

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

**CONSUMO Y COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE BORREGAS Y
VAQUILLAS EN PASTOREO MIXTO A DIFERENTES
EQUIVALENTES Y GRADO DE SUSTITUCIÓN ANIMAL**

TESIS QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL

PRESENTA

SERGIO JUAN C. GONZALEZ MONTAGNA



DIRECCIÓN ACADÉMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES

Septiembre del 2002
Chapingo, Estado de México

B18 97929

**CONSUMO Y COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE BORREGAS Y
VAQUILLAS EN PASTOREO MIXTO A DIFERENTES
EQUIVALENTES Y GRADO DE SUSTITUCIÓN ANIMAL**

Tesis realizada por **Sergio Juan Carlos González Montagna** 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:



Ph. D. Ricardo Daniel Amendola Massiotti

ASESOR:



M.C. Juan Andrés Burgueño Ferreira

40051

**CONSUMO Y COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE BORREGAS Y
VAQUILLAS EN PASTOREO MIXTO A DIFERENTES
EQUIVALENTES Y GRADO DE SUSTITUCIÓN ANIMAL**

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de Sergio Juan Carlos.
González Montagna autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en
Producción Animal estuvo constituido por:

PRESIDENTE:



Ph. D. Pedro Arturo Martínez Hernández

ASESOR:



Ph. D. Ricardo Daniel Amendola Massiotti

ASESOR:



M.C. Juan Andres Burgueño Ferreira

DEDICATORIAS

A Vivi y Virgi

A la memoria de mi padre

Sergio

AGRADECIMIENTOS

Al Posgrado en Ciencias en Producción Animal de la Universidad Autónoma Chapingo, por permitirme lograr esta importante meta en mi vida y al apoyo en la última etapa de la maestría.

A la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto por haberme permitido, con su financiamiento, realizar estos estudios.

Al Ph. D. Pedro Arturo Martínez Hernández, por la dirección del trabajo, por el gran apoyo brindado y por la formación personal que me brindó.

Al Ph. D. Ricardo Daniel Améndola Massiotti, por el incondicional y gran apoyo en mis momentos de vacilaciones, por su amistad y por sus valiosos conocimientos compartidos.

Al M. C. Juan Andrés Burgueño Ferreira por sus recomendaciones para mejorar este producto y por su cálida amistad.

A mis amigos mexicanos quienes me apoyaron y dieron fuerzas en todo momento para finalizar estos estudios.

DATOS BIOGRÁFICOS

El autor de la presente investigación, Ingeniero Agrónomo Sergio Juan Carlos González Montagna, es originario de Río Cuarto, provincia de Córdoba, Republica Argentina. Realizó estudios de Educación Media en la Escuela de Agronomía de la ciudad de Río Cuarto. Los estudios de Educación Superior los realizó en la Facultad de Agronomía y Veterinaria (FAV) de la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), Córdoba, Argentina.

Actualmente se desempeña como docente-investigador en las cátedras de Forrajes y Producción Vegetal de la FAV-UNRC.

CONTENIDO	PAGINA
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
3. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
4. HIPÓTESIS.....	13
5. MATERIALES Y METODOS.....	14
6. RESULTADOS.....	27
7. DISCUSIÓN.....	57
8. CONCLUSIONES.....	66
9. LITERATURA CITADA.....	68

INDICE DE CUADROS

PAGINA

Cuadro 1. Tratamientos, número de animales empleados y las correspondientes relaciones vaquillas por borrega y borregas por vaquilla.-----	17
Cuadro 2. Masa de forraje ofrecido (kg MS ha-1), altura del forraje medida con regla y disco (cm) en los potreros utilizados.-----	28
Cuadro 3. Composición botánica (% de la MS total) del forraje ofrecido de praderas de alfalfa-ovillo, media de 9 potreros.-----	29
Cuadro 4. Composición morfológica (% de la MS total) del forraje ofrecido de praderas de alfalfa-ovillo, media de las 9 potreros.-----	29
Cuadro 5. Composición botánica y morfológica del forraje ofrecido (% de la MS) en los potreros 1 al 4 y 5 al 9.-----	30
Cuadro 6. Forraje residual, forraje desaparecido (kg MS ha-1) y grado de defoliación (%) en los potreros utilizados.-----	31
Cuadro 7. Área asignada (m2 d-1) a borregas y vaquillas en pastoreo mixto, a distintas combinaciones de equivalente y grado de sustitución, y a los tratamientos monoespecíficos de borregas y vaquillas.-----	35
Cuadro 8. Forraje desaparecido (kg MS d-1) por borregas y vaquillas en pastoreo mixto, a distintas combinaciones de equivalente y grado de sustitución, y por los tratamientos monoespecíficos de borregas y vaquillas.-----	36
Cuadro 9. Consumo de forraje (media $\pm$ error estándar, kg MS borrega-1 d-1) por borregas en pastoreo mixto con vaquillas, bajo distintas combinaciones de equivalente y grado de sustitución.-----	37
Cuadro 10. Consumo de forraje (media $\pm$ error estándar, kg MS vaquilla-1 d-1) de vaquillas en pastoreo mixto con borregas, bajo distintas combinaciones de equivalente y grado de sustitución.-----	38
Cuadro 11. Digestibilidad, proteína cruda y fibra detergente neutro (media $\pm$ error estándar, % de la MS) de la dieta seleccionada por borregas en pastoreo mixto	

con vaquillas, bajo distintas combinaciones de equivalente y grado de sustitución.-----	41
Cuadro 12. Digestibilidad, proteína cruda y fibra detergente neutro (media $\pm$ error estándar, % de la MS) de la dieta seleccionada por vaquillas en pastoreo mixto con borregas, bajo distintas combinaciones de equivalente y sustitución.-----	43
Cuadro 13. Tiempo efectivo de pastoreo (media $\pm$ error estándar, minutos 8 horas-1) por borregas en pastoreo mixto con vaquillas, bajo distintas combinaciones de equivalente y sustitución.-----	48
Cuadro 14. Tiempo efectivo de pastoreo (media $\pm$ error estándar, minutos 8 horas-1) por vaquillas en pastoreo mixto con borregas, bajo distintas combinaciones de equivalente y sustitución.-----	52

INDICE DE FIGURAS	PAGINA
Figura 1. Composición morfológica (% de la MS) en nueve potreros utilizadas durante la etapa experimental.-----	30
Figura 2. Altura del forraje residual de praderas pastoreadas por vaquillas y borregas con diferente grado de sustitución empleando diferentes equivalentes. Las alturas fueron medidas con regla de praderas (b) y disco descendente (a). MEV y MEB corresponden a los tratamientos con pastoreo monoespecífico de vaquillas y borregas respectivamente. La barra vertical representa 2 × error estándar.-----	32
Figura 3. Distribución de frecuencias de alturas medidas con la regla en el forraje residual de praderas pastoreadas por vaquillas y borregas con diferente grado de sustitución empleando diferentes equivalentes. MEV y MEB corresponden a los tratamientos con pastoreo monoespecífico de vaquillas y borregas respectivamente. Debe tomarse en cuenta que el número de borregas por vaquilla aumenta en la misma dirección en que están ordenados los tratamientos.-----	34
Figura 4. Área asignada a borregas y vaquillas en pastoreo mixto, bajo distintas combinaciones de equivalente y grado de sustitución.-----	35
Figura 5. Cosecha potencial por borregas y vaquillas en pastoreo mixto, bajo distintas combinaciones de equivalente y grado de sustitución.-----	36
Figura 6. Consumo de forraje por borregas en pastoreo mixto a diferente proporción vaquilla/ borrega.-----	38
Figura 7. Consumo diario de forraje por vaquillas en pastoreo mixto con borregas a diferente grado de sustitución, empleando diferente equivalente. ME vaquillas corresponde al tratamiento de pastoreo monoespecífico por vaquillas.-----	39
Figura 8. Digestibilidad de la dieta seleccionada por borregas (% de la MS) en pastoreo mixto con diferente proporción vaquilla / borrega. La digestibilidad	

de la dieta en pastoreo monoespecífico (Δ) no fue incluida al desarrollar el modelo lineal.-----	41
Figura 9. Relación entre la digestibilidad de la dieta y el consumo de forraje de borregas en pastoreo mixto con diferente proporción vacuilla / borrega. La digestibilidad de la dieta en pastoreo monoespecífico (Δ) no fue incluida al desarrollar el modelo lineal.-----	42
Figura 10. Digestibilidad de la materia seca (% de la MS) del forraje seleccionado por borregas y vacuillas en pastoreo mixto en el transcurso del pastoreo experimental. La barra vertical representa 2 x error estándar.-----	44
Figura 11. Proteína cruda (% de la MS) del forraje seleccionado por borregas y vacuillas en pastoreo en el transcurso del pastoreo experimental. La barra vertical representa 2 x error estándar.-----	45
Figura 12. Fibra detergente neutro (% de la MS) del forraje seleccionado por borregas y vacuillas en pastoreo mixto en el transcurso del pastoreo experimental. La barra vertical representa 2 x error estándar.-----	46
Figura 13. Relación entre componentes de la dieta de vacuillas y borregas en pastoreo mixto, relación entre digestibilidad (D iv MS) y proteína cruda (PC) (a), relación entre fibra detergente neutro (FDN) y D iv MS (b) y relación entre FDN y PC (c).-----	47
Figura 14. Tasa de bocados en borregas en pastoreo mixto con vacuillas, por estratos de pastoreo y a diferente equivalente animal. Diferencia por estratos ($P<0.05$).-----	49
Figura 15. Tasa de bocados en borregas en pastoreo mixto con vacuillas, por estratos de pastoreo y a diferente grado de sustitución. Diferencia por estratos ($P<0.05$).-----	49
Figura 16. Tasas de ingestión de forraje por borregas en pastoreo mixto con vacuillas a diferentes grados de sustitución empleando diferentes equivalentes. ME borregas corresponde al tratamiento de pastoreo monoespecífico de borregas. La barra vertical representa 2 × error estándar.-----	50

Figura 17. Relación entre forraje desaparecido y el tiempo de pastoreo por tratamiento (minutos) de borregas en pastoreo mixto con vaquillas.-----	51
Figura 18. Tasa de bocados en vaquillas en pastoreo mixto con borregas, por estrato de la pradera y a diferente equivalente animal. Diferencia por estrato ($P<0.05$).-----	53
Figura 19. Tasa de bocados en vaquillas en pastoreo mixto con borregas, por estrato de la pradera y a diferente grado de sustitución. Diferencia por estrato ($P<0.05$).-----	53
Figura 20. Desviación estándar de la altura del forraje residual medida con la regla de praderas, en praderas bajo pastoreo mixto con diferente proporción borregas / vaquilla (a) y vaquillas / borrega (b).-----	54
Figura 21. Consumo diario por especie y total expresado por unidad de área.-----	56

RESUMEN

González M. S. J. C.; Martínez H. P. A.; Améndola M. R. D.; Burgueño F. J. A.

CONSUMO Y COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE BORREGAS Y VAQUILLAS EN PASTOREO MIXTO A DIFERENTES EQUIVALENTES Y GRADO DE SUSTITUCIÓN ANIMAL

(Septiembre, 2002)

Se evaluó el efecto del equivalente animal y el grado de sustitución de borregas y vaquillas en pastoreo mixto en una pradera de alfalfa-ovillo. Los tratamientos se originaron de la combinación de equivalente animal 4:1, 6:1 y 8:1 borregas por vaquillas y grado de sustitución de vaquillas por borregas 0, 33, 67 y 100%. Las principales variable de respuesta fueron el consumo y la composición de la dieta. El diseño experimental fue un factorial con arreglo en parcelas divididas en bloques al azar, analizando las variables con modelos mixtos. El consumo por borregas varió ($P < 0.05$) con el aumento de la proporción de vaquillas. La dieta seleccionada por vaquillas y borregas no se modificó ($P > 0.05$). El equivalente fue de 7.6 y 3.9 borregas por vaquillas por estimaciones de consumo por forraje desaparecido y producción fecal respectivamente. Se concluyó que el exponente a elevar el peso vivo de los animales para calcular equivalencias varió entre 0.89 y 1.33.

Palabras clave: pastoreo mixto, equivalente animal, consumo, composición de la dieta.

SUMMARY

González M. S. J. C.; Martínez H. P. A.; Améndola M. R. D.; Burgueño F. J. A.

INTAKE AND DIET COMPOSITION IN EWES AND HEIFERS UNDER MIXED GRAZING AT DIFFERENT EQUIVALENCE AND SUSTITUTION RATE

(September, 2002)

The effect of equivalence and sustitution rate ewes-heifers in mixed grazing on alfalfa-orchard was determinated. Treatments came from the combination of animal equivalence 4:1, 6:1 and 8:1 ewes to heifers and sustitution rate of heifers by ewes of 0, 33, 67 and 100%. Pasture and animal variables were measured, main animal measurements were intake and diet composition. Experimental design was a complete block with treatment arrangements in a factorial within a split-plot, statistical analyses were with mixed models. Forage intake by ewes varied ($P<0.05$) with the level of heifers in the flock. Diet composition was similar ($P>0.05$) among treatments in ewes and heifers. Equivalence ewes to heifers were 7.6 nad 3.9, when intake was estimated by forage dissapearance and faeces production, respectively. It was concluded that to make ewes and heifers equivalent liveweight should be raised to 0.89 or 1.33 exponent.

Key words: mixed grazing, animal equivalence, intake, diet composition.

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas intensivos de producción de leche con pastoreo de praderas templadas son una opción para mejorar la rentabilidad de las explotaciones lecheras mexicanas. Sin embargo, ante la agresividad de la competencia internacional, es necesario identificar alternativas que permitan aumentar la competitividad de las mismas. La introducción de borregos al sistema, puede constituir una de esas alternativas, pero, es escasa la información sobre las respuestas productivas en pastoreo mixto de bovinos y ovinos en estos sistemas.

El desempeño productivo (resultado biológico) de sistemas mixtos, en los que dos especies pastorean una misma pradera, es por lo regular mejor que el de los sistemas monoespecíficos. Una ventaja adicional de los sistemas mixtos es que al incrementarse la diversidad se reduce la magnitud del riesgo.

El mejor desempeño productivo se origina en las diferencias en hábitos de pastoreo, que ocasionan que la competencia interespecífica sea menos intensa que la intraespecífica. Si bien existen diversos enfoques para aproximarse al estudio de las relaciones de competencia, la introducción del concepto de equivalentes por Nolan y Connolly (1977) resulta uno de los más atractivos. En este enfoque se entiende por equivalente al número de individuos de una especie que puede sustituir a un individuo de otra especie sin alterar el desempeño productivo de los demás individuos de la especie sustituida.

El consumo y la composición de la dieta son los factores más importantes que definen la productividad de los animales en pastoreo. Al incorporar este concepto al enfoque de Nolan y Connolly (1977), se debería definir la equivalencia en términos de consumo y composición de la dieta.

El consumo y composición de la dieta de los animales dependen de las características de la pradera, de la categoría de animales y de factores de manejo, en particular la carga animal, por lo que el estimador de equivalente no es universal sino dependiente de cada uno de los factores mencionados.

El desempeño económico del sistema mixto dependerá de la productividad en los diferentes rubros (en este caso específico, el resultado biológico en términos de leche y carne) y de la relación de precios de los productos. De esta forma la proporción óptima de combinación de especies depende de ambos factores, por lo que para la toma de decisiones resulta imprescindible contar con estimadores de los niveles de producción de ambos productos con diferente proporción de las especies. La definición de esa proporción de sustitución debe basarse obviamente en la estimación de equivalencia entre especies.

Con base en lo anterior, se planteó el presente experimento con los siguientes objetivos:

- Con base en la información del consumo, estimar el equivalente de borregas por vaquilla en pastoreo mixto de praderas de alfalfa (*Medicago sativa* L.) y zacate ovillo (*Dactylis glomerata* L.) con alto grado de utilización.
- Evaluar la respuesta del consumo y la composición de la dieta de vaquillas y borregas con diferentes niveles de sustitución empleando diferentes estimadores *a priori* de equivalencia.

2. REVISION LITERATURA

2.1. Pastoreo mixto

El pastoreo mixto involucra mas de una especie de herbívoros pastoreando un recurso forrajero común, siendo ésta una práctica en muchas partes del mundo. El hombre posiblemente ha adoptado este sistema inspirado en la naturaleza, donde varias especies generalmente conviven en un mismo ambiente. Los mecanismos que permiten que diferentes especies coexistan de esta manera pueden ser explicados a través de la especialización en el nicho alimentario como un comportamiento para reducir competencia (Harper, 1967 citado por Arosteguy, 1984). Esta teoría implica que, los ecosistemas complejos en comparación con los simples, son más eficientes en el uso de los recursos ambientales (Arosteguy, 1984). Animales de una misma especie tienen requerimientos mas parecidos que animales de especies diferentes, esto lleva a suponer que la competencia intraespecífica por nutrientes es mayor que la interespecífica.

Las diferentes especies de herbívoros varían en sus características anatómicas (tamaño corporal y muscular, dentición, estructura del tracto gastro intestinal), fisiológicas (tolerancia a metabolitos vegetales secundarios, requerimientos de agua y proteína, tolerancia al frío o calor), comportamiento (comportamiento en pastoreo, gregariedad) y epidemiológicas (tolerancia a parásitos) (Lambert y Guerin, 1989).

Uno de los objetivos que se persiguen con el manejo de sistemas de pastoreo mixtos es asegurar una utilización más eficiente de los recursos forrajeros y así elevar la producción ganadera.

En la mayoría de los experimentos sobre pastoreo mixto, la producción animal total por unidad de superficie ha sido mayor con pastoreo mixto que con pastoreo

monoespecífico (Tovar, 1989). En una revisión exhaustiva de estudios científicos sobre pastoreo con diferentes herbívoros, se concluye que el rendimiento de producto animal por unidad de área es generalmente mayor en sistemas mixtos que en cualquiera de los sistemas con pastoreo monoespecífico. Nolan y Connolly (1977) señalan que la mayor producción de los sistemas mixtos podría explicarse por medio del análisis de hábitos de pastoreo y selectividad de la dieta, carga animal, relación ovino bovino y equivalente animal, característica de la pradera, carga parasitaria y factores sociales.

2.2. Carga animal

En experimentos realizados con el propósito de evaluar el producto biológico y el beneficio económico de pastoreo monoespecífico frente al mixto, los resultados han sido variables dependiendo básicamente de los factores carga animal y la relación ovino / bovino utilizadas.

Heitschmidt y Stuth (1991) explican que la producción animal en un sitio o pradera determinada es una medida de las eficiencias de captura de energía, de cosecha y de conversión, siendo la intensidad de pastoreo el principal factor que afecta a estas eficiencias, y por consiguiente la producción animal. La intensidad de pastoreo varía en función del número de animales, de los tipos y categorías de animales y de la distribución temporal y espacial.

El principal elemento a tener en cuenta en cualquier estrategia de manejo, es la determinación del número apropiado de animales que debe ubicarse en una pradera. Esta cantidad de animales por área de pradera durante un período de tiempo (carga animal) tiene un efecto directo sobre la producción animal, afectando la ganancia de peso por animal o bien la producción animal por unidad de superficie. La presión de

pastoreo, que es la relación entre demanda de forraje y su disponibilidad está directamente influenciada por la carga animal.

Según Heitschmidt y Stuth (1991) el problema básico en el manejo del pastoreo es que las relaciones entre carga y producción animal son en extremo complejas y altamente variables. Ello se debe a que la presión de pastoreo varía ampliamente como resultado de las variaciones en cantidad y calidad de forraje disponible en el tiempo y espacio, del manejo de las variables no controlables y de variables controlables. La principal variable controlable que afecta la cantidad y calidad del forraje disponible es la intensidad del pastoreo y su principal determinante es la carga animal. La interpretación de resultados de carga animal con una especie es por lo tanto complejo. La complejidad aumenta en la medida que aumente el número de especies en pastoreo.

Dado que los hábitos de consumo de ovinos y bovinos son diferentes, se supone que el efecto de la carga animal sobre la producción animal bajo condiciones de pastoreo mixto sea dependiente no solo de las características de la pradera sino también de la relación ovino-bovino.

2.3. Relación ovino-bovino y equivalente animal

La competencia intraespecífica es por lo regular más intensa que la interespecífica, por lo tanto la sustitución de una proporción de individuos de una especie por un número equivalente de individuos de otra, generalmente resulta en incrementos en la salida productiva del sistema. En ese caso se considera que existe complementariedad entre las especies en el uso del recurso forrajero (Lambert y Guerin, 1989).

Para estudiar el efecto de la relación ovino / bovino en pastoreo y su influencia en la producción secundaria es necesario establecer unidades de equivalencias entre estas

especies. Muchos investigadores han estudiado la manera de establecer comparaciones relativas entre animales de diferentes especies, sexo, edades, estados fisiológicos y niveles de producción llegando a establecer las equivalencias animales o ganaderas para cada situación productiva y geográfica en particular. Así se dieron a conocer diferentes sistemas de equivalencias, mismas que reflejan las relaciones entre los requerimientos nutricionales de los animales (De Alba, 1971). Consideradas de esta manera, las equivalencias no contemplan las diferencias en la composición botánica de la dieta de las diferentes especies animales. Por esta razón Nolan y Connolly (1976) cuestionan el uso de este concepto ya que no incluye elementos de comportamiento y carga animal.

El comportamiento animal en pastoreo mixto varía con la relación ovino / bovino (Nolan y Connolly, 1977). La tasa de crecimiento del ovino aumentó a medida que la proporción de ovinos en pastoreo mixto disminuyó y la ganancia de peso de becerros pastoreando con ovinos aumentó cuando la proporción de bovinos disminuyó (Nolan y Connolly, 1976; Van Keuren y Parker, 1967).

Taylor (1985; citado por Heitschmidt y Stuth, 1991) encontró que la producción de los bovinos fue mayor cuando pastorearon en combinación con ovinos y caprinos en relación a cuando los hicieron solos; asimismo, la producción de los ovinos fue mayor cuando estos pastorearon con bovinos y caprinos. Finalmente, la producción de las cabras no se afectó por combinar las tres especies. Este mismo autor registró que el bovino prefirió gramíneas, el ovino gramíneas y leguminosas, y el caprino ramón y gramíneas. Además determinó que cuando los bovinos fueron reemplazados por caprinos y/o ovinos, la ganancia individual del bovino se incrementó debido a que la demanda por forraje de gramíneas se redujo. Del mismo modo, el desempeño productivo individual de los ovinos se incrementó cuando algunos de ellos fueron

reemplazados por bovinos y caprinos, debido a una menor la presión de pastoreo sobre las dicotiledóneas.

En términos generales, se han logrado mejores resultados tanto biológicos como económicos utilizando pastoreo mixto. Basándose en que los resultados obtenidos bajo pastoreo mixto varían con la relación ovino / bovino, Nolan y Connolly (1976) cuestionan el uso del equivalente animal como una relación constante para distintas situaciones, tal como ha sido empleado por distintos autores y en diferentes países. A pesar de la ventaja que ofrecen las equivalencias constantes por su simplicidad en el manejo de praderas, conceptualmente es deficiente y el resultado biológico y económico puede verse considerablemente afectado al realizar ajustes en las cargas animales conjuntas sobre la base de dicho criterio.

Para corregir esta deficiencia Nolan y Connolly (1976) proponen la siguiente definición de equivalente: equivalente animal para bovinos a una determinada carga animal es el número de ovinos que reemplazan a un bovino manteniendo constante la producción de los demás bovinos; en tanto que, equivalente animal para ovinos a esa misma carga animal, es el número de ovinos reemplazados por un bovino manteniendo constante la producción de los demás ovinos. Estos autores estimaron que para una pradera de ballico y trébol blanco en Irlanda el equivalente ovino fue de 4.25:1 y el equivalente bovino fue 8.74:1, lo cual significa que un novillo sustituyó a 4.25 ovinos sin que se viera afectada la producción de los demás ovinos y que 8.74 ovinos sustituyeron a un novillo sin que se modificara la producción de los demás novillos.

2.4. Hábitos de pastoreo y selectividad de la dieta

Las diferencias en el comportamiento del pastoreo y selección de la dieta entre ovinos y bovinos pueden provocar el desarrollo de diferente composición botánica y

estructural de la pradera. El desarrollo de la estructura del dosel de una pradera provocada por el pastoreo de una especie puede beneficiar a la otra especie. Este resultado puede ser tomado como evidencia de cierto grado de complementariedad en la actividad del pastoreo, en el sentido que los bovinos pastoreando la superficie de la pradera pueden facilitar al ovino el acceso a los horizontes cercanos al suelo (Arosteguy, 1984).

Existe considerable información que indica que ovinos y bovinos en pastoreo difieren en cuanto a su preferencia por consumir determinadas especies o partes de plantas. Van Dyne *et al.* (1980) realizaron una revisión exhaustiva sobre la composición de la dieta seleccionada por ovinos y bovinos. La dieta de los ovinos incluyó en promedio 30% de hierbas de hoja ancha y 20% de arbustos, mientras que la dieta de los bovinos incluyó 14.6% y 13.5% de hierbas de hoja anchas y arbustos respectivamente, constituyendo las gramíneas en promedio 50.0% y 71.5% de la dieta de ovinos y bovinos, respectivamente. Balmaceda y De Digiuni (1983) estimaron la dieta de bovinos, ovinos, caprinos y guanacos, determinando que los bovinos consumían en gran proporción gramíneas a lo largo del año (73.3% en promedio) mientras que la dieta de los ovinos estaba constituida en promedio anual de 43.6% de gramíneas, concluyendo que el conjunto de especies consumidas por los ovinos fue mucho más amplio que el de especies consumidas por los bovinos.

En pastoreo mixto de ovinos y bovinos, la dieta seleccionada por los ovinos fue mayor en proteína cruda y digestibilidad de la MS y de la materia orgánica (Cook *et al.*, 1967; Dudzinski y Arnold, 1973; Ralphs *et al.*, 1986; Van Dyne y Heady, 1965; Wilson, 1976) y menor en lignina y fibra cruda que la dieta seleccionada por bovinos (Bedell, 1968; Cook *et al.*, 1967). Estas tendencias coinciden con información reportada por Van Dyne *et al.* (1980), quienes encontraron que los contenidos de

proteína cruda y digestibilidad de la materia seca y de la materia orgánica de la dieta de ovinos fueron superiores que los de la dieta de bovinos.

En comunidades nativas de alta diversidad florística cuando la presión de pastoreo es muy baja, la dieta seleccionada por ovinos es marcadamente diferente a la seleccionada por bovinos (Grant y Hodgson, 1980). Sin embargo, en praderas cultivadas y cosechadas intensamente, donde la diversidad florística es baja, las diferencias dietarias pueden no existir (Hodgson y Forbes, 1980).

Arosteguy (1982) coincide en indicar que la intensificación en el uso de las praderas contribuye a la cancelación de las diferencias dietarias que en teoría podrían esperarse.

Sin embargo, los ovinos pueden pastorear forraje cercano al suelo, cuando el forraje disponible tiende a ser limitante, por lo que son más competitivos que los bovinos cuando la carga animal es alta (Bennet *et al.*, 1970; Clarke, 1963; Culpin *et al.*, 1964; Goold, 1981; y Hamilton y Bath, 1970).

La mejor utilización del recurso forrajero obtenida con pastoreo mixto frente al pastoreo monoespecífico permite una mayor producción por unidad de superficie (Cook *et al.*, 1967; Peart, 1962). Uno de los factores que favorecen la mayor eficiencia del pastoreo con ovinos y bovinos en comparación al pastoreo monoespecífico es la elección del sitio de pastoreo por cada especie. Esta elección puede variar de acuerdo a la diversidad y distribución espacial de las especies vegetales así como por variaciones en los estados fenológicos de éstas. También influye el desarrollo diferencial y el grado de rechazo del forraje crecido en las áreas cercanas a las deyecciones de individuos de la misma especie. Los resultados de investigación indican que la magnitud de rechazo a pastorear forraje de áreas cercanas a las heces de la propia especie es mayor en bovinos que en ovinos. Si bien

existe poca investigación respecto a la reacción de una especie ante las heces de la otra especie, Nolan (1980) propuso que la eficiencia de pastoreo en áreas contaminadas fue mayor en los sistemas que usaron ovinos y bovinos que en los monoespecíficos.

2.5. Características de la pradera

Uno de los aspectos importantes a considerar respecto a las praderas y sus características, es el efecto que tienen sobre la productividad de las especies animales que en ellas pastorean. La cantidad de alimento consumido es el principal factor que determina la productividad del animal en pastoreo y éste está controlado por factores de la planta, del animal (Hacker y Minson, 1981; Minson, 1981) y de las estrategias de manejo en la relación planta-animal.

Entre los factores de la pradera que afectan el comportamiento ingestivo de los animales en pastoreo, resultan de particular importancia la disponibilidad y calidad del forraje ofrecido, y su composición botánica y estructura.

El consumo diario de materia seca bajo pastoreo está determinado por la cantidad de forraje ingerido por bocado, la tasa de bocados y el tiempo de pastoreo (Hodgson, 1982). La disponibilidad de forraje es un factor importante en la ingestión ya que conforme ésta disminuye los animales aumentan su actividad de pastoreo para mantener un consumo constante de energía. A medida que el forraje disminuye en su disponibilidad se reduce la cantidad de forraje por bocado, pero aumenta la tasa de bocados y el tiempo de pastoreo con el fin de procurar mantener el consumo constante. Hodgson (1976) determinó que el consumo aumentó en forma curvilínea en función de la disponibilidad de forraje y que aumentos adicionales no resultaron en aumentos en el consumo. El aumento en la asignación puede afectar

cualitativamente y cuantitativamente el forraje consumido, dado que la oportunidad de selección es mayor.

La estructura de una pradera se define como la distribución espacial y arreglo de los constituyentes y partes de una planta (Hodgson, 1979). La altura y densidad de la pradera son variables que están altamente relacionadas con la disponibilidad de forraje, las cuales afectan el patrón de consumo de los animales en pastoreo. Cuando el forraje es de mayor altura la cantidad ingerida por bocado es alta empleando poco tiempo el animal en el pastoreo, pero a medida que la pradera se hace mas corta aumenta la cantidad de bocados y disminuye la ingestión por bocado, por lo que el animal ante praderas postradas modifica el tiempo de pastoreo y la velocidad del mismo (Arnold y Dudzinski, 1967). Sin embargo, estas relaciones generales entre los cambios en los componentes del comportamiento ingestivo pueden ser diferentes cuando responden a cambios que ocurren en la pradera dentro de una sesión de pastoreo en franjas (Améndola, 2002b). Estimaciones de consumo por ovinos y bovinos pastoreando independientemente fitomasas aéreas comparables, sugieren que el ovino es más hábil para mantener el consumo en situaciones adversas, aunque lo mismo no pudo ser reproducido cuando ambas especies pastorearon la misma pradera al mismo tiempo (Arosteguy, 1982). De todas maneras, las características anatómicas del aparato bucal le permiten al ovino ventajas para cosechar el forraje a bajas fitomasas aéreas (Leigh, 1974; Van Dyne *et al.*, 1980).

Donde la selección animal es un factor importante hay un efecto adicional, por cuanto la disposición de los componentes preferidos afectan la facilidad de selección y por ende la composición de la dieta y la tasa de ingestión (Hodgson y Forbes, 1980). El mayor o menor nivel de selección observado entre las hojas y los tallos en una pradera asociada dependerá, por una parte, de la preferencia por los distintos

componentes de la pradera, y por otro, de la distribución de dichos componentes y del grado hasta el cual están entremezclados.

2.6. Heces y orina

2.6.1. Carga parasitaria

Existen justificaciones epidemiológicas para el uso del pastoreo mixto. Al pastorear juntas más de una especie animal se reduce la carga parasitaria debido a la resistencia que tiene una especie a los parásitos que infestan a la otra. Taylor (1961; citado por Nolan y Connolly, 1977) indicó que el pastoreo mixto por bovinos y ovinos podría presentar ventajas para controlar los parásitos intestinales ya que el ovino parece no discriminar aquel forraje que crece cerca de o que está contaminado con heces de los bovinos.

2.6.2. Utilización del forraje

La heterogeneidad causada por la deposición de heces y orina puede ser el factor mas importante en la selección del sitio de pastoreo en praderas cultivadas, utilizadas con alta presión de pastoreo.

Forbes y Hodgson (1985) indican que a similares presiones de pastoreo, los bovinos son mas sensibles que los ovinos a la presencia de sus propias heces, a pesar de que estos últimos rechazan forraje de manera similar tanto alrededor de heces bovinas como ovinas. Consecuentemente, como ya se señaló en 2.4, el desecho de forraje alrededor de heces bovinas podría ser menor bajo pastoreo mixto que bajo pastoreo monoespecífico por bovinos, mientras que el desecho alrededor de heces ovinas podría esperarse que fuera similar bajo pastoreo monoespecífico por ovinos o mixto.

2.7. Hipótesis

Las hipótesis planteadas en este estudio fueron:

- ✓ En una situación de pastoreo mixto con alta eficiencia de utilización de las praderas, la competencia intraespecífica será mayor que la interespecífica.
- ✓ Los cambios producidos en la estructura del dosel de una pradera por el pastoreo por vaquillas beneficiará el pastoreo por las borregas.
- ✓ Las borregas seleccionarán una dieta con mayor digestibilidad de la materia seca, contenido de proteína cruda y menor fibra que las vaquillas.
- ✓ La uniformidad de pastoreo será mayor en pastoreo mixto que en pastoreo monoespecífico.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del experimento

El experimento se realizó en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo, Estado de México, México, ubicado a 19° 29' de latitud norte y a los 98° 54' de longitud oeste, y 2240 msnm (García, 1988).

3.2. Clima y suelo

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificada por García (1988), el clima de la región se define como un Cb (w_o) (w) (i')g, lo cual indica que corresponde al grupo de los templados subhúmedos con precipitación del mes más seco menor a 40 mm y con menos del 5% de la lluvia total en el período de invierno, poca oscilación térmica, con marcha de la temperatura tipo ganges. Con un promedio de temperatura de 15° C, siendo mayo el mes de mayor temperatura (17.7° C) y enero el mes más frío (11.8° C). La precipitación anual es de 664.8 mm. Los suelos son profundos de color negro, ligeramente pedregosos y con texturas medias, al aumentar la profundidad la textura cambia a gruesa y el color a pardo. Son suelos neutros a ligeramente alcalinos y medianamente ricos en materia orgánica, su capacidad de retención de humedad es media (Cachón *et al.*, 1976).

3.3. Pradera y riego

La pradera en pastoreo fue de alfalfa (*Medicago sativa*) variedad Valenciana asociada con pasto ovillo (*Dactylis glomerata*) variedad Potomac con 12 meses de sembrada al inicio del experimento, la densidad de siembra aplicada fue de 15 kg ha⁻¹ para la leguminosa y 24 kg ha⁻¹ para la gramínea. Se fertilizó conjuntamente con la siembra con 70 kg ha⁻¹ de urea (46:0) y 150 kg ha⁻¹ de superfosfato de calcio triple (0:46:0). Durante la fase experimental se aplicaron riegos por aspersión de 3 horas

por cada posición de riego con una frecuencia entre riegos de 15-20 días y una lámina por riego de 50 mm.

3.4. Animales

Un total de 9 vaquillas Holstein con peso vivo (PV) inicial promedio (PV) de 336 ± 7 kg y 60 borregas gestantes Suffolk de 75.8 ± 0.8 kg de PV inicial promedio fueron usadas. Ambos grupos de animales se seleccionaron de los establos de los módulos de producción de leche y producción ovina de la granja experimental del Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo.

3.5. Manejo de praderas y animales

Se utilizaron 3.7 ha divididas con cerco eléctrico en ocho potreros de aproximadamente 0.46 ha cada uno. Se empleó un manejo de pastoreo rotativo con 7 días de ocupación y 49 días de descanso en cada potrero. La asignación de franjas de forraje fresco se realizó tres veces al día. La apertura de una nueva franja de pastoreo se realizó cada vez que la altura promedio del forraje residual medida con un disco de 50 cm de diámetro y 484 g de peso (Lantinga *et al.*, 2000) alcanzó 10 cm. El objetivo de este manejo fue alcanzar una utilización eficiente y uniforme del forraje, independientemente de los tratamientos.

Durante los siete días de ocupación la toma de datos de las diferentes variables se realizaron del día 2 al 7 descartándose el día 1. Las borregas estaban en el área de pastoreo durante 8 horas diarias (de 9:00 a 17:00 horas) y luego eran encerradas en corral (únicamente con acceso a agua). Las vaquillas permanecían las 24 horas en el área de pastoreo, sin asignárseles franja nueva desde las 17:00 hasta las 9:00 horas del día siguiente. Las vaquillas fueron pesadas en cuatro oportunidades 29-4, 1-4, 1-5 y 26-5-2000, el peso se registró a las 08:00 horas luego de 14 horas de ayuno previo en el que únicamente tuvieron acceso a agua. Las borregas fueron pesadas en dos

oportunidades, una al comienzo del experimento y la otra al final, bajo la misma modalidad que para las vaquillas.

3.6. Período experimental

El experimento se desarrolló entre el 15 de marzo y el 25 de mayo. Previo al inicio del pastoreo experimental, se llevó a cabo un período de siete semanas de adaptación de los animales al manejo del pastoreo.

3.7. Tratamientos y diseño experimental

Se evaluaron 8 tratamientos (Cuadro 1). Los tratamientos correspondieron a un arreglo factorial 2x3 de dos niveles de grado de sustitución (0.33 y 0.67, vaquillas por borregas) y tres niveles de equivalente (4:1; 6:1 y 8:1, borregas por vaquillas). A estos seis tratamientos se agregaron los tratamientos de pastoreo monoespecífico por vaquillas y borregas (sustitución 1 y 0, respectivamente). Los animales utilizados para las mediciones, tres vaquillas y seis borregas por tratamiento, fueron seleccionados por similar peso para lograr homogeneidad dentro y entre grupos y no cambiaron dentro del mismo grado de sustitución. Las vaquillas identificadas como U1, U8 y U22 y las borregas V1 al V6 permanecieron en pastoreo monoespecífico. En los tratamientos mixtos las vaquillas U6, U30 y T145 y las borregas N1 al N6 correspondieron al grado de sustitución 0.33, mientras que las mediciones en la sustitución de 0.67 se llevaron a cabo en las vaquillas U10, U14 y U18 y en las borregas A1 al A6.

Cuadro 1. Tratamientos, número de animales empleados y las correspondientes relaciones vaquilla por borrega y borrega por vaquilla.

Equivalente borregas/vaquilla	Sustitución	Número de vaquillas	Número de borregas	vaquillas/borrega	borregas/vaquilla
no aplica	0	3	0	no aplica	0
4	0.33	3	6	0.50	2
6	0.33	3	9	0.33	3
8	0.33	3	12	0.25	4
4	0.67	3	24	0.13	8
6	0.67	3	36	0.08	12
8	0.67	3	48	0.06	16
no aplica	1	0	15	0	no aplica

Los tratamientos fueron aleatorizados en el tiempo y en el espacio de la siguiente manera: primero se aleatorizó el equivalente dentro de cada uno de tres ciclos (cada equivalente correspondió a un potrero). Posteriormente se aleatorizó el grado de sustitución dentro de cada equivalente. Los animales permanecían dentro de cada potrero por siete días hasta cambiar nuevamente de potrero (equivalente).

3.8. Variables medidas y calculadas

Las variables medidas fueron masa de forraje ofrecido (**FO**) y residual (**FR**), composición botánica (**CB**) y morfológica (**CM**) del forraje ofrecido; comportamiento ingestivo (tiempo de pastoreo y tasa de bocados), composición nutricional de la dieta consumida, área de pastoreo y producción fecal. Las primeras cuatro no fueron afectadas por los tratamientos. Las variables calculadas fueron forraje desaparecido (**FD**), uniformidad de defoliación (**UD**) y consumo de forraje (**CO**).

3.8.1. Forraje ofrecido y residual

La masa de forraje ofrecido fue la cantidad de forraje por unidad de superficie (kg MS ha⁻¹) que existía un día antes de que los animales entraran a pastorear un nuevo potrero, y la masa de forraje residual fue la cantidad de forraje que quedaba una vez que los animales eran movidos al potrero siguiente.

Para determinar la masa de forraje ofrecido y residual se cortaron 10 muestras por potrero. El corte se realizó en dos estratos, uno superior (>5cm) y otro inferior (<5cm). El corte del estrato superior se realizó en franjas de 3 m de largo empleando una podadora de césped rotativa marca Trupper® modelo N21 5BS-P con un ancho de corte efectivo de 0.52 m. El estrato inferior se cortó manualmente a ras de suelo usando un rectángulo de 0.9×0.3 m en el centro de la unidad de muestreo del estrato superior (la determinación del FR se hizo de manera apareada a la determinación del FO). Se determinó la altura del FO y del FR, dentro de la unidad de muestreo (0.52 m x 3 m). Se registraron en cada unidad 4 lecturas con disco de altura comprimida calibrado con 484 g de peso (Lantinga *et al.*, 2000), y 5 lecturas realizadas con la regla de pradera (Hodgson, 1990) adaptada a las condiciones de las praderas empleadas.

La estructura del forraje residual se determinó por su altura. Para ello se ubicaron sistemáticamente 25 unidades de muestreo en cada potrero, de las mismas dimensiones a la unidad de muestreo de corte (0.52 m x 3 m) y se registraron las alturas de igual forma que para FO y FR.

Las muestras de FO y FR se secaron en una estufa de circulación forzada de aire a 100° C hasta peso constante y posteriormente se molieron en un molino Wiley®, con malla de 1mm de tamaño. A todas las muestras se le determinó cenizas, mediante incineración a 550° C durante 2.5 horas hasta cenizas blancas (A.O.A.C., 1990).

Las muestras tuvieron alta variación en el contenido de cenizas (de 12 a 23%) indicando altos niveles de contaminación con suelo. Para eliminar el efecto de contaminación se estimaron las masas de forraje en términos de materia orgánica y se convirtieron a MS considerando el contenido de cenizas de muestras no contaminadas con suelo (tomadas empleando muestreo manual).

3.8.2. Composición botánica y morfológica

Se tomó una muestra cortada a ras de suelo, en un área de 0.05 m², al lado de cada muestreo de forraje ofrecido y se separó manualmente alfalfa, ovillo y material muerto y a su vez cada especie se separó en tallo y hoja. Estas submuestras fueron secadas en una estufa de circulación forzada de aire a 100° C durante 72 horas hasta peso constante y sobre la base del peso seco se calculó la proporción de cada componente.

3.8.3. Comportamiento ingestivo

Se determinó el tiempo efectivo de pastoreo (**TP**) y la tasa de bocado (**TB**) durante tres días consecutivos en cada ciclo de 08:00 a 17:00 horas. El registro del TP de los animales se hizo cada 15 minutos y se expresó en minutos del total de 8 horas de pastoreo. La TB se midió en diferentes momentos del pastoreo, registrando el número de bocados en 20 segundos en tres estratos de la pradera: superior, medio e inferior, que correspondieron a los momentos inicial, medio y final del periodo de ocupación. El resultado se expresó en bocados min⁻¹.

3.8.4. Uniformidad de defoliación

Para determinar la uniformidad de defoliación se emplearon las lecturas de altura del residual medidas con la regla de pradera. Se generó un histograma de la estructura del residual y se calculó la desviación estándar de la altura.

3.8.5. Composición nutrimental de la dieta

La composición nutricional de la dieta seleccionada por los animales se estimó mediante análisis químico y Espectroscopia de Infrarrojo Cercano (NIRS por sus siglas en inglés Near Infra Red Spectroscopy). El NIRS es una técnica que se fundamenta en la construcción de modelos matemáticos que relacionan la información óptica proveniente de la refracción de infrarrojo de una muestra, con

datos de composición química de la misma muestra a través de ecuaciones de regresión múltiple.

Las muestras de forraje se colectaron empleando la técnica de muestreo manual dirigido “Hand Plucking” (Le Du y Penning, 1982; Flores y Cruz, 1998). La colecta de forraje se realizó durante dos días para cada animal dentro de tratamiento el mismo día que se realizó la colecta de heces. El muestreo comenzó por la mañana luego de habilitarse una franja de pastoreo de 2 m y finalizó cuando la altura del residual era similar a la altura tomada como criterio para ofrecer una nueva franja.

Las muestras fueron secadas en estufa de circulación forzada de aire a 55-60° C durante 72 horas hasta peso constante, posteriormente se molieron en un molino Wiley® equipado con una criba de orificios de 1mm. Se seleccionaron 30 muestras al azar de, un total de 189, a las cuales se les determinó proteína cruda (**PC**) siguiendo la técnica de Kjeldhal (A.O.A.C. 1984); fibra insoluble en detergente neutro (**FDN**) siguiendo la técnica de Goering y Van Soest (1970) y digestibilidad *in situ* de la materia seca (**DIMS**) por medio de la técnica de la bolsa de dacrón (Mehrez y Orskov, 1977; Ruiz y Ruiz, 1990). Para ello se utilizaron dos bovinos con fístula ruminal en los que se colocaron las bolsas, con 5 g de muestra por duplicado, en dos períodos de 42 horas cada uno. Los animales fueron alimentados *ad libitum* con alfalfa y gramínea verde. Una vez finalizado el período de incubación las bolsas fueron lavadas con agua limpia hasta obtener el agua del lavado cristalina. Las bolsas fueron secadas en estufa de aire forzado a 100° C hasta peso constante luego pesadas y posteriormente al residuo se le determinó cenizas mediante incineración a 550° C durante 2.5 horas.

De los valores de PC, FDN y DIMS obtenidos en laboratorio y las lecturas de estas muestras por medio de la metodología de NIRS (FOSS NIRSystem, Infrasoftware)

International, LLC) se generó la ecuación que estimó los componentes del resto de las muestras.

3.8.6. Forraje desaparecido

Forraje desaparecido (FD) fue la diferencia de la masa de forraje ofrecido menos la masa de forraje residual. Bajo ciertas condiciones se puede considerar el FD como un estimador del forraje consumido (Hodgson, 1990). La exactitud de la estimación del consumo dependerá del error en la estimación de las masas de forraje ofrecido y residual, la proporción del forraje ofrecido que es consumido, la acumulación de forraje en el período de ocupación y la pérdida de forraje por senescencia, la actividad de insectos, etc. En los casos donde el período de ocupación es corto (1 a 2 días), la diferencia entre FO y FR es grande y la precisión de muestreo es alta, el FD es similar al forraje consumido.

3.8.7. Grado de defoliación

El grado de defoliación (GD) indica la eficiencia de cosecha en términos porcentuales, su cálculo se realiza con la siguiente fórmula:

$$GD = (FD / FO) \times 100$$

3.8.8. Consumo de forraje

El consumo de forraje por los animales se estimó por medio de las siguientes metodologías:

- Producción fecal
- Muestreo de forraje ofrecido y residual (forraje desaparecido)
- Cálculo del consumo requerido en función del desempeño productivo o cálculo en reversa

3.8.8.1. Producción fecal

Para estimar la producción fecal se empleó óxido crómico (Cr_2O_3) como marcador externo (Le Du y Penning, 1982)

A las borregas se le suministró dos veces al día 0.5 g de óxido crómico (Cr_2O_3 con 60% p/p de Cr) vía oral en cápsulas de gelatina. La dosificación se realizó antes de llevar a los animales a la pradera (8:00 h) y al regreso de la pradera (18:00 h). Se colectaron heces del recto dos veces al día después de haber suministrado las cápsulas (Ferret *et al.*, 1999).

A las vaquillas se les aplicaron cápsulas de liberación controlada marca Captec® (tasa media de liberación 1.43 g Cr_2O_3 día, concentración activa 64% p/p Cr). La aplicación de las cápsulas se hizo mediante el apoyo de un aplicador a nivel de faringe. De acuerdo a indicaciones del fabricante, el muestreo de heces se realizó 8 días después de la aplicación de la cápsula una vez que el flujo de cromo a través del tracto digestivo era homogéneo. A partir de ese momento se tomaron muestras de heces durante un lapso de 15 días. Concluido este período de muestreo se esperó 8 días antes de aplicar una nueva cápsula.

Las muestras de heces obtenidas se secaron en una estufa de circulación forzada de aire a 100° C durante 72 hs hasta peso constante, posteriormente se molieron en un molino Wiley® equipado con una criba de orificios de 1mm, haciéndolo por separado para cada muestra, limpiando los residuos de material adheridos a las piezas del molino entre muestras sucesivas.

La cuantificación de cromo en heces se realizó utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica siguiendo la metodología descrita por Williams *et al.* (1962).

Para el cálculo de la producción fecal se empleó la fórmula propuesta por Le Du y Penning (1982):

$$\text{Producción fecal } g \text{ MS } d^{-1} = \frac{g \text{ Cr suministrado } d^{-1}}{\text{Concentración de Cr en heces } g \text{ g}^{-1} \text{ MS}}$$

Para estimar el consumo individual se utilizó la fórmula propuesta por Le Du y Penning (1982):

$$\text{CMS} = \frac{\text{PF}}{1 - \text{DMS}}$$

donde

CMS = consumo de materia seca

PF = producción fecal

DMS = digestibilidad de la materia seca de la dieta.

3.8.9. Cálculo del consumo requerido en función del desempeño productivo (calculo en reversa)

El desempeño productivo fue determinado mediante el registro de los cambios de peso de todas las vaquillas y borregas utilizadas. Para los cálculos se emplearon estimaciones de requerimientos reportadas por Geenty y Rattray (1987).

3.9. Modelos estadísticos usados

Modelo 1:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = masa de forraje ofrecido, residual y composición botánica y morfológica

μ = media general

A_i = efecto de potrero, $i = 1, \dots, 9$

E_{ij} = error experimental

Modelo 2:

$$Y_{ijk} = \mu + C_i + A(C)_{ij} + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = Composición morfológica en dos períodos

μ = media general

C_i = efecto de período, $i = 1, \dots, 2$

$A(C)_{ij}$ = efecto de potrero anidado en período, $j = 1, 2, \dots, 4(5)$

E_{ijk} = error experimental

Modelo 3:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = área de pastoreo, forraje desaparecido

μ = media general

B_i = efecto aleatorio debido a bloque, $i = 1, 2, 3$

T_j = efecto tratamiento (equivalente x grado de sustitución animal), $j = 1, \dots, 8$

E_{ijk} = error experimental

Modelo 4:

$$Y_{ijklm} = \mu + A_i + G_j + B(G)_{k(j)} + C(G)_{l(j)} + BC(G)_{kl(j)} + E_{ijklm}$$

Donde:

Y_{ijklm} = consumo por vaquillas y borregas por producción fecal, digestibilidad de la materia seca, proteína cruda, fibra detergente neutro

μ = media general

A_i = Efecto aleatorio debido al bloque, $i = 1, \dots, 3$. En el caso de las vaquillas solo fueron 2 bloques

G_j = efecto del tipo de pastoreo (mixto o monoespecífico), $j = 1, 2$

$B(G)_{k(j)}$ = efecto del equivalente animal anidado tipo de pastoreo, $k = 1, 2, 3$

$C(G)_{l(j)}$ = efecto del grado de sustitución anidado tipo de pastoreo, $l = 1, \dots, 4$

$BC(G)_{kl(j)}$ = efecto de interacción entre equivalente y grado de sustitución

E_{ijklm} = error experimental

Modelo 5:

$$Y_{ijkl} = \mu + G_i + B(G)_{j(i)} + C(G)_{k(i)} + B \times C(G)_{jk(i)} + E_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = tiempo de pastoreo, tasa de ingestión

μ = media general

G_i = efecto del tipo de pastoreo (mixto o monoespecífico), $i = 1, 2$

$B(G)_{j(i)}$ = efecto del equivalente animal anidado en el tipo de pastoreo, $k = 1, 2, 3$

$C(G)_{k(i)}$ = efecto del grado de sustitución anidado en el tipo de pastoreo, $l = 1, \dots, 4$

$BC(G)_{jk(i)}$ = efecto de interacción entre equivalente y grado de sustitución

E_{ijkl} = error experimental

Modelo 6:

$$Y_{ijklmn} = \mu + A_i + G_j + B_k(G_j) + C_l(G_j) + E_m + BC(G)_{kl(j)} + BE(G)_{km(j)} + \\ CE(G)_{lm(j)} + E_{ijklmn}$$

Donde:

Y_{ijklmn} = tasa de bocado

μ = media general

A_i = efecto aleatorio debido al bloque, $i = 1, 2, 3$

G_j = efecto del tipo de pastoreo (mixto o monoespecífico), $i = 1, 2$

$B(G)_{k(j)}$ = efecto del equivalente animal anidado en el tipo de pastoreo, $k = 1, 2, 3$

$C(G)_{l(j)}$ = efecto del grado de sustitución anidado en el tipo de pastoreo, $l = 1, \dots, 4$

E_m = efecto del nivel de estrato de pastoreo, $m = 1, 2, 3$

$BC(G)_{kl(j)}$ = efecto de interacción entre equivalente y grado de sustitución

$BE(G)_{km(j)}$ = efecto de interacción entre equivalente y estrato de pastoreo

$CE(G)_{lm(j)}$ = efecto de interacción entre grado de sustitución y estrato de pastoreo

E_{ijklmn} = error experimental

- 1) Pruebas para comparar efectos anidados (slice): cuando hubo interacción, se compararon los efectos de sustitución para cada nivel de equivalente y de los efectos de equivalente para cada nivel de sustitución por sus pruebas F.
- 2) Las regresiones se basaron en medias de mínimos cuadrados resultadas de los análisis de varianza.

4. RESULTADOS

4.1. Características del forraje ofrecido

Las características de la pradera tales como masa de forraje ofrecido, altura de la pradera y composiciones botánica y morfológica no fueron influidas por los tratamientos aplicados. Estas mediciones se realizaron en cada uno de los nueve potreros (sobre un potrero se midió en dos oportunidades) y dentro de cada división del potrero de acuerdo al tratamiento a aplicar en cada uno de ellos.

En la etapa de adaptación se realizó un manejo de la defoliación en pastoreo y de los descansos tendientes a lograr, en la fase de toma de mediciones, que los tratamientos fueran aplicados a una pradera homogénea. En ese sentido la masa de forraje ofrecida no mostró diferencia ($P>0.05$) en las diferentes potreros durante el período experimental, aunque hubo diferencia en las alturas medidas con disco y regla.

4.1. 1. Masa de forraje ofrecido

Alfalfa-ovillo es capaz de ofrecer $4430 \pm 779 \text{ kg ha}^{-1}$, en promedio, de materia seca (MS) durante un período de crecimiento variable conforme avanza la estación de crecimiento (85 a 50 días de crecimiento a partir del 20/12 y del 30/03 respectivamente) ya que las observaciones se realizaron desde el mes de enero a mayo. En el cuadro 2, se describe la cantidad de forraje ofrecido y alturas medidas con regla de pradera y disco de 484 g de peso, en las diferentes potreros durante la fase experimental.

La altura promedio de los 9 potreros utilizados medida con regla de pradera fue de $46 \pm 9.0 \text{ cm}$ mientras que para el caso del disco, la altura fue de $37 \pm 8 \text{ cm}$.

Cuadro 2. Masa de forraje ofrecido (kg MS ha⁻¹), altura del forraje medida con regla y disco (cm) en los potreros utilizados.

Potrero	Forraje ofrecido	Altura del forraje	
		Regla	Disco
1	4161 a +	25.7 c	20.36 c
2	4476 a	42.8 b	34.15 b
3	4407 a	47.3 ab	39.66 ab
4	4582 a	47.7 ab	40.02 ab
5	5090 a	43.2 b	35.13 b
6	4447 a	57.2 a	42.44 ab
7	3958 a	45.7 ab	37.23 ab
8	4616 a	56.7 ab	48.54 a
9	4149 a	48.2 ab	39.71 ab

+Medias con el mismo subíndice por columna no difieren (P>0.05)

La altura tanto medida con regla como con disco tendió a aumentar en tanto que la masa de forraje no, esto podría ser consecuencia de un cambio en la estructura de la pradera con disminución en la densidad aparente, probablemente por efectos de los cambios de estación de invierno a primavera.

4.1.2. Composición botánica

En la composición botánica del forraje ofrecido, alfalfa superó en 44 unidades porcentuales el aporte de ovido (Cuadro 3) la dominancia de alfalfa concuerda con lo reportado por Martínez (1999) para praderas de segundo y tercer años y por lo revisado por Sánchez *et al.* (1996 citado por Martínez, 1999), quienes reportan que la proporción alfalfa-ovido es de 70/30 a lo largo del año. Estas proporciones son en praderas jóvenes, la contribución de alfalfa en praderas de mas de tres años disminuye mientras aumenta la de ovido. Julián (1996) encontró que ovido, puede contribuir con mas del 40% en asociaciones con alfalfa de cuatro o más años de haber sido sembradas. Los potreros del experimento se mantuvieron poco enmalezados situación que se corresponde con praderas jóvenes (un año para este experimento).

Cuadro 3. Composición botánica (% de la MS total) del forraje ofrecido de praderas de alfalfa-ovillo, media de 9 potreros.

Alfalfa	Ovillo
72.0 ± 9.9	28.0 ± 9.0
Media ± error estándar	

4.1.3. Composición morfológica

El componente hoja dominó respecto a tallo para el forraje ofrecido en aproximadamente 7.0 puntos porcentuales (Cuadro 4). Martínez (1999) registró diferencias de 16 puntos a favor de hoja en praderas de segundo y tercer años, en donde, la proporción de ovillo en la asociación fue mayor, siendo esta especie la que aporta mucha hoja y poco tallo. La proporción de tallos en alfalfa fue superior a hojas, pudiendo ser esto un reflejo de un período de descanso demasiado largo para esta especie. López (1995) indica que a mayor período de descanso la relación hoja-tallo disminuyó.

Cuadro 4. Composición morfológica (% de la MS total) del forraje ofrecido de praderas de alfalfa-ovillo, media de 9 potreros.

Hoja		Tallo		
Alfalfa	Ovillo	Alfalfa	Ovillo	Mat. Muerto
31.6 ± 6.3	16.4 ± 6.4	32.4 ± 5.7	8.6 ± 5.0	11.0 ± 4.7
Media ± error estándar				

La proporción de hoja en ovillo fue mayor a la de tallos en los nueve potreros (Figura 1) lo que pudo deberse al poco desarrollo de las plantas de ovillo por ser una pradera de primer año sumado al hecho de encontrarse en una etapa de activo crecimiento vegetativo caracterizado por una alta aparición de hojas y macollos y pobre desarrollo de tallos. Estas apreciaciones pueden dar una idea de haber contado con potreros en donde el componente hoja dominó al componente tallo. En alfalfa, la

proporción de tallos superó a la de hoja en algunos potreros, el largo del período de descanso mayor a 45 días pudo ser conducente a esta baja relación hoja: tallo (López, 1995) y en dos potreros se sumó la incidencia de un estrés hídrico no planeado por retraso en la aplicación del riego, que ocasionó la caída de hojas.

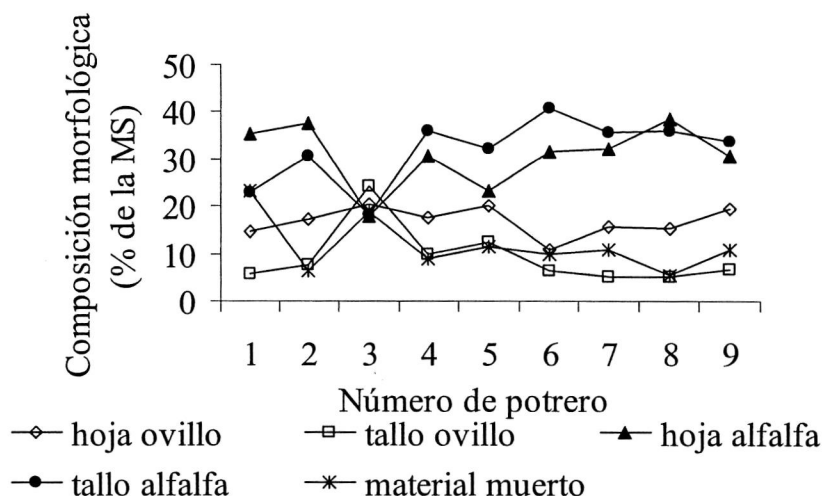


Figura 1. Composