comparación a primavera, en el primer año de la siembra y la densidad de tallos de ovillo también llegó a un máximo en verano en comparación a primavera (Karsten y Fick, 1999).

Incrementar la disponibilidad de nitrógeno por medio de la fertilización permitió que *Lolium multiflorum* mostrara igual rendimiento en cortes a 5 y 7 cm del

suelo si la dosis de fertilización nitrogenada no era menor a 240 Kg de N/ha<sup>-1</sup> (VanDenBerg y Kruger, 1988). La fertilización nitrogenada de ballico perenne permitió que variar la frecuencia de cosecha por pastoreo de 14 a 21 días no tuviera efecto sobre la densidad de tallos formados. El ballico asociado con trébol blanco en cambio si varió la densidad de tallos al variar la frecuencia de cosecha. Los autores concluyen que el esperado aporte de nitrógeno al ballico por el trébol fue limitativo en cantidad o velocidad con respecto al nitrógeno adicionado vía una fertilización (Hernández *et al.*, 1997).

La tasa de rebrote luego de un corte depende de la cantidad de carbohidratos de reserva, la habilidad para acumular estos carbohidratos de reserva puede variar entre especies y con ello determinar la capacidad de rebrote de las especies. *Medicago sativa*, mostró una mayor capacidad de acumular carbohidratos de reserva en raíz, 80 y 88% mas con respecto a *Lotus corniculatus* y *Kummerowia spp* respectivamente, esta capacidad permitió que *Medicago sativa* presentara un mayor rendimiento de materia seca. La altura de corte varió el nivel de concentración de carbohidratos en raíz en *Kummerowia spp* que decreció de 31 a 11% cuando la severidad de cosecha pasó de 6 a 12 cm, esto indica que a 12 cm la mayor cantidad de hoja residual es importante para mejorar la velocidad de rebrote (Davis *et al.*, 1995).

La defoliación es la influencia más importante del animal sobre la pastura; no únicamente reduciendo la superficie foliar, principal área fotosintética, también ejerciendo algunos efectos desventajosos como velocidades sub-máximas de producción de materia seca de las plantas pastoreadas debido a efectos de compactación del suelo, defoliación no controlada causando daños a los puntos de

crecimiento por altas intensidades de cosecha, lesiones mecánicas causadas por el pisoteo, concentración de sales y obstrucción por heces (Blaser, 1966; Watkin y Clements, 1978). Por lo que un punto importante a tomar en cuenta en el rebrote de la pradera es la carga animal aplicada, ya que el número de animales influye en la magnitud de estos efectos mencionados. La carga animal puede ser una herramienta de manejo para asegurar la homogeneidad en tiempos y espacios en el patrón de cosecha, por lo cual un aumento en la carga puede asegurar una menor selectividad y por lo tanto una mejor respuesta de cosecha; sin embargo, el rebrote de algunas especies se puede ver afectado, reflejado en la producción total de forraje. Al incrementar la carga animal en Buffel de 40 a 60 borregos ha<sup>-1</sup> ocasionó una reducción del 38% en la cantidad de forraje ofrecido (Omaña *et al.*, 2000). En *Bothriochloa caucasica* la densidad de tallos se incrementó 1.25 veces con una carga alta con respecto de una carga baja, sin embargo, el peso por tallo, fue 89% menor para la carga alta comparado con el peso por tallo en la carga baja, la masa de raíz presentó una tendencia similar con 37% menor masa de raíz con la carga alta comparado con la masa de raíz en la carga baja (Christiansen y Svejcar, 1988).

## **EFICIENCIA DE LA COSECHA DE FORRAJE POR PASTOREO.**

### **Factores del animal.**

La utilización de diferentes especies animales manifiesta marcadas diferencias anatómicas como el largo o ancho de la quijada y diferencias en los mecanismos de aprehensión del forraje, factores que afectan la cosecha del forraje presente en la pradera (Hafez y Bouissou, 1975). Otro punto a tomar en cuenta es la edad de los animales en pastoreo, la cual tiene influencia sobre la tasa de bocado y el



tiempo de pastoreo. Por ejemplo, vacas jóvenes comen hasta satisfacer sus requerimientos principalmente incrementando el tiempo de pastoreo y la tasa de bocados por día; mientras que la selectividad del forraje cosechado se incrementa con animales jóvenes presentando una reducción en la profundidad de bocado en comparación con animales viejos. El tamaño del animal está relacionado con la disponibilidad del forraje, algunos modelos teóricos indican que animales grandes son menos capaces de cosechar forraje que animales pequeños a baja disponibilidad de forraje (Ferrer y Petit, 1995); de manera general se sugiere que vacas grandes consumen 0.5 kg de MS y 8 MJ de energía digestible más que vacas pequeñas; sin embargo las vacas pequeñas consumen más forraje por unidad de peso metabólico que vacas grandes (Forbes, 1995).

La etapa productiva de los animales en pastoreo tiene influencia sobre el consumo de forraje, en vacas lecheras el pico de consumo es después del pico de producción de leche, es decir, mientras que el pico de la producción de leche ocurre de 30 a 60 días después del parto; el pico de consumo ocurre hasta 100-120 días después del parto; este retraso entre el pico de consumo y el pico de la producción puede ser más grande en la primer lactancia y más corto en bajas productoras comparadas con altas productoras (Stakelum, 1985). En general, el consumo de forraje se incrementa conforme la producción de leche es mayor, este aumento en el consumo por vacas altas productoras podría ser ocasionado por incrementos en la cantidad ingerida por bocado, así como por un incremento en el tiempo de pastoreo (Philips y Leaver, 1985; NRC, 1989; Gibb *et al.*, 1999). Existe una relación entre la etapa productiva y fisiológica sobre el consumo por vacas en pastoreo; vacas preñadas y lactando consumen 22-28% más forraje que vacas secas y preñadas. A medida que la preñez y la lactancia avanzan

las vacas dedican menos tiempo para comer, con una reducción de 12-15% en el consumo voluntario de alimento al final de la gestación. La disminución en el consumo probablemente es causada por la competencia con el feto por espacio en el abdomen, de tal manera que en las vacas en el último mes de gestación, las demandas de nutrimentos por el feto son demasiado elevadas y el consumo de forraje limitado, por lo que las vacas pueden experimentar pérdidas de peso, pero el crecimiento fetal se mantiene (Stakelum, 1985; Forbes, 1986; Hodgson, 1990, 1997; Holmes *et al.*, 1993; Forbes, 1995).

### **Factores de la pradera**

La pradera influye en la magnitud de cosecha a través del atributo referido por Hodgson (1979) como la estructura de la pradera. El concepto estructura se refiere a la biomasa aérea de las plantas forrajeras y se compone de un conjunto de características como: densidad, altura, disponibilidad, madurez, calidad y composición botánica

La producción total de forraje es un criterio comúnmente usado en la selección de especies para conformar una pradera; sin embargo, la posibilidad del animal en pastoreo de cosechar forraje no solo depende de la cantidad total de forraje producida, si no también de la distribución vertical del total de la biomasa como de los componentes de la misma: hoja, tallo y material muerto. Por tanto, concluye Whiteman, (1980) que en la elección de forrajeras para el establecimiento de praderas que serán pastoreadas, se debe tomar como un criterio adicional la posibilidad de cosecha por parte de los animales.

La altura de la pradera es uno de los atributos que más influye en el tamaño de bocado, además de que determina que tan profundo será el bocado. A una altura de 40 cm del dosel se obtuvo el máximo tamaño de bocado y se concluyó que altura y densidad de la pradera presentaron un efecto aditivo en el tamaño de bocado (Hodgson, 1990, 1996a, 1996b).

A mayor densidad de forraje, la altura de la pradera para obtener el máximo tamaño de bocado tiende a ser menor. En condiciones de baja densidad de forraje la mayor altura del mismo puede compensar para mantener el tamaño de bocado; sin embargo, ante muy pobres densidades de forraje la mayor altura del mismo no es suficiente para mantener el tamaño de bocado, esto debido, a que en el caso de bovinos por ejemplo, el barrido con la lengua para la aprehensión del forraje está limitado a una cierta área en cada momento (Laca *et al.*, 1992). Hodgson (1986) y Forbes (1988) coinciden en señalar que ante disminuciones en el tamaño de bocado, el animal en pastoreo tiende a incrementar el número de bocados por unidad de tiempo, en un intento de mantener constante el consumo diario. Mayne *et al.* (1997) encontraron que el máximo consumo por hora registrado en vacas lecheras pastoreando ballico perenne, fue cuando la pradera se mantuvo a 18 cm de altura con una densidad de tallo de 3 kg de MS/m<sup>3</sup>.

La masa de forraje expresada en kg/ha es otro de los atributos de una pradera que influyen en la posibilidad de cosecha por parte del animal. Hodgson (1990) concluye que para el caso de ballico perenne y quizás para otras gramíneas templadas, la masa de forraje por debajo de la cual el animal tiende a disminuir el consumo diario, fluctúa entre 1,100 y 2,800 mientras que el máximo consumo podría alcanzarse cuando la masa de forraje supera los 2,250 kg MS ha<sup>-1</sup>. Este autor explica la influencia de la

masa de forraje sobre el consumo a través de influir en los tres componentes del comportamiento ingestivo en pastoreo: tamaño y número de bocado junto con tiempo de pastoreo. La NRC (1987) indica que a una masa de forraje de 450 kg MS ha<sup>-1</sup> o menor el consumo puede verse fuertemente limitado. Minson (1990) determinó que conforme la masa de forraje se disminuye a partir de los 2,000 kg MS ha<sup>-1</sup> el tamaño de bocado también disminuye, por lo que el animal tiende a incrementar el tiempo de pastoreo, para compensar la caída en la cantidad de forraje cosechado por bocado; sin embargo esta compensación solo se alcanza si el animal no cae en fatiga.

Para praderas templadas y tropicales, Burns *et al.* (1989) proponen a las masas de forraje de 2000 y 4000 kg MS ha<sup>-1</sup> respectivamente, como los límites por debajo de los cuales el tamaño de bocado empieza a declinar, disparando un aumento tanto en el tiempo de pastoreo como en el número de bocados por minuto, ambos en un intento de mantener el consumo diario constante.

En primavera con masas de forraje de 2,888 a 3,504 kg ha<sup>-1</sup> los consumos por animal fueron de 12.7 y 13.6 kg cabeza<sup>-1</sup> respectivamente, mientras que en verano con masas de forraje de 3,394 a 4,319 kg ha<sup>-1</sup> el consumo de forraje se incrementó a razón de 0.11 a 0.26 kg cabeza<sup>-1</sup> por cada 100 kg de aumento en la masa de forraje por ha<sup>-1</sup> esto debido a un incremento en la disponibilidad del forraje (Stakelum, 1986).

Existe una relación muy estrecha entre la masa de forraje ofrecido y el consumo estimado por la cantidad de forraje desaparecido. En alfalfa-ovillo se reportan las mayores cantidades de forraje desaparecido en los meses de julio y agosto con 2,987 y 2,950 kg MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente, mientras que las menores entre noviembre

y febrero, promediando 1520 kg MS ha<sup>-1</sup>, lo que coincide con la mayor y menor disponibilidad de forraje teniendo una influencia directa sobre el consumo (Sánchez *et al.*, 1996), estos mismos autores reportan en alfalfa-ovillo cantidades de forraje desaparecido superiores a 20,000 kg MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> lo que se debe considerar como un valor elevado, debido tal vez a alta disponibilidad que presentan estas especies en pastoreo y que no presentan variaciones muy drásticas en la masa de forraje a través del año. Améndola *et al.* (1997) determinaron en varias asociaciones de gramínea-leguminosa, que alfalfa-ovillo presentó la mayor producción neta de forraje (22,407 kg de MS ha<sup>-1</sup>) y 71% de eficiencia pastoreo en comparación con las asociaciones con trébol.

