

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

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

## COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE ALFALFA-OVILLO, BECERRAS Y BORREGAS EN PASTOREO MIXTO Y MONOESPECÍFICO

### TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL

PRESENTA:

ANTONIO MENDIOLA GONZÁLEZ



DIRECCION ACADEMICA  
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES  
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

Octubre de 2002  
Chapingo, Estado de México

BIB 98112

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE ALFALFA-OVILLO, BECERRAS Y  
BORREGAS EN PASTOREO MIXTO Y MONOESPECÍFICO**

Tesis realizada por **Antonio Mendiola González** bajo la dirección del Comité  
Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para  
obtener el grado de:

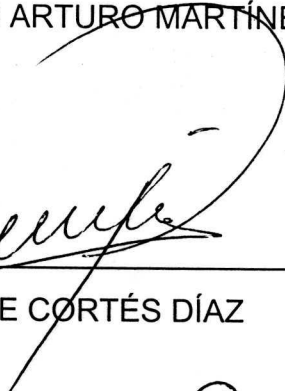
**MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

DIRECTOR:



Ph.D. PEDRO ARTURO MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

ASESOR:



M.C. ENRIQUE CORTÉS DÍAZ

ASESOR:



M.C. CARLOS SÁNCHEZ DEL REAL

**BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH**

40232



## **DEDICATORIA**

A Dios por hacerse presente todos los días de mi vida y darme la oportunidad de descubrir el secreto de vivir.

A mis Padres quienes con su ejemplo de honradez y humildad me han enseñado la grandeza del amor.

A mis ángeles por ser la alegría de mi vida y el motivo de mi superación.

A Jazy por su apoyo y compañía incondicional.

A mis hermanos por ser mis amigos.

A mis sobrinos quienes con sus sonrisas han iluminado nuestra familia.

A las familias Mendiola Reséndiz y González Maqueda por su apoyo.

A mis amigos, compañeros y profesores del Posgrado en Producción Animal, por su amistad y colaboración durante mi estancia.

A Juan Carlos, Fredy, Gerardo, Miguel, Felipe, Antonio, Juan, gracias por su amistad.

Antonio

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Autónoma Chapingo, al Departamento de Zootecnia y al Posgrado en Producción Animal, por brindarme una formación académica integral.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el financiamiento de mis estudios.

Al Dr. Pedro Arturo Martínez Hernández, por su valiosa participación en la dirección y desarrollo de la presente investigación, especialmente por su amistad, comprensión y conocimientos compartidos.

Al M.C. Enrique Cortés Díaz, por el apoyo y sugerencias brindadas para la realización de la presente investigación, así como por su gran amistad.

Al M.C. Carlos Sánchez del Real que con sus sugerencias y aportaciones enriquecieron la presente investigación.

Al Dr. Rodolfo Ramírez Valverde Coordinador del Posgrado en Producción Animal, por su apoyo brindado y confianza en la finalización de esta investigación.

A Roberto M., Manuel, Gerardo, Enrique y Roberto, por su valiosa colaboración en la realización de esta investigación.

Antonio



## **DATOS BIOGRÁFICOS**

### **Datos generales**

Nombre: Antonio Mendiola González

Lugar de Origen: San Joaquín, Querétaro

Fecha de Nacimiento: 02 de Enero de 1973

Profesión: Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia

### **Formación Académica**

1985 – 1988                      Secundaria Giuseppe Garibaldi, Del. Miguel Hidalgo México, D.F.

1988 – 1991                      Preparatoria Morelos, Naucalpan de Juárez, Edo. de México.

1991 – 1996                      Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.

2000 – 2001                      Maestría en Producción Animal en el Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.

## **RESUMEN**

### **COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE ALFALFA-OVILLO, BECERRAS Y BORREGAS EN PASTOREO MIXTO Y MONOESPECÍFICO**

Antonio Mendiola González. Maestro en Ciencias. Posgrado en Producción Animal.

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

El estudio se realizó para determinar algunos parámetros de crecimiento de alfalfa-ovillo y producción animal al aplicar pastoreo mixto becerras-borregas. Tres tipos de pastoreo fueron evaluados: pastoreo mixto becerras-borregas y dos de pastoreo monoespecífico, uno por becerras y otro por borregas. El diseño experimental fue completamente al azar con cuatro repeticiones. En el pastoreo monoespecífico por borregas provocó 32 y 26% menor ( $p<0.05$ ) cantidad de forraje ofrecido y residual respectivamente, y mejor calidad del forraje ofrecido (digestibilidad y fibra detergente neutro) que el pastoreo monoespecífico por becerras. El pastoreo mixto dio valores intermedios. Forraje desaparecido y grado de defoliación no variaron ( $p>0.05$ ) por tipo de pastoreo. Las borregas en pastoreo mixto pesaron 4.6 kg más ( $p<0.05$ ) que las de pastoreo monoespecífico. El pastoreo mixto presentó una menor cantidad de forraje residual en áreas contaminadas por heces de becerras siendo 24% menos ( $p<0.05$ ) que en pastoreo monoespecífico por becerras. Las características del forraje ofrecido como residual variaron ( $p<0.05$ ) con el avance del pastoreo experimental. El pastoreo mixto becerras-borregas fue intermedio entre un pastoreo poco eficiente por becerras y uno más agresivo por borregas.

Palabras clave: pastoreo mixto, becerras, borregas, alfalfa, ovillo.

## **ABSTRACT**

Antonio Mendiola González

### **PERFORMANCE OF ALFALFA-ORCHARD, HEIFERS AND EWES UNDER MIXED AND SINGLE GRAZING**

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

This study aimed to determinar growth characteristics of alfalfa-orchard and animal production when mixed grazing (heifers-ewes) was applied. Treatments were: mixed grazing and single grazing by heifers and by ewes, all at same stocking rate based on kg live weight ha<sup>-1</sup>. Experimental design was a completely random with four replications. Single grazing by ewes gave 32 and 26% lower ( $p<0.05$ ) on-offert and residual forage yield, respectively and higher on-offert forage quality (digestibility and neuter detergent fiber) than single grazing by heifers. Mixed grazing gave intermediate values. Forage dissappearance and defoliation rate showed no difference ( $p>0.05$ ) among treatments. Ewes on mixed grazing showed higher ( $p<0.05$ ) live weight than ewes on single grazing. Mixed grazing showed 24% lower ( $p<0.05$ ) residual forage on dung contaminated areas than single grazing by heifers. There were seasonal variations ( $p<0.05$ ) in on-offert and residual forage. Mixed grazing (heifers-ewes) was in between a less efficient grazing by heifers and a more aggressive grazing by ewes.

Key words: mixed grazing, heifers, ewes, orchard, alfalfa.

## TABLA DE CONTENIDO

|                                                                                         |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....</b>                                                 | <b>III</b> |
| <b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>                                                             | <b>1</b>   |
| <b>2. OBJETIVOS.....</b>                                                                | <b>3</b>   |
| <b>3. HIPÓTESIS.....</b>                                                                | <b>3</b>   |
| <b>4. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>                                                   | <b>5</b>   |
| 4.1. Pastoreo mixto.....                                                                | 5          |
| 4.1.1. Complementariedad entre grupos de animales.....                                  | 6          |
| 4.1.2. Competencia por forraje entre animales.....                                      | 7          |
| 4.1.3. Hábitos de pastoreo, composición botánica y morfológica de la<br>dieta .....     | 8          |
| 4.1.4. Calidad de la dieta.....                                                         | 12         |
| 4.1.5. Producción animal.....                                                           | 13         |
| 4.1.6. Carga animal.....                                                                | 15         |
| 4.1.7. Relación ovinos:bovinos y equivalente animal.....                                | 17         |
| 4.2. Conducta animal.....                                                               | 20         |
| 4.3. Respuesta de ovinos y bovinos en pastoreo ante la presencia de<br>deyecciones..... | 25         |
| 4.4. Estructura de la pradera y consumo de forraje.....                                 | 27         |
| <b>5. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>                                                     | <b>34</b>  |
| 5.1. Localización y duración del experimento.....                                       | 34         |
| 5.2. Clima.....                                                                         | 34         |
| 5.3. Tratamientos y diseño experimental.....                                            | 34         |
| 5.4. Praderas y su manejo.....                                                          | 35         |
| 5.5. Animales empleados y su manejo.....                                                | 35         |
| 5.6. Manejo del pastoreo.....                                                           | 36         |



|                                                                                        |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.7. Implementación en campo de los tratamientos.....                                  | 37        |
| 5.8. Variables medidas y calculadas.....                                               | 37        |
| 5.8.1. Caracterización de las masas de forraje ofrecido y residual.....                | 37        |
| 5.8.2. Forraje desaparecido.....                                                       | 39        |
| 5.8.3. Grado de defoliación.....                                                       | 40        |
| 5.8.3. Comportamiento animal.....                                                      | 40        |
| 5.8.4. Forraje rechazado por la presencia de deyecciones de becerras...                | 41        |
| 5.9. Manejo y análisis estadísticos de los datos.....                                  | 41        |
| <b>6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>                                                  | <b>44</b> |
| 6.1. Cantidad y características del forraje ofrecido.....                              | 44        |
| 6.2. Cantidad y características del forraje residual.....                              | 55        |
| 6.3. Forraje desaparecido y grado de defoliación.....                                  | 64        |
| 6.4. Conducta de los animales en el área de pastoreo.....                              | 67        |
| 6.5. Peso vivo.....                                                                    | 72        |
| 6.6. Cantidad de forraje en áreas contaminadas por deyecciones de las<br>becerras..... | 74        |
| <b>7. CONCLUSIONES.....</b>                                                            | <b>77</b> |
| <b>8. LITERATURA CITADA.....</b>                                                       | <b>79</b> |

## ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Cuadro 1.</b> Composición botánica de la dieta (%) de ovinos, caprinos y bovinos.....                                                                                                                         | 8  |
| <b>Cuadro 2.</b> Composición, producción y consumo de forraje en porcentaje del forraje consumido por ovinos y bovinos cuando pastorean solos y en común.....                                                    | 9  |
| <b>Cuadro 3.</b> Ganancia de peso por hectárea (kg ha <sup>-1</sup> ) de ovinos y bovinos en pastoreo simple y mixto.....                                                                                        | 14 |
| <b>Figura 1.</b> Rutas para hacer un uso más eficiente del forraje.....                                                                                                                                          | 27 |
| <b>Cuadro 4.</b> Cantidad de forraje ofrecido (kg MS ha <sup>-1</sup> ) de alfalfa-ovillo en pastoreo mono-específico y mixto.....                                                                               | 45 |
| <b>Cuadro 5.</b> Altura del forraje ofrecido (cm) en alfalfa-ovillo en pastoreo mono-específico y mixto.....                                                                                                     | 47 |
| <b>Cuadro 6.</b> Composición botánica del forraje ofrecido (%) de alfalfa-ovillo en pastoreo mono-específico y mixto.....                                                                                        | 49 |
| <b>Cuadro 7.</b> Contenido de proteína (%) en el forraje ofrecido de alfalfa-ovillo a diferente altura con respecto del nivel del suelo en pastoreo mono-específico y mixto.....                                 | 51 |
| <b>Cuadro 8.</b> Contenido de digestibilidad in vitro de la materia seca (%) del forraje ofrecido de alfalfa-ovillo a diferente altura con respecto del nivel del suelo en pastoreo mono-específico y mixto..... | 52 |
| <b>Cuadro 9.</b> Contenido de fibra detergente neutro (%) del forraje ofrecido de alfalfa-ovillo a diferente altura con respecto del nivel del suelo en pastoreo mono-específico y mixto.....                    | 54 |
| <b>Cuadro 10.</b> Cantidad de forraje residual (kg MS ha <sup>-1</sup> ) en alfalfa-ovillo en pastoreo mono-específico y mixto.....                                                                              | 56 |
| <b>Cuadro 11.</b> Altura del forraje residual (cm) en alfalfa-ovillo en pastoreo mono-específico y mixto.....                                                                                                    | 58 |

|                                                                                                                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Cuadro 12.</b> Composición botánica del forraje rechazado (%) en una pradera asociada alfalfa-ovillo en pastoreo monoespecífico y mixto.....                                                                    | 60 |
| <b>Cuadro 13.</b> Componente de la calidad (%) del forraje residual de alfalfa-ovillo en pastoreo monoespecífico y mixto.....                                                                                      | 63 |
| <b>Cuadro 14.</b> Forraje desaparecido (kg de MS ha <sup>-1</sup> ) de alfalfa-ovillo en pastoreo monoespecífico y mixto.....                                                                                      | 64 |
| <b>Cuadro 15.</b> Grado de defoliación (%) de alfalfa-ovillo en pastoreo monoespecífico y mixto.....                                                                                                               | 65 |
| <b>Cuadro 16.</b> Tiempo (minutos) dedicado a diferentes actividades por becerras y borregas en el área de pastoreo en pastoreo monoespecífico y mixto.....                                                        | 67 |
| <b>Cuadro 17.</b> Peso vivo (kg a <sup>-1</sup> ) de becerras y borregas en alfalfa-ovillo con pastoreo monoespecífico y mixto.....                                                                                | 73 |
| <b>Cuadro 18.</b> Cantidad de forraje residual (g m <sup>-2</sup> ) en áreas contaminadas y no contaminadas por deyecciones de las becerras en pastoreo monoespecífico por becerras y mixto en alfalfa-ovillo..... | 75 |

## 1. INTRODUCCIÓN

En los sistemas de producción animal en pastoreo, al cosechar el forraje por el propio animal, presentan una ventaja económica sobre los sistemas con cosecha mecánica; sin embargo, el forraje no siempre es cosechado uniformemente por los animales, ocasionando que existan áreas con abundante forraje rechazado; el no aprovechar este forraje limita la producción animal por unidad de área de pradera. Pero, al forzar a una cosecha eficiente también se puede afectar negativamente la producción por animal. Por tanto, definir estrategias de pastoreo que permitan tanto alcanzar altos niveles de eficiencia de cosecha, como de producción por animal al mismo tiempo, es un reto de trascendencia. Además de llegar a conjugar eficiencia de cosecha con producción por animal, si el sistema de producción animal en pastoreo puede llegar al mercado con dos o más productos se puede afianzar la estabilidad económica del mismo.

El pastoreo mixto, al complementar hábitos de cosecha de diferentes especies, puede convertirse en una estrategia de pastoreo que brinde una máxima eficiencia de cosecha con una afectación mínima de la producción por animal. Para el caso de México, el incluir ovinos como una de las especies pastoreadoras en una estrategia de pastoreo mixto, puede añadir un importante componente al existir una sostenida demanda en el mercado nacional por la carne de este animal.

El pastoreo mixto de ovinos y bovinos, ha permitido una mayor ganancia de peso por unidad de superficie de pradera que el pastoreo con cada una de estas especies por sí solas ( Connolly y Nolan, 1976; Nolan y Connolly, 1989). En otros estudios la producción individual de una o ambas especies en pastoreo mixto es mayor durante todo o cierto periodo del año, que cuando pastorean solas (Bennett *et al.*, 1970; Reynolds *et al.*, 1971) y en pocos estudios la producción individual de alguna de las dos especies en pastoreo simple ha sido superior que en pastoreo mixto ( Abaye *et al.*, 1994; Olson *et al.*, 1999).

En México el pastoreo con varias especies de animales sobre la misma superficie es una actividad que realizan algunos ganaderos de manera tradicional, pero se tienen pocos estudios publicados sobre el impacto del pastoreo mixto en las praderas. Además de evaluar la producción animal individual y por hectárea, así como la sustitución de una especie por otra, se deben incluir aspectos evaluadores de la pradera, como el efecto del pastoreo de diferentes especies sobre el rebrote, la estructura, la composición botánica y morfológica de la pradera. Por tanto, el presente estudio aborda el efecto del pastoreo mixto (becerras y borregas) sobre parámetros de la producción animal y del crecimiento de la asociación alfalfa-ovillo.

## **2. OBJETIVOS**

General:

Determinar la magnitud de parámetros asociados al crecimiento y productividad de la asociación de alfalfa-ovillo, patrón de cosecha y producción animal al aplicar pastoreo mixto con becerras y borregas en la época de verano-otoño.

Particulares:

- a) Determinar la cantidad de forraje ofrecido y rechazado, total y por componentes, así como su patrón vertical de distribución y calidad.
- b) Determinar el patrón de cosecha a través del grado de defoliación y cantidad de forraje rechazado en áreas contaminadas con deyecciones y actividades en el área de pastoreo.
- c) Determinar los cambios de peso vivo en becerras y borregas.

## **3. HIPÓTESIS**

- a) La asociación alfalfa-ovillo presentará una mayor cantidad de forraje ofrecido, menor forraje residual, sin afectar la composición botánica y calidad del forraje, al someterse a un pastoreo mixto (becerras:borregas) en comparación con el pastoreo monoespecífico ya sea de becerras o de borregas.



- b) El pastoreo mixto (becerras:borregas) mejorará el patrón de cosecha, al reducir la cantidad de forraje residual en áreas contaminadas por deyecciones, al cosechar más tallos y hojas de la pradera y al incrementar el tiempo de pastoreo en comparación con el pastoreo monoespecífico de borregas o becerras.
- c) El pastoreo mixto (becerras:borregas) presentará una mayor ganancia de peso en becerras y borregas, tanto por animal como por unidad de área de pradera en comparación al pastoreo monoespecífico de borregas o becerras.

## **4. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **4.1. Pastoreo mixto**

El pastoreo mixto es definido como el pastoreo de una misma área forrajera (pradera o agostadero) por más de una especie de ganado doméstico o silvestre al mismo tiempo o en secuencia (Hardy, 2000).

Taylor (1985) menciona que el objetivo principal del pastoreo mixto es incrementar la eficiencia en la transferencia de nutrientes del forraje a productos de origen animal. Las metas del pastoreo mixto son: biológico, económico y personales. Las metas biológicas incluyen incremento en la eficiencia de cosecha, carga animal y ganancia de peso. Las económicas se enfocan a incrementar un ingreso neto, diversificación del ingreso, reducción del riesgo financiero y rapidez de flujo de efectivo. Las metas personales se refieren a las preferencias, condiciones o problemas de la explotación. La interacción de estas metas permite alcanzar el objetivo primario del pastoreo mixto, que es utilizar más eficientemente el forraje y así obtener la mayor producción animal.

Nicol (1997) indica que la interacción entre el pastoreo del animal sobre el forraje puede resultar en tres aspectos: complementariedad entre los grupos de animales para incrementar la cosecha del forraje, competencia entre animales por cantidad y calidad del forraje, cambios en la composición, calidad y productividad del forraje como resultado de la interacción de las dos categorías anteriores.

La oportunidad de competir y complementarse entre clases de ganado durante un pastoreo mixto depende de la diversidad de la dieta de los animales y de la cantidad de forraje disponible (Nicol, 1997).

#### **4.1.1. Complementariedad entre grupos de animales**

La complementariedad entre grupos de animales es un recurso usado en el pastoreo mixto y es mayor donde hay una comunidad vegetal compleja, por lo que habría menos competencia por aquellas especies forrajeras que conforman la dieta del ganado (Nicol, 1997). Esto se debe a que diferentes especies de ganado prefieren distintas especies de forraje en su dieta, la selectividad para cosechar diferentes partes de la planta y la habilidad que tiene el ganado para digerir varios tipos de forraje (Howard y Harvey, 1985). Sin embargo Hardy (2000) menciona que la complementariedad se puede dar debido a que los animales de la misma especie tienen requerimientos más similares que aquellos animales de diferente especie, de tal forma que la competencia interespecífica es menos intensa que la competencia intraespecífica, por lo tanto la sustitución de una proporción de los individuos de una especie podría resultar en un aumento en la cantidad de producto animal por unidad de superficie.

Nicol (1997) menciona que la complementariedad depende de algunos factores como: calidad del forraje, concentración de especies forrajeras, del grado de selectividad por diferentes especies y de la época del año. Los cuales pueden ser manejados por distintos sistemas de pastoreo para afectar positivamente la cosecha del forraje, así la complementariedad interespecífica de ganado por la

utilización del forraje disponible es la razón más significativa para que se tenga un incremento en la producción por unidad de área bajo pastoreo mixto comparado con la productividad que se tiene con aquellas especies donde se pastorean solas.

#### **4.1.2. Competencia por forraje entre animales**

La competencia entre animales ocurre solo cuando hay que suplir una limitante o una necesidad para la vida; la competencia puede ser por espacio, agua y comúnmente por forraje. La competencia por forraje puede ser intensa, moderada hasta llegar a ser nula, ésta competencia puede reducirse a través de un uso selectivo de técnicas para incrementar el forraje como el control de plantas, fertilización, siembra de forraje (Vallentine, 1990).

El grado de competencia depende de la heterogeneidad del forraje disponible, factores anatómicos de las especies en pastoreo y la selectividad de los animales, del incremento en la presión de pastoreo resultante de una alta carga animal o baja producción de forraje, similitud entre dietas, mismos sitios de pastoreo (Taylor, 1985; Vallentine, 1990; Nicol, 1997). De manera general se puede decir que el grado de competencia entre animales está determinado por la cantidad y heterogeneidad del forraje, lo que depende de varios factores como es la época del año, tiempo de pastoreo, carga animal, periodos de sequía, las distintas especies de animales en pastoreo, sitios de pastoreo, principalmente.

#### 4.1.3. Hábitos de pastoreo, composición botánica y morfológica de la dieta

En un pastoreo mixto se debe de tener cuidado en evitar el pastoreo de ciertas especies de forraje y de lugares específicos debido a los diferentes hábitos de pastoreo y a la selectividad que tienen las especies en pastoreo, ya que pueden ocasionar un efecto negativo sobre la comunidad vegetal.

La dieta de ovinos y bovinos es diferente en cuanto a las especies seleccionadas, calidad y parte de la planta cosechada (Bedell, 1971; Dudzinski y Arnold, 1973; Howard y Harvey, 1985; Anderson *et al.*, 1985; Cook, 1985). En general la dieta del ovino se compone de 60% de arbustos y hierbas y el resto de gramíneas (Cuadro 1) mientras el bovino consume de 48 a 93% de gramíneas y el resto de arbustos y herbáceas (Cook, 1985; Taylor, 1985; Vallentine, 1990).

Cuadro 1. Composición botánica de la dieta (%) de ovinos, caprinos y bovinos.

| Animal   | Gramíneas | Herbáceas | Arbustivas |
|----------|-----------|-----------|------------|
| Bovinos  | 48-93     | 0-45      | 0-34       |
| Ovinos   | 36-70     | 3-36      | 2-30       |
| Caprinos | 17-50     | 5-13      | 38-78      |

Fuente: Vallentine (1990)

La variación que existe en la composición botánica de la dieta de los animales en pastoreo esta influenciada por los sentidos (olfato, gusto y auditivo) que influyen en el comportamiento; factores abióticos (la temperatura, luz, humedad) y factores propios del animal (edad, raza, estado fisiológico). Además de otros

factores como son el tamaño del potrero, calidad del forraje, tipo y estructura de la vegetación (Anderson *et al.*, 1985).

La mayoría de los estudios en composición botánica de la dieta de los animales en pastoreo son con especies en pastoreo solas y existen pocos trabajos donde se evalúe la composición botánica en pastoreo mixto, al respecto Cook (1985) comparando la dieta de ovinos y bovinos en pastoreo monoespecífico y mixto en un pastizal, encontró que en pastoreo mixto, las gramíneas, hierbas y arbustos fueron consumidos en 69, 20 y 11%, respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Composición, producción y consumo de forraje en porcentaje del forraje consumido por ovinos y bovinos cuando pastorean solos y en común.

| Animal  | Clase de forraje | Forraje producido kg ha <sup>-1</sup> | Forraje consumido kg ha <sup>-1</sup> | Proporción del forraje consumido (%) |
|---------|------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Ovinos  | Gramíneas        | 942                                   | 160.1                                 | 41                                   |
|         | Herbáceas        | 273                                   | 139.2                                 | 36                                   |
|         | Arbustivas       | 150                                   | 87.0                                  | 22                                   |
| Bovinos | Gramíneas        | 934                                   | 485.7                                 | 86                                   |
|         | Herbáceas        | 281                                   | 56.2                                  | 9                                    |
|         | Arbustivas       | 136                                   | 24.5                                  | 4                                    |
| Mixto   | Gramíneas        | 948                                   | 483.5                                 | 69                                   |
|         | Herbáceas        | 271                                   | 140.9                                 | 20                                   |
|         | Arbustivas       | 156                                   | 74.9                                  | 11                                   |

Fuente: Cook (1985)

Forbes y Hodgson (1985a) mencionan que la diferencia en la composición botánica del forraje que consumen los bovinos y ovinos es muy poca. Pero existe una consistente ventaja en la calidad del forraje consumido por los ovinos sobre los bovinos de dos unidades porcentuales. Estos mismos autores comparando el comportamiento ingestivo entre bovinos y ovinos en una pradera de raigras y trébol blanco reportan muy poca diferencia en la composición morfológica (hoja verde, tallo, tallos florales, flores y hojas muertas) con excepción de los tallos que fueron 1.3 unidades porcentuales más en la dieta de los bovinos que la de los ovinos, así mismo el componente que conformó la dieta seleccionada fue la hoja verde 85.5% para bovinos y 88.5% de la dieta para ovinos.

Abaye *et al.* (1997) observaron en la asociación del pasto azul de Kentucky-trébol blanco, que el pastoreo de vacas con becerros-borregas con corderos, ocasionó una menor invasión por malezas (12%) en comparación al pastoreo monoespecífico de cualquiera de las dos especies (15 y 18% para ovinos y bovinos, respectivamente). Además el pastoreo monoespecífico por ovinos ocasionó un mayor aporte del pasto azul de Kentucky (36%) y menor de trébol blanco (3%) que el pastoreo monoespecífico por bovinos con 25% y 10%, respectivamente, para estos dos componentes. Los autores concluyen que el pastoreo mixto al dar una cosecha más homogénea no permite la proliferación de malezas, mientras que los bovinos rechazan más el trébol blanco que los ovinos.



Dudzinski y Arnold (1973) comparando la composición de la dieta de ovinos y bovinos en pastoreo mixto en praderas de clima templado indican una diferencia en la composición botánica de las dietas, donde los ovinos tienen 3 unidades porcentuales más de trébol blanco en su dieta que los bovinos (13.8% vs 10.6%). En cuanto a composición morfológica de la dieta los bovinos consumen mas tallo (10.3% vs 3.6%) y más material muerto (3.2% vs 1.5%) que los ovinos. La mayor selección por trébol en la dieta de los ovinos coincide con lo encontrado por Bedell (1971) quien reportó 10% más de trébol en la dieta de los ovinos que la de los bovinos.

Radcliffe *et al.* (1991) trabajaron en la asociación raigras-trébol blanco y encontraron que en pastoreo monoespecífico por ovinos hubo menos trébol y un mayor aporte del raigras (8.7 y 87.8%, respectivamente), el pastoreo monoespecífico por cabras fue 28.8 y 67.6% para las mismas especies, y para el pastoreo mixto fue 12.8% y 85.4% para el trébol y gramíneas, respectivamente. Abaye *et al.* (1994) mencionan una disminución del trébol blanco de 14% a 4% en la pradera con el pastoreo monoespecífico por ovinos. Del Pozo *et al.* (1998) mencionan que el pastoreo monoespecífico por cabras, deja una masa de forraje mayor, más trébol blanco, menos tallo y material muerto que el pastoreo monoespecífico por ovinos y el mixto. Por lo que recomienda que las cabras se puedan usar como una herramienta para mejorar la calidad de la pradera incrementado el contenido del trébol y así beneficiar a los ovinos.

El pastoreo mixto tiene aparentemente efectos positivos en la composición botánica de la pradera, debido a que se tiene una disminución en la incidencia de hierbas, se favorece el crecimiento del trébol ocasionando un mejor comportamiento en los ovinos.

#### **4.1.4. Calidad de la dieta**

La dieta seleccionada por los ovinos es de mayor calidad que la dieta de los bovinos (Bedell, 1971; Dudzinski y Arnold , 1973; Forbes y Hodgson, 1985a; Ralphs *et al.*, 1986; Tovar, 1989).

Bedell (1971) evaluando el valor nutritivo del forraje y de las dietas de ovinos y bovinos pastoreando una pradera mezclada de trébol blanco con festuca y raigras, reporta que el nivel de proteína en la dieta de ovinos fue 4 unidades porcentuales mayor que la dieta de los bovinos (17% vs 13%) y en contenido de digestibilidad *in vitro* de la materia seca, fue superior entre 2.5 a 5 unidades porcentuales.

Tovar (1989) en pastizal de bosque de pino encontró que el contenido de proteína y la digestibilidad *in vitro* fue 2.45 y 6.08 unidades porcentuales mayor en la dieta de los ovinos que la dieta de los bovinos respectivamente, al inicio del pastoreo y fue disminuyendo esta diferencia conforme se incrementó el tiempo de pastoreo, pero siempre la calidad de la dieta de los ovinos fue mayor. Dudzinski y Arnold (1973) coinciden en el contenido de proteína para la dieta de

ovinos fue 2.5 unidades porcentuales más que la dieta de los bovinos y 4.4 unidades porcentuales más para la digestibilidad.

Ralphs *et al.* (1986) encontraron que el contenido de proteína y de la digestibilidad *in vitro* de la dieta de los ovinos fue alrededor de 7 unidades porcentuales mayor a la dieta de los bovinos. Forbes y Hodgson (1985a) reportan valores de digestibilidad de 79% y 77% para ovinos y bovinos respectivamente, pastoreando una pradera de trébol blanco-raigras.

La diferencia en la calidad de las dietas de los bovinos y ovinos se atribuye principalmente a la selección que hacen estas especies del forraje consumido, donde los ovinos son más selectivos que los bovinos y cosechan forraje más cerca del suelo lo que los hace más competitivos.

#### **4.1.5. Producción animal**

La producción de kilos de peso vivo por unidad de superficie de ovinos y bovinos pastoreando juntos, es mayor que con el pastoreo de una sola especie (Cuadro 3). Se reporta una ventaja en la ganancia de peso por hectárea de 5.9% – 23.3% para los bovinos y de 8.5% – 21.2% para los ovinos en pastoreo mixto sobre el pastoreo monoespecífico por bovinos y ovinos a diferentes cargas animales (Reynolds *et al.*, 1971; Connolly y Nolan, 1976). El pastoreo de una sola especie animal es menos eficiente que el pastoreo mixto, debido a que se requiere 10% a 13% más superficie de pradera para obtener los mismos

rendimientos de peso total que se alcanzan con el pastoreo mixto de bovinos y ovinos (Nolan y Connolly, 1989).

Cuadro 3. Ganancia de peso por hectárea ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de ovinos y bovinos en pastoreo simple y mixto

| Ovinos | Bovinos | Mixto | Referencia                    |
|--------|---------|-------|-------------------------------|
| 274    | 260     | 264   | Reynolds <i>et al.</i> (1971) |
|        |         | 285   |                               |
| 31     | 74      | 100   | Cook (1985)                   |
| 690    | 663     | 714   | Nolan y Connolly (1989)       |
| 216    | 260     | 264   | Connolly y Nolan (1976)       |
| 22     | 17      | 24    | Olson <i>et al.</i> (1999)    |
|        | 1135    | 1420  | Dickson <i>et al.</i> (1981)  |

Sin embargo, en algunos estudios la producción individual en ganancia de peso de las especies en pastoreo mixto es similar al pastoreo monoespecífico (Bennet *et al.*, 1970; Hamilton y Bath, 1970). En otros estudios la producción individual de ganancia de peso de una o ambas especies en pastoreo mixto es mayor durante todo o cierto periodo del año, que cuando pastorean solas (Bennet *et al.*, 1970; Reynolds *et al.*, 1971; Nolan y Connolly, 1989; Abaye *et al.*, 1994; Olson *et al.*, 1999) y pocos estudios reportan qque la producción individual de una de las especies en pastoreo monoespecífico es mejor que en pastoreo mixto (Reynolds *et al.*, 1971; Abaye *et al.*, 1994; Olson *et al.*, 1999).

Abaye *et al.* (1994) evaluaron el comportamiento de bovinos y ovinos en pastoreo mixto y monoespecífico en una pradera de trébol blanco y pasto azul

de Kentucky, reportaron que el pastoreo monoespecífico de ovinos resultó tener una mayor producción de kilos destetados  $\text{ha}^{-1}$  ( $791 \text{ kg ha}^{-1}$ ), para el pastoreo monoespecífico por bovinos fue  $490 \text{ kg ha}^{-1}$  y  $548 \text{ kg ha}^{-1}$  para el pastoreo mixto, y la producción total al final del estudio fue de 386, 309 y  $348 \text{ kg ha}^{-1}$  para ovinos, bovinos y mixto, respectivamente. Olson *et al.* (1999) compararon durante 10 años el comportamiento de bovinos y ovinos pastoreando solos y juntos en un pastizal, mencionan que los corderos tuvieron una mejor ganancia de peso cuando pastorearon junto con los bovinos que cuando pastorearon solos ( $250$  vs  $230 \text{ gd}^{-1}$ ), asimismo la ganancia de peso de las ovejas fue mayor cuando pastorearon junto a los bovinos que cuando lo hicieron solas ( $90$  vs  $80 \text{ gd}^{-1}$ ).

Hardy (2000) concluye que en sistemas de pastoreo mixto con bovinos y ovinos, la proporción de bovinos a ovinos y la carga animal determinan la producción ovina y la ganancia de peso de los ovinos se mejorará con la inclusión de bovinos cuando exista abundancia de forraje y la producción de los bovinos está más determinada por la carga animal de bovinos.

#### **4.1.6.Carga animal**

La carga animal es uno de los factores que más influye en la producción animal en condiciones de pastoreo. La mayoría de la información de carga animal es de estudios de pastoreo por una sola especie animal.

Generalmente al incrementar la carga animal, la ganancia de peso por animal disminuye, pero se incrementa la ganancia por unidad de superficie, hasta un punto máximo, después de este punto, si la carga animal sigue aumentando, la ganancia por animal y por unidad de superficie disminuyen, pero existen excepciones y es que no siempre a baja carga animal se tienen altas producciones individuales y a alta carga animal no siempre se tiene una mayor producción por unidad de superficie (Riewe, 1961).

Uno de los problemas que se presentan en experimentos de pastoreo mixto es encontrar la carga óptima para el tipo de animales en pastoreo, debido a que la carga animal óptima para una especie, no es la misma que para la otra especie. Además la carga animal depende de algunos factores como la producción de forraje y la relación de ovinos:bovinos.

Algunos estudios en pastoreo mixto reportan la tendencia general, que a mayor carga animal, mayor producción por hectárea, pero disminuye la producción individual (Connolly y Nolan, 1976; Dickson *et al.*, 1981; Tovar, 1989).

Tovar (1989) evaluando cuatro cargas animales expresadas como presión de pastoreo, en pastoreo mixto de ovinos y bovinos 249, 291, 381 y 506 kg peso vivo  $\text{ha}^{-1}$ , en pastizal de bosque de pino, encontró que la ganancia por animal en ovinos y bovinos disminuyó en 15 y 97  $\text{g d}^{-1}$  respectivamente al aumentar la presión de pastoreo en 100 kg de peso vivo  $\text{ha}^{-1}$ , la ganancia por hectárea a 81 días de pastoreo disminuyó 2.2 y 7 kg para los ovinos y bovinos

respectivamente conforme se incrementó la presión de pastoreo en 100 kg de peso vivo  $\text{ha}^{-1}$ . La mayor ganancia individual se presentó con la presión de pastoreo más baja y disminuyó conforme se incrementó la presión de pastoreo. Sin embargo, Dickson *et al.* (1981) evaluaron el pastoreo mixto de bovinos:ovinos y el pastoreo monoespecífico por bovinos en una pradera de trébol blanco-raigras manejando tres cargas animales y combinaciones de bovinos y ovinos, respectivamente, donde la carga baja (7.5+0) media (10+0, 7.5+5 y 5+10) y alta (7.5+10 y 5+15) y encontraron que la ganancia por hectárea se incrementó conforme aumentó la carga animal. La ganancia fue de 1.06  $\text{t ha}^{-1}$  para la carga animal baja; para la media fue: 1.21, 1.42 y 1.40  $\text{t ha}^{-1}$ ; la carga alta fue: 1.39 y 1.47  $\text{t ha}^{-1}$ , respectivamente a las proporciones de bovinos:ovinos. Los beneficios del pastoreo mixto por especie se incrementaron, conforme la proporción de una de las especies en la mezcla disminuyó.

#### **4.1.7. Relación ovinos:bovinos y equivalente animal**

Para estudiar el efecto de la relación de ovinos:bovinos en la producción animal en pastoreo mixto es necesario establecer unidades de equivalencia entre ambas especies. El concepto de Equivalente Unidad Animal (EUA) se ha desarrollado sobre una base implícita o explícita en peso vivo, tamaño metabólico u otras variables que se basan en la demanda animal (Scarnecchia, 1985).

La unidad de comparación para describir el pastoreo de diferentes especies animales es la unidad animal. Una definición aceptada sobre Unidad Animal (UA) es la que usa la Sociedad para el Manejo de Pastizales (1974) que la define como “Una vaca madura de 454 kg de peso vivo o su equivalente basado en un consumo de forraje de 12 kg de materia seca por día”. Esta definición hace mención del concepto de equivalente animal. Scarnecchia (1985) menciona que el concepto de EUA se refiere a la demanda de un animal expresado en unidades animales y esta en función de los factores relacionados con el animal que afectan el consumo potencial como la gestación, lactancia y tamaño metabólico. Esta definición de EUA es independiente de los factores del ambiente y del forraje, solo se refiere a los factores propios del animal. De esta manera un equivalente unidad animal, se refiere al número de animales de una especie que podría ser sustituida por otra especie.

Connolly y Nolan (1976) en pastoreo mixto proponen la siguiente definición para una determinada carga animal en pastoreo mixto de bovinos y ovinos considerando la producción. Definen el equivalente animal para bovinos para esa carga animal, como el número de ovinos que puede sustituir a un bovino sin afectar la producción del resto de los bovinos. El equivalente animal para ovinos para esa carga animal, como el número de ovinos que sustituiría un bovino sin afectar la producción del resto de los ovinos. Estos autores reportan un equivalente para ovinos de 4.2:1 y 4.25:1 y el de bovinos de 10.01:1 y 8.79:1 para los años de 1973 y 1974 en una pradera de raigras y trébol blanco. Estos equivalentes significan que un bovino puede ser sustituido por 4.2 ovinos sin



que se afecte la producción del resto de los ovinos y que 10.01 ovinos pueden sustituir un bovino sin que se afecte la producción de los bovinos restantes. Estos equivalentes son similares a los reportados por Hamilton y Bath (1970) quienes consideran que un novillo ejerce una presión similar sobre una pradera a la que ejercen cuatro ovinos durante casi tres años.

Bennet *et al.* (1970) reportaron en promedio para tres años equivalentes superiores a los anteriores y son de 5:1, 5.7:1, 6.4:1 y 5.7:1 para otoño, invierno, primavera y verano respectivamente, con un equivalente promedio de 6:1 pero con efectos severos para la estación de otoño.

Nolan y Connolly (1989) mencionan que los beneficios del pastoreo mixto en ganancia de peso de bovinos u ovinos aumentan conforme la proporción de una de las especies en la mezcla disminuya y se incremente la carga animal. Así la producción individual de los bovinos se mejora considerablemente cuando la proporción de ovinos disminuye, y cuando se incrementa la proporción de los ovinos disminuye el comportamiento de los bovinos. Hamilton (1976) menciona que la producción de los bovinos no se afecta por la mezcla, pero los ovinos mejoran su comportamiento individual conforme la proporción de estos disminuya. Hamilton y Bath (1970) mencionan que el comportamiento de ambas especies fue mejor cuando pastorearon juntas que el pastoreo monoespecífico.

Los cambios en la producción de los animales en pastoreo mixto se deben a que los ovinos compiten con los bovinos, mientras los bovinos no compiten con

los ovinos. Cuando disminuye la proporción de ovinos o bovinos y se mantiene la carga animal igual da oportunidad a que una especie animal tenga un área mayor para pastorear que la otra especie, principalmente los más beneficiados son los ovinos (Bennett *et al.*, 1970; Hamilton, 1976; Olson *et al.*, 1999).

#### **4.2. Conducta animal**

Las actividades diarias de los animales tienen como objetivo mantenerse y sobrevivir, estas actividades son el pastoreo, caminar, rumiar, descansar, beber, defecar y orinar. Además existen distintos patrones diurnos para estas actividades (Arnold y Dudzinski, 1978).

Los ovinos y bovinos son más activos durante el día que durante la oscuridad en lo que se refiere al pastoreo y se tienen dos periodos bien definidos, uno alrededor del amanecer, descansan al medio día y pastan de nuevo al atardecer, entre estos periodos y la noche existen periodos cortos de pastoreo (Hafez, 1973; Arnold y Dudzinski, 1978; Abaye *et al.*, 1994). El tiempo de estos periodos cortos de pastoreo depende de factores climáticos y de la presión de pastoreo (Arnold y Dudzinski, 1978; Vallentine, 1990).

Generalmente en latitudes mayores a 35° los periodos entre pastoreos disminuyen conforme el fotoperiodo se hace más corto, hasta encontrar animales que en invierno solo pastorean cuando existe luz solar de día (Arnold y Dudzinski, 1978).

Hafez (1973) menciona que los periodos más largos de pastoreo son por la mañana y dependen de la estación del año; cuando la temperatura es alta durante el día, los animales muestran tendencia de pastorear más durante la noche. El ganado doméstico comúnmente dedican de 7 a 12 h por día a pastorear incluyendo el tiempo dedicado a buscar el forraje para consumir (Arnold y Dudzinski, 1978; Vallentine, 1990). En ovinos se reporta un intervalo de 9 a 11 h y para bovinos de 4 a 9 h (Hafez, 1973)

Algunos estudios reportan tiempos inferiores a los mencionados, Rivera (2001) en vacas Holstein-Friesian en praderas de avena-raigras y cebada registró un tiempo dedicado al pastoreo de 4.6 a 5.5 h. Martínez (2001) en vacas Holstein-Friesian en una pradera de avena-raigras y alfalfa-ovillo suplementadas registró de 5.5 a 6.6 h. En ovinos Omaña (2000) encontró un intervalo de 6.2 a 7.4 h, de pastoreo en una pradera de pasto Buffel con encierro nocturno de los animales.

Los grupos de animales cuyos tiempos de pastoreo potencialmente difieren podrían interactuar socialmente si pastorean juntos modificando sus tiempos de pastoreo (Arnold y Dudzinski, 1978).

Ríos y Rodríguez (2001) en pastoreo mixto de ovinos y bovinos en una pradera de pasto ovillo-alfalfa con encierro nocturno solo para ovinos reportan un intervalo de 3.4 a 5.3 h de tiempo dedicado al pastoreo. Abaye *et al.* (1994) en pastoreo mixto de bovinos y ovinos encontraron que el tiempo dedicado a

pastar en 24 h, fue de 10.2, 9.2 y 7.4 h para el pastoreo monoespecífico por bovinos, mixto y ovinos, respectivamente.

Después de pastar, los animales buscan un lugar para rumiar, Vallentine (1990) menciona que la actividad de rumia es la segunda actividad a la que más tiempo dedican los animales en pastoreo y el tiempo dedicado a esta actividad puede variar dependiendo de la cantidad y calidad del forraje. Rivera (2001) y Martínez (2001) encontraron que la actividad más importante fue en primer lugar la rumia, seguida del descanso, pastoreo, consumo de ensilado y otras actividades. Estos cambios en los patrones de conducta los atribuyen a la suplementación que recibieron los animales.

El tiempo dedicado a la rumia puede variar de 1.5 a 10.5 h por día pero los tiempos registrados más frecuentemente oscilan de 5 a 9 h. No existe distinción de un patrón diurno de rumia como en el pastoreo, pero debido al poco pastoreo que se realiza por la noche, los animales le dedican más tiempo a la rumia durante este periodo, la mayor parte del tiempo (63%) dedicado esta actividad se lleva a cabo estando el animal echado (Arnold y Dudzinski, 1978). El intervalo encontrado por Martínez (2001) en bovinos fue de 7.5 a 8.6 h. Rivera (2001) observó un intervalo de 7.9 a 8.3 h. En ovinos, Omaña (2000) encontró que le dedican a la rumia un periodo muy corto de 8.3 a 45.1 minutos. Este intervalo es inferior al encontrado por Ríos y Rodríguez (2001) en pastoreo mixto de borregas y becerras que fue de 24 a 56 minutos.

La proporción del tiempo dedicado a reposar varía entre especies de animales, los ovinos dedican más tiempo a descansar que los bovinos (Arnold y Dudzinski, 1978). Cuando el fotoperiodo es largo, los ovinos y bovinos usualmente dedican el mismo tiempo para reposar tanto de día como en la noche que es alrededor de 10 h (Arnold y Dudzinski, 1978; Vallentine, 1990). Rivera (2001) reporta que las vacas Holstein-Freisian dedican un tiempo a reposar de 7.2 a 7.9 h; Martínez (2001) reporta un intervalo de 6 a 7.9 h; Omaña (2000) en ovinos encontró un intervalo de 10.2 a 53.7 minutos. Ríos y Rodríguez (2001) en pastoreo mixto reportan que los ovinos le dedican de 20 a 152 minutos a esta actividad, con encierro nocturno.

La frecuencia de consumir agua depende de una compleja interacción de factores climáticos, condiciones alimenticias y disponibilidad de bebederos (Arnold y Dudzinski, 1978). Los factores que incrementan el consumo de agua son altas temperaturas, alimento seco, suplementación, potreros pequeños, varios bebederos y cortas distancias al agua (Vallentine, 1990).

Ríos y Rodríguez (2001) reportan que el tiempo dedicado a beber agua por las borregas fue de 5 a 17 minutos. Omaña (2000) reporta un rango inferior que va de 0 a 9 minutos.

El caminar es una actividad inherente de los animales en pastoreo (Vallentine, 1990). Así en pequeñas áreas de pastoreo con abundante forraje verde y donde la distancia al agua es corta, el desplazamiento de los animales

es poco; en condiciones extensivas con abrevaderos suficientes, el desplazamiento de los animales es por el alimento, pero cuando los abrevaderos son insuficientes y el forraje es seco los animales dedican mas tiempo a caminar y el desplazamiento es mayor (Arnold y Dudzinski,1978).

Omaña (2000) indica que los ovinos le dedicaron a caminar de 1 a 31 minutos. Ríos y Rodríguez (2001) reportan que las borregas le dedicaron a la actividad de caminar el 2.3% del total de tiempo en pastoreo. Arnold y Dudzinski (1978) mencionan que los ovinos recorren distancias de 0.4 a 8.0 km dependiendo de los factores que afectan esta actividad.

Existe muy poca información sobre el comportamiento social de los animales en pastoreo mixto. Arnold y Dudzinski (1978) indican que la interacción entre especies animales se da cuando pastorean en el mismo potrero y es usual que los ovinos y bovinos pastoreen aparte en la misma área, pero los bovinos y caballos a menudo se mezclan. Además los ovinos pueden usar la misma área de un potrero pero en diferente tiempo del día. Abaye *et al.* (1994) reportan que los grupos de ovinos y bovinos pastorearon por separado y de manera opuesta dentro de la pradera, sin embargo conforme avanzó el día los bovinos y ovinos recorrían en grupos las mismas áreas en diferente tiempo y por la tarde observaron que pastorearon más cerca y ocasionalmente se mezclaron. Bond *et al.* (1967) trabajando con parejas de ovinos y bovinos en un periodo de cuatro años observaron una fuerte relación social entre ambas especies y esta

relación se incrementó con el tiempo y la introducción de uno o más individuos de la misma especie o ambas especies no causaron cambios en la relación.

#### **4.3. Respuesta de ovinos y bovinos en pastoreo ante la presencia de deyecciones**

Uno de los problemas más comunes que se presenta en pastoreo por bovinos, es el rechazo del forraje que se encuentra cerca de las deyecciones, lo cual produce un pastoreo poco uniforme dentro de la pradera. Marten y Donker (1964) mencionan que los patrones de pastoreo de becerras y novillos en una pradera de bromus y alfalfa, el 81% de todas las deyecciones depositadas por los bovinos de 21 a 30 días después del pastoreo causan un rechazo completo del forraje en estas áreas, y después de 2 a 3 meses el rechazo disminuye 68% de las áreas afectadas por deyecciones, además el forraje alrededor de las deyecciones que no rechazaron solo fue consumido parcialmente. En cambio los ovinos rechazan un mínimo del forraje que existe alrededor de sus deyecciones, excepto en las zonas descanso y donde existe una mayor cantidad de deyecciones (Arnold y Dudzinski, 1978).

Forbes y Hodgson (1985b) mencionan que los bovinos rechazan el forraje que crece cerca de las deyecciones de ellos mismos, pero pastorean más cerca de las deyecciones de los ovinos; mientras los ovinos aceptan el forraje que crece cerca de las deyecciones de ambas especies. Concluyen que un pastoreo mixto de ovinos y bovinos, una gran proporción del forraje podría ser disponible para los ovinos que les daría una ventaja sobre los bovinos. Abaye *et al.* (1994)

atribuyen el mejor comportamiento de los ovinos en pastoreo mixto a que estos pastorean más cerca de las deyecciones que son evitadas por los bovinos, por lo que tienen más forraje disponible los ovinos comparado con los bovinos.

Un factor que contribuye al rechazo por más tiempo del forraje contaminado por deyecciones por parte de los bovinos, se debe al tiempo que tardan en degradarse. Williams y Haynes (1995) encontraron que las deyecciones de ovinos y venados se degradan rápidamente en un tiempo de tres y ocho semanas respectivamente, mientras que las deyecciones de bovinos se endurecen y forman una costra a las tres semanas y después se degradan muy lentamente conforme pasa el tiempo, a los seis meses se rompe la costra debido al crecimiento de plantas a través de ellas y después de 12 meses las deyecciones ya no son visibles en la superficie del suelo. Estos mismos autores reportan que el área cubierta por las deyecciones de ovinos es de  $0.018\text{m}^2$ , para los venados fue de  $0.038\text{m}^2$  y para los bovinos fue de  $0.053\text{m}^2$ . Con estas superficies cubiertas calculan que 24, 15 y 6% de la superficie de la pradera puede ser afectada por las heces de estas especies durante un año.

Algunas alternativas, para hacer que el forraje contaminado por deyecciones de los animales en pastoreo se degrade más rápido o que la cantidad del forraje residual contaminado por heces sea menor, se plantean dos vías, la primera buscando la selección de organismos que sean más eficientes en la degradación de las heces y la segunda con un manejo de los animales para mejorar el patrón de cosecha del forraje (Figura 1).



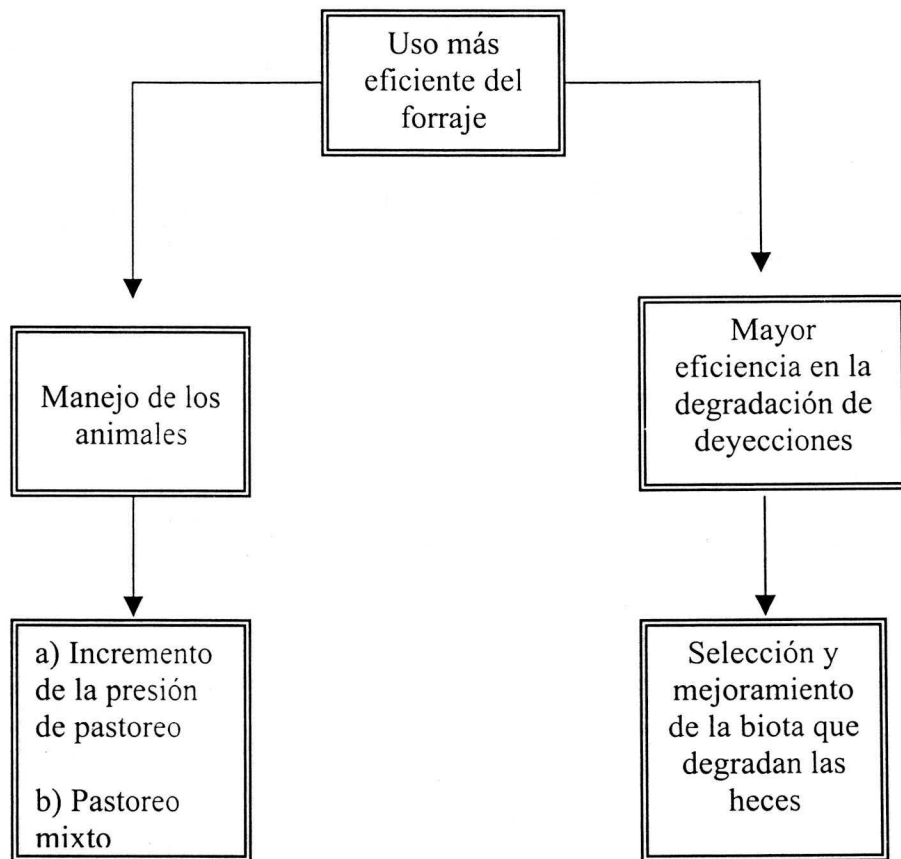


Figura 1. Rutas para hacer un uso más eficiente del forraje.

#### 4.4. Estructura de la pradera y consumo de forraje

Las principales variables que describen el dosel o la estructura de la pradera es la altura y densidad, están íntimamente relacionadas entre sí y existe una estrecha correlación negativa entre la altura del horizonte sobre el nivel del suelo y densidad del forraje dentro del dosel, así mismo existe una correlación positiva entre la altura y la masa del forraje. Aparte la composición botánica y morfológica de la vegetación ejerce un efecto marcado sobre la selección de animales en pastoreo y variaciones sobre la estructura de la pradera; así como la distribución de los componentes dentro del dosel de la pradera que influyen en el animal para el consumo del forraje (Hodgson, 1981).

La relación entre el consumo del forraje y el nivel del forraje disponible para el animal es curvilínea, hay dos secciones en dicha curva. En la parte ascendente, la habilidad del animal para cosechar forraje (factor no nutricional), parece ser más importante en la restricción en el consumo, estos factores están bajo la influencia de la estructura de la pradera y el comportamiento del animal en pastoreo incluye selección de la dieta, tiempo de pastoreo, tamaño de bocado y tasa de bocado y el consumo es muy sensible a cambios en la cantidad de forraje asignado. En la otra parte de la curva, los factores nutricionales como digestibilidad, tiempo de retención en el rumen y concentración de productos metabólicos son importantes en el control del consumo (Poppi *et al.*, 1987).

La oportunidad para la selección del bocado refleja la mezcla íntima de los diferentes componentes de las plantas y su distribución en los planos vertical y horizontal (Hodgson, 1981). Las interrelaciones entre las características de la pradera como, masa de forraje, altura de la pradera y del animal como, tamaño del animal, tasa de ingestión, tamaño de bocado y tiempo de pastoreo influyen en el consumo del forraje por los ovinos en pastoreo (Allden y Whittaker, 1970).

Forbes y Hodgson (1985a) encontraron que cuando se reduce la masa de forraje de 4020 a 3290 kg de MS/ha en un periodo de cinco días de pastoreo, como consecuencia de una baja presión de pastoreo, se ocasionó una disminución en el consumo por bocado del 28%. La tasa de bocados disminuyó de 53 a 46 bocados por minuto y el tiempo de pastoreo se incrementó de 565 a 665 minutos en los ovinos. Jamieson y Hodgson (1979b) mencionan que

conforme disminuye la masa de forraje verde de 3000 a 1000 kg de materia orgánica por hectárea, la tasa de bocado y tiempo de pastoreo se incrementaron pero fueron insuficientes estos incrementos para compensar la caída en el tamaño de bocado, lo cual ocasionó que el consumo disminuyera 24 y 39% para los becerros y corderos, respectivamente. Jamieson y Hodgson (1979a) registraron una disminución en el consumo de forraje de 18% cuando la asignación diaria de forraje disminuyó de 90 a 30g MS kg<sup>-1</sup> de peso vivo.

La disminución en el consumo resulta de una disminución en el tamaño de bocado, tasa de bocado, tiempo de pastoreo y a un incremento en la dificultad de aprehensión e ingestión del forraje (Jamieson y Hodgson, 1979a). Poppi *et al.* (1987) mencionan que una disminución en el consumo de forraje en pastoreo por bovinos y ovinos se debe a cambios en los componentes de la estructura de la pradera como densidad y altura, lo que afecta la facilidad del animal para aprehender el forraje, por lo que la tasa de ingestión de forraje y el consumo diario se ven afectados negativamente. Forbes y Hodgson (1985a) mencionan que los ovinos son más sensibles que los bovinos a los cambios en las condiciones de la pradera, principalmente en la tasa de bocados y tiempo de pastoreo. Jamieson y Hodgson (1979b) reportan que la disminución en el consumo de forraje por ovinos y bovinos se debe a una reducción en el tamaño de bocado de 1.26 a 0.63 mg MO Kg<sup>-1</sup> PV para bovinos y para los ovinos 2.3 a 0.80 mg MO Kg<sup>-1</sup> PV. Para compensar esta disminución en el tamaño de bocados se incrementó el tiempo de pastoreo de 8.5 a 9.7 h para los bovinos y de 9.6 a 11.8 h para los ovinos y la tasa de bocados se incrementó de 42.3 a

63.8 bocados por minuto para bovinos y de 38.7 a 48.9 de bocados por minuto para los ovinos; pero a pesar de estas modificaciones en el comportamiento ingestivo no fueron suficientes para mantener el consumo cuando existió una disminución en la masa de forraje.

Allden y Whittaker (1970) mencionan que existe una relación muy estrecha entre la tasa de ingestión y disponibilidad de forraje. Ellos indican que la tasa de ingestión de forraje y el tiempo de pastoreo se mantienen relativamente constantes con 3000 kg MS ha<sup>-1</sup> y cuando disminuye a 500 kg MS ha<sup>-1</sup> se reduce la tasa de ingestión y se incrementa el tiempo de pastoreo.

Poppi *et al.* (1987) mencionan que la altura de la pradera parece ser la variable que mejor predice el tamaño de bocado y el consumo. Allden y Whittaker (1970) encontraron que el tamaño de bocado incrementó casi linealmente con cambios en la altura de la planta. Los valores más bajos fueron de 0.025 g MS bocado<sup>-1</sup> a una altura de 3.7 cm y los más altos fueron de 0.42 g MS bocado<sup>-1</sup> a una altura máxima de 36.7 cm. En contraste el número de bocados por minuto se incrementó cuando se tenía una menor altura, donde el valor más alto fue de 73 bocados por minuto a una altura de 5 cm, y el valor más bajo fue de 18 bocados por minuto a una altura de 36.7 cm para *Lolium rigidum*. Estos mismos autores indican que a alturas menores a 7.7 cm, los animales se ven imposibilitados para compensar la reducción del tamaño de bocado, por un incremento en la tasa de bocados, por lo que la tasa de ingestión de los animales en pastoreo disminuye. Resultados similares son reportados por Armstrong *et al.* (1995)

mencionan que el consumo estuvo positivamente relacionado con la altura de la pradera, encontrando un mayor consumo de 539 g MO animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> a una altura de 6 cm y disminuyó el consumo a 412 g MO animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> a una altura de 3.5 cm. Alden y Whittaker (1970) indican que la altura de la planta está más estrechamente relacionada con la disponibilidad intrínseca del forraje que el rendimiento, debido a que es un indicativo de la facilidad con que el forraje puede ser aprehendido por parte de los animales.

En cuanto a la densidad de la pradera y la relación con el consumo del animal en pastoreo, Hodgson (1981) menciona que la densidad del forraje dentro de la pradera ejerce cierta influencia sobre el consumo por bocado y por lo tanto sobre el consumo diario de forraje. Stobbs (1973a) indica que la densidad de una pradera, un alto contenido de tallo y una alta proporción hoja-tallo son factores que tienen mayor influencia en el tamaño de bocado en bovinos en pastoreo de praderas tropicales.

Stobbs (1973b) menciona que existe una correlación positiva entre el tamaño de bocado y el porcentaje de hoja en la pradera y particularmente con el porcentaje de hoja en los estratos superiores de la pradera, pero el porcentaje de hoja disminuye con la madurez del forraje de 82 a 44% y el rendimiento total de hoja se incrementa con la madurez de 177 a 3628 kg ha<sup>-1</sup> de la 2<sup>a</sup> a la 8<sup>a</sup> semana, aunque este incremento fue en estratos inferiores (0-15 cm), lo que hace al forraje menos disponible para el animal. Poppi *et al.* (1987) indican que en praderas dominadas por raigras perenne, en las que el horizonte superficial

se compone predominantemente de hoja verde, el pastoreo de ovinos se restringe a este horizonte y rara vez penetra en horizontes que contengan tallo o material muerto, aún cuando el consumo del forraje este siendo limitado.

De manera general la masa y estructura de la vegetación sobre el dosel de la pradera afecta el comportamiento ingestivo y por consecuencia el consumo de forraje. La distribución vertical del forraje ejerce una mayor influencia sobre el comportamiento ingestivo en praderas templadas mientras que en praderas tropicales las variables asociadas con la densidad de la hoja y la proporción hoja/tallo son de mayor importancia (Stobbs, 1973b; Hodgson, 1981).

Morris *et al.* (1999) evaluaron el efecto de pastoreo por ovinos y bovinos en pastoreo mixto con diferentes proporciones a tres diferentes cargas animales en un pastizal del sur de África. Encontraron que el pastoreo monoespecífico por ovinos con una carga animal alta, el 65% de la pradera se había pastoreado a una altura de 1.14 cm, mientras que el resto de la pradera (35%) la altura de los macollos pastoreados fue de 13.6 cm. Todo lo contrario sucedió con el pastoreo monoespecífico por bovinos o una relación de 75:25 de bovinos:ovinos con una carga animal alta, donde menos del 75% de la pradera y más del 90% de los macollos fueron pastoreados a una altura de 2.1 a 2.5 cm, pero con una carga baja y la misma relación de 75:25 bovinos:ovinos solo el 33% de los macollos fueron pastoreados a una altura de 3.6 a 4.6 cm, mientras el resto de la pradera fue pastoreada a una altura de 15.9 a 23.3 cm. Con estos resultados concluyen que el pastoreo más uniforme ocurrió a altas cargas con altas proporciones de

bovinos:ovinos, donde usualmente menos de un tercio de la pradera no se utilizó. El pastoreo por bovinos u ovinos, solos o juntos puede crear y mantener una compleja relación en la estructura vertical de un pastizal. Una alta proporción de bovinos:ovinos tiene como resultado una mejor cosecha del forraje de la pradera y mejora el comportamiento de los ovinos, sin que se afecte la producción de los bovinos.

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. Localización y duración del experimento**

El experimento se realizó en el Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, México a 19° 29' latitud norte, 98° 53' longitud oeste y 2240 msnm (García, 1988). El experimento se realizó del 21 de agosto al 21 de diciembre de 2001. El primer mes fue de adaptación de los animales al manejo y los tres últimos para la toma de datos.

### **5.2. Clima**

La fórmula climática correspondiente a la región es Cb (w<sub>0</sub>) (w) (i')g, indica un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, con verano fresco largo, la precipitación del mes más seco menor de 40 mm y con menos del 5% de la lluvia total en el periodo invernal, poca oscilación térmica, con marcha de la temperatura tipo ganges. La precipitación promedio anual es de 644.8 mm con una temperatura media anual de 15.2°C, siendo mayo el mes más cálido con temperatura media de 17.9°C y enero el más frío con 11.8°C (García, 1988).

### **5.3. Tratamientos y diseño experimental**

Se evaluaron tres tratamientos consistentes en tres tipos de pastoreo: pastoreo mixto de becerras y borregas, dos de pastoreo monoespecífico uno usando solamente becerras y el otro únicamente con borregas. El diseño experimental fue completamente al azar con cuatro repeticiones, la unidad experimental fue un potrero de alfalfa-ovillo con la superficie para mantener al grupo de animales asignado durante los cuatro meses que duró el pastoreo experimental.



#### **5.4. Praderas y su manejo**

Se utilizaron 1.5 hectáreas de una pradera asociada de alfalfa-ovillo de uno a cuatro años de haber sido sembradas. La densidad de siembra fue de 15 y 20 kg de semilla pura viable (SPV) para alfalfa y ovillejo respectivamente y se fertilizó al momento de la siembra con 100 kg de N y 60 kg de  $P_2O_5$  por hectárea. Durante la fase experimental se aplicó riego por aspersión, cada 15 días con una lámina de riego de 45 mm por riego. La pradera se dividió en 12 potreros de diferente superficie de acuerdo al grupo de animales. El cerco perimetral fue eléctrico fijo y cerco eléctrico móvil para delimitar la franja de pastoreo.

#### **5.5. Animales empleados y su manejo**

Se emplearon 12 becerras de la raza Holstein de un peso promedio de 154  $\pm$  37.5 kg y 28 borregas primíparas criollas con un peso promedio de 22.9  $\pm$  3 kg. Los animales fueron pesados al inicio del experimento y después cada siete días hasta el final del estudio. Al inicio del estudio todos los animales se desparasitaron con Closantil® al 5% con una dosis de 1ml por cada 10 kg de peso vivo (PV), el ingrediente activo es Closantel. Se vitaminaron con A, D<sub>3</sub> y E, el producto comercial fue Hipravit® con una dosis de 0.2 ml por 10 kg de peso vivo para las becerras y 0.4 ml por cada 10 kg de peso vivo para las borregas. Los animales fueron expuestos al área de pastoreo de las 8:00 a las 17:00 horas por día, el resto del tiempo se mantenían en encierro con solo acceso al agua. El encierro es una práctica común en becerras y borregas para evitar el robo y ataque de perros. Las becerras antes de salir a pastorear se les dio un

preventivo de timpanismo Bloantenz plus a una dosis de 1 ml por cada 50 kg de peso vivo vía bucal con un dosificador. En el área de pastoreo los animales tenían acceso al agua. En el último mes del pastoreo experimental se les ofreció un concentrado a los animales antes de salir a la pradera. Las borregas recibieron  $100 \text{ g a}^{-1} \text{ d}^{-1}$  y las becerras  $500 \text{ g a}^{-1} \text{ d}^{-1}$ , en base tal como se ofrece. Este concentrado estaba compuesto por sorgo (80%), harina de pescado (8%), melaza (7%), harina de carne (4%) y minerales (1%).

Se formaron 12 grupos de animales, quedando de la siguiente manera: cuatro grupos de solo becerras (dos becerras por grupo), cuatro grupos de solo borregas (cuatro borregas por grupo) y cuatro grupos de becerras:borregas (una becerro y tres borregas por grupo). Luego de conformar los grupos se hizo la asignación de tamaño de potrero. Para conformar los grupos de animales se partió de la base que un kilogramo de becerro fue igual a un kilogramo de borregas.

## **5.6. Manejo del pastoreo**

La carga animal expresada como presión de pastoreo fue de  $1,690 \text{ kg de PV ha}^{-1}$  en todos los tratamientos, esta carga fue equivalente a 2.8 vacas de 600 kg de PV  $\text{ha}^{-1}$ . El pastoreo fue en franjas con un día de ocupación y 30 días de descanso, habiendo 31 días por cada ciclo de pastoreo; con este esquema de rotación se realizaron cuatro ciclos de pastoreo durante toda la fase experimental.

## **5.7. Implementación en campo de los tratamientos**

Para mantener la misma carga animal expresada como presión de pastoreo en todos los tratamientos, la superficie del potrero fue distinta. El potrero para el pastoreo monoespecífico por becerras fue de 2000 m<sup>2</sup>, para el pastoreo monoespecífico por borregas el potrero fue de 500 m<sup>2</sup> y para el pastoreo mixto el potrero fue de 1250 m<sup>2</sup>.

## **5.8. Variables medidas y calculadas**

### **5.8.1. Caracterización de las masas de forraje ofrecido y residual**

Para el primer ciclo de pastoreo no se tomó dato alguno, iniciando con la toma de datos en el segundo ciclo de pastoreo. La masa de forraje ofrecido fue la cantidad de forraje por unidad de superficie que existía poco antes que los animales entrarán a pastorear a la franja asignada y la masa de forraje residual fue la cantidad de forraje que quedaba una vez que los animales pasaban a una nueva franja.

Las masas de forraje ofrecido y residual se determinaron en 12 ocasiones. Para determinar la masa de forraje ofrecido, un cuadro de 0.25 m por lado se colocó dos, tres y cuatro veces a lo largo de la franja en forma equidistante, para el pastoreo monoespecífico por borregas, mixto y por becerras, respectivamente. El diferente número de colocaciones del cuadro respondió al diferente tamaño de los potreros e intentando mantener una igual intensidad en el muestreo. Se midió la altura del dosel de la pradera, tomando la medida del suelo hasta tocar la primer hoja de una de las dos especies, se registró el promedio de cuatro

medidas por cuadro, luego el forraje presente fue cortado en tres estratos con respecto del suelo: de 0 a 10, 10 a 20 y más de 20 cm. El forraje cortado se colocó en bolsas de polietileno previamente identificadas, posteriormente se realizó la separación botánica. La composición botánica se determinó mediante el peso de cada uno de los componentes botánicos, donde se separaron las muestras en alfalfa, ovillo y malezas que incluyeron otras especies. La separación se realizó para los tres estratos en el forraje ofrecido.

La metodología empleada para determinar la cantidad, altura, composición botánica del forraje ofrecido fue similar a la empleada para estimar el forraje residual, con la diferencia de que el forraje residual no se cortó por estratos y el cuadro se ubicó al lado del muestreo previo del forraje ofrecido, evitando las áreas con deyecciones.

Las muestras de forraje ofrecido y residual por estrato fueron secadas a 55°C durante 48 horas en una estufa con circulación forzada de aire. Se molieron en un molino Wiley® usando una criba de 1 mm. Guardándolas en una bolsa de polietileno previamente identificada para su posterior análisis en laboratorio.

Se determinó proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) del forraje. Estas determinaciones se realizaron en 41 muestras de forraje ofrecido y residual, repartidas en los tres ciclos de pastoreo, con los valores obtenidos se calibró un equipo de espectroscopia del infrarrojo cercano NIRS® (FOSS NIRSystem,

Infrasoft International, LLC), para determinar las concentraciones del resto de las muestras colectadas.

El contenido de nitrógeno (N) del forraje se estimó mediante el método de Microkjendahl (A.O.A.C., 1965), el valor obtenido se multiplicó por el factor 6.25 para determinar el porcentaje de PC. La técnica utilizada para la determinación de la DIVMS del forraje fue la descrita por Tilley y Terry (1963) modificada por Barnes (1969). El contenido de FDN se determinó, mediante el método elaborado por Van Soest, descrito por Sosa (1979), expresándose como porcentaje de la materia seca. Todas estas mediciones fueron al 100% de materia seca.

#### **5.8.2. Forraje desaparecido (FD)**

El forraje desaparecido fue la diferencia de la cantidad de forraje ofrecido menos la cantidad del forraje residual expresada en kg de materia seca por hectárea. El cálculo se realizó mediante la fórmula 1:

$$FD = (FO - FR) \text{ (Fórmula 1)}$$

Donde:

FD= Forraje desaparecido (kg MS ha<sup>-1</sup>).

FO= Forraje ofrecido (kg MS ha<sup>-1</sup>).

FR= Forraje residual (kg MS ha<sup>-1</sup> ).

### 5.8.3. Grado de defoliación (GD)

El grado de defoliación es la proporción del forraje desaparecido con relación a la cantidad ofrecida. El cálculo se realizó mediante la fórmula 2:

$$GD = \frac{(FO - FR)}{FO} (100) \quad (\text{Fórmula 2})$$

Donde:

GD= Grado de defoliación (%).

FO= Forraje ofrecido (kg MS ha<sup>-1</sup>)

FR= Forraje residual (kg MS ha<sup>-1</sup>)

### 5.8.3. Comportamiento animal

Se registró semanalmente el peso individual de las becerras y borregas con una báscula electrónica de 2500 kg de capacidad. Para evitar que se diera alguna restricción en el desarrollo de los animales principalmente las becerras, sin embargo para efecto de análisis solo se tomaron los pesos registrados a 27, 58 y 91 días del pastoreo experimental. El cambio de peso fue la diferencia entre pesos consecutivos.

Para determinar la conducta de los animales en el área de pastoreo, se registró el tiempo dedicado por los animales a las siguientes actividades: pastoreo, rumia, descanso, y otras actividades (incluyó caminar, consumo de agua, lamer y parada): La metodología fue por observación directa cada 10 minutos (Jamieson y Hodgson, 1979a) de todos los animales bajo el supuesto de que la

actividad registrada se mantuvo en los 10 minutos previos. Las actividades en el área de pastoreo se determinaron en seis ocasiones, dos por cada ciclo a partir del segundo ciclo hasta el cuarto ciclo. La toma de datos fue 9:00 a 17:00 h.

#### **5.8.4. Forraje rechazado por la presencia de deyecciones de becerras**

En la misma franja donde se midió la cantidad de forraje residual, se localizaron todas las áreas con forraje rechazado por la presencia de deyecciones de las becerras, en estas áreas se colocó un cuadro de 10 cm por lado, el forraje dentro del cuadro se cortó a ras del suelo y se secó en la estufa a 100°C por 12 horas, para posteriormente pesarlo. Para la cantidad de forraje residual en áreas sin presencia de deyecciones, se tomó la cantidad del forraje residual (ver 5.8.1.).

#### **5.9. Manejo y análisis estadísticos de los datos**

El análisis de los resultados se realizó mediante un modelo completamente al azar en arreglo de parcelas divididas, donde la parcela mayor fue el tipo de pastoreo y la parcela menor fue el ciclo de pastoreo. El análisis de todas las variables se realizó mediante el paquete estadístico S.A.S. (1998). El análisis de datos en arreglo de parcelas divididas fue para identificar un posible efecto de la interacción entre el tipo de pastoreo con el ciclo de pastoreo, y saber si el efecto del tipo de pastoreo sobre las variables dependía del número de veces que éste era aplicado.

La composición botánica y la calidad del forraje residual, sufrieron una transformación a raíz cuadrada (Steel y Torrie, 1988) para poder ser sujetas al análisis de varianza, para el resto de las variables (masa de forraje, altura del forraje, forraje desaparecido, grado de defoliación, composición botánica del forraje ofrecido, calidad del forraje ofrecido y comportamiento animal) los datos fueron directamente analizados.

El modelo fue:  $Y_{ijk} = \mu + A_i + \varepsilon_{ij} + B_k + (AB)_{ik} + E_{ijk}$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Variable de respuesta

$\mu$  = Media general

$A_i$  = Efecto de la parcela mayor (tipo de pastoreo) en su nivel i, donde i toma valores de 1 a 3

$\varepsilon_{ij}$  = Error asociado con la parcela mayor E(a).

$B_k$  = Efecto de la parcela menor (ciclo de pastoreo) en su nivel k, donde k toma valores de 1 a 3

$(AB)_{ik}$  = Efecto de la interacción entre A y B al nivel i, k de cada uno de estos factores.

$E_{ijk}$  = Error asociado a la parcela menor E(b).

Para analizar el forraje rechazado por la presencia de deyecciones, se realizó una prueba de t-student para la comparación de medias de muestras independientes (Steel y Torrie, 1988), esta comparación se realizó dentro de



tratamientos y entre tratamientos del pastoreo mixto y monoespecífico por becerras, bajo el supuesto de que t:

$$t = \frac{(X_1 - X_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S^2 (1/n_1 + 1/n_2)}$$

Donde:

t= Valor de t calculado

$X_1 - X_2$  = Diferencia de medias muestrales

$\mu_1 - \mu_2 = 0$  bajo una hipótesis  $H_0$

$n_1$  = Cantidad de forraje en  $g\ m^{-2}$  en área con presencia de deyecciones en pastoreo mixto y monoespecífico de becerras.

$n_2$  = Cantidad de forraje en  $g\ m^{-2}$  en área sin presencia de deyecciones en pastoreo mixto y monoespecífico de becerras.

$S^2$  = Varianza de las observaciones en cada muestra.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Cantidad y características del forraje ofrecido

La cantidad de forraje ofrecido fue mínima ( $p < 0.05$ ) en el pastoreo monoespecífico por borregas y máxima ( $p < 0.05$ ) en el monoespecífico por becerras ( $4156 \text{ kg de MS ha}^{-1}$ ), el pastoreo mixto presentó un valor intermedio y no diferente ( $p > 0.05$ ) a los otros dos tipos de pastoreo (Cuadro 4). El ciclo de pastoreo también influyó ( $p < 0.05$ ) sobre la cantidad de forraje ofrecido, la máxima ( $p < 0.05$ ) cantidad de forraje ofrecido fue de  $3983 \text{ kg ha}^{-1}$ , registrada en el tercer ciclo de pastoreo, para el cuarto y último ciclo de pastoreo la cantidad de forraje se redujo en casi 28%, siendo la menor cantidad. No existió ( $p > 0.05$ ) efecto de la interacción. La caída en la cantidad de forraje ofrecida al final del periodo de estudio (invierno) corresponde a la variación estacional descrita en otros estudios (Avendaño, 1978; Jiménez, 1983). Esta reducción se puede explicar por menor temperatura ambiental y fotoperíodo, al final del otoño la temperatura media es de  $13.8^{\circ}\text{C}$  (García, 1988). En general, las especies de clima templado presentan una máxima acumulación de forraje a temperaturas de  $20^{\circ}\text{C}$  (Spedding, 1971). Langer (1981) menciona que durante el invierno la temperatura y la intensidad lumínica limitan el crecimiento vegetal. Ludlow y Charles-Edwards (1980) y Richards (1993) indican que los factores abióticos que limitan la recuperación de la planta antes o después de una defoliación son la disponibilidad de agua, luz y nutrientes. La frecuencia de 30 días de descanso en las condiciones ambientales restrictivas ya mencionadas, no fue suficiente para que alfalfa-ovillo pudieran llegar a recuperar el nivel de biomasa aérea acumulada en los primeros pastoreos. Carambula (1977) menciona que

la frecuencia de defoliación estrecha no permite que las plantas acumulen gran cantidad de reservas para dar un rebrote vigoroso, también reduce la velocidad de aparición de hijatos por alterar el balance de carbohidratos. Otro efecto importante de la defoliación es la reducción en el ritmo de formación de raíces, principalmente cuando la defoliación se realiza en época crítica.

Cuadro 4. Cantidad de forraje ofrecido (kg MS ha<sup>-1</sup>) en alfalfa-ovillo en pastoreo monoespecífico y mixto.

| Ciclo de pastoreo | Tipo de pastoreo     |                   |            | Promedio             |
|-------------------|----------------------|-------------------|------------|----------------------|
|                   | Becerras             | Becerras:Borregas | Borregas   |                      |
| 2° (sep-oct)      | 4049 ±848*           | 3331 ±280         | 2854 ±1033 | 3410 B <sup>**</sup> |
| 3° (oct-nov)      | 4603 ±287            | 3769 ±432         | 3583 ±1222 | 3983 A               |
| 4° (nov-dic)      | 3822 ±338            | 2799 ±235         | 2013 ±565  | 2876 C               |
| Promedio          | 4156 A <sup>**</sup> | 3300 AB           | 2816 B     |                      |

\* media ± Desviación estándar.

<sup>\*\*</sup>Medias dentro de columnas o hileras seguidas de la misma literal no son diferentes( $\alpha= 0.05$ ; tukey).  
No existió efecto ( $p>0.05$ ) de la interacción.

El intervalo en la cantidad promedio de forraje ofrecido por tipo de pastoreo fue de 2816 a 4156 kg de MS ha<sup>-1</sup>, inferior a la reportada por Tablada (2002) en esta misma zona de 7004 kg h<sup>-1</sup>, pero similar a la reportada por Martínez (2001) quien registró 4143 kg MS ha<sup>-1</sup>. La mayor edad de la pradera (cuatro años) y distinta estación del año en el presente estudio podría explicar la menor cantidad de forraje con respecto a lo encontrado por Tablada (2002). La cantidad de forraje ofrecido del presente estudio pudo haber limitado el consumo por los animales, Forbes y Hodgson (1985a) mencionan que en praderas templadas el máximo consumo no se alcanza si la cantidad de forraje ofrecido es menor a 4020 kg de MS ha<sup>-1</sup>.

La altura del forraje ofrecido no fue afectada ( $p>0.05$ ) por tipo de pastoreo, ni por la interacción, pero sí ( $p<0.05$ ) por el ciclo de pastoreo (Cuadro 5).

Las condiciones de clima junto con mantener un mismo periodo de descanso influyeron más en la altura de la pradera que el tipo de pastoreo. Tablada (2002) coincide en encontrar similar altura del forraje ofrecido entre el pastoreo mixto y el monoespecífico por vacas, en alfalfa-ovillo y lo atribuye a una similitud en la cantidad de forraje ofrecido entre ambas estrategias de pastoreo. Este autor registró alturas del forraje ofrecido no menores a 54 cm, mientras que en el presente estudio estas nunca superaron los 25 cm. La diferencia de altura del forraje ofrecido entre los dos estudios se puede atribuir a la diferente estación del año en que se trabajó, edad de la pradera y largo del periodo de descanso que posiblemente fue más restrictivo en las condiciones del presente estudio. Es importante notar que la cantidad de forraje ofrecido vario con el tipo de pastoreo, pero no la altura del mismo, por lo que la relación altura cantidad de forraje señalada por otros autores (Rivera, 2001, Hogdson, 1981) es sensible al animal cosechador que se use.

La altura del forraje ofrecido disminuyó del segundo al cuarto ciclos de pastoreo, en este último la altura fue 9.6 cm, menor en 51% con respecto a la máxima altura (19.5 cm) registrada en el segundo pastoreo.

Cuadro 5. Altura del forraje ofrecido (cm) en alfalfa-ovillo en pastoreo mono-específico y mixto.

| Ciclo de pastoreo | Tipo de pastoreo |                   |           | Promedio |
|-------------------|------------------|-------------------|-----------|----------|
|                   | Becerras         | Becerras:Borregas | Borregas  |          |
| 2°(sep-oct)       | 21.9 ±3.4*       | 20.4 ±4.5         | 16.2 ±3.3 | 19.5 A** |
| 3°(oct-nov)       | 17.0 ±6.0        | 14.8 ±6.0         | 10.6 ±4.4 | 14.1 B   |
| 4°(nov-dic)       | 11.7 ±4.0        | 10.0 ±5.7         | 7.1 ±4.2  | 9.6 C    |
| Promedio          | 16.9             | 15.1              | 11.3      |          |

\* media ± Desviación estándar.

\*\*Medias dentro de columnas seguidas por al menos una misma literal no son diferentes( $\alpha= 0.05$ ; tukey). No existió efecto ( $p>0.05$ ) de tipo de pastoreo, ni de interacción.

La disminución en altura conforme avanzaron los ciclos de pastoreo pudo originarse al establecimiento de condiciones climáticas menos favorables a la elongación de los tallos, como para la acumulación de biomasa aérea. Además, la reducción en altura podría ser indicativa de que los pastoreos fueron frecuentes y severos originando una mayor densidad de tallos, pero de menor altura y peso por tallo lo cual puede ocasionar un menor rendimiento de biomasa aérea (Chapmain y Lemaire, 1993)

Los aportes de ovillo y material muerto al forraje ofrecido presentaron variación ( $p<0.05$ ) entre ciclos de pastoreo, única fuente de variación que presentó efecto (Cuadro 6).

El forraje ofrecido se conformó con 45% de material muerto, 30% de ovillo, 23% de alfalfa y 2% otras especies (*Pennisetum clandestinum*, *Lolium perenne*, *Poa annua*, *Trifolium repens*, y *Taraxacum officinale*). El aporte de alfalfa en el

presente estudio es muy bajo comparado con lo registrado en alfalfa-ovillo en este mismo lugar por Tablada (2002) quien registró aportes de 83.5, 11 y 5.5% de alfalfa, material muerto y ovillo, respectivamente. La edad de la asociación con cuatro años de haberse sembrado explica la caída en el aporte de la alfalfa en el presente estudio.

El aporte del ovillo incrementó en 11 unidades porcentuales y el aporte del material muerto disminuyó 3.5 unidades porcentuales del segundo ciclo al cuarto ciclo de pastoreo. El incremento en el aporte de ovillo se explica en parte por la reducción en el aporte del material muerto, pero también puede ser por una mayor tasa de acumulación de biomasa aérea por ovillo al tener una densidad menor en planta de alfalfa. Reyes (2001) señala que un alfar viejo (cuatro años) se caracteriza por tener un menor rendimiento de forraje, disminución en la densidad de plantas con un rango de 1.5 a 23.3% por metro cuadrado y un incremento en malezas que ocupan el espacio dejado por la alfalfa. El aporte de otras especies tendió ( $p=0.059$ ) a ser mayor en el pastoreo monoespecífico por borregas (5.4%), y menor (1.9%) en el monoespecífico por becerras, esta tendencia podría estar asociada con una mayor preferencia de las borregas por cosechar alfalfa y esto repercutió en una cosecha más intensa sobre la misma, permitiendo la entrada de otras especies.

Cuadro 6. Composición botánica del forraje ofrecido (%) de alfafa-ovillo en pastoreo monoespecífico y mixto.

| Componente      | Ciclo de pastoreo | Tipo de pastoreo |                   |            | Promedio |
|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|------------|----------|
|                 |                   | Becerras         | Becerras:Borregas | Borregas   |          |
| Ovillo          | 2°                | 24.6 ±4.2*       | 22.1 ±1.3         | 25.5 ±2.7  | 24.1 B*  |
|                 | 3°                | 30.0 ±8.3        | 29.9 ±10.6        | 29.4 ±1.0  | 29.8 AB  |
|                 | 4°                | 35.7 ±8.4        | 32.7 ±14.8        | 37.7 ±13.3 | 35.4 A   |
|                 | Promedio          | 30.1             | 28.3              | 30.9       |          |
| Alfalfa         | 2°                | 28.6 ±13.4       | 27.8 ±16.3        | 24.2 ±1.0  | 26.9 A   |
|                 | 3°                | 23.5 ±20.1       | 23.2 ±25.0        | 20.6 ±5.8  | 22.4 A   |
|                 | 4°                | 19.9 ±19.0       | 29.2 ±26.8        | 15.5 ±15.6 | 21.5 A   |
|                 | Promedio          | 24.0             | 26.7              | 20.1       |          |
| Material muerto | 2°                | 44.7 ±8.2        | 48.7 ±16.2        | 47.5 ±3.1  | 47.0 A   |
|                 | 3°                | 44.7 ±11.5       | 45.5 ±14.2        | 49.3 ±2.2  | 46.5 AB  |
|                 | 4°                | 43.0 ±10.7       | 44.3 ±14.1        | 43.1 ±5.7  | 43.5 B   |
|                 | Promedio          | 44.2             | 46.2              | 46.6       |          |
| Otras           | 2°                | 2.1 ±1.9         | 2.5 ±1.9          | 4.7 ±1.5   | 2.9 A    |
|                 | 3°                | 2.3 ±0.7         | 2.3 ±1.8          | 5.7 ±4.1   | 3.4 A    |
|                 | 4°                | 1.3 ±0.9         | 2.2 ±1.1          | 5.7 ±4.5   | 3.1 A    |
|                 | Promedio          | 1.9              | 2.3               | 5.4        |          |

\* media ± Desviación estándar.

\*Medias dentro de columnas y componente seguidas de al menos una misma literal no son diferentes ( $\alpha = 0.05$ ; tukey). No existió efecto ( $p > 0.05$ ) de tipo de pastoreo, ni de interacción en ninguno de los componentes.

Vallentine (1990) menciona que el ovino prefiere arbustos y hierbas, sobre gramíneas, mientras que el bovino prefiere gramíneas sobre arbustos y hierbas. Abaye *et al* (1997) encontraron que el pastoreo monoespecífico por ovinos ocasionó un incremento de 3 unidades porcentuales en el aporte de las hierbas al forraje ofrecido en comparación al pastoreo mixto.

Para los contenidos de proteína, la digestibilidad *in vitro* (DIVMS) y fibra detergente neutro (FDN), en el forraje ofrecido por arriba de los 20 cm no se obtuvo cantidad de muestra suficiente en el cuarto ciclo de pastoreo en los tres tipos de pastoreo y para el pastoreo monoespecífico por borregas la falta de muestra suficiente se dio además en el estrato de 10 - 20 cm en el cuarto ciclo de pastoreo y en el estrato mayor de 20 cm en el tercer ciclo de pastoreo (Cuadros 7 a 9), quedando por tanto fuera del análisis respectivo.

El contenido de proteína en el forraje ofrecido fue afectado ( $p < 0.05$ ) únicamente por ciclo de pastoreo en los dos primeros estratos: 0 - 10 y 10 - 20 cm (Cuadro 7).

El contenido de proteína fue mayor conforme avanzó la estación en ambos estratos, esto se asoció con la tendencia a menor cantidad de forraje ofrecido conforme avanzó la estación de otoño. Tablada (2002) encontró contenidos de proteína de 16.7, 18.9 y 22.6% para las alturas de 7, 7-14 y >14 cm, respectivamente. Es interesante destacar que se tiene un alto contenido de proteína en general, lo cual podría ser causante de problemas de fertilidad a largo plazo. De acuerdo con el NRC (2001) se pueden tener problemas reproductivos con contenidos de proteína superiores a 19%.



Cuadro 7. Contenido de proteína (%) en el forraje ofrecido de alfalfa-ovillo a diferente altura con respecto del nivel del suelo en pastoreo monoespecífico y mixto.

| Altura (cm) | Ciclo de pastoreo | Tipo de pastoreo |                   |           | Promedio            |
|-------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------|---------------------|
|             |                   | Becerras         | Becerras:Borregas | Borregas  |                     |
| 0-10        | 2°                | 12.8 ±0.8*       | 12.0 ±1.2         | 12.5 ±1.7 | 12.4 B <sup>+</sup> |
|             | 3°                | 13.8 ±0.4        | 13.5 ±1.1         | 13.7 ±1.2 | 13.6 AB             |
|             | 4°                | 14.2 ±2.3        | 14.1 ±2.0         | 13.9 ±1.3 | 14.1 A              |
|             | Promedio          | 13.6             | 13.2              | 13.4      |                     |
| 10-20       | 2°                | 19.5 ±0.7        | 18.9 ±2.5         | 18.7 ±0.8 | 19.0 C              |
|             | 3°                | 22.8 ±1.2        | 22.2 ±1.1         | 22.7 ±0.7 | 22.6 B              |
|             | 4°                | 26.3 ±5.1        | 29.7 ±3.9         | s/d       | 28.6 A              |
|             | Promedio          | 22.9             | 23.5              | 20.4      |                     |
| Más de 20   | 2°                | 24.7             | 24.8              | 24.8      | 24.7                |
|             | 3°                | 28.7             | 29.1              | s/d       | ---                 |
|             | 4°                | s/d              | s/d               | s/d       | ---                 |
|             | Promedio          | ---              | ---               | ---       |                     |

\* media ± Desviación estándar.

\*Medias dentro de columnas y dentro de estratos con al menos una literal en común no son diferentes ( $\alpha=0.05$ ; tukey).

No existió efecto ( $p>0.05$ ) de tipo de pastoreo, ni de la interacción en ninguno de los estratos

s/d= sin dato por poca muestra

La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), fue afectada ( $p<0.05$ ) por el tipo de pastoreo en el estrato más inferior y por el ciclo de pastoreo en los dos primeros estratos, sin efecto ( $p>0.05$ ) por la interacción (Cuadro 8). El pastoreo monoespecífico por borregas presentó la mayor DIVMS (52.02%), mientras que el pastoreo mixto presentó el menor contenido (47.16%). El menor contenido de DIVMS en el pastoreo monoespecífico por becerras y en el mixto en comparación al pastoreo monoespecífico por borregas podría ser una consecuencia de una cosecha más intensa por las borregas que puede evitar o reducir la acumulación de material muerto de un ciclo de pastoreo a otro. El

contenido de DIVMS fue más sensible para detectar diferencias en calidad de forraje que el contenido de proteína. La DIVMS aumentó con el avance en la estación en los dos estratos, este incremento de la DIVMS por los ciclos de pastoreo, se atribuye a la época del año, donde el crecimiento del forraje fue más lento y el periodo de descanso fue fijo, ocasionando que los animales fueran expuestos a un forraje cada vez más joven fisiológicamente. La menor digestibilidad del forraje de los estratos inferiores, responde a dos situaciones que se suman: menor proporción de hoja con respecto al tallo y acumulación de material muerto (Hodgson, 1990).

Cuadro 8. Contenido de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (%) del forraje ofrecido de alfalfa-ovillo a diferente altura con respecto del nivel del suelo en pastoreo mono-específico y mixto.

| Altura (cm) | Ciclo de pastoreo | Tipo de pastoreo |                   |           | Promedio            |
|-------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------|---------------------|
|             |                   | Becerras         | Becerras:Borregas | Borregas  |                     |
| 0-10        | 2°                | 41.2 ±3.0*       | 39.0 ±4.4         | 45.5 ±1.6 | 41.9 C <sup>+</sup> |
|             | 3°                | 50.6 ±2.2        | 49.0 ±1.5         | 54.5 ±2.9 | 51.4 B              |
|             | 4°                | 56.1 ±4.2        | 53.4 ±3.9         | 55.9 ±3.2 | 55.1 A              |
|             | Promedio          | 49.3 AB          | 47.1 B            | 52.0 A    |                     |
| 10-20       | 2°                | 56.1 ±1.2        | 55.1 ±4.0         | 53.0 ±8.7 | 55.4 C              |
|             | 3°                | 70.6 ±2.8        | 68.4 ±1.9         | 65.4 ±5.7 | 68.9 B              |
|             | 4°                | 78.6 ±6.4        | 83.1 ±4.0         | s/d       | 80.8 A              |
|             | Promedio          | 68.4             | 67.6              | 58.3      |                     |
| Más de 20   | 2°                | 68.6             | 68.7              | 67.87     | 68.4                |
|             | 3°                | 81.6             | 82.0              | s/d       | ---                 |
|             | 4°                | s/d              | s/d               | s/d       | ---                 |
|             | Promedio          | ---              | ---               | ---       |                     |

\* media ± Desviación estándar

\*Medias dentro de columnas o hileras y estratos con al menos una literal en común no son diferentes ( $\alpha = 0.05$ ; tukey).

No existió efecto ( $p > 0.05$ ) de la interacción en ninguno de los estratos, ni del tipo de pastoreo en el estrato 10 a 20 cm.

s/d= sin dato por poca muestra

Solamente en el estrato de 0 - 10 cm el tipo de pastoreo mostró variación ( $p < 0.05$ ) en el contenido de FDN (Cuadro 9).

El ciclo de pastoreo ocasionó diferencia ( $p < 0.05$ ) en el contenido de FDN del forraje en los dos primeros estratos, sin efecto ( $p > 0.05$ ) por interacción. El pastoreo monoespecífico por borregas presentó la menor cantidad de FDN del forraje en los primeros 10 cm con respecto del nivel del suelo (56.7%), en relación con lo encontrado en el pastoreo mixto. Este menor contenido de FDN para el pastoreo monoespecífico por borregas, está relacionado a un mayor contenido de DIVMS para el mismo tipo de pastoreo y estrato (Cuadro 8). Lo que se atribuye a que la cosecha fue más agresiva por parte de las borregas, removiendo o evitando la acumulación de material muerto en el estrato más cercano al suelo, perdiéndose este impacto conforme el forraje presentó mayor altura, o sea más de 10 cm. Tablada (2002) reporta 62, 52.8 y 47.2% de FDN para los estratos de 0-7, 7-14 y más 14 cm, respectivamente.

El contenido de FDN conforme se fue del segundo al cuarto ciclos de pastoreo disminuyó. La magnitud de reducción en la concentración de FDN en el forraje fue menor en el estrato de 0 - 10 cm, un cambio de 9 unidades porcentuales (64.57 a 55.45%), mientras que en el estrato 10 - 20 cm el cambio fue mayor de 22 unidades porcentuales (54.1 a 32.1%).

Cuadro 9. Contenido de fibra detergente neutro (%) del forraje ofrecido de alfalfa-ovillo a diferente altura con respecto del nivel del suelo en pastoreo monoespecífico y mixto.

| Altura (cm) | Ciclo de pastoreo | Tipo de pastoreo |                   |           | Promedio            |
|-------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------|---------------------|
|             |                   | Becerras         | Becerras:Borregas | Borregas  |                     |
| 0-10        | 2°                | 65.0 ±3.7*       | 67.3 ±3.5         | 61.3 ±1.1 | 64.5 A <sup>†</sup> |
|             | 3°                | 60.9 ±0.5        | 60.6 ±1.0         | 55.0 ±3.0 | 58.8 B              |
|             | 4°                | 56.0 ±4.3        | 56.3 ±4.8         | 53.9 ±2.6 | 55.4 C              |
|             | Promedio          | 60.6 AB          | 61.4 A            | 56.7 B    |                     |
| 10-20       | 2°                | 53.1 ±1.3        | 55.2 ±5.1         | 55.4 ±7.6 | 54.6 A              |
|             | 3°                | 42.1 ±2.5        | 43.4 ±1.7         | 44.9 ±3.9 | 43.3 B              |
|             | 4°                | 35.3 ±8.2        | 27.8 ±8.0         | s/d       | 32.1 C              |
|             | Promedio          | 43.5             | 42.1              | 50.9      |                     |
| Más de 20   | 2°                | 40.8             | 41.3              | 41.4      | 41.2                |
|             | 3°                | 30.4             | 30.7              | s/d       | ---                 |
|             | 4°                | s/d              | s/d               | s/d       | ---                 |
|             | Promedio          | ---              | ---               | ---       |                     |

\* media ± Desviación estándar.

<sup>†</sup>Medias dentro de columnas o hileras y estratos con al menos una literal en común no son diferentes ( $\alpha=0.05$ ; tukey).

No existió efecto ( $p>0.05$ ) de tipo de pastoreo en los estratos por arriba de 10 cm, ni de la interacción en ninguno de los estratos.

s/d= sin datos por falta de muestra

El tipo de pastoreo modificó la cantidad de forraje ofrecido, teniendo la menor cantidad en el pastoreo monoespecífico por borregas, lo que pudo haber influido en la calidad del forraje, debido a que en el pastoreo monoespecífico por borregas la calidad del forraje mejoró en el estrato de 0 -10 cm, en términos del contenido de DIVMS y FDN. El pastoreo monoespecífico por borregas quizá fue más agresivo en cuanto a remover o evitar acumulación de material muerto en el estrato inferior y con ello reducir la cantidad total de forraje ofrecido en el siguiente pastoreo pero de una mejor calidad en comparación a los otros dos tipos de pastoreo. El efecto ambiental fue más constante en todas las

características del forraje ofrecido (cantidad y calidad) en términos generales conforme se acercó el pastoreo experimental al final de otoño e inicio del invierno, este comportamiento en respuesta al ambiente puede asociarse al mantener un descanso fijo en el tiempo de la pradera, la edad fisiológica del rebrote fue disminuyendo con la estación, además de presentar una disminución en el aporte del contenido de material muerto y un incremento en el ovillo, así como una reducción en la altura, ocasionado que la calidad del forraje fuera mejor.

## **6.2. Cantidad y características del forraje residual**

La cantidad de forraje residual varió ( $p < 0.05$ ) por tipo y ciclo de pastoreo y sin efecto ( $p > 0.05$ ) de la interacción (Cuadro 10).

El pastoreo monoespecífico por borregas presentó la menor cantidad de forraje con  $1674 \text{ kg ha}^{-1}$ , la mayor cantidad fue  $2267 \text{ kg ha}^{-1}$  en el pastoreo monoespecífico por becerras, el pastoreo mixto presentó una cantidad intermedia y no diferente a la de los pastoreos monoespecíficos. La presencia de borregas en pastoreo monoespecífico, como en el pastoreo mixto ocasionó una cosecha intensa, por lo que la cantidad de forraje residual tendió a ser menor, además esta menor cantidad de forraje residual se asoció con menor cantidad de forraje ofrecido (Cuadro 4). Posiblemente fue la menor cantidad de forraje residual la que originó un rebrote menos vigoroso y de aquí la menor cantidad de forraje ofrecido. Con el aumento en la frecuencia e intensidad de la defoliación, habrá menor área foliar remanente en las plantas y por lo tanto

menos sustancias de reservas se podrán acumular para tener un rebrote vigoroso (Carambula,1977; Richards, 1993).

Cuadro 10. Cantidad de forraje residual (kg MS ha<sup>-1</sup>) en alfalfa-ovillo en pastoreo monoespecífico y mixto.

| Ciclo de pastoreo | Tipo de pastoreo     |                   |           | Promedio            |
|-------------------|----------------------|-------------------|-----------|---------------------|
|                   | Becerras             | Becerras:Borregas | Borregas  |                     |
| 2° (sep-oct)      | 2583 ±556*           | 1973 ±438         | 1950 ±433 | 2169 A <sup>+</sup> |
| 3°(oct-nov)       | 2274 ±323            | 2452 ±555         | 2162 ±591 | 2296 A              |
| 4°(nov-dic)       | 1941 ±194            | 1443 ±605         | 910 ±173  | 1431 B              |
| Promedio          | 2267 A <sup>++</sup> | 1966 AB           | 1674 B    |                     |

\* media ± Desviación estándar.

<sup>+</sup>Medias dentro de columnas seguidas de la misma literal no son diferentes( $\alpha= 0.05$ ; tukey).

<sup>++</sup>Medias dentro de hileras seguidas de la misma literal no son diferentes( $\alpha= 0.05$ ; tukey).

No existió efecto ( $p>0.05$ ) de la interacción.

La cantidad de forraje residual se mantuvo constante, en promedio 2232 kg MS ha<sup>-1</sup> en el segundo y tercer ciclos de pastoreos, pero esta cantidad se redujo en 36% para el cuarto y último ciclo de pastoreo. La cantidad de forraje residual siguió un paralelismo con la cantidad de forraje ofrecido en su respuesta al ciclo de pastoreo. La cantidad de forraje ofrecido como residual disminuyeron hacia el final del periodo experimental, el largo del periodo de descanso permitió a la asociación alfalfa-ovillo cierto grado de recuperación pero no lo suficiente para amortiguar las condiciones climáticas menos favorables al rebrote al final del periodo experimental (fin del otoño e inicio del invierno) y por consecuencia la cantidad de forraje ofrecido se redujo.

Tablada (2002) no encontró diferencia en la cantidad de forraje residual entre pastoreo monoespecífico por vacas y pastoreo mixto; sin embargo, este autor trabajó con cantidades de forraje ofrecido y residual, 51 y 26% por arriba, respectivamente, de lo encontrado en el presente estudio. Martínez (2001) en el mismo lugar encontró para la época de invierno-primavera que el pastoreo con vacas lecheras dejaban una cantidad de forraje residual de 1497 kg MS ha<sup>-1</sup> valor muy similar al del presente estudio al final del otoño.

La altura del forraje residual, solamente presentó variación ( $p < 0.05$ ) entre ciclos de pastoreo (Cuadro 11).

El pastoreo monoespecífico por borregas tendió ( $p = 0.08$ ) a presentar una menor altura del forraje residual, con un promedio de 4.1 cm. González (2002) señala que conforme se aumentó la proporción de borregas en el rebaño la altura del forraje residual fue menor y que en el pastoreo monoespecífico por becerras presentó la mayor altura del forraje residual. Olson *et al.* (1999) han indicado que las borregas tienen la posibilidad de una cosecha más cercana al suelo, por tener labios móviles y no tener que recurrir a la lengua como en los bovinos para aprehender el forraje a cosechar. La altura del forraje residual fue menos sensible que la cantidad de forraje residual para detectar el efecto del pastoreo monoespecífico por borregas en comparación con el de las becerras, la estructura del residual depende del animal pastoreador (borregas o becerras) y por eso no se mantiene en forma estrecha la relación entre cantidad del forraje y altura del mismo.

La altura del forraje residual se redujo 53% del segundo al último ciclos de pastoreo (7.9 a 3.7 cm). La reducción de la altura conforme avanzó el tiempo, se puede considerar como consecuencia de la reducción en la altura del forraje ofrecido y el esfuerzo de los animales pastoreadores en mantener o aumentar el nivel total de consumo.

Cuadro 11. Altura del forraje residual (cm) en alfalfa-ovillo en pastoreo monoespecífico y mixto.

| Ciclo de pastoreo | Tipo de pastoreo |                   |          | Promedio           |
|-------------------|------------------|-------------------|----------|--------------------|
|                   | Becerras         | Becerras:Borregas | Borregas |                    |
| 2° (sep-oct)      | 9.5 ±2.7*        | 7.5 ±1.5          | 6.6 ±1.6 | 7.9 A <sup>+</sup> |
| 3°(oct-nov)       | 7.0 ±3.9         | 5.9 ±3.4          | 3.3 ±1.0 | 5.4 B              |
| 4°(nov-dic)       | 5.0 ±2.8         | 3.8 ±2.1          | 2.2 ±0.6 | 3.7 C              |
| Promedio          | 7.2              | 5.8               | 4.1      |                    |

\* media ± Desviación estándar.

<sup>+</sup>Medias dentro de columnas seguidas por al menos una misma literal no son diferentes( $\alpha= 0.05$ ; tukey). No existió efecto ( $p>0.05$ ) de tipo de pastoreo, ni de la interacción.

Morris *et al.* (1999) registraron alturas de forraje residual inferiores a las del presente estudio (2.5 cm); sin embargo, estos autores trabajaron gramíneas perennes como *Themeda triandra* y *Tristachya leucothrix* en pastoreo monoespecífico y con diferentes proporciones de bovinos:ovinos. Mientras en el presente estudio la alfalfa fue la especie con mayor cantidad de tallo. Así el promedio de la altura del forraje residual de 5.6 cm puede considerarse que reflejó una cosecha intensa y muy particularmente para el último pastoreo donde la altura del forraje residual promedió 3.7 cm. Allden y Whitaker (1970) mencionaron que alturas menores a 7.7 cm en el forraje ofrecido de una pradera de *Lolium rigidum*, los ovinos no pudieron compensar la reducción del



tamaño de bocado, con un incremento en la tasa de bocados, por lo que la tasa de ingestión de forraje por parte de los animales disminuyó.

Carambula (1977) indica que conforme la altura de cosecha de forraje por el animal es menor, la cantidad de forraje cosechado por el animal es mayor, pero la producción de forraje para el próximo pastoreo puede caer drásticamente. La continua reducción en la altura del forraje residual pudo, por tanto, sumarse a las condiciones climáticas más limitantes a la acumulación de forraje de la asociación para determinar la caída en la cantidad de forraje ofrecido hacia el final del periodo experimental.

En la composición botánica del forraje residual, solamente el aporte de ovillo mostró influencia ( $p < 0.05$ ) del ciclo de pastoreo, sin efecto ( $p > 0.05$ ) del tipo de pastoreo, ni de la interacción (Cuadro 12).

El forraje residual presentó mayor contenido de ovillo conforme avanzó el periodo experimental, para el cuarto ciclo de pastoreo el aporte de ovillo llegó a un máximo al conformar 25% del total del forraje residual. La tendencia en el aporte de ovillo al forraje residual es totalmente paralela a la tendencia del aporte del ovillo al forraje ofrecido. El aporte de material muerto al forraje residual no varió con los ciclos de pastoreo aún cuando en el forraje ofrecido el aporte del material muerto fue disminuyendo durante el periodo experimental (Cuadro 6).

Cuadro 12. Composición botánica del forraje rechazado (%) en una pradera asociada alfalfa-ovillo en pastoreo monoespecífico y mixto.

| Componente      | Ciclo de pastoreo | Tipo de pastoreo |                   |           | Promedio |
|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------|----------|
|                 |                   | Becerras         | Becerras:Borregas | Borregas  |          |
| Ovillo          | 2°                | 18.1 ±4.4*       | 19.5 ±3.7         | 20.8 ±4.3 | 19.5 B   |
|                 | 3°                | 25.9 ±9.7        | 18.8 ±4.5         | 22.2 ±1.4 | 22.3 AB  |
|                 | 4°                | 32.5 ±9.0        | 21.4 ±8.3         | 21.5 ±2.3 | 25.1 A   |
|                 | Promedio          | 25.5             | 19.9              | 21.5      |          |
| Alfalfa         | 2°                | 16.3 ±15.5       | 12.3 ±18.9        | 9.7 ±2.3  | 12.7 A   |
|                 | 3°                | 14.7 ±18.9       | 16.4 ±26.7        | 2.8 ±2.1  | 12.3 A   |
|                 | 4°                | 10.5 ±15.5       | 12.8 ±18.6        | 13.4 ±7.9 | 12.2 A   |
|                 | Promedio          | 13.7             | 13.6              | 9.8       |          |
| Material muerto | 2°                | 64.0 ±11.6       | 67.6 ±22.1        | 71.1 ±7.0 | 67.6 A   |
|                 | 3°                | 62.4 ±8.6        | 68.7 ±20.0        | 72.8 ±3.8 | 68.0 A   |
|                 | 4°                | 55.2 ±7.9        | 66.0 ±10.4        | 66.5 ±1.5 | 62.6 A   |
|                 | Promedio          | 60.6             | 67.5              | 70.2      |          |
| Otras           | 2°                | 2.4 ±1.0         | 2.3 ±1.8          | 5.2 ±3.6  | 3.2 A    |
|                 | 3°                | 1.9 ±0.8         | 1.5 ±2.2          | 5.1 ±2.9  | 3.1 A    |
|                 | 4°                | 4.1 ±6.0         | 1.2 ±1.7          | 10.4 ±9.4 | 5.7 A    |
|                 | Promedio          | 2.7              | 1.9               | 6.7 A     |          |

\* media ± Desviación estándar.

\*Medias dentro de columnas en igual componente seguidas de al menos una literal no son diferentes( $\alpha=0.05$ ; tukey). No existió efecto ( $p>0.05$ ) de tipo de pastoreo, ni de la interacción.

Al promediar sobre los tipos de pastoreo la composición botánica del forraje residual fue predominantemente compuesta por el material muerto comúnmente por arriba del 60%. El alto aporte del material muerto es indicativo de que en los tres tipos de pastoreo los animales evitaron la cosecha del material muerto, si se toma en cuenta que en el forraje ofrecido el aporte del material muerto se mantuvo siempre por debajo del 50% (Cuadro 6). La similitud en el aporte de material muerto al forraje residual entre los tipos de pastoreo, contrasta con la

tendencia a mayor calidad del forraje ofrecido, sobre todo en el estrato de 0 - 10 cm, encontrada con el pastoreo monoespecífico por borregas en comparación a los otros dos tipos de pastoreo (Cuadros 8 y 9). Esta aparente contradicción entre mayor calidad del forraje ofrecido y mayor proporción de material muerto en el forraje residual del pastoreo monoespecífico por borregas, podría salvarse si se considera que el aporte del material muerto es una medición relativa sobre la cantidad de forraje residual, y donde el pastoreo monoespecífico por borregas presentó la menor cantidad de forraje residual, lo que implica una menor cantidad total de material muerto, aún cuando proporcionalmente sea similar a la de los otros tipos de pastoreo.

Tablada (2002) en la misma asociación no encontró efecto del tipo de pastoreo sobre la composición botánica del residual, y registró que en promedio para los dos tipos de pastoreo el residual se conformó de 44.5, 6 y 49.5% de alfalfa, ovillo y material muerto, respectivamente. El muy bajo aporte de alfalfa en el presente estudio en comparación al encontrado por este autor, es en parte reflejo de la diferencia en edad de las praderas, mientras que Tablada (2002) trabajó con una pradera de uno a dos años de sembrada en el presente estudio la pradera tenía cuatro años de haberse sembrado al momento de iniciar el pastoreo experimental. También es común que conforme la asociación envejece el aporte de ovillo tienda a ser mayor por presentar una mayor persistencia que la alfalfa (Aguirre y Ayala, 1989).

La calidad del forraje residual no se analizó por estrato debido a que la altura del forraje residual solo ocasionalmente superó los 10 cm, por lo que se tomó la muestra completa para las determinaciones de calidad.

Los contenidos de proteína, DIVMS y FDN no fueron influidos ( $p>0.05$ ) por tipo de pastoreo, ni por la interacción, pero sí ( $p<0.05$ ) por el ciclo de pastoreo (Cuadro 13).

El tipo de pastoreo presentó valores promedio para los contenidos de proteína, DIVMS y FDN, de 10.3, 42.1 y 65.1 %, respectivamente. Tablada (2002) reporta valores de 14.7 y 71% para proteína cruda y FDN respectivamente los cuales son superiores a los encontrados en este estudio.

El máximo contenido de proteína en el forraje residual fue de 11% encontrado en el segundo ciclo de pastoreo, con una reducción del 10% para el tercer y cuarto ciclos de pastoreo. Paradójicamente la DIVMS mostró una tendencia contraria al contenido de proteína, el máximo valor para DIVMS se encontró en el cuarto ciclo de pastoreo y el menor en el segundo ciclo, justo cuando se dio el máximo de concentración de proteína cruda. La concentración de FDN a su vez mostró una tendencia también propia, con un máximo (66.1%) en el tercer ciclo de pastoreo y el mínimo en el cuarto ciclo de pastoreo (63.7%). Estas tendencias tan contrastantes en los tres parámetros de calidad son difíciles de explicar.

Cuadro 13. Componente de la calidad (%) del forraje residual de alfalfa-ovillo en pastoreo mono-específico y mixto.

| Componente                        | Ciclo de pastoreo | Tipo de pastoreo |                   |           | Promedio            |
|-----------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------|---------------------|
|                                   |                   | Becerras         | Becerras:Borregas | Borregas  |                     |
| Proteína                          | 2°                | 11.8 ±1.1*       | 11.3 ±2.7         | 9.9 ±1.2  | 11.0 A <sup>+</sup> |
|                                   | 3°                | 10.7 ±1.6        | 10.3 ±4.0         | 8.7 ±0.9  | 9.9 B               |
|                                   | 4°                | 11.3 ±1.6        | 10.2 ±2.7         | 8.6 ±1.4  | 10.0 B              |
|                                   | Promedio          | 11.2             | 10.6              | 9.0       |                     |
| Digestibilidad<br><i>In vitro</i> | 2°                | 39.8 ±3.1        | 37.4 ±7.1         | 38.4 ±2.5 | 38.5 B              |
|                                   | 3°                | 42.0 ±2.2        | 39.2 ±7.4         | 40.7 ±3.4 | 40.5 B              |
|                                   | 4°                | 50.6 ±4.2        | 46.6 ±2.3         | 44.5 ±2.8 | 47.3 A              |
|                                   | Promedio          | 44.1             | 41.0              | 41.2      |                     |
| Fibra<br>detergente<br>neutro     | 2°                | 65.2 ±3.2        | 66.7 ±4.7         | 64.4 ±2.5 | 65.4 AB             |
|                                   | 3°                | 66.1 ±1.9        | 67.5 ±6.9         | 64.5 ±2.6 | 66.1 A              |
|                                   | 4°                | 62.6 ±3.2        | 63.9 ±2.8         | 64.5 ±2.0 | 63.7 B              |
|                                   | Promedio          | 64.6             | 66.1              | 64.5      |                     |

\*media ± Desviación estándar.

\*Medias dentro de columnas y componente con al menos una literal en común no son diferentes ( $\alpha = 0.05$ ; tukey).

No existió efecto ( $p > 0.05$ ) de tipo de pastoreo, ni de la interacción en ninguno de los componentes.

La similitud entre los tres tipos de pastoreo en la calidad de forraje residual expresada por los contenidos de proteína, DIVMS y FDN del forraje indica que los animales tendieron a evitar componentes de la pradera de igual aporte de nutrimentos. Sin embargo, el patrón de cosecha si fue sensible al animal pastoreador, al haber encontrado efecto sobre la cantidad, pero no sobre la altura del forraje residual por tipo de pastoreo, puede ser indicativo de una modificación en la estructura del forraje residual que no pudo ser caracterizada con las mediciones realizadas en el presente estudio, además de quizás demanda un muestreo con mayor intensidad.

### 6.3. Forraje desaparecido y grado de defoliación

El forraje desaparecido no fue determinado ( $p>0.05$ ) por tipo, ciclo de pastoreo, ni por la interacción entre ambos (Cuadro 14). La cantidad de forraje desaparecido en el pastoreo monoespecífico por becerras tendió ( $p=0.09$ ) a ser mayor. Esta tendencia se puede asociar a que la cantidad de forraje ofrecido en el pastoreo monoespecífico por becerras fue mayor a los otros dos tipos de pastoreo.

La cantidad de forraje desaparecido promedio a través del pastoreo experimental fue de 1458 kg de MS  $\text{ha}^{-1}$ , cantidad que representa 32% de la cantidad reportada por Tablada (2002) para el mismo lugar y asociación. Esta fuerte disparidad podría explicarse a la mayor edad de la pradera del presente estudio y asociada aún menor rendimiento por la pérdida en el componente de alfalfa.

Cuadro 14. Forraje desaparecido (kg de MS  $\text{ha}^{-1}$ ) de alfalfa-ovillo en pastoreo monoespecífico y mixto.

| Ciclo de pastoreo | Tipo de pastoreo |                   |                | Promedio |
|-------------------|------------------|-------------------|----------------|----------|
|                   | Becerras         | Becerras:Borregas | Borregas       |          |
| 2° (sep-oct)      | 1462 $\pm$ 1151* | 1357 $\pm$ 211    | 904 $\pm$ 698  | 1241     |
| 3°(oct-nov)       | 2328 $\pm$ 205   | 1317 $\pm$ 477    | 1417 $\pm$ 759 | 1687     |
| 4°(nov-dic)       | 1881 $\pm$ 368   | 1355 $\pm$ 281    | 1102 $\pm$ 419 | 1446     |
| Promedio          | 1890             | 1343              | 1141           |          |

\* media  $\pm$  Desviación Estándar.

No existió efecto ( $p>0.05$ ) del tipo de pastoreo, ciclo de pastoreo, ni de la interacción.

El grado de defoliación no fue sensible ( $p>0.05$ ) para detectar diferencias entre los tipos de pastoreo (Cuadro 15) esto quizás por ser una medida relativa. El

pastoreo monoespecífico por borregas dejó una menor cantidad de forraje residual (Cuadro 7), pero también tendió a presentar una menor cantidad de forraje ofrecido (Cuadro 1) por lo que la diferencia entre ambos expresada como proporción del forraje ofrecido puede ser similar al del pastoreo monoespecífico por becerras que dejó una mayor cantidad de forraje residual (Cuadro 10), sin embargo también tendió a presentar una mayor cantidad de forraje ofrecido (Cuadro 4) que el pastoreo monoespecífico por borregas. Aun cuando el grado de defoliación fue similar en los tres tipos de pastoreo, la menor cantidad de forraje residual y la tendencia a menor cantidad de forraje ofrecido en el pastoreo monoespecífico por borregas en comparación al pastoreo monoespecífico por becerras, y mantener la misma carga animal en ambos tipos de pastoreo expresada en kilos de peso vivo animal por unidad de superficie de pradera; permite suponer que las borregas solas mostraron una mayor agresividad en la cosecha del forraje, evidenciando que un kilo de borrega no cosecha igual a un kilo de becerra.

Cuadro 15. Grado de defoliación (%) en alfalfa-ovillo en pastoreo monoespecífico y mixto.

| Ciclo de pastoreo | Tipo de pastoreo |                   |            | Promedio            |
|-------------------|------------------|-------------------|------------|---------------------|
|                   | Becerras         | Becerras:Borregas | Borregas   |                     |
| 2° (sep-oct)      | 33.8 ±19.1*      | 41.2 ±8.8         | 29.2 ±12.1 | 34.7 B <sup>+</sup> |
| 3°(oct-nov)       | 50.7 ±5.2        | 35.1 ±12.1        | 38.1 ±11.3 | 41.2 AB             |
| 4°(nov-dic)       | 48.9 ±6.5        | 48.2 ±7.7         | 53.9 ±5.5  | 50.3 A              |
| Promedio          | 44.5             | 41.5              | 40.4       |                     |

\* media ± Desviación estándar.

\*Medias dentro de columnas con al menos una literal en común no son diferentes( $\alpha= 0.05$ ; tukey).

No existió efecto ( $p>0.05$ ) de tipo de pastoreo, ni de la interacción.

El grado de defoliación fue mayor conforme avanzó el pastoreo experimental, alcanzó un máximo de 50.3% en el último ciclo de pastoreo. Este incremento en el grado de defoliación se puede atribuir a que la masa de forraje ofrecido fue menor conforme se avanzó en el pastoreo experimental, asociado a un incremento en el peso vivo de los animales y con ello un aumento en la necesidad por consumo.

El grado de defoliación en el presente estudio no fue mayor a 50%, siendo inferior a los encontrados por Tablada (2002) y Martínez (2001) quienes encontraron valores promedio de 62% y 58.6%, respectivamente, en alfalfa-ovillo pastoreada con vacas. Estos autores atribuyen este grado de defoliación a la poca variación que existió en el forraje ofrecido y residual. En el presente estudio este grado de defoliación se puede atribuir a la menor carga animal y a la edad de las becerras, animales en crecimiento, con poca experiencia en pastoreo.

El pastoreo mixto implementado en el presente estudio puede ser considerado como un punto intermedio entre una cosecha por pastoreo poco eficiente, como la realizada por el pastoreo monoespecífico por becerras y una cosecha por pastoreo más agresiva hacia el rebrote de la pradera, como la cosecha realizada por el pastoreo monoespecífico por borregas, a una misma carga animal con base a kilos de peso vivo animal por unidad de superficie de pradera. Estas diferencias que se presentan en el patrón de cosecha, se deben a los distintos hábitos de cosecha que presentan las especies en pastoreo.



#### 6.4. Conducta de los animales en el área de pastoreo

Los tiempos dedicados al pastoreo, descanso y otras actividades fueron afectados ( $p < 0.05$ ) por la interacción, pero no ( $p > 0.05$ ) el tiempo dedicado a rumia. No hubo efecto ( $p > 0.05$ ) para las mismas actividades por el tipo de pastoreo, pero si variaron ( $p < 0.05$ ) con el ciclo de pastoreo (Cuadro 16).

Cuadro 16. Tiempo (minutos) dedicado a diferentes actividades por becerras y borregas en el área de pastoreo en pastoreo monoespecífico y mixto.

| Actividad | Ciclo de pastoreo | Tipo de pastoreo |                                  |                 | Promedio           |
|-----------|-------------------|------------------|----------------------------------|-----------------|--------------------|
|           |                   | Becerras         | Becerras:Borregas <sup>***</sup> | Borregas        |                    |
| Pastoreo  | 2°                | 317 $\pm$ 28* b  | 288 $\pm$ 44 b                   | 287 $\pm$ 25 b  | 294 B <sup>+</sup> |
|           | 3°                | 361 $\pm$ 31 ab  | 354 $\pm$ 63 ab                  | 403 $\pm$ 33 a  | 375 A              |
|           | 4°                | 396 $\pm$ 24 a   | 378 $\pm$ 70 a                   | 353 $\pm$ 51 ab | 371 A              |
|           | Promedio          | 358              | 340                              | 347             |                    |
| Descanso  | 2°                | 90 $\pm$ 25 ab   | 99 $\pm$ 35 a                    | 99 $\pm$ 32 a   | 97 A               |
|           | 3°                | 49 $\pm$ 27 ab   | 92 $\pm$ 63 a                    | 57 $\pm$ 30 ab  | 69 B               |
|           | 4°                | 30 $\pm$ 9 b     | 66 $\pm$ 59 ab                   | 97 $\pm$ 48 a   | 71 B               |
|           | Promedio          | 56               | 86                               | 84              |                    |
| Rumia     | 2°                | 26 $\pm$ 16      | 38 $\pm$ 17                      | 39 $\pm$ 16     | 36 A               |
|           | 3°                | 14 $\pm$ 15      | 10 $\pm$ 8                       | 10 $\pm$ 11     | 11 B               |
|           | 4°                | 4 $\pm$ 6        | 6 $\pm$ 9                        | 10 $\pm$ 10     | 7 B                |
|           | Promedio          | 14               | 18                               | 19              |                    |
| Otras     | 2°                | 47 $\pm$ 15 a    | 47 $\pm$ 37 a                    | 55 $\pm$ 26 a   | 50 A               |
|           | 3°                | 55 $\pm$ 20 a    | 24 $\pm$ 17 b                    | 10 $\pm$ 10 c   | 25 B               |
|           | 4°                | 50 $\pm$ 16 a    | 29 $\pm$ 25 b                    | 21 $\pm$ 13 bc  | 30 B               |
|           | Promedio          | 51               | 33                               | 28              |                    |

\* media  $\pm$  Desviación estándar.

<sup>+</sup>Medias dentro de columnas y actividad con al menos una literal mayúscula en común no son diferentes ( $\alpha = 0.05$ ; tukey).

<sup>\*\*</sup>Dentro de actividades, medias con al menos una literal minúscula en común o sin literal no son diferentes ( $\alpha = 0.05$ ; tukey).

<sup>\*\*\*</sup>Se tomó el promedio del tiempo dedicado por becerras y borregas

No existió efecto ( $p > 0.05$ ) del tipo de pastoreo en el tiempo dedicado a las actividades registradas.

La tendencia general fue a incrementar ( $p < 0.05$ ) el tiempo dedicado al pastoreo al pasar del segundo ciclo de pastoreo al tercer y cuarto ciclos. Sin embargo, esta tendencia no se presentó en el pastoreo monoespecífico por borregas que alcanzó un máximo (403 minutos por 8 horas) en el tercer ciclo de pastoreo, mientras que en el pastoreo monoespecífico por becerras y el mixto el máximo fue (396 y 378 minutos por 8 horas, respectivamente) se alcanzó en el cuarto ciclo de pastoreo y en el tercer ciclo de pastoreo ambos presentaron un tiempo de pastoreo intermedio y no diferente a los encontrados en el segundo y cuarto ciclos de pastoreo.

La actividad de pastoreo ocupó del 61 al 78% del tiempo diario de exposición al área de pastoreo que fue de 480 minutos. La tendencia a mayor tiempo para pastoreo en los dos últimos ciclos de pastoreo, se asoció con una disminución en la cantidad de forraje ofrecido, por lo que quizás fue la caída en la cantidad de forraje ofrecido la que originó el mayor tiempo para pastoreo. Ríos y Rodríguez (2001) en pastoreo mixto en ovillo-alfalfa con encierro nocturno registraron que las borregas dedican de 204 a 318 minutos por día al pastoreo, casi 22% menos que el encontrado en el presente estudio. Sin embargo, el tiempo registrado en el presente estudio se encuentra dentro del intervalo propuesto por Hafez (1973) como común en animales en pastoreo de 4 a 11 horas.

Para el tiempo dedicado a pastorear, no hubo diferencias entre los tres tipos de pastoreo y en promedio se tiene que los animales le dedicaron 348 minutos a

esta actividad. Abaye *et al.* (1994) reportan que el tiempo dedicado a pastar en 24 h, fue de 612, 552 y 444 minutos para bovinos, mixto y ovinos, respectivamente.

El descanso fue la segunda actividad a la que le dedicaron más tiempo, pero disminuyó al pasar del segundo al tercer y cuarto ciclos de pastoreo pasó de 97 a 69 minutos. El tiempo dedicado a descansar por tipo de pastoreo fue en promedio de 56 a 86 minutos sin diferencia entre ellos. La disminución en el tiempo de descanso en el tercer y cuarto ciclos se debe a una respuesta por parte de los animales a una falta de forraje, ya que dejan de descansar para dedicarse a pastorear por más tiempo y cubrir sus requerimientos. Estos datos son similares a los encontrados por Omaña (2000) en ovinos quien reporta un intervalo de 10.2 a 53.7 minutos; sin embargo Ríos y Rodríguez (2001) en pastoreo mixto reportan que los ovinos le dedicaron de 20 a 152 minutos por 8 horas a esta actividad. Para el caso de bovinos Rivera (2001) reporta que las vacas Holstein-Freisian dedican un tiempo a reposar de 7.2 a 7.9 h y Martínez (2001) propone un intervalo de 6 a 7.9 h, ambos en ciclos de 24 horas. Arnold y Dudzinski, (1978) cuando el fotoperíodo es mayor los ovinos y bovinos usualmente dedican el mismo tiempo para reposar tanto de día como en la noche que es alrededor de 10 horas por ciclos de 24 horas.

El tiempo dedicado a la rumia también fue menor ( $p < 0.05$ ) al tercer y cuarto ciclos de pastoreo, pasando de 36 a 7 minutos del segundo al cuarto ciclos de pastoreo, respectivamente. El tipo de pastoreo no marcó ninguna diferencia

( $p>0.05$ ) y el promedio fue de 17 minutos de 8 horas. Esta disminución en el tiempo de rumia se puede deber a que el forraje fue cada vez de mejor calidad, es decir la cantidad de fibra fue menor conforme avanzó la estación del año. Omaña (2000) encontró tiempos para la rumia de 8.3 a 45.1 minutos por 8 h. Ríos y Rodríguez (2001) en borregas pastoreadas con becerras registraron de 24 a 56 minutos de 8 horas para rumia. Martínez (2001) en bovinos registró de 7.5 a 8.6 h dedicadas a la rumia, muy similar al encontrado por Rivera (2001) que fue de 7.9 a 8.3 h, ambos en ciclos de 24 horas. El tiempo dedicado a la rumia puede variar de 1.5 a 10.5 h por día pero los tiempos más frecuentes son de 5 a 9 h y la mayor parte (63% o más) del tiempo dedicado a la rumia se lleva a cabo estando el animal echado (Arnold y Dudzinski, 1978).

El tiempo restante fue para otras actividades que incluyeron, tomar agua, caminar, estar parada y lamiéndose. El tiempo dedicado a estas actividades fue menor luego del segundo ciclo de pastoreo, donde se les dedicó hasta 50 minutos, para los tipos de pastoreo el intervalo fue de 51 a 29 minutos por 8 horas. Ríos y Rodríguez (2001) encontraron que el tiempo dedicado a beber agua por las borregas fue de 5 a 17 minutos, Omaña (2000) en un clima cálido encontró un máximo de 9 minutos para la toma de agua, ambos en ciclos de 8 horas. Este mismo autor indica que los ovinos le dedicaron a caminar de 1 a 31 minutos; Ríos y Rodríguez (2001) reportan que las borregas le dedicaron a caminar 2.3% del total de tiempo en pastoreo. Arnold y Dudzinski (1978) mencionan que los ovinos recorren distancias de 0.4 a 8.0 Km dependiendo de los factores ambientales. La frecuencia de consumir agua depende de una

compleja interacción de factores climáticos, condiciones alimenticias y disponibilidad de bebederos. Los factores que incrementan el consumo de agua son altas temperaturas, alimento seco, suplementación, potreros pequeños, varios bebederos y cortas distancias al agua (Vallentine, 1990).

La reducción en la cantidad de forraje ofrecido como también la menor cantidad de forraje residual o ambas en el pastoreo monoespecífico por borregas, no fueron de tal magnitud para condicionar una respuesta distintiva en el componente del comportamiento ingestivo constituido por el tiempo de cosecha. Quizás la diferencia en el tamaño de bocado entre becerras y borregas haya sido tal que amortiguó cualquier posible diferencia en el tiempo de pastoreo.

En el comportamiento social de los animales en el pastoreo mixto, se observó que las borregas pastoreaban juntas y separadas de la becerro, de forma opuesta en la pradera al inicio del pastoreo, pero conforme pasó el día y la cantidad de forraje era menor los animales por lo regular se juntaban. Este comportamiento fue desapareciendo conforme avanzó la estación del año, ya que la cantidad del forraje fue menor, ocasionando una competencia por el forraje entre la becerro y las borregas, inclusive la becerro espantaba a las borregas de las zonas con más forraje. Abaye *et al.* (1994) coinciden con el presente estudio en indicar que los grupos de ovinos y bovinos pastoreaban por separado y de manera opuesta dentro de la pradera, sin embargo conforme avanzaba el día los bovinos y ovinos recorrían en grupos las mismas áreas en diferente tiempo y por la tarde observaron que pastoreaban más cerca y

ocasionalmente se mezclaban. Bond *et al.* (1967) con parejas de ovinos y bovinos en un periodo de cuatro años observaron una fuerte relación social entre ambas especies y esta relación se incrementaba con el tiempo y la introducción de uno o más individuos de la misma especie o ambas especies no causaban cambios en la relación.

### **6.5. Peso vivo**

El peso vivo promedio durante el periodo experimental en las borregas fue influido ( $p < 0.05$ ) por el tipo de pastoreo, días en pastoreo, sin efecto ( $p > 0.05$ ) de la interacción. El peso vivo de las becerras no fue afectado ( $p > 0.05$ ) por tipo de pastoreo, ni de la interacción, pero si ( $p < 0.05$ ) por días en pastoreo (Cuadro 17). El peso vivo inicial se usó como covariable, el cual afectó ( $p < 0.05$ ) los cambios de peso vivo en el periodo experimental.

El peso vivo promedio de las becerras en pastoreo monoespecífico y mixto fue similar, lo que indica que en pastoreo mixto las becerras mantienen su comportamiento a pesar de la introducción de las borregas. Hamilton (1976) encontró que la producción de los bovinos no se afectó en pastoreo mixto y los ovinos mejoraron su comportamiento individual conforme la proporción de ovinos con respecto a los bovinos disminuyó.

Cuadro 17. Peso vivo ( $\text{kg a}^{-1}$ ) de becerras y borregas en alfalfa-ovillo con pastoreo monoespecífico y mixto.

| Días de pastoreo | Tipo de pastoreo     |              |            |            | Promedio            |          |
|------------------|----------------------|--------------|------------|------------|---------------------|----------|
|                  | Becerras             | Mixto        |            | Borregas   | Becerras            | Borregas |
|                  |                      | Becerras     | Borregas   |            |                     |          |
| 27               | 173 $\pm$ 36*        | 126 $\pm$ 10 | 26 $\pm$ 3 | 22 $\pm$ 1 | 156 B <sup>++</sup> | 24 B     |
| 58               | 187 $\pm$ 33         | 131 $\pm$ 12 | 26 $\pm$ 2 | 22 $\pm$ 2 | 168 AB              | 24 B     |
| 91               | 194 $\pm$ 31         | 140 $\pm$ 24 | 28 $\pm$ 2 | 23 $\pm$ 2 | 176 A               | 25 A     |
| Promedio         | 185.7 A <sup>+</sup> | 132.6 A      | 27.3 A     | 22.7 B     |                     |          |

\* media  $\pm$  Desviación estándar.

\*Medias dentro de hileras y por especie animal con al menos una literal en común no son diferentes ( $\alpha = 0.05$ ; tukey).

\*\*Medias dentro de columnas con al menos una literal en común no son diferentes ( $\alpha = 0.05$ ; tukey)

No existió efecto ( $p > 0.05$ ) de la interacción

Olson *et al.* (1999) encontraron que los terneros en pastoreo monoespecífico presentaron un peso vivo mayor que aquellos en pastoreo mixto 45 días en pastoreo los pesos fueron  $186.5$  y  $183.8 \text{ kg a}^{-1}$ , respectivamente.

El peso vivo de todas las becerras como de las borregas se incrementó de forma gradual conforme pasaron los días en pastoreo, para alcanzar un máximo al final del pastoreo experimental. En promedio las becerras incrementaron en 11% el peso vivo del día 27 al 91 de pastoreo, mientras que el incremento en el peso vivo de las borregas fue 6% en este mismo periodo de tiempo.

Las borregas en pastoreo mixto, presentaron un peso vivo promedio mayor que aquellas en pastoreo monoespecífico (27.3 vs. 22.7 kg) este mayor peso se puede atribuir tanto a la mayor cantidad de forraje ofrecido en el pastoreo mixto

que el pastoreo monoespecífico por borregas, lo que facilitó una mayor selección de la dieta ingerida por las borregas, como por una cosecha de los tallos por parte de las becerras. Olson *et al.* (1999) coinciden en encontrar que los corderos en pastoreo mixto pesaron más que aquellos en pastoreo monoespecífico (45.37 vs. 43.37 kg).

La mejor producción de los ovinos en pastoreo mixto con bovinos parece provenir del hecho de que los bovinos despuntan el dosel permitiendo a los ovinos alcanzar más fácilmente estratos inferiores del dosel con alta densidad de hojas, además de que los bovinos pueden mantener el dosel abierto para un máximo amacollamiento al cosechar los tallos rechazados por el pastoreo altamente selectivo de los ovinos. Es importante resaltar que aún cuando la diferencia en el peso vivo de las becerras entre pastoreo monoespecífico y el mixto fue de casi 29% con relación al peso mayor registrado y para el caso de las borregas fue 17%, solamente en el caso de las borregas se detectó diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) pero no el de las becerras. El bajo número de repeticiones en el caso de becerras puede explicar este hecho.

#### **6.6. Cantidad de forraje en áreas contaminadas por deyecciones de las becerras**

En el pastoreo monoespecífico por becerras como en el pastoreo mixto, existió una mayor ( $p < 0.05$ ) cantidad de forraje residual por unidad de superficie en el área contaminada con heces de las becerras en comparación con el área libre de heces (Cuadro 18).



En ambos tipos de pastoreo se dio la tendencia de rechazar el forraje presente en áreas contaminadas por heces. Sin embargo, la magnitud en la diferencia no parece la misma, en el pastoreo monoespecífico por becerras la cantidad de forraje por m<sup>2</sup> en las áreas contaminadas con heces fue 4 veces la encontrada en el área no contaminada, para el caso del pastoreo mixto fue de 3 veces. Esta mayor diferencia se puede explicar por el hecho de que en el pastoreo monoespecífico por becerras existió una mayor ( $p<0.05$ ) cantidad de forraje rechazado por m<sup>2</sup> dentro del área contaminada con heces que en el pastoreo mixto, en promedio en el pastoreo monoespecífico por becerras se registraron 1138 g de forraje rechazado por m<sup>2</sup>, mientras que en el pastoreo mixto, esta cantidad de forraje rechazado fue 24% menor ( $p<0.05$ ). No se alcanzó una cosecha de forraje totalmente homogénea entre áreas contaminadas y no contaminadas por las heces de las becerras.

Cuadro 18. Cantidad de forraje residual (g m<sup>-2</sup>) en áreas contaminadas y no contaminadas por deyecciones de las becerras en pastoreo monoespecífico por becerras y mixto en alfalfa-ovillo.

| Tipo de pastoreo        | Tipo de área                  |                               |
|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                         | Contaminada                   | No contaminada                |
| Monoespecífico becerras | 1138.0 ±408* A <sup>+</sup> a | 281.27 ±194 a <sup>++</sup> B |
| Mixto                   | 867.8 ±343 Ab                 | 240.60 ±154 aB                |

\* media ± Desviación estándar.

<sup>+</sup>Medias dentro de hileras seguidas con al menos una misma literal mayúscula no son diferentes( $\alpha= 0.05$ ;t-student).

<sup>++</sup>Medias dentro de columnas seguidas de al menos una misma literal minúscula no son diferentes( $\alpha=0.05$ ;t-student).

La introducción de borregas al pastoreo con becerras resultó en una menor cantidad de forraje rechazado por efecto de heces, ésto se puede atribuir a que las borregas consumieron forraje cercano a las heces de las becerras, el cual fue evitado por las becerras. El pastoreo mixto facilitó una cosecha más homogénea del forraje que el pastoreo monoespecífico por becerras, sin embargo, no se alcanzó una cosecha de forraje totalmente homogénea entre áreas contaminadas y no contaminadas por las heces de las becerras. Forbes y Hodgson (1985b) mencionan que los bovinos rechazan el forraje que crece cerca de las heces de ellos mismos, pero pastorean más cerca de las heces de los ovinos; mientras los ovinos aceptan el forraje que crece cerca de las heces de ambas especies. Estos autores concluyen que en pastoreo mixto de ovinos y bovinos una gran proporción del forraje podría ser disponible para los ovinos que les daría una ventaja sobre los bovinos. Abaye *et al.* (1994) atribuyen el mejor comportamiento de los ovinos en pastoreo mixto, a que estos pastorean más cerca de las heces que son evitadas por los bovinos, por lo que tienen más forraje disponible los ovinos comparado con los bovinos.

## 7. CONCLUSIONES

- El pastoreo mixto becerras:borregas favoreció valores intermedios en características de la pradera alfalfa-ovillo y mejoró el comportamiento de las borregas sin efecto sobre las becerras.
- La aplicación de pastoreo mixto becerras:borregas en alfalfa-ovillo ocasionó que las características del forraje ofrecido y residual, quedaran en un nivel intermedio a las registradas en los pastoreos monoespecíficos por becerras y borregas, sin cambiar las composiciones botánicas y alturas del forraje ofrecido y residual.
- El pastoreo monoespecífico por borregas en comparación al monoespecífico por becerras provocó menores cantidades de forraje ofrecido y residual, y mayor calidad del forraje ofrecido medida como contenido de digestibilidad *in vitro* de la materia seca y contenido de fibra insoluble en detergente neutro.
- El forraje desaparecido y el grado de defoliación fueron similares en los tres tipos de pastoreo, por lo que se puede considerar el pastoreo mixto como un punto intermedio entre una cosecha agresiva (pastoreo monoespecífico por borregas) y una cosecha poco eficiente (pastoreo monoespecífico por becerras).
- Las características de la pradera fueron más responsivas a la variación en las condiciones climáticas que a la aplicación de tipos de pastoreo. Sin embargo, las respuestas de alfalfa-ovillo al tipo de pastoreo no dependieron de dichas condiciones climáticas.

- La combinación de borregas y becerras en un pastoreo mixto reduce en un 24% la cantidad de forraje en áreas contaminadas por heces de becerras en comparación con el pastoreo monoespecífico por becerras.
- El tiempo dedicado al pastoreo no fue influido por el tipo de pastoreo, pero el peso vivo de las borregas se mejoró con la introducción de las becerras en comparación a las borregas que pastorearon por si solas.

## 8. LITERATURA CITADA

- Abaye, A. O., V.G. Allen and J. P. Fontenot. 1994. Influence of grazing cattle and sheep together and separately on animal performance and forage quality. *Journal Animal Science*. 72:1013-1022.
- Abaye, A.O., V.G. Allen and J. P. Fontenot. 1997. Grazing sheep and cattle together or separately: Effect on soils and plants. *Agronomy Journal*. 89:380-386.
- Aguirre, H. A. y E. J. Ayala. 1989. Producción de leche bajo pastoreo en una pradera asociada gramíneas (*Dactylis glomerata* var. Potomac) y leguminosa (*Medicago sativa* var. Valenciana) en chapingo, Estado de México. 1ª fase. Tesis Profesional. Departamento de Zootecnia, UACH. Chapingo, México. 121 pp.
- Alden, W.G. and I.A.McD. Whittaker. 1970. The determinants of herbage intake by grazing sheep: The interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. *Australian Journal of Agricultural Research* 21:755-766.
- Anderson, D.M., J.N. Smith and C.V. Hulet. 1985. Livestock behavior . The neglected link in understanding the plant-animal interface. *In: Proceedings of a Conference on Multispecies Grazing*. F. H. Baker and R. K. Jones. (eds). Winrock International, Morrilton, Arkansas. pp: 116-148.
- A.O.A.C. 1965. Official Methods of Analysis of the association of official agricultural chemists. 10 th Ed. pp:744 – 745.
- Armstrong, R.H., E. Robertson and E.A. Hunter. 1995. The effect of sward height and its direction of change on the herbage intake, diet selection and performance of weaned lambs grazing ryegrass sward. *Grass and Forage Science*. 50:389-398.
- Arnold, G. W. and M. L. Dudzinski. 1978. Ethology of free-ranging domestic animals. Elsevier Scientific Publishing Company. U.S.A. 198 pp.

- Avendaño, J.C. 1978. Determinación de la curva de producción de gramíneas perennes en siembras puras. Tesis Profesional. Departamento de Zootecnia, UACH. Chapingo, México. 89 pp.
- Barnes, R.F. 1969. Collaborative research with the two-stage *in vitro* rumen fermentation technique. Proc. National Conference on forage quality evaluation and utilization. Lincoln, Nebraska, U.S.A. pp:1-20.
- Bedell, E. T. 1971. Nutritive value of forage and diets of sheep and cattle from oregon subclover-grass mixtures. Journal Range Management. 24:125-133.
- Bennett, D., F.H.W. Morley, K.W. Clark and M.L. Dudzinski. 1970. The effect of grazing cattle and sheep together. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 10:694-709.
- Bond, J., G.E. Carlson, C. Jr. Jackson and W.A. Curry. 1967. Social cohesion of steers and sheep as a possible variable in grazing studies. Agronomy Journal. 59:481-483.
- Carambula; M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Edit. Agropecuaria Hemisferio sur, S. A. Montevideo, Uruguay. 464 pp.
- Connolly, J. and T. Nolan. 1976. Design and analysis of mixed grazing experiments. Animal Production. 23:63-71.
- Cook, C.W. 1985. Biological efficiency from rangelands through management strategies. In: Proceedings of a Conference on Multispecies Grazing. F. H. Baker and R. K. Jones. (eds). Winrock International, Morrilton, Arkansas. pp: 54-64.
- Chapman, D.F. y G. Lemaire 1993. Morphogenetic and structural determinations of plant regrowth after defoliation. In: Grasslands for our World.. (Ed) Baker, M.J. Ed. Sir Publishing New Zealand. pp: 55-64
- Del Pozo, M., K. Osoro and R. Celaya. 1998. Effects of complementary grazing by gotas on sward composition and on sheep performance managed during lactation in perennial ryegrass and white clover pastures. Small Ruminant Research. 29:173-184.

- Dickson, I.A., J. Frame and D. P. Arnot. 1981. Mixed grazing of cattle and sheep versus cattle only in an intensive grassland system. *Animal production*. 33:265-272.
- Dudzinski, M.L. and G.W. Arnold. 1973. Comparisons of diets of sheep and cattle grazing together on sown pastures on the southern tablelands of New South Wales by principal components analysis. *Australian Journal of Agricultural Research*. 24:899-912.
- Forbes, T.D.A. and J. Hodgson. 1985a. Comparative studies of the influence of sward conditions on the ingestive behaviour of cows and sheep. *Grass and Forage Science*. 40:69-77.
- Forbes, T.D.A. and J. Hodgson. 1985b. The reaction of grazing sheep and cattle to the presence of dung from the same or the other species. *Grass and Forage Science*. 40:177-182.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM. México, D.F. 217 pp.
- González, M.S.J. 2002. Consumo y composición de la dieta de borregas y vaquillas en pastoreo mixto a diferente grado de sustitución y equivalencia animal. Tesis de Maestría en Producción Animal. Departamento de Zootecnia, UACH, Chapingo, México.
- Hafez, E.S.E. 1973. Adaptación de los animales domésticos. Ed. Labor, S.A. Barcelona, España. 563 pp.
- Hamilton, D. and J. G. Bath. 1970. Performance of sheep and cattle grazed separately and together. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 10:19-26.
- Hamilton, D. 1976. Performance of sheep and cattle grazed together in different ratios. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 16:5-12.
- Hardy, M. 2000. Pastoreo mixto y el concepto de capacidad de pastoreo. Una perspectiva de la experiencia en Sudáfrica. III Seminario Internacional Tecnología para la explotación sustentable del recurso forrajero. Departamento de Zootecnia. UACH. Chapingo, México. pp: 49-70.

- Hodgson, J. 1981. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. *In*: Nutritional limits to animal production from pastures. J.B. Hacker (eds). Proceedings of an International Symposium held at . St. Lucia, Queensland, Australia. CSIRO. pp: 153-166.
- Hodgson, J. 1990. Grazing Management: Science into Practice. Logman Handbook in Agriculture. Essex. England. 230 pp.
- Howard, H.M. and T.G. Harvey. 1985. Multispecies livestock systems in New Zealand. *In*: Proceedings of a Conference on Multispecies Grazing. F. H. Baker and R. K. Jones. (eds). Winrock International, Morrilton, Arkansas. pp:84-92.
- Jamieson, W.S. and J. Hodgson. 1979a. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip-grazing management. *Grass and Forage Science*. 34:261-271.
- Jamieson, W.S. and J. Hodgson. 1979b. The effect of variation in sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves and lambs under a continuous stocking management. *Grass and Forage Science*. 34:273-282.
- Jiménez, M.A. 1983. curvas de producción de 27 asociaciones de leguminosas forrajeras de clima templado. Tesis Profesional. Departamento de Zootecnia. UACH. Chapingo, México. 100 pp.
- Langer; R.H.R. 1981. La utilización de las pasturas y sus plantas: Conservación y aprovechamiento de forrajes. Edit. Hemisferio sur. Montivideo, Uruguay. 518 pp.
- Ludlow; M.M. y A.D. Charles-Edwards. 1980. Analysis of the Regrowth of Tropical Grass/Legume Sward Subjected to Different Frequencies and Intensities of Defoliation. *Aust. J. Agric. Res.* 31: 673-692.
- Marten, G. C. and J.D. Donker. 1964. Selective grazing induced by animal excreta. II. Investigation of a causal theory. *Journal Dairy Science*. 47:871-874.



- Martínez, V.F. 2001. Productividad de vacas lecheras en pastoreo suplementadas con diferente nivel de concentrado. Tesis de Maestría en Ciencias en Producción Animal. Departamento de Zootecnia, UACH. Chapingo, México. 101 pp.
- Morris, C.D., J.F. Derry and M.B. Hardy. 1999. Effect of cattle and sheep grazing on the structure of Highland Sourveld swards in South Africa. *Tropical Grassland*. 33:111-121.
- Nicol, A.M. 1997. The application of mixed grazing. *In: Proceedings of the XVIII international grassland conference*. Winnipeg, Canadá. pp: 525-534.
- Nolan, T. and J. Connolly. 1989. Mixed vs mono-grazing by steers and sheep. *Animal Production*. 48:519-533.
- NRC.2001. Nutrient requirements of dairy cattle. National Research Council. National Academy Press, Washington D.C. 7<sup>th</sup> rev. ed. 381 pp.
- Olson, K.C., R.D. Wiedmeier, J.E. Bowns, and R.L. Hurst. 1999. Livestock response to multispecies and deferred-rotation grazing on forested rangeland. *Journal of Range Management*. 52:462-470.
- Omaña, S.J.C. 2000. Comportamiento productivo de una pradera de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) sometida a tres cargas animal por ovinos. Tesis de Maestría en Ciencias en Producción Animal. Departamento de Zootecnia, UACH. Chapingo, México. 109 pp.
- Poppi, D.P., T.P. Hughes and P.J. L'Huillier. 1987. Intake of pasture by grazing ruminants. *In: feeding livestock on pasture*. A.M. Nicol (ed). New Zealand Society of Animal Production. Occasional Publication No. 10. pp: 55-63.
- Radcliffe, J. E., R.J. Townsend and D.B. Baird. 1991. Mixed and separate grazing of sheep and goats at two stocking rates. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 34:167-176.
- Ralphs, M.H., M.M. Kothamann and L.B. Merrill. 1986. Cattle and sheep diets under short-duration grazing. *Journal of Range Management*. 39:217-222.

- Reyes, C.X. 2001. Persistencia de ocho variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) a cuatro años de su establecimiento. Tesis profesional, Departamento de Zootecnia, UACH. Chapingo, México. 48 pp.
- Reynolds, P. J., J. Bond, G. E. Carlson, C. Jackson, Jr, R.H. Hart and I. L. Lindahl. 1971. Co-grazing of sheep and cattle on an orchardgrass sward. *Agronomy Journal*. 63:533-535.
- Richards, J.H. 1993. Physiology of plants recovering from defoliation. In: *Grasslands for our World*. (Ed) Baker, M.J. Editorial. Sir Publishing New Zealand. pp: 46-54.
- Riewe, M.E. 1961. Use of the relationship of stocking rate to gain of cattle in an experimental desing for grazing trials. *Agronomy Journal*. 53:309-312.
- Ríos, G. O. y H.B. Rodríguez. 2001. Tiempo y distribución de actividades por borregas en pastoreo mixto. Tesis Profesional. Departamento de Zootecnia, UACH. Chapingo, México. 55 pp.
- Rivera, R.J.E. 2001. Utilización de cultivos invernales pastoreados por vacas lecheras suplementadas a diferente asignación. Tesis de Maestría en Ciencias en Producción Animal. Departamento de Zootecnia, UACH. Chapingo, México. 148 pp.
- S.A.S. 1998. Statical Analysis System for windows. University of Minessota. United States of America.
- Scarnecchia, D.L. 1985. The animal-unit and animal-unit-equivalent concepts in range science. *Journal of Range Management*. 38:346-349.
- Spedding, C.R.W. 1971. *Grassland Ecology*. Oxford at the Claredon Press. Great Britain. 221 pp.
- Steel, D.R.G. y J.H. Torrie. 1988. *Bioestadística: Principios y procedimientos*. 2ª edición. Ed. Mc Graw Hill. México, D.F. 622 pp.
- Stobbs, T.H. 1973a. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. I. Varation in the bite size of grazing cattle. *Australian Journal of Agriculture Research*. 24:809-819.

- Stobbs, T.H. 1973b. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animal grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth . Australian Journal of Agriculture Research. 24:821-829.
- Society for Range Management. 1974. A glossary of terms used in range management. 2<sup>nd</sup>. Ed.
- Sosa, M. E. 1979. Manual de procedimientos analíticos. Departamento de zootecnia. UACH. Chapingo, México. 80 pp.
- Tablada, R.S. 2002. Comportamiento productivo de alfalfa-ovillo en pastoreo mixto de vacas y borregas. Tesis de Maestría en Ciencias en Producción Animal. Departamento de Zootecnia, UACH. Chapingo, México. 85 pp.
- Taylor, C.A.Jr. 1985. Multispecies grazing research Overview (Texas). *In*: Proceedings of a Conference on Multispecies Grazing. F. H. Baker and R. K. Jones. (eds). Winrock International, Morrilton, Arkansas. pp: 65-83.
- Tilley, J. and R. terry. 1963. A two –stage techniques for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Br. Grass. Soc. 18:104-111.
- Tovar, L.I. 1989. Pastoreo mixto con ovinos y bovinos en un pastizal en bosque de pino. Tesis de Maestría en Ciencias en Producción Animal. Departamento de Zootecnia, UACH. Chapingo, México. 85 pp.
- Vallentine,J.F. 1990. Grazing Management. Ed. Academic Press, Inc. San Diego California, U.S.A. 533 pp.
- Williams, P.H. and R.J. Haynes. 1995. Effect of sheep, deer and cattle dung on herbage production and soil nutrient content. Grass and Forage Science. 50:263-271.