Un punto importante sobre el consumo de los animales en pastoreo y de la selección del forraje es la presencia de tallos viejos producto de pastoreos anteriores los cuales son determinantemente importantes para que el animal decida la altura a la cual pastoreará; así como también el diámetro de estos puede influir en el tamaño de bocado. En general, cuando la disponibilidad de alimento es poca en cualquier intervalo de altura de la pradera se empleará más tiempo para pastorear, el número de bocados por minuto se incrementará pero el consumo por hora de pastoreo disminuirá (Arnold, 1981; Poppi *et al.*, 1987; Huerta, 1995). En praderas en dos estados de maduración (vegetativo y reproductivo) compuestas por ryegrass, ovillo y dos variedades de trébol blanco, pastoreadas por borregos, se encontró que la altura fue mayor para las gramíneas que para las leguminosas en los dos estados de maduración, observando que la mayor densidad fue para el trébol. Las praderas en estado reproductivo tuvieron la masa de forraje más alta pero la más baja densidad de tallos en comparación con las etapas vegetativas; los autores concluyen que la densidad de

tallos de estratos pastoreados fue mayor en estado vegetativo y principalmente en trébol blanco (Gong *et al.*, 1997). Existe una relación entre la cantidad de hoja presente y el tamaño de bocado, en defoliación progresiva de vacas en praderas tropicales, en las primeras etapas de defoliación las vacas seleccionaron hoja del estrato superior de la pradera; el tamaño de bocado disminuyó progresivamente cuando existieron disminuciones en la cantidad de hoja, incrementándose la tasa y número de bocados (Chacon y Stobbs, 1976)

El nivel de consumo de forraje por los animales depende también de la calidad del mismo, ya que ésta determina la tasa de digestión a través de la composición química y estructural del forraje y la cantidad adecuada de nutrimentos para el crecimiento microbiano. Los contenidos celulares como proteína y carbohidratos solubles son rápidamente digeridos; mientras que las paredes celulares (FDA y FDN) son lentamente digeridas como es el caso de la celulosa, lignina y hemicelulosa, afectando la tasa de pasaje a la que la ingesta sale del rumen, esto es la tasa de la ruptura de partículas grandes a pequeñas y la tasa de flujo de agua en el rumen, para que estas partículas fluyan hacia el intestino. Por tanto, el consumo del forraje se relaciona linealmente de manera positiva con la calidad del forraje y la principal variable de calidad que afecta el consumo es la digestibilidad y su importancia disminuye cuando excede el 65% (Poppi *et al.*, 1987). Alfalfa-ovillo, en los meses de noviembre a marzo presenta los valores mas altos de digestibilidad y proteína cruda con 74.2 y 24.4%, respectivamente, y de mayo a septiembre alcanzó 69.8 y 18.9%, respectivamente. Las medias anuales fueron 72.1 y 21.6% para digestibilidad y proteína cruda, respectivamente (Sánchez *et al.*, 1996). La composición botánica y morfológica del forraje afecta de manera directa la

composición nutricional, de tal forma que la proporción de especies y componentes del forraje son determinantes en el contenido de proteína cruda y digestibilidad. La hoja verde (70-80%) es más digestible que el tallo verde (60-80%), la mayor digestibilidad de las hojas en relación a los tallos se ha explicado con base en mayor contenido de energía, proteína y minerales en hojas con respecto de tallos. Además, las hojas presentan un menor contenido de fibra, mientras que el material viejo y muerto tiene la más baja digestibilidad (40-60%) (Hodgson, 1986).

Las especies pastoreadoras comúnmente presentan un mayor consumo de leguminosas en relación con las gramíneas, este efecto se explica en base a una mayor velocidad de degradación de las leguminosas en el aparato digestivo por el menor contenido de fibra y mayor contenido de nitrógeno, condiciones que favorecen el mayor consumo (Minson, 1990). Al comparar asociaciones, de alfalfa con festuca, ovillo y kikuyo, las máximas digestibilidad y contenido de proteína se encontraron en la asociación con kikuyo (74 y 21%, respectivamente) y las mínimas en la asociación con ovillo. La diferencia en digestibilidad y proteína se explica, con base al aporte de alfalfa en la composición botánica, a mayor aporte de alfalfa como en la asociación con kikuyo mayor la digestibilidad y contenido de proteína (Hernández *et al.*, 1988).

A medida que disminuye la cantidad de forraje en oferta en la pradera el tiempo de pastoreo aumenta, en un intento por parte del animal de mantener el nivel de consumo; esto se logra, mientras no exista fatiga del animal que impida la compensación y entonces el consumo de energía puede disminuir (Albarrán y Amescua, 1983). Otro factor que interviene directamente sobre el consumo por animales en pastoreo es el de las horas del día, esto debido a la autorregulación de la



temperatura por el rumiante teniendo mayores consumos en algunos momentos del día. Vacas lecheras pastoreando una pradera de ryegrass, presentaron una disminución en la tasa de bocado entre las 7:00 y las 11:30 h pasando de 52.6 a 47.5 bocados/min, incrementándose a 51.6 bocados/min a las 16:00 h y alcanzando su máximo a las 19:00 h con 59.4 bocados/min, mientras que el tamaño de bocado alcanzó un valor elevado a las 7:00 h con 322 mg MS/bocado y logrando la mayor cantidad de materia seca por bocado a las 16:00 h con 481 mg MS/bocado. Este comportamiento podría ser explicado tal vez a un incremento en el contenido de humedad en el forraje a tempranas horas del día (Gibb *et al.*, 1998).

### **Factor manejo**

El manejo de la pradera influye sobre la eficiencia de cosecha del forraje al determinar la calidad del forraje. La asignación de forraje definida como la cantidad de materia seca o material verde ofrecido por unidad animal o por unidad de peso vivo metabólico durante un intervalo de tiempo y expresada como kilogramos de materia seca ofrecida por cada cien kilogramos de peso vivo por día (t'Mannetje y Ebersohn, 1980), se relaciona con la carga animal de modo que conforme aumenta la asignación de forraje la carga animal disminuye y viceversa (Hodgson, 1979; Holmes, 1987). Hernández *et al.* (1988) señalan que en praderas asociadas asignar 9% mostró el mayor grado de utilización del forraje presente y la mejor proporción gramínea-leguminosa.

El nivel de asignación de forraje puede afectar la cantidad como calidad del forraje consumido, esto por permitir una mayor o menor posibilidad de seleccionar el forraje a cosechar, la tendencia es a reducir el consumo de forraje conforme la asignación es menor (Greenhalgh *et al.*, 1966; Le Du, 1979; Allison, 1985). Cuando la

asignación fue mayor, la cantidad de forraje rechazado total en material verde y hoja fue mayor, a menores asignaciones de forraje se dio una fuerte reducción en la calidad de la dieta ofrecida y consumida por una reducción en la posibilidad de selección; sin embargo, la calidad del forraje en oferta también está en función al tiempo que transcurre entre pastoreos sucesivos (Hernández *et al.*, 1988; Matus *et al.*, 1989). En alfalfa-ovillo el contenido de materia digestible se incrementó conforme el período de descanso pasó de 21 a 42 días, esto se atribuyó a una mayor proporción de alfalfa a medida que los períodos de descanso fueron más largos (Guillén *et al.*, 1991), el largo del período de descanso en alfalfa-ovillo provocó cambios en la composición botánica, con 35 días de descanso se dio la mayor densidad de ovillo, mientras que la mayor densidad de hoja y tallo de alfalfa y material muerto se presentaron con 42 días de descanso. La relación hoja:tallo, en alfalfa y ovillo disminuyó conforme se incrementó el período de descanso, en alfalfa pasó de un máximo de 1.6:1 a un mínimo de 0.8:1 con períodos de descanso de 21 a 42 días respectivamente; en ovillo estos valores fueron de 3.4:1 y 2.2:1, respectivamente (Ruiz *et al.*, 1990).

Con pastoreo mixto los cambios en la composición botánica se reportan como una respuesta a una serie de factores: 1) si los ovinos son pastoreados sólo o junto a los bovinos; 2) las cargas animales usadas; 3) el sistema de manejo del pastoreo; 4) la productividad inherente y estabilidad del recurso; y, 5) todas las combinaciones de los factores mencionados (Hardy, 2000). El utilizar cabras y borregos en pastoreo mixto ocasionó que las cabras seleccionaran una dieta con menos proporción de trébol blanco ya que las cabras no pastorean tan profundo como los borregos y esto resultó en una baja proporción de trébol blanco en la dieta de las cabras (Del Pozo *et al.*, 1997).

## RELACIÓN EFICIENCIA DE COSECHA A PRODUCCIÓN ANIMAL Y PRODUCCIÓN POR HECTÁREA

Una de las variables del manejo del pastoreo, con fuerte impacto en la productividad de las praderas, es la carga animal. La magnitud de productos pecuarios por unidad de área está en función de la producción por animal y del número de animales por hectárea. Donde la producción por animal refleja el potencial genético del animal, el manejo y la calidad del forraje. El número de animales por hectárea, para un período dado, es función del rendimiento de forraje de la pradera. La carga animal determina la eficiencia con la que se cosecha el forraje presente en una pradera así como la producción por unidad animal y por unidad de superficie. Cargas bajas favorecen la mayor producción por unidad animal debido a la amplia disponibilidad de pasto y a la posibilidad holgada que tiene el animal de consumir selectivamente las partes con mayores contenidos de proteína y digestibilidad de la pastura; a medida que se aumenta la carga animal se favorece una mayor producción por unidad de superficie, en detrimento del componente individual hasta llegar a un punto máximo de producción por superficie, de continuarse el incremento en la carga animal, entonces la producción por superficie declina en forma abrupta al no poder compensar el mayor número de animales la caída en la producción por animal, llegando al caso extremo donde la producción por animal es nula o negativa (por ejemplo, pérdida de peso) (Gutiérrez, 1996). Con una carga de 6.97 animales  $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$  la masa de forraje fue 80% menor y la ganancia de peso fue 51% menor a lo registrado con una carga de 2.27 animales  $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ , sin embargo, la mayor carga dio una ganancia de peso por hectárea 37% mayor a la menor carga (Rouquette *et al.*, 1997). Papadopoulos *et al.* (1997) coinciden en registrar una tendencia similar, la masa de forraje como la ganancia diaria

de peso disminuyen al incrementar la carga animal, pero es con la mayor carga animal con la que se obtuvo la máxima ganancia de peso por hectárea, esta ganancia fue 29% mayor a la registrada para la carga menor. Volesky *et al.* (1990) al utilizar becerros a una carga animal de  $0.67 \text{ UA/ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  reportan reducciones en la producción animal individual cuando se comparó con una carga de  $0.33 \text{ UA/ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ , sin embargo con la carga más alta se obtuvo 26% mayor ganancia de peso por unidad de superficie en comparación con la carga mas baja.

La carga animal de  $2.5 \text{ U.A/ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  dio 40 y 24% mayor ganancia de peso por hectárea por año en bovinos que la carga animal de  $1.8 \text{ U.A/ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ , en pastoreo rotativo y continuo respectivamente. Los autores resaltan que el pastoreo rotativo es el método de pastoreo con el que se puede incrementar el impacto positivo de una mayor carga animal en la producción por unidad de superficie al restringir el área a la que tienen acceso los animales en cada momento (Barnes y Denny, 1991).

En alfalfa-bromo la fertilización nitrogenada incrementó la producción de forraje 14% con respecto a la asociación sin fertilizar, con ello la carga pasó de 87 a  $93.6 \text{ vacas/ha}^{-1}/\text{día}$ , implicando 5% mas en la producción animal por hectárea pero sin reducción en la producción por animal (Kopp *et al.*, 1997). El manejo agronómico de la pradera juega un papel muy importante sobre la producción de forraje como sobre la producción animal, tal es el caso de la intersembra de alfalfa, bromo, trébol rojo y oville sobre festuca, bromo, alfalfa y trébol blanco que mejoró la producción de forraje en 10% y la ganancia diaria de peso de por animal en novillos y por hectárea en 24 y 30%, respectivamente, mientras que la carga también fue mayor para la pradera intersembra (Josifovich y Scheneiter, 1997a; 1997b).

En Estrella de África pastoreando novillos la asignación de 3.5% incrementó la producción de forraje, la ganancia diaria de peso por animal y por hectárea en 11, 36 y 17 %, respectivamente, en comparación a la asignación de 2%, sin embargo la eficiencia de cosecha del forraje presente fue 37 y 39% para la mayor y menor asignación, respectivamente. Restringir la asignación disminuye la posibilidad de selección logrando un pastoreo mas homogéneo, pero afectando la producción animal al no permitir que el número de animales pueda compensar la caída en la producción por animal (Pérez *et al.*, 1997a). En ryegrass-ovillo-trébol rojo aplicar una asignación del 4% mas suplemento permitió incrementar la carga animal de ovinos casi al doble, así como en 22% la ganancia diaria de peso por cordero en comparación a una asignación del 8% sin suplemento (Martínez *et al.*, 1997b).

En ryegrass-ovillo-tréboles rojo y blanco vacas lecheras lograron el máximo consumo cuando la asignación fue de 36.6 kg MS/animal/día que fue 17 % mayor al consumo con la asignación de 18.1 kg MS/animal/día, el mayor consumo a la mayor asignación implicó una producción diaria de leche mayor en 6%, la eficiencia de cosecha como la carga animal se redujeron casi en 50% a la mayor asignación en comparación con la menor asignación (Wade y Dalla, 1997). En festuca-trébol blanco con vaquillas se presentó una tendencia inversa, la mayor ganancia de peso fue con la asignación de 2.5%, 19% mayor a la registrada con la asignación de 3.5%, el consumo fue 13% mayor con la asignación baja. La mayor asignación en este caso no favoreció una mayor producción por presentarse una caída en la calidad del forraje por excesiva maduración del mismo (Mieres y Acosta, 1997).

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Localización y clima**

El estudio se realizó en el campo agrícola experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México, a 19° 53' N, 98° 53' W y 2,240 msnm (García, 1988).

La fórmula climática del área es: C (w<sub>0</sub>) (w) b (i')g, que corresponde a un clima templado, con verano fresco con una temperatura media anual entre 12 y 18 °C, la del mes más frío entre -3 y 18 °C y la del mes más cálido entre 6.5 y 22 °C; con un cociente de precipitación/ temperatura menor a 43.2 por lo que constituye el subtipo más seco de los climas templados, precipitación del mes más seco menor a 40 mm y menos del 5% de precipitación total en la época invernal, con poca oscilación térmica (menor a 7 °C) y marcha de la temperatura tipo ganges. La precipitación anual es de 644.8 mm.

### **Duración del experimento, tratamientos y diseño experimental**

El experimento se efectuó durante la temporada invierno-primavera y tuvo una duración de 105 días, del 20 de enero al 5 de mayo de 2001. Se evaluaron dos estrategias de pastoreo: 1) monoespecífico: con vacas solamente; y, 2) mixto: vacas+borregas.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con dos repeticiones donde la unidad experimental fue una pradera de alfalfa- ovillo de superficie

variable, con sus respectivos animales, siendo la carga animal de 5 vacas<sup>-1</sup>/ha<sup>-1</sup> para monoespecífico y de su equivalente en mixto adicionando el 20% de carga en borregas.

### **Animales empleados y su manejo**

Se utilizaron 10 vacas de raza Holstein con peso y días en leche promedio de 575.8±67.8 kg y 72.6±37.9 días respectivamente y 24 borregas criollas adultas de segundo parto con un peso promedio de 24±3.9 Kg. Todos los animales se identificaron de forma individual. Las borregas se desparasitaron internamente con Ivomec<sup>®</sup> a una dosis de 1 ml por cada 50 kg de peso vivo (PV), al inicio del pastoreo experimental, únicamente.

Se formaron dos grupos de cinco vacas cada uno, manteniendo la mayor homogeneidad en peso y días en leche, asignando al azar uno de los dos tratamientos a cada grupo. Después, dentro de cada grupo se tomaron 3 y 2 vacas para ser asignadas a una pradera. Para el caso del pastoreo mixto se formaron dos grupos de borregas uno de 16 borregas para juntarlas con el grupo de 3 vacas y el resto de las borregas (8) con el grupo de dos vacas.

Las vacas y borregas se pesaron al inicio del período experimental y luego cada siete días, las vacas después del ofrecimiento matutino de ensilado de maíz y concentrado, y las borregas antes de entrar al área de pastoreo correspondiente. Las vacas se ordeñaron dos veces por día a las 6:00 y a las 15:00 horas, después del ordeño se les ofreció, en corral, ensilado de maíz y concentrado durante una hora,



cada uno a razón de 4.5 kg MS por día por vaca, ofreciendo la mitad de la ración en cada momento, el concentrado estuvo compuesto por 80, 8, 6, 4 y 2% de sorgo, harina de pescado, melaza, harina de carne y minerales, respectivamente.

### **Manejo de las praderas**

Se usó un área total de 22,563 m<sup>2</sup> sembrada con alfalfa (*Medicago sativa* Var. Valenciana) y ovillo (*Dactylis glomerata* Var. Potomac ). Al inicio del periodo experimental el área tenía 2 años de haber sido sembrada. La densidad fue de 20 kg de semilla pura viable de alfalfa y 20 kg de semilla pura viable de ovillo por hectárea. A la siembra se fertilizó con una dosis de 100 kg de N ha<sup>-1</sup> en forma de urea y 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> en forma de Súper Fosfato Triple de Calcio, durante la fase experimental se aplicó riego por aspersión, cada 15 días con una lámina de riego de 45 mm por riego.

Para mantener la carga animal expresada como presión de pastoreo el total del área se dividió en cuatro praderas, dos de 6768.8 m<sup>2</sup> y dos de 4512.8 m<sup>2</sup>. Las praderas de mayor superficie fueron para los grupos de tres vacas y las de menor superficie para los grupos de dos vacas. El cerco perimetral fue eléctrico fijo y dentro de cada pradera cerco eléctrico móvil para delimitar la franja de pastoreo.

### **Manejo del pastoreo**

Se utilizó una carga animal expresada como presión de pastoreo de 3,164 kg de PV ha<sup>-1</sup> 105 días<sup>-1</sup> para el pastoreo monoespecífico, para el mixto la carga animal expresada

como presión de pastoreo se incrementó 20%, para quedar en 3,796 kg de PV ha<sup>-1</sup>, constituido por 3,164 kg de vaca y 632 kg de borrega. Nolan y Connolly (1977) señalan que al incrementar la carga animal con ovinos se permite una mayor posibilidad de cosecha, ya que los ovinos pueden cosechar forraje que a los bovinos no les es posible alcanzar, mejorando la eficiencia de cosecha.

Para las borregas el tiempo de estancia diaria en el área de pastoreo fue de 8 h, de 7:00 a 15:00 horas. Las vacas permanecieron todo el tiempo en el área de pastoreo excepto por el tiempo de ordeña, ofrecimiento del ensilado de maíz y concentrado.

El pastoreo fue en franjas, bajo el criterio de dar una nueva franja cuando el forraje residual presento una altura de 7 cm, y procurando que la franja ofrecida tuviera un día de ocupación. El período de descanso vario de 30 a 32 días, completándose dos ciclos de pastoreo en cada tratamiento durante toda la fase experimental.

### **Variables medidas y calculadas**

Las variables en pradera fueron cantidad y composición de forraje ofrecido y residual, cantidad de forraje desaparecido total y por componente, dinámica del rebrote y calidad del forraje ofrecido y residual.

La cantidad de forraje ofrecido se refiere a la cantidad de forraje al momento en que los animales entraban a una nueva franja. La cantidad de forraje ofrecido se

determinó en ocho ocasiones. En cada ocasión, se determinó con base al total del forraje cosechado a partir de 8 cuadros de 0.25 X 0.25 m ubicados en forma equidistante entre sí a lo largo de un transecto en zig-zag. Antes de cortar el forraje enraizado dentro de cada cuadro se registró la altura promedio del forraje. El corte del forraje en 5 de los 8 cuadros fue a ras del suelo, en los otros 3 el forraje fue cosechado a tres alturas con respecto del suelo: forraje a más de 14 cm de alto, forraje a más de 7 y máximo de 14 cm de alto y forraje entre 0 y 7 cm de alto. El forraje cosechado a ras de suelo de los cinco cuadros se mezcló y pesó en campo, luego se tomaron dos muestras una para determinar cantidad de materia seca (55° C por 72 h) y otra para determinar composiciones botánica (alfalfa, ovinillo, maleza y material muerto) y morfológica (hoja y tallo de alfalfa y ovinillo), donde maleza fue toda planta diferente a alfalfa y ovinillo. Cada uno de estos componentes se secó (55° C por 72 h) y se pesó. El peso de las muestras de forraje por altura con respecto del nivel de suelo se sumó al peso de forraje de los otros cinco cuadros y las muestras se conservaron para análisis de calidad.

La metodología empleada para determinar la cantidad y altura del forraje residual fue similar y en la misma franja donde se determinó forraje ofrecido, cuidando que la ubicación de los cuadros fuera en la vecindad de donde se había colocado el cuadro para forraje ofrecido, pero nunca en el mismo lugar. El corte del forraje en 5 de los 8 cuadros fue a ras del suelo, en los otros 3 el forraje fue cosechado a dos alturas con respecto del suelo: forraje a más de 7 cm de alto y forraje entre 0 y 7 cm de alto.

La cantidad de forraje desaparecido fue la diferencia de la cantidad de forraje ofrecido menos la residual, esta diferencia expresada como proporción del forraje ofrecido se consideró grado de cosecha.

La dinámica del rebrote se determinó al registrar al inicio (día 0) y después cada cinco días altura, número de tallos y hojas en diez plantas de cada especie; este registro se llevó desde el día en que los animales eran movidos a una nueva franja hasta que volvieron al lugar (32 días), esto se realizó durante solo un ciclo de pastoreo.

Los atributos de calidad del forraje ofrecido y residual determinados fueron proteína cruda, fibra detergente neutro y fibra detergente ácido. Para estos análisis se utilizó un equipo de espectroscopía del infrarrojo cercano NIR (FOSS NIRSystem, Infrasoftware International, LLC).

En las vacas se determinó tiempo de pastoreo, producción de leche y cambio de peso, en las borregas solamente ganancia de peso. Para determinar el tiempo diario dedicado al pastoreo se dio seguimiento a 3 vacas por tratamiento, en dos ocasiones, tomando mediciones de las 7:00 a 22:00 horas, a intervalos de 15 minutos, las actividades registradas fueron: pastoreando y otra actividad. La actividad registrada se supuso era mantenida durante los 15 minutos previos al momento de registro (Hodgson, 1982). En cada ocasión de medición se tomaron datos en dos días consecutivos. La producción de leche por vaca se determinó pesando semanalmente la cantidad de leche producida en las dos ordeñas. Para los cambios de peso de vacas y ganancia de peso de las borregas se pesó cada animal al inicio del periodo

experimental y luego semanalmente por la mañana, para el caso de las vacas al terminar el período de ofrecimiento de ensilado de maíz y concentrado; para las borregas antes de salir al área de pastoreo.

### **Manejo de los datos y análisis estadístico**

Para determinar el efecto de la estrategia de pastoreo sobre la cantidad, composición y calidad del forraje ofrecido se usaron los datos de las seis últimas ocasiones en que se determinaron estas variables. En las dos primeras, las praderas no habían sido sujetas a ninguna de las estrategias de pastoreo. Sin embargo, se comparó estadísticamente la cantidad y composición del forraje ofrecido en las dos primeras ocasiones para asegurar que las praderas eran homogéneas entre sí al inicio del estudio. También la cantidad de forraje ofrecido al inicio del estudio se usó como covariable al comparar la cantidad de forraje ofrecido en las praderas a las dos estrategias de pastoreo, determinada en las seis últimas ocasiones. De no ser significativo ( $P > 0.05$ ) el efecto de la covariable se procedió a un análisis nuevo sin incluir la covariable en el modelo.

En cantidad, composición y calidad del forraje residual, forraje desaparecido y grado de cosecha se utilizaron los datos generados en las ocho ocasiones que se muestrearon las praderas.

Para describir la dinámica del rebrote primero se determinó el cambio diario promedio en cada planta en altura, número de tallos y hojas durante el período de rebrote (32 días). El promedio se determinó por mínimos cuadrados en un análisis de

regresión lineal (Steel y Torrie, 1998) declarando como variable independiente el número de días transcurridos al momento de la medición, refiriendo como día inicial (día 0) el día en que los animales fueron removidos de la franja en que se encontraban las plantas bajo registro. La variable dependiente fue el valor de altura, número de hoja y tallo registrados en ese día. Si el modelo lineal fue significativo ( $P < 0.05$ ) y el cambio promedio fue diferente ( $P < 0.05$ ) de cero, dicho cambio promedio era incluido en el análisis estadístico para determinar el efecto de la estrategia de pastoreo. Los valores al día cero (ordenada al origen) se sujetaron a análisis estadístico para determinar posibles diferencias entre los tratamientos al retirarse los animales. Se realizó una regresión para cada una de las 10 plantas por especie.

El tiempo diario dedicado al pastoreo por las vacas fue analizado en forma independiente para cada una de las dos ocasiones en que se determinó esta variable, donde cada ocasión fué el promedio de dos días consecutivos. Dentro de cada ocasión, el análisis estadístico del tiempo dedicado al pastoreo, se organizó de la siguiente forma: tiempo total dedicado a pastoreo en el intervalo de 7:00 a las 22:00; tiempo dedicado al pastoreo en el intervalo de 7:00 a 15:00, intervalo de tiempo en el que borregas y vacas se encontraban en el área de pastoreo; y, tiempo dedicado al pastoreo en el intervalo de 15:00 a 22:00 horas, intervalo de tiempo en el que solamente las vacas se encontraban en el área de pastoreo, tanto en la estrategia de pastoreo mixto como en la estrategia de pastoreo monoespecífico.

Se determinó cambio diario promedio de peso en las vacas y la ganancia diaria promedio de peso en las borregas, por mínimos cuadrados en un análisis de regresión lineal (Steel y Torrie, 1998). La variable independiente siempre fue días en pastoreo y la dependiente el peso registrado en ese día. Si el modelo lineal era significativo ( $P < 0.05$ ) y la pendiente diferente ( $P < 0.05$ ) de cero, el valor promedio (pendiente) era incluido en el análisis estadístico. En este análisis se incluyó como covariable el peso inicial de las vacas, de no existir efecto ( $P > 0.05$ ) de la covariable se realizó un nuevo análisis estadístico sin incluir la covariable en el modelo. Para la ganancia diaria de peso promedio para el conjunto de las borregas, se determinó el promedio con base en 21 borregas ya que tres de ellas no presentaron linealidad en la ganancia de peso, no se realizó análisis estadístico debido a que en el pastoreo monoespecífico no existían borregas, a esta ganancia de peso promedio se le consideró el ingreso extra por hectárea al multiplicarla por la carga animal calculada para las borregas que fue de 18.9 borregas ha<sup>-1</sup>. La producción diaria de leche se determinó como el promedio de las once determinaciones realizadas a lo largo del periodo experimental.

El análisis estadístico para determinar el efecto de la estrategia de pastoreo sobre las variables determinadas en pradera y en los animales fue por medio de la prueba de "t student" con el modelo (Steel y Torrie, 1998) siguiente:

$$t_0 = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{S_P \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

En donde:

$t_0$  = valor de t calculado

$\bar{y}_1$  y  $\bar{y}_2$  = medias muestrales

$n_1$  = número de observaciones en pastoreo mixto

$n_2$  = número de observaciones en pastoreo monoespecífico

$S_p$  = estimador de la desviación estándar común

$\alpha = 0.05$

En cantidad, composición y calidad del forraje ofrecido,  $n_1$  y  $n_2$  fueron igual a 12. Para el caso de cantidad, composición y calidad del forraje residual, forraje desaparecido, grado de cosecha y forraje desaparecido por componente,  $n_1$  y  $n_2$  fueron igual a 16. En dinámica del rebrote al eliminar las plantas que no presentaron significancia del modelo lineal  $n_1$  y  $n_2$  presentaron los siguientes valores. En alfalfa para día inicial  $n_1$  y  $n_2$  fueron igual a 20, en altura  $n_1$  y  $n_2$  fueron de 19, en número de tallos  $n_1$  fue 18 y  $n_2$  fue de 19 y para número de hojas  $n_1$  fue 19 y  $n_2$  fue 18. En ovillo para día inicial  $n_1$  y  $n_2$  fueron igual a 20, para altura  $n_1$  fue 18 y  $n_2$  fue 19, en número de tallos  $n_1$  y  $n_2$  fueron igual a 19 y para número de hojas  $n_1$  y  $n_2$  fueron igual a 19. En el tiempo diario dedicado al pastoreo,  $n_1$  y  $n_2$  fueron igual a 3, para producción de leche y cambios de peso en las vacas,  $n_1$  y  $n_2$  fueron igual a 5.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables de la pradera: forraje ofrecido, residual y desaparecido, grado de cosecha, composición botánica, calidad del forraje ofrecido y residual y dinámica del rebrote son presentadas en primer lugar. Posteriormente se presentan las variables tiempo dedicado al pastoreo por las vacas y producción animal.

### Atributos de la producción de forraje

Cantidad de forraje ofrecido, residual y desaparecido así como grado de cosecha se presentan en el Cuadro 1. La cantidad de forraje ofrecido en el segundo ciclo de pastoreo no fue influida ( $P>0.05$ ) por la cantidad de forraje ofrecido en el primer ciclo de pastoreo usada como covariable, por lo que no se hizo ajuste alguno. La estrategia de pastoreo no ocasionó modificación ( $\alpha=0.05$ ) en la cantidad de forraje ofrecido. Los animales para ambas estrategias contaban con la misma cantidad de forraje por unidad de superficie al inicio del pastoreo. La cantidad de forraje ofrecido promedio para ambas estrategias fue de  $7,004.6 \text{ kg ha}^{-1}$  valor un poco superior a lo reportado por Tablada *et al.* (1997) y Camacho (2001) en la misma zona con  $6,630$  y  $5,864 \text{ kg ha}^{-1}$  respectivamente; mientras que Bonet *et al.* (2001) y Pagliaricci *et al.* (2001) en otra zona reportan cantidades de forraje ofrecido en un intervalo de  $6,830$  a  $8,540 \text{ kg ha}^{-1}$ , valores que pueden considerarse cercanos al encontrado en el presente trabajo.

La cantidad de forraje residual fue similar ( $\alpha=0.05$ ) entre las dos estrategias de pastoreo, el promedio de la cantidad de forraje residual fue de  $2,673.3 \text{ kg ha}^{-1}$ . La

similitud en la cantidad de forraje residual entre ambas estrategias se atribuye al criterio de mantener los animales en una franja mientras la altura del forraje presente fuera mayor a 7 cm, así mismo, indica homogeneidad en la cosecha. El resultado aquí encontrado puede ser comparado con el promedio calculado a partir de los estudios de Martínez (1999) y Martínez (2001) quienes trabajando en esta misma asociación y carga animal pero con pastoreo por vacas únicamente reportan 1,823.5 kg ha<sup>-1</sup> de forraje residual que es 32% menor al encontrado en el presente estudio.

**Cuadro 1. Atributos en la producción de forraje de alfalfa-ovillo a dos estrategias de pastoreo.**

| ESTRATEGIA     | Ofrecido <sup>†</sup>          | Residual <sup>‡</sup> | Desaparecido <sup>‡</sup> | Grado de cosecha <sup>‡</sup> |
|----------------|--------------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------------|
|                | -----kg ha <sup>-1</sup> ----- |                       |                           | %                             |
| Mixto          | 6958.5 <sup>†</sup>            | 2533.9                | 4482.5                    | 63.6                          |
| Monoespecífico | 7050.7                         | 2812.8                | 4399.6                    | 60.6                          |

<sup>†</sup> Medias en la misma columna sin literal no son diferentes ( $\alpha=0.05$ ; "t de student").

<sup>†</sup> Valores tomados de seis ocasiones (segundo ciclo de pastoreo).

<sup>‡</sup> Valores tomados de ocho ocasiones.

La cantidad de forraje desaparecido y grado de cosecha fueron similares ( $\alpha=0.05$ ) entre las dos estrategias. En promedio el forraje desaparecido fue de 4,441 kg ha<sup>-1</sup> y el grado de cosecha fue de 62%. La similitud de estas dos variables es explicada por la similitud tanto en cantidad de forraje ofrecido como residual entre las estrategias. El valor aquí encontrado puede ser comparado con Tablada *et al.*(1997) quienes con alfalfa-ovillo en la misma zona y pastoreo por borregos reportan 4,873 kg ha<sup>-1</sup> de forraje desaparecido. El grado de cosecha encontrado por Martínez (1999) y Martínez (2001) en esta asociación y carga animal con pastoreo

por vacas fue de 50%, en el presente estudio se obtuvo un mayor grado de uso aun cuando la cantidad de forraje residual fue mayor a lo reportado por estos autores.

La similitud en forraje ofrecido puede ser reflejo de la similitud en la cantidad de forraje residual obtenido entre las dos estrategias de cosecha. Mientras que el mayor grado de cosecha del presente estudio en comparación a otros estudios realizados en la zona puede ser un reflejo de una mayor cantidad de forraje ofrecido por unidad de área.

### **Composiciones botánica y morfológica del forraje ofrecido**

Las composiciones botánica y morfológica así como altura del forraje ofrecido se presentan en el Cuadro 2. La composición botánica y los aportes de los componentes identificados para alfalfa y ovinillo fueron similares ( $\alpha=0.05$ ) entre las dos estrategias de pastoreo. El aporte promedio en ambas estrategias al forraje ofrecido por alfalfa, ovinillo y material muerto fue de 83.5, 5.5 y 11%, respectivamente, no se detectó presencia de malezas, la similitud en el material muerto es explicada porque las dos estrategias tuvieron similitud en la cantidad de forraje residual (Cuadro 1) y es este forraje residual quien proporciona la mayor cantidad de material muerto al forraje ofrecido de un siguiente ciclo de uso, cuando el intervalo de tiempo entre dos cosechas sucesivas no permite la senescencia del nuevo tejido vegetal formado, como fue el caso del presente estudio. Hodgson (1990) señala que una pradera acumula biomasa luego de una cosecha y que si se permite un periodo largo de rebrote parte de esa biomasa acumulada se torna en tejido senescente, reduciéndose con ello la acumulación y producción netas de forraje.

Los aportes a la cantidad total de forraje ofrecido por hoja de alfalfa y ovinillo fueron 32.5 y 4%, respectivamente, para los tallos fueron de 51 y 1% de alfalfa y ovinillo, respectivamente. La posible diferencia en el patrón de cosecha al usar borregos con vacas en comparación a vacas solas, no implicó que el forraje formado luego de dicha cosecha tuviera una diferente composición de alfalfa u ovinillo, ni de componentes morfológicos. Hernández *et al.* (1988) reportaron un aporte del componente leguminosa de 86%, mientras que Martínez (1999) y Camacho (2001) para la misma zona reportaron en promedio 61.8% de aporte de la leguminosa, el aporte de alfalfa en el presente estudio por tanto puede considerarse alto y quizás esté explicado por ser una pradera relativamente joven con una alta proporción de alfalfa.

**Cuadro 2. Composiciones botánica y morfológica del forraje ofrecido en alfalfa-ovillo a dos estrategias de pastoreo.**

| COMPONENTE                 | ESTRATEGIA DE PASTOREO              |                |
|----------------------------|-------------------------------------|----------------|
|                            | Mixto                               | Monoespecífico |
|                            | ----- kg ha <sup>-1</sup> (%) ----- |                |
| a) Composición botánica    |                                     |                |
| Alfalfa                    | 6079 (87) <sup>†</sup>              | 5620 (80)      |
| Ovinillo                   | 232 (4)                             | 497 (7)        |
| Material muerto            | 648 (9)                             | 933 (13)       |
| b) Composición morfológica |                                     |                |
| Hoja alfalfa               | 2319 (33)                           | 2242 (32)      |
| Tallo alfalfa              | 3760 (54)                           | 3378 (48)      |
| Hoja ovinillo              | 178 (3)                             | 324 (5)        |
| Tallo ovinillo             | 54 (1)                              | 173 (2)        |
| Altura (cm)                | 54                                  | 55             |

<sup>†</sup>Medias en la misma hilera sin literal no son diferentes entre sí ( $\alpha=0.05$ ; "t de student").

El aporte por componente encontrado en el presente estudio puede considerarse superior en hoja y tallo de alfalfa e inferior en el aporte de hoja de ovido al ser comparado con el promedio de los estudios realizados por Tablada (1998) en verano y Martínez (1999) en invierno para la misma zona con 24.5, 16.3 y 22.6%, respectivamente; estos mismos autores en el aporte de material muerto reportan un valor promedio de 23%, valor que es totalmente superior al encontrado en el presente estudio como promedio de las dos estrategias (11%).

La altura del forraje ofrecido no mostró diferencia ( $\alpha=0.05$ ) entre estrategias. La semejanza en altura coincide con la similitud en la cantidad de forraje ofrecido entre ambas estrategias (Cuadro 1). Cowet y Sprague (1996) encontraron una relación directa entre la cantidad del forraje presente con la altura del mismo, implicando que la acumulación de biomasa a su vez implica un aumento en altura.

### **Composiciones botánica y morfológica del forraje residual**

Las composiciones botánica y morfológica así como altura del forraje residual se presentan en el Cuadro 3. Las composiciones botánica y morfológica del forraje residual fueron similares ( $\alpha=0.05$ ) entre las dos estrategias de pastoreo. En promedio, para ambas estrategias alfalfa, ovido y material muerto aportaron 44.5, 6 y 49.5%, respectivamente, a la cantidad de forraje residual. Hoja de alfalfa y ovido aportaron 7.5 y 3%, respectivamente, y tallo de alfalfa y ovido 37 y 3%, respectivamente. La introducción de borregas al pastoreo con vacas implicó una igual cantidad de forraje residual sin variación en las composiciones botánica y morfológica de dicho forraje residual. Martínez (1999) en la misma asociación y zona reporta que alfalfa aportó

55.8% al forraje residual, lo cual es relativamente cercano a lo encontrado en el presente estudio; sin embargo en ovido y tallo de ovido se da una fuerte disparidad, ya que este autor reportó aportes de 40.8 y 16.2% al forraje residual, 34 y 13 unidades porcentuales respectivamente por arriba de lo registrado en el presente estudio. Quizás estas diferencias provengan de que en el presente estudio alfalfa tuvo una mayor dominancia por ser una pradera de más reciente siembra.

La preferencia por la hoja de alfalfa en las dos estrategias fue evidente, reflejado en un mayor contenido de tallo en el forraje residual; Cruz y Flores (1998) en composición de la dieta de novillos en pastoreo encontraron un marcado rechazo por tallo de alfalfa, lo cual puede estar explicado por la elevada resistencia a la ruptura que tiene este componente.

**Cuadro 3. Composiciones botánica y morfológica del forraje residual alfalfa-ovido a dos estrategias de pastoreo.**

| COMPONENTE                 | ESTRATEGIA DE PASTOREO              |                |
|----------------------------|-------------------------------------|----------------|
|                            | Mixto                               | Monoespecífico |
|                            | ----- kg ha <sup>-1</sup> (%) ----- |                |
| a) Composición botánica    |                                     |                |
| Alfalfa                    | 1171 (46) <sup>†</sup>              | 1203 (43)      |
| Ovido                      | 137 (6)                             | 177 (6)        |
| Material muerto            | 1226 (48)                           | 1431 (51)      |
| b) Composición morfológica |                                     |                |
| Hoja alfalfa               | 179 (7)                             | 212 (8)        |
| Tallo alfalfa              | 992 (39)                            | 994 (35)       |
| Hoja ovido                 | 67 (3)                              | 90 (3)         |
| Tallo ovido                | 70 (3)                              | 87 (3)         |
| Altura (cm)                | 8                                   | 9              |

<sup>†</sup>Medias en la misma hilera sin literal no son diferentes entre sí ( $\alpha = 0.05$ ; "t de student").

El aporte de material muerto al forraje residual en el presente estudio fue superior a lo encontrado por Martínez (1999) y Tablada (1998) quienes trabajando con la misma asociación y zona pero en invierno y verano respectivamente reportan un valor promedio de 35% de aporte de material muerto al forraje residual.

La altura del forraje residual no presentó diferencia ( $\alpha=0.05$ ) entre las dos estrategias. El promedio de ambas estrategias fue de 8.5 cm. La semejanza en altura del forraje residual coincide con la similitud en la cantidad de forraje residual (Cuadro 1), lo que refleja que ambas estrategias de pastoreo presentaron un comportamiento similar en el uso de la pradera. La altura de 8.5 cm del forraje residual implica que no siempre se llegó a tener los 7 cm de altura en el forraje residual para dar una nueva franja de pastoreo, a su vez, esta situación puede explicar el por qué en el presente estudio se obtuvo una mayor cantidad de forraje residual que en otros realizados en el mismo lugar y con este mismo tipo de asociación.

#### **Forraje desaparecido por componente**

Las cantidades aportadas al forraje desaparecido por hoja y tallo de cada especie, material muerto y la reducción de la altura del forraje ofrecido al residual fueron similares ( $\alpha=0.05$ ) entre las dos estrategias (Cuadro 4).

En promedio para ambas estrategias los aportes a la cantidad de forraje desaparecido de hoja de alfalfa y ovinillo fueron 2148.5 y 211.5 kg ha<sup>-1</sup>, los aportes de tallo de alfalfa y ovinillo fueron 2506 y 93.5 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. En promedio la altura del dosel se redujo en 46 cm entre la altura del forraje en oferta menos la altura

del forraje residual. Esta semejanza, refleja que el patrón de cosecha al usar borregas con vacas en comparación con vacas solas fue el mismo, lo que indica una defoliación sistemática y homogénea por parte de los animales en ambas estrategias, lo que coincide con la similitud en composición botánica y morfológica del forraje ofrecido y residual (Cuadros 2 y 3). Es evidente una mayor desaparición de la leguminosa en ambas estrategias, esto atribuido a la relación directa que existe entre la cantidad presente de la leguminosa en el forraje ofrecido (Cuadro 2) y la cantidad desaparecida de este mismo componente. Los resultados aquí obtenidos pueden ser comparados con Dávila *et al.* (1997) quienes reportan en una asociación gramínea leguminosa cantidades desaparecidas de leguminosa de 84%, que se considera un valor muy cercano al encontrado en el presente estudio.

**Cuadro 4. Forraje desaparecido por componente en alfalfa-ovillo a dos estrategias de pastoreo.**

| COMPONENTE      | ESTRATEGIA DE PASTOREO              |                |
|-----------------|-------------------------------------|----------------|
|                 | Mixto                               | Monoespecífico |
|                 | ----- kg ha <sup>-1</sup> (%) ----- |                |
| Hoja alfalfa    | 2099 <sup>†</sup> (38)              | 2198 (40)      |
| Tallo alfalfa   | 2609 (48)                           | 2403 (44)      |
| Hoja ovillo     | 196 (4)                             | 227 (4)        |
| Tallo ovillo    | 67 (1)                              | 120 (2)        |
| Material muerto | 488 (9)                             | 549 (10)       |
| Altura (cm)     | 46                                  | 46             |

<sup>†</sup> Medias en la misma hilera sin literal no son diferentes entre sí ( $\alpha = 0.05$ ; "t de student").



## Calidad del forraje ofrecido y residual

Los contenidos de proteína cruda (PC) en el forraje ofrecido, cosechado a tres alturas y muestra total y en el forraje residual, cosechado a una altura y muestra total, se presentan en el Cuadro 5.

El contenido de PC del forraje ofrecido fue similar ( $\alpha=0.05$ ) entre las dos estrategias de pastoreo a todas las alturas como para la muestra total. El contenido de PC en el forraje de las dos estrategias en los primeros 7 cm fue de 16.7% para las dos alturas siguientes y muestra total fue de 18.9, 22.6 y 21.6%,. respectivamente. Estos resultados pueden ser atribuidos a la igualdad en composición botánica y morfológica del forraje ofrecido (Cuadro 2) entre las dos estrategias de pastoreo. Los resultados aquí encontrados coinciden con los promedios obtenidos en los estudios realizados por Moreno y Molina (1994) y Camacho (2001) que reportaron un valor promedio de 21% de contenido de PC; así, como Sánchez *et al.* (1996) quienes en la misma zona coinciden totalmente con el promedio aquí obtenido para muestra total con 21.6% de contenido de PC, en el forraje ofrecido. Sin embargo Martínez (1999) y Botrel, *et al.* (2001) reportan un valor promedio para contenido de proteína de 26% que es un valor superior al reportado en el presente estudio, esto debido a que ambos autores reportan una mayor proporción de hoja de alfalfa en el forraje ofrecido comparado con lo encontrado en el presente estudio.

El contenido de PC en el forraje residual fue similar ( $\alpha=0.05$ ) entre ambas estrategias de pastoreo a la altura de 0-7 cm; sin embargo, en muestra total, el forraje del pastoreo mixto mostró un mayor contenido de PC que el forraje residual del

pastoreo monoespecífico, representando un punto porcentual mayor contenido de PC bajo este pastoreo (15.1 vs. 14.3), esto atribuido a un ligero mayor contenido de leguminosa y un ligero menor contenido de material muerto en la composición botánica del forraje residual del pastoreo mixto (Cuadro 3).

**Cuadro 5. Contenido de proteína cruda en el forraje ofrecido y residual de alfalfa-ovillo a diferente altura con respecto del nivel del suelo y a dos estrategias de pastoreo.**

| Altura con respecto del<br>nivel del suelo | Estrategia de pastoreo |                |
|--------------------------------------------|------------------------|----------------|
|                                            | Mixto                  | Monoespecífico |
|                                            | -----%-----            |                |
| a) Forraje ofrecido                        |                        |                |
| 0-7 cm                                     | 16.8 <sup>†</sup>      | 16.6           |
| 7-14 cm                                    | 19.2                   | 18.6           |
| Más de 14 cm                               | 22.8                   | 22.4           |
| Muestra total                              | 21.7                   | 21.5           |
| b) Forraje residual                        |                        |                |
| 0-7 cm                                     | 14.7                   | 14.8           |
| Muestra total                              | 15.1a                  | 14.3b          |

<sup>†</sup>Medias en la misma hilera sin literal no son diferentes entre sí ( $\alpha = 0.05$ ; "t de student").

El promedio en ambas estrategias de pastoreo en el contenido de PC para la muestra de 0-7 cm fue de 14.7% valor que puede ser considerado bajo al ser comparado con lo encontrado por Martínez (1999), quien trabajando la misma asociación y en la misma zona reporta un valor promedio en el contenido de PC en

el forraje residual de 16.4%, lo que pudo ser debido a un mayor contenido de PC en el forraje ofrecido reportado por este autor.

Los contenidos de fibra detergente ácida (FDA) en el forraje ofrecido, a las tres alturas y muestra total, así mismo en el forraje residual a una altura y muestra total, se presentan en el Cuadro 6.

**Cuadro 6. Contenido de fibra detergente ácida en el forraje ofrecido y residual de alfalfa-ovillo a diferente altura con respecto del nivel del suelo y a dos estrategias de pastoreo.**

| Altura con respecto del<br>nivel del suelo | Estrategia de pastoreo |                |
|--------------------------------------------|------------------------|----------------|
|                                            | Mixto                  | Monoespecífico |
|                                            | -----%-----            |                |
| a) Forraje ofrecido                        |                        |                |
| 0-7 cm                                     | 46.8 <sup>†</sup>      | 48.3           |
| 7-14 cm                                    | 37.8                   | 37.4           |
| Más de 14 cm                               | 33.5                   | 33.7           |
| Muestra total                              | 35.2                   | 35.9           |
| b) Forraje residual                        |                        |                |
| 0-7 cm                                     | 51.6                   | 51.0           |
| Muestra total                              | 51.1                   | 52.1           |

<sup>†</sup>Medias en la misma hilera sin literal no son diferentes entre sí ( $\alpha=0.05$ ; "t de student").

El contenido de FDA en el forraje ofrecido fue similar ( $\alpha=0.05$ ) entre ambas estrategias de pastoreo en cada una de las tres alturas como en muestra total. Los

contenidos promedios de FDA fueron 47.6, 37.6, 33.6 y 35.6% para las tres alturas de la más cercana a la más alejada del suelo y muestra total, respectivamente.

El contenido de FDA en el forraje ofrecido en ambas estrategias para la muestra total es muy cercano al promedio registrado a partir de los estudios realizados por Martínez (1999) y Camacho (2001), quienes trabajando en la misma zona reportan 35% de FDA en el forraje ofrecido.

La estrategia de pastoreo no provocó ( $\alpha=0.05$ ) cambio en el contenido de FDA en el forraje residual de los primeros 7 cm ni de la muestra total. El promedio para el forraje de los primeros 7 cm fue de 51.3%, para el forraje de la muestra total fue de 51.6%. Este último valor es superior al reportado por Martínez (1999), para la misma asociación y zona con 34.7% de contenido de FDA en el forraje residual, esto probablemente atribuido a un mayor contenido de material muerto en el forraje residual del presente trabajo (Cuadro 3) comparado con lo reportado por este autor.

Los contenidos de fibra detergente neutro (FDN) en el forraje ofrecido, a las tres alturas y muestra total así mismo en el forraje residual a una altura y muestra total, se presentan en el Cuadro 7.

El contenido de FDN en el forraje ofrecido fue similar ( $\alpha=0.05$ ) entre ambas estrategias de pastoreo en cada una de las tres alturas como en muestra total. Los contenidos promedios de FDN para ambas estrategias de pastoreo fueron 62, 52.8, 47.2 y 48.7% para las tres alturas de la más cercana a la más alejada del suelo y muestra total, respectivamente. El contenido de FDN en el forraje ofrecido en ambas

estrategias para la muestra total se encuentra dentro del intervalo descrito por Martínez (1999) y Camacho (2001), quienes trabajando en la misma zona reportan contenidos de FDN en el forraje ofrecido dentro de un intervalo de 46.9 a 50.9%.

**Cuadro 7. Contenido de fibra detergente neutro en el forraje ofrecido y residual de alfalfa-ovillo a diferente altura con respecto del nivel del suelo y a dos estrategias de pastoreo.**

| Altura con respecto del<br>nivel del suelo | Estrategia de pastoreo |                |
|--------------------------------------------|------------------------|----------------|
|                                            | Mixto                  | Monoespecífico |
|                                            | -----%                 |                |
| a) Forraje ofrecido                        |                        |                |
| 0-7 cm                                     | 61.2 <sup>†</sup>      | 62.8           |
| 7-14 cm                                    | 52.5                   | 53.2           |
| Más de 14 cm                               | 47.2                   | 47.1           |
| Muestra total                              | 48.4                   | 48.9           |
| b) Forraje residual                        |                        |                |
| 0-7 cm                                     | 69.3                   | 71.0           |
| Muestra total                              | 68.8                   | 73.1           |

<sup>†</sup>Medias en la misma hilera sin literal no son diferentes entre sí ( $\alpha=0.05$ ; "t de student").

El contenido de FDN en el forraje residual entre las estrategias de pastoreo fue similar ( $\alpha=0.05$ ) tanto para la muestra de los primeros 7 cm como para la muestra total. El promedio para el forraje de los primeros 7 cm en las dos estrategias de pastoreo fue de 70.2% y para el forraje de la muestra total fue de 71%. Este último valor es superior al reportado por Martínez (1999) para la misma asociación y zona

con 54.4% de contenido de FDN en el forraje residual, esto probablemente atribuido a un mayor contenido de tallos de leguminosa y material muerto en el forraje residual del presente trabajo (Cuadro 3) comparado con lo reportado por este autor.

La similitud en los contenidos de PC, FDA y FDN en el forraje a las diferentes alturas y de la muestra total reflejan que el forraje ofrecido en ambas estrategias de pastoreo fué de calidad similar, el pastoreo por vacas mas borregas o por vacas solas no implicó cambios en la calidad del forraje del rebrote. A su vez, el pastoreo de vacas con borregas originó que el contenido de PC en la muestra total del forraje residual fuera superior al de pastoreo por vacas solamente, esto atribuido a un ligero mayor contenido de leguminosa y material muerto en el forraje residual de la estrategia con solo vacas, así como tomar en cuenta que la muestra total contenía residuos de mas de 7 cm dejados por los animales de la estrategia mixta que probablemente eran hojas, lo cual provocó un mayor contenido de proteína bajo esta estrategia. Los contenidos de FDA y FDN, en forraje residual reflejan que la cantidad del forraje no consumido o cosechado por los animales en ambas estrategias fue similar.

### **Dinámica del rebrote**

En ninguna de las variables usadas para describir el rebrote se dio la eliminación de más de dos plantas por estrategia de pastoreo por no cumplir con la linealidad establecida, así el número mínimo de repeticiones para una de las dos estrategias en alguna de las variables fue de dieciocho.

Los incrementos diarios en altura, número de tallos y hojas por planta, no presentaron diferencia ( $\alpha=0.05$ ) entre estrategias de pastoreo (Cuadro 8); sin embargo,

la altura de ovillo al inicio del muestreo fue menor ( $\alpha=0.05$ ) en el pastoreo mixto, las borregas por su mecanismo de aprehensión del forraje pudieron llegar mas cerca del nivel del suelo; Del Pozo *et al.* (1997) coinciden al encontrar una mayor proporción de trébol blanco en la dieta de borregos, comparado con la dieta de cabras, atribuido a que las cabras no pastorean tan profundo como los borregos. El incremento diario en altura fue de 1.1 y .9 cm en alfalfa y ovillo, respectivamente; en el número de tallos fue de 0.8 y 1.5 para alfalfa y ovillo, respectivamente; mientras que en el número de hojas fue de 10.4 y 3.1 para alfalfa y ovillo, respectivamente. La similitud en los incrementos de altura, número de tallos y hojas muestra que el pastoreo por vacas más borregas con 20% de sobrecarga en comparación con el de las vacas solas presentó un patrón similar en el rebrote de la asociación. El incremento por día en el número de hojas en alfalfa encontrado en el presente estudio es ligeramente superior comparado con lo reportado por Karsten y Fick (1999), quienes en trébol blanco evidencian un crecimiento de 8.5 hojas por día, mientras que el incremento en altura por día de alfalfa puede considerarse bajo si es comparado con los resultados obtenidos por González *et al.*(2001) en *Leucaena leucocephala* con incrementos diarios en altura de 2.3 cm, tomando en cuenta que esta es una especie de mayor porte en comparación con alfalfa; sin embargo, el incremento diario en el número de tallos para ovillo es muy cercano al promedio reportado por González *et al.*(2000b) y Velasco *et al.*(2001) para la misma zona con 1.8 tallos por día, lo cual indica que cualquiera de las dos estrategias no fue limitativa para un crecimiento adecuado de ovillo.

**Cuadro 8. Dinámica del rebrote en alfalfa-ovillo a dos estrategias de pastoreo.**

| ATRIBUTO                                                   | ESTRATEGIA DE PASTOREO           |                |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------|
|                                                            | Mixto                            | Monoespecífico |
|                                                            | ----- planta <sup>-1</sup> ----- |                |
| a) Alfalfa                                                 |                                  |                |
| Altura <sup>†</sup> (cm)                                   | 6.1 <sup>‡</sup>                 | 6.8            |
| Incremento en altura (cm <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> ) | 1.1                              | 1.1            |
| Incremento en número de tallos (día <sup>-1</sup> )        | 0.7                              | 0.9            |
| Número de hojas <sup>†</sup>                               | 51.1                             | 52.2           |
| Incremento en número de hojas (día <sup>-1</sup> )         | 10.1                             | 10.7           |
| a) Ovillo                                                  |                                  |                |
| Altura <sup>†</sup> (cm)                                   | 4.9 <sup>a</sup>                 | 6.2b           |
| Incremento en altura (cm <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> ) | 0.4                              | 0.4            |
| Incremento en número de tallos (día <sup>-1</sup> )        | 1.7                              | 1.3            |
| Número de hojas <sup>†</sup>                               | 51.7                             | 39.3           |
| Incremento en número de hojas (día <sup>-1</sup> )         | 3.0                              | 3.2            |

<sup>‡</sup>Medias en la misma hilera sin literal no son diferentes entre sí ( $\alpha=0.05$ ; "t de student").

<sup>†</sup>Valores al inicio del muestreo

### Tiempo de pastoreo

El tiempo de pastoreo registrado en las vacas para los intervalos de 7:00 a 15:00 h, 15:00 a 22:00 h y 7:00 a 22:00 h se presenta en el Cuadro 9.

En Abril, el tiempo dedicado al pastoreo por las vacas fue influido ( $\alpha=0.05$ ) por la estrategia de pastoreo, la tendencia fue a menor tiempo para el pastoreo cuando se estaba en el pastoreo mixto. Para el intervalo de 7 a 15 horas, tiempo que las vacas y borregas estaban juntas en el área de pastoreo, la reducción en el tiempo de pastoreo fue de 38% con respecto de los 333 minutos que dedicaron a pastorear las vacas del pastoreo monoespecífico. En el intervalo de 15 a 22 horas cuando ya las borregas no se encontraban en el área de pastoreo, las vacas del pastoreo mixto se



mantuvieron presentando un menor tiempo para pastorear, aproximadamente 47% menos que las vacas en pastoreo monoespecífico. Esta situación es contraria a lo esperado, si las borregas ejercían una situación de competencia, una vez fuera del área de pastoreo se esperaba que las vacas compensaran el menor tiempo de pastoreo al momento de que las borregas fueran retiradas, pero no fue el caso, es mas una vez sin borregas la reducción en el tiempo de pastoreo fue mayor que para el intervalo en que se encontraban las borregas con las vacas. En mayo ya no se identificaron diferencias ( $\alpha=0.05$ ) entre las estrategias de pastoreo, lo cual podría indicar que conforme pasó el tiempo las vacas lograron adaptarse a la presencia de las borregas.

**Cuadro 9. Tiempo dedicado al pastoreo por vacas en alfalfa-ovillo a dos estrategias de pastoreo.**

| Época de<br>muestreo | Intervalo<br>De tiempo     | Estrategia de pastoreo                           |                    |
|----------------------|----------------------------|--------------------------------------------------|--------------------|
|                      |                            | Mixto                                            | Monoespecífico     |
|                      |                            | ----- tiempo de pastoreo min <sup>-1</sup> ----- |                    |
| Abril                | 7:00 a 15:00               | 205.0b <sup>†</sup>                              | 333.3 <sup>a</sup> |
|                      | 15:00 a 22:00 <sup>†</sup> | 111.7b                                           | 213.3 <sup>a</sup> |
|                      | 7:00 a 22:00               | 316.7b                                           | 546.6 <sup>a</sup> |
| Mayo                 | 7:00 a 15:00               | 190                                              | 260                |
|                      | 15:00 a 22:00              | 91.7                                             | 123.3              |
|                      | 7:00 a 22:00               | 281.7                                            | 383.3              |

<sup>‡</sup>Medias en la misma hilera sin literal o con igual literal no son diferentes entre sí ( $\alpha=0.05$ , "tstudent").

<sup>†</sup>Intervalo en que las vacas de este tratamiento se encontraban sin la presencia de borregas.

Los resultados aquí presentados pueden ser comparados con lo presentado por Gonzalez *et al.* (2000a) quienes en la misma zona y asociación pero con vaquillas y borregas, reportan un promedio en el tiempo de pastoreo por vaquillas de 245.66

minutos, valor similar al promedio de las dos estrategias de pastoreo en el intervalo de tiempo (7:00 a 15:00) en que se encontraban presentes las borregas. Heinzen y Aguilar (1998) en pastoreo mixto (ovino/vacuno) reportan un tiempo de pastoreo promedio para vacunos de 590 minutos por día, valor solamente muy cercano al encontrado en el presente estudio en las vacas del pastoreo monoespecífico en el mes de Abril. Martínez (1999) y Martínez (2001) presentan un intervalo en el tiempo de pastoreo por vacas de 362.2 a 386.6 minutos, intervalo dentro del cual solamente se ubica el tiempo de pastoreo para las vacas en pastoreo monoespecífico en el mes de mayo (383.3 minutos).

### **Comportamiento de la producción animal**

En el Cuadro 10 se presentan los atributos medidos en la producción animal: producción de leche, cambio de peso en vacas y ganancia de peso en borregas.

La producción de leche y cambios de peso de las vacas no fueron influenciados ( $P>0.05$ ) por el peso inicial por lo que no existió la necesidad de ajustar por esta covariable. La producción diaria de leche por vaca como el cambio diario de peso vivo por vaca fueron similares ( $\alpha=0.05$ ) para ambas estrategias de pastoreo. La producción diaria de leche promedio fue de  $24.6 \text{ kg día}^{-1} \text{ vaca}^{-1}$  y existió una tendencia positiva en el cambio de peso con un promedio de  $353.5 \text{ g día}^{-1} \text{ vaca}^{-1}$ . En ambas variables se presentó una gran variación entre vacas sujetas a una misma estrategia, sumado al hecho de contar con un número limitado de repeticiones, situaciones que previnieron el poder observar o detectar diferencia entre las estrategias de pastoreo. La producción de leche encontrada en el presente estudio

(24.6 kg día<sup>-1</sup> vaca<sup>-1</sup>) es superior al promedio de los estudios realizados por Martínez (1999) y Martínez (2001), quienes trabajando en la misma asociación reportaron 20.1 kg día<sup>-1</sup> vaca<sup>-1</sup>. El cambio de peso en las vacas se encuentra dentro del intervalo reportado en los estudios de Martínez (2001) quien reporta cambios de peso de entre 199 y 540 g/día/vaca. La tendencia positiva se puede asociar con la etapa de lactación con la que contaban las vacas en el presente estudio (77 días). Wildman *et al.* (1982) concluyeron que en las vacas lecheras la condición corporal disminuye rápidamente durante el principio de la lactancia y que el grado de gordura puede incrementarse desde aproximadamente el pico de la lactancia hasta el final de ésta.

La ganancia de peso de las borregas (47 g día<sup>-1</sup>) puede considerarse baja cuando es comparada con el promedio de los resultados encontrados por Orozco *et al.* (1997), Tablada *et al.* (1997) y Omaña *et al.* (2000) quienes reportan un promedio de 77 g animal día<sup>-1</sup>; no se descarta por tanto la posibilidad de que el pastoreo mixto haya sido limitativo a la producción ovina. La estrategia de pastoreo mixto con sobrecarga, no fue detrimental para la producción de leche de las vacas, pero quizá sí lo fue para la ganancia de peso de las borregas.

**Cuadro 10. Atributos de la producción animal en alfalfa-ovillo a dos estrategias de pastoreo.**

| ATRIBUTO                                                                                       | ESTRATEGIA |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------|
|                                                                                                | Mixto      | Monoespecífico |
| Producción de leche por vaca (kg día <sup>-1</sup> )                                           | 24.6 †     | 24.6           |
| Cambio de peso por vaca (g día <sup>-1</sup> )                                                 | 478        | 229            |
| Ganancia diaria de peso por borrega (g día <sup>-1</sup> )                                     | 47         |                |
| Valor extra por la ganancia de peso de las borregas (\$ ha <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> ) ‡ | 19.5 ‡     |                |

† Medias en la misma hilera sin literal no son diferentes entre sí ( $\alpha = 0.05$ , "t de Student").

‡ Valor en pesos, con un valor de \$22 por kg de borrego en pie.

En valor económico en el pastoreo mixto a la producción de leche individual por día por vaca debe sumarse la ganancia diaria de peso por borrega, y el valor económico de esta ganancia de peso de las borregas es lo que determinó la superioridad del pastoreo mixto bajo las circunstancias del presente estudio, con un valor extra de \$19.5 pesos diarios ha<sup>-1</sup>.

La carga animal no vario para ninguna de las estrategias de pastoreo en los dos ciclos de pastoreo, con una superficie utilizada por cada una de las estrategias de 11281.5 m<sup>2</sup> en el primer ciclo y en el segundo ciclo de 7501.7m<sup>2</sup>.

## CONCLUSIONES

El incremento del 20% a la carga animal con base en el peso vivo en el pastoreo mixto vaca+borrega, no ocasionó que los atributos del rendimiento y acumulación de forraje fueran distintos a los registrados en el pastoreo con vacas solamente. Esta similitud se dio por una cosecha igual entre las dos estrategias de pastoreo.

El aplicar pastoreo mixto no modificó la composición botánica y morfológica de la asociación alfalfa-ovillo tanto del forraje ofrecido como del residual en comparación con pastoreo monoespecífico.

La calidad del forraje ofrecido no se afectó al aplicar pastoreo mixto comparado con el de vacas solas; al igual que los contenidos de FDA y FDN del forraje residual; sin embargo, el contenido de PC en el forraje residual fue mayor en la muestra total bajo el pastoreo mixto, comparado con el de vacas solas esto ocasionado por un ligero mayor contenido de leguminosa y menor contenido de material muerto en el forraje residual lo que pudo incrementar el contenido de PC.

Existió una cosecha mas severa sobre el ovillo por parte de las borregas gracias a los mecanismos de aprehensión con los que cuentan, pero no existió daño en el rebrote en el corto plazo, por lo que el pastoreo mixto tiene el mismo impacto que el pastoreo monoespecífico sobre la asociación alfalfa-ovillo.

Los tiempos de pastoreo de las vacas de la estrategia mixta reducen considerablemente en el primer mes; sin embargo, esto se logra compensar en el mes siguiente debido a que conforme pasa el tiempo las vacas y borregas se logran adaptar, sin afectar sus tiempos de pastoreo.

La aplicación del pastoreo mixto no causó disminución en la producción individual de leche de las vacas con respecto a las del pastoreo monoespecífico, por lo que las ganancias de peso de las borregas se torna en un beneficio extra.

## LITERATURA CITADA

- Albarran, S.D. y Amezcua, V.J. 1983.** Comportamiento productivo de vaquillas pastoreada a tres asignaciones de forraje en praderas con pendientes, Tesis Profesional. Depto. de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. 70 p.
- Allison, C.D. 1985.,** Factors affecting forage intake by range ruminans, *Journal of Range Manangement*, 38:305-311.
- Améndola, M.R.D., García, A.C. and Juárez, R.J. 1997.** Grass-legume mixtures under grazing. Forage and grazing management. Session proceedings. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canadá. 22:121-122.
- Améndola, M.R. 1996.** Notas básicas de los cursos "Producción de forrajes y manejo de praderas". Depto. Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo.
- Arnold, G.W. 1981** Grazing behaviour. *In:* Morley, F.H.W. (ed) *World Animal Science B1 Grazing Animals*. Amsterdam Elsevier. 79-104 pp.
- Barnes, D.L. and Denny, R.P. 1991.** A comparison of continuous and rotational grazing on veld at two stocking rates. *Journal Grass Soc. South. Afr.* 8(4): 168-173
- Blaser, R.E. 1966.** Efecto del animal sobre la pastura. Tomado de Paladines. Simposio realizado en La Estanzuela, Uruguay, 1964. 39 p.

- Bendell, T.E. 1973.** Botanical composition a subclover – grass pasture as affected by single and dual grazing by cattle and sheep. *Agronomy Journal*. 65: 502-504
- Boer, J. and Hanekamp W.J.A. 1992.** Combined grazing systems of yearling heifers and sheep. Rapport Proeftation voor de Rundveehouderij-Schapehouderij en Paardenouderij. Lelystand, Netherlands. 22 p.
- Bonet, V., Pagliaricci, H., Grivel, D. y Rossi, D. 2001.** Comportamiento productivo de alfalfa y praderas base alfalfa con dos frecuencias de pastoreo. Memoria XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). La Habana Cuba. Sección de Nutrición de Rumiantes. NA4.
- Botrel, M.A., Alvim, M.J., Xavier, D.F. y Pereira V.A. 2001.** Evaluación agronómica de cultivares de alfalfa (*Medicago sativa*) en área de influencia de mata atlántica en el estado de Minas gerais. Memoria XVII Reunión anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal (ALPA). La Habana Cuba. Sección de Pastos y Forrajes. PF 12
- Burns, J.C., Lippke, H. and Fisher, D.S. 1989** The relationship of herbage máss and characteristics to animal responses in grazing experiments. *In: Grazing Research: Desing, methodology and analysis*. CSSA Special Publication N° 16. 7-20 pp.



- Camacho, G.J.L. 2001.** Producción y calidad del forraje de cuatro variedades de alfalfa asociadas con trébol blanco, ballico perenne, festuca alta y ovillo. Tesis de Maestría en Ciencias, Posgrado en Producción Animal, Universidad Autónoma Chapingo. 64 p.
- Cowet, E.T. and Sprague, M.A. 1996.** Factor affecting tillering in alfalfa. *Agronomy Journal*. 54:294-297.
- Chacon, E.A. and Stobbs, T.H. 1976** Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behaviour of cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*. 27:709-727.
- Christiansen, S. and Svejcar, T. 1988.** Grazing effects on shoot and root dynamics and above -and below- ground nonstructural carbohydrates in caucasian bluestem. *Grass Forage Science*. 43:111-119.
- Cruz, J.J. y Flores V.C. 1998.** Evaluación del muestreo manual para estimar la composición de la dieta de novillos en pastoreo. Tesis profesional. Depto. Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 77 p.
- Dávila, C., Urbano, D. y Sánchez, R. 1997.** Efecto de la asociación *Brachiaria* sp. con *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) y Matarratón (*Gliricidia sepium*) sobre la producción de leche. *Archivo Latinoamericanos de Producción Animal*. Vol. 5, suplemento 1:135-138.

- Davis, K.D., McGraw, L.R., Beuselinck, R.P. and Roberts, A.C. 1995.** Total nonstructural carbohydrate accumulation in roots of annual lespedeza. *Agronomy Journal*. 87:89-92.
- Del Pozo, M., Wright, I.A. and Whyte, T.K. 1997.** Diet selection by sheep and goats and sward composition changes in a ryegrass/white clover sward previously grazed by cattle, sheep or goats. *Grass and Forage Science*. 52:4278-29.
- Dudzinski, M.J and Arnold G.W. 1973.** Comparison of diets of sheep and cattle grazing together on sown pastures on the southern tablelands of New South Wales By principle components analysis. *Australian Journal Agricultural Research*. 24: 899-912
- Edward, G. and O'Riordan. 1997.** Beef production from grazed grass and grass/clover swards. *Grazing management. Session proceedings. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canada*. 29:45-46.
- Erens, J.P.J., Miller, K.B., Lucas, R.J., White, J.G.H. and Easton, H.S. 1997b.** White clover versus nitrogen fertilizer 1. *Pasture Production. Forage and Grazing Management. Session proceedings. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canada*. 22:55-56.

**Erens, J.P.J., Miller, K.B., Lucas, R.J., White, J.G.H. and Easton, H.S. 1997.**

White clover versus nitrogen fertilizer 2. Sheep Production. Forage and Grazing Management. Session proceedings. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canada. 22:53-54.

**Ferrer, C.R. and Petit, M. 1995.** The influence of animal age and sward height on the herbage intake and grazing behaviour of charolais cattle. Journal of Animal Science 61: 497-506

**Fierro, L.C. 1979.** Los pastizales, su importancia, manejo y aprovechamiento. Memorias del curso a opción a tesis; Manejo de Ecosistemas de Pastizales. Chihuahua Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. 31 p.

**Forbes, J.M. 1986.** The Voluntary Food Intake of Farm Animals. Butterworths, Londres. 205 p.

**Forbes, T.D.A. 1988.** Researching the plant-animal interface: The investigation of ingestive behaviour in grazing animals. Journal of Animal Science. 66: 2369-2379

**Forbes, J.M. 1995.** The intake of fresh and conserved grass. *In*: Voluntary food intake and diet selection in farm animals. Oxon: CAB International, U.K. 354-386 pp.

**García, E. 1988.** Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. D.F. México. 217 p.

- Greenhalgh, J.F.D. 1966.** The effect of grazing intensity on herbage consumption and animal production, I, Short term effect in strip-grazed dairy cows. *Journal Agricultural Science*. 13-25 pp.
- Gibb, M.J., Huckle, C.A. and Nuthall, R. 1998.** Effect of time of day on grazing behaviour by lactating dairy cows. *Grass and Forage Science*. 53:41-46.
- Gibb, M.J., Huckler, C.A., Nuthall, R., and Rook, A.J. 1999.** The effect of physiological state (lactating or dry) and sward surface height on grazing behaviour and intake by dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*. 63:269-287
- Guillén, A. E., Luna, R.J., Hernández, P.E. y Rendón, M.J. 1991.** Efecto del período de descanso sobre el crecimiento y utilización de una pradera de pasto orchard y alfalfa. Segunda fase. Tesis Profesional. Depto. Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 129 p.
- Gómez, M.F.M. 1998.** Capacidad productiva del pasto kikuyo, en respuesta al pastoreo mixto y la suplementación nitrogenada. Tesis de Maestría, Programa de Ganadería. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 87 p.
- Gong, Y.M., Hodgson J. and Lambert M.G. 1997.** Ingestive behaviour of fistulated and antact sheep grazing grasses and legumes indoors and outdoors. *Grazing Management. Session Proceedings. XVIII International Grassland Congress*. Winnipeg, Canadá. 29:147-148.

**González-Rodríguez, A. 1995.** Efecto de la aplicación de nitrógeno y de la frecuencia de corte en el establecimiento de una pradera gramínea-trébol blanco. Actas de la XXXV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Tenerife. 327-330 pp.

**González-Rodríguez, A. 1997.** Quality grassland for dairy production in north-west spain. Grazing Management. Session Proceedings. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canadá. 29:99-100.

**González, O., Pérez, P.J. Hernández, G.A. y Herrera, H. 2000b.** Efecto de la intensidad y frecuencia de defoliación en el rendimiento y densidad poblacional de tallos de pasto ovillo. Memoria XXVIII Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal. Tapachula Chiapas. 22-25 pp.

**González, M.S.J., Martínez, H.P.A. y Améndola, M.R.D. 2000a.** Efecto del pastoreo mixto en el tiempo de pastoreo por vaquillas y borregas sobre una pradera Alfalfa (*Medicago sativa*)-Ovillo (*Dactylis glomerata*). Memoria XXVIII Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal. Tapachula Chiapas. 78-82 pp.

**González, I., Faría-mármol, J., Morillo, D., Mavares, O. y Guanipa, N. 2001.**

Efecto de la frecuencia de riego y corte sobre la tasa de crecimiento altura y componentes de materia seca en *Leucaena leucocephalia* (Lam) de witt. Memoria XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). La Habana Cuba. Sección de Pastos y Forrajes. PF 30.

**Gutiérrez, O.M.A. 1996.** Pastos y forrajes en Guatemala, su manejo y utilización base de la producción animal. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Veterinaria y Zootecnia. 318 p.

**Hafees E.W.E. and Bouissou M.F. 1975.** The behaviour of cattle. In: The behaviour domestic animals. Ed:E.S. Hasfez 3 Edition. Balliere Tindall U.K. 203-245 pp.

**Hamilton, 1975.** Production and gross margins from sheep and cattle grazed separately and together. Australian Journal Animal Husb. 15:38-34

**Hardy M.B. 1995.** Short-term effects of cattle-to sheep ration and stocking rate on patch grazing in sour grassveld. African Journal Range for Science. 12:121-127

**Hardy M.B. 2000.** Pastoreo mixto y el concepto de capacidad de pastoreo- una perspectiva de la experiencia en Sudáfrica. III Seminario Internacional Tecnologías para la Explotación Sustentable del Recurso Forrajero. Chapingo, México. 47-76 pp.

**Heinzen, M. y Aguilar, C. 1998.** Efecto de la carga y de la relación ovino/vacuno sobre el consumo y el comportamiento ingestivo de ovinos y vacunos pastoreando juntos un pastizal nativo. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 6(2): 157-172

**Hernández, M. J., López, C.J.E. y Morgano, M.J.A. 1988.,** Efecto de la asignación de forraje sobre la utilización y estructura de una pradera asociada gramínea (*Dactylis glomerata* var. Potomac) y leguminosa (*Medicago sativa* var. Valenciana). Tesis profesional. Depto. de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 57 p.

**Hernández, G.A., Hodgson, J. and Metthew, C. 1997.** Sward structure changes and production increases following spring grazing management. Forage and Grazing Management. Session Proceedings. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canada. 22:7-8.

**Hodgson, J. 1979.** Nomenclature and definition in grazing studies. Grass and Forage Science. 34: 11-18.

**Hodgson, J. 1982.** Ingestive behaviour *In*: Leaver J. (ed) Herbage Intake Handbook. Journal British Grassland Society U.K. 25:113-138.

**Hodgson, J. 1986.** Grazing behaviour and herbage intake, Grazing Occasional Symposium. 19: 51-64.

**Hodgson, J. 1990.** Grazing Management: Science into Practice. Longman Handbook in Agriculture. Essex. England. 203 p.

**Hodgson, J. 1996a** Sistemas de pastoreo sus ventajas y desventajas. *In:* Seminario internacional teórico practico. Tópicos Selectos en Sistemas Sustentables de Producción Animal bajo Pastoreo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. 22-30 pp.

**Hodgson, J. 1996b.** Control del consumo de la hierba *In:* Seminario internacional teórico Practico. Tópicos Selectos en Sistemas Sustentables de Producción Animal bajo Pastoreo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. 41-54 pp.

**Hodgson, J. 1997.** Factors limiting herbage intake by the grazing animal. Proceedings of International Meeting on Animal Production from Temperate Grassland, Ed. B Gilsenan Dublin. An Foras Taluntais. 70-75 pp.

**Holmes, C.W and Wilson, G.F. 1987.** Nutrition: Food Intake and Nutritive Value. Botterworks New Zeland. 317 p.

**Holmes, C.W Wilson, G.F. Kuperus, W., Buvaneshwa, S. and Wickham, B. 1993.** Liveweight, feed intake and feed conversion efficiency of lactating dairy cows. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 53: 95-99



**Huerta, B.M. 1995.** Apuntes del curso nutrición básica de rumiantes. Departamento de zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 12 p.

**Jiménez, M.A. 1983.** Curvas de producción de 27 asociaciones de gramíneas y leguminosas forrajeras de clima templado. Tesis profesional. Depto. de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 100 p.

**Jiménez, M.A., y Martínez, H.P.A. 1985.** Utilización de praderas. Depto. de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Sección de Forrajes. 86 p.

**Josifovich, J.A. and Scheneiter, J.O. 1997a.** Pasture life lengthening and beef production increase through interseeding. Forage and Grazing Management. Session Proceedings. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canada. 22:125-126.

**Josifovich, A.J. and Scheneiter, J.O. 1997b.** Forage and protein production per hectare using different species for interseeding. Forage and Grazing Management. Session Proceedings. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canada. 22:127-128.

**Karsten, H.D. and Fick, G.W. 1999.** White clover growth patterns during the grazing season in a rotationally grazed dairy pasture in New York. Grass and Forage Science. 54:174-183.

- Kopp, J.C. Mccaghey, W.P. and Wittenberg, K.M. 1997.** Cow-calf production response to pasture forage species. *Grazing Management. Session Proceedings. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canada.* 29:37-38.
- Laca, E. A., Ungar, E.D., Sligman, N. and Demment, M.W. 1992.** Effects of swards height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. *Grass and Forage Science.* 47: 91-102.
- Leaver, D. 2000.** Management of Grazing Systems For Dairy Cows. Huxley School, Imperial College, Wye, Near Ashford, Kent TN25 5AH, UK. Datos sin publicar.
- Ledu, Y.L.P. 1979.** Herbage intake and milk production by grazing dairy cow, 2, the effects of level of winter Feeding and dairy herbage allowance. *Grass and Forage Science.* 35:249-260.
- Leyshon, A.J. and Campbell, C.A. 1992.** Effect of timing and intensity of first defoliation in subsequent production of 4 pastures species. *Journal Range Management.* 45:379-384.
- Logan, J.L., Jennings, P.G. and McLaren, L.E. 1991.** Mixed grazing of cattle and sheep proceedings VI World Red Poll Congress. Jamaica Agr. Dev. Found. Kingston, Jamaica. 9-101 pp.

**López, P.R. y Martínez, H.P.A. 2001.** Producción de forraje y animal de Avena-Ballico anual con pastoreo mixto. Memoria XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). La Habana Cuba. Sección de Nutrición de Rumiantes. NA11.

**Mares, M.V.M. 1983.,** Bases Fisiológicas para el Manejo de Praderas Tropicales y aspectos en la utilización y producción de forrajes en el trópico, CATIE. 7-54 pp.

**Martínez, H.P.A., Meza, N.M., Pérez, P.J., Bárcena, R. and Herrera, J.G. 1997b.** Pastures attributes and live-weight gain of lambs grazing with different supplementation levels. Grazing Management. Session Proceedings. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canadá. 29:107-108.

**Martínez, H.P.A., Castro, R.R. y Zaragoza, R.J.L. 1997a.** Rebrote de Kudzu a diferentes severidades y niveles de sustancias de reserva. Memorias XXVI Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal, Chapingo, México. 115 p.

**Martínez, C.M.A. 1999.** Suplementación con ensilado de maíz a vacas lecheras en pastoreo. Tesis de Maestría en Ciencias. Posgrado en Producción Animal. Universidad Autónoma Chapingo. 107 pp.

- Martínez, V.F. 2001.** Productividad de vacas lecheras en pastoreo suplementadas con diferente nivel de concentrado. Tesis de Maestría en Ciencias. Posgrado en Producción Animal. Universidad Autónoma Chapingo. 101 pp.
- Mayne, C.S., McGilloway, D., Cushnahan, A. and Laidlaw A.S. 1997.** The effect of sward height and bulk density on herbage intake and grazing behavior of dairy cows. Animal Intake and Grazing Systems. Session Proceedings. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canadá. 2:15-16.
- Matus, R.T. 1989.** La asignación de Forraje en la distribución de Pastoreo de Bovinos en una pradera asociada de pasto Orchard-alfalfa, Revista Chapingo, 65:14-18.
- Mieres, J.M. and Acosta, Y.M. 19997.** Effect of grazing pressure and supplemental level on weight gain in dairy heifers. Grazing Management. Session Proceedings. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canada. 29:15-16.
- Minson, D.J. 1990.** Forage in ruminant nutrition ed. Academica press inc. USA. 483 p.
- Mora, R.J. 1978.** Diseño, implantación y Explotación en áreas de Apacentamiento (como, cuando y cuanto pastorear), SARH, 42 p.
- Moreno, M.J.A. y Molina, G.H. 1994.** Rendimiento de forraje y proteína cruda de once variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) en San Mateo Tepetitlan, Hidalgo. Tesis Profesional. Depto. de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 75 p.

**Moreno, C.G.J. y Pérez, P.J. 1996.** El pastoreo en la producción de ganado bovino.

Universidad autónoma de Chiapas. 102 p.

**Morley, W..H.F. 1981.** Management of grazing system. *In:* Morley, W..H.F. 1981.

Grazing Animal. Edit. Elsevier Scientific Publishing Company.45:225-234

**Morrison, D.G., Willis, C.C., Csatle, D.L. and Cuomo, G.J. 1997.** Grazing management and nitrogen fertilizer effects in grazing systems for beef cows.

Grazing Management. Session Proceedings. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canada. 29:83-84.

**Nicol, A.M. 1997.** The application of mixed grazing, Proceedings of the XVIII

International Grassland Congress, Winnipeg, Canada. 525-534pp.

**Nolan, T. and Connolly, J. 1977.** Mixed stocking by sheep and steers – a review.

Hebage Abstracts. 47:367-374.

**NRC, 1987.** Predicting Feed Intake of Food-Producing Animals. National Academy

Press, Washington D.C. 176 p.

**NRC, 1989.** Nutrient requirements of dairy cattle. Sixth revised edition Washington

D.C 157 p.

**Omaña, J.C.S., Marcof, C.F.A. y Cortes, D.E. 2000.** Comportamiento productivo de una pradera de *Cenchrus ciliaris* sometida a tres cargas de ovinos. Memoria de la XXVIII Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal, Tapachula, Chiapas. 66-69 pp.

**Orozco, A.Z., Martínez, P.A., Hernández, G.A., Perez, P.J. y Garcia, B.C. 1997.** Comportamiento productivo de una pradera de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) pastoreada por borregos recibiendo diferente nivel de ofrecimiento de alfalfa. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. Vol. 5, suplemento 1: 66-68.

**Pagliaricci, H., Ohanian, A., Pereyra, T., Saroff, C. Y Gonzalez, S. 2001.** Sistemas de implantación e intensidad de pastoreo en praderas base Alfalfa en la pampa subhúmeda Argentina. j. Producción de forraje y por componentes. Memoria XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). La Habana Cuba. Sección de Pastos y Forrajes. PF 45.

**Papadopoulos, Y.A., Charmley, E., Martín, R.C., Fredeen, A.H. McRae, K.B., Máson, D. and Fillmore, S.A.E. 1997.** Productivity of renovated naturalized pastures in Atlantic Canada. Forage and Grazing Management. Session Proceedings. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canadá. 22:151-152.

- Pardini, A., Piemontese, S., Stagliano, N. and Talamucci, P. 1994.** Influenza del pascolamento combinato in bosco e in bade parafuoco inerbite sull'offerta e sull'utilizzazione della fitomassa erbacea e arbustiva. Università Degli Stati di Firenze. Firenze, Italia. *Revista di Agronomía*. 28: 57-63.
- Parker, W.J.B 1997.** Producción animal bajo pastoreo: Un enfoque de sistema. Hort. Systems. Department Masey University, New Zealand. 7-30 pp.
- Pérez, P.J., Hernández, V.O., Herrera, H.J.G. and Bárcena, G.R. 1997a.** Esilver-weight gain of steers grazing african star grass at four herbage allowances. Grazing Management. Session Proceedings. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canada. 29:103-104.
- Pérez, P.J. Cervantes, M.T., Martínez, H.P.A. and Herrera, H.J.G. 1997b.** Índice de compatibilidad relativa de ballico asociado con alfalfa y dácilo cosechados a dos intervalos después de la siembra. XXVI Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal, Chapingo, México, 245-248 pp.
- Pollock, K.M., Lucas, R.J., Pownall, D.B. and Thomson S.E. 1997.** Temperate pasture and sheep performance under radiata pine and in open pasture. Agroforestry. Session Proceedings. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canada. 6:7-8.

**Poppi, D. P., Hughes, T.P. and Huiller, P.J. 1987.** Herbage intake of pasture by grazing ruminants. *In*: "Livestock feeding on pasture" Nicol M.A.D. (Ed), New Zealand Society of Animal Production. Occasional Publication N° 10. 115-139 pp.

**Philips, C.J.C. and Leaver, J.D.1985.** Supplementary feeding of forage to grazing dairy cows. 2 Offering grass silage in early and late season. *Grass and Forage Science*. 40: 193-199.

**Richards, H.J. 1993.** Physiology of plants recovering from defoliation. XVII International Grassland Congress. 85-94 pp.

**Rivera, R.J.E., López, R.R., Peralta, E.J.C. y Alvarado, M.P.E., 1992.** Efecto del período de descanso sobre la estructura y utilización de una pradera asociada gramínea (*Dactylis glomerata* var. Potomac) leguminosa (*Medicago sativa* var. Valenciana) Quinta fase. Tesis profesional. Depto. De Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 106 p.

**Rouquette, F.M., Smith, G.R. and Haby, V.A. 1997.** Bermuda grass pastures under long-term stocking rate and fertility regimens. *Forage and Grazing Management. Session Proceedings. XVIII International Grassland Congress.* Winnipeg, Canadá. 22:73-74.



- Ruiz, F.C.A, Castro, M.M. de J. y Roldan, V.R. 1990.** Efecto del período de descanso sobre la estructura y utilización de una pradera asociada gramínea (*Dactylis glomerata*) var. Protomac leguminosa (*Medicago sativa*) var. Valenciana. Tesis Profesional. Depto. de Zootecnia Universidad Autónoma Chapingo. 131 p.
- Sánchez, B.R., Jiménez, F.M. y Tenorio, D.G. 1996.** Parametrización del sistema de producción de leche en pastoreo y su evaluación económica. Tesis Profesional. Depto. de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 151 p.
- Schils, R.L.M., Vellingas, Th.V. and Kraak, T. 1999.** Dry-matter yield and herbage quality of perennial ryegrass/white clover sward in rotational grazing and cutting system. Grassland and Forage Science. 54:19-29.
- Stakelum, G. 1985.** Factors effecting herbage intake in cows. Irish Grassland and Animal Production Association. 36-42 pp.
- Stalrelum, G. 1986.** Herbage intake of grazing dairy cows 3. Effect of herbage máss, herbage allowance and concentrate feeding herbage intake of dairy cows grazing on midsummer pastury. Journal Agriculture Research. 25: 179-189
- Steel, D.R.G. y Torrie, J.H. 1998.** Bioestadística: Principiós y procedimientos. 2ª edición. Ed.McGraw-Hill.D.F. 622 p.

**Tablada, A.Y. 1998.** Comportamiento de una pradera alfalfa-ovillo a diferentes frecuencias de pastoreo con borregos. Tesis de Maestría, Programa de Ganadería. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 76 p.

**Tablada A.Y, Martínez,P.A., Hernández, G.A., Pérez, P.J. y Mendoza, G. 1997.** Comportamiento de una pradera alfalfa-ovillo sometida a diferente frecuencias de pastoreo con borregos. Archivo Latinoamericanos de Producción Animal. Vol. 5, suplemento 1: 69-71.

**Tow, P.G., Lovett, J.V. and Lazemby, A. 1997.** Adaptation and complementary of *Digitaria ciliaris* y *Medicago sativa* on a sodic soil in a subhumid environment with summer and winter rainfall. Australian Journal of Experimental Agriculture. 37:311-322.

**t'Mannetje, L. and Ebersohn, J.P. 1980.** Relations between sward characteristics and animal production. Tropical Grassland. 14: 273-279.

**Van Den Berg, Marike and Kruger, J.A. 1988.** Effect of nitrogen application, seeding rate and defoliation height on mixtures of *Trifolium vesiculosum* cv. Amclo and *Lolium multiflorum* cv. Midmar: I. Dry matter production, crude protein content and crude protein production. Journal Grassland. Soc. South. African. 5 (3): 154-157.

**Velasco, Z. Ma.E, Hernandez, G.A., Gonzalez, H.V.A., Prez, P.J. y Vaquera, H.**

**2001.** Dinámica de crecimiento, rendimiento y calidad de forraje de *Dactylis glomerata* L. En respuesta a la defoliación. Memoria XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). La Habana Cuba. Sección de pastos y forrajes. PF 4.

**Volesky, J.D., Lewis, J.K. and Butterfield, C.H. 1990.** High-performance short-duration and repeated-seasonal grazing systems: Effect on diets and performance of calves and lambs. *Journal Range Management*. 43(4): 310-315.

**Watkin, B.R. and Cements, R.J. 1978.** The Effects of grazing animals on pastures. *Plant Relation in Pasture*. 273-278 pp.

**Wade, M.H. and Dalla, D.E.V. 1997.** High instantaneous spring stocking rates to improve year round herbage utilization in argentine dairy production. *Animal Intake and Grazing Systems. Session Proceedings. XVIII International Grassland Congress*. Winnipeg, Canada. 2:3-4.

**Wildman, E.E., Jones, G.M., Warner, P.E. and Boman, R.L. 1982.** A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *Journal Dairy Science*. 65: 495-502.

**Whiteman, P.C. 1980.** Tropical pasture science. Oxford University Press. 392 p.

**Zimková, M. 1997.** Evaluation of grass species in pure cultures and in mixture with white clover. Forage and Grazing Management. Session Proceedings. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canada. 22:157-158



**BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH.**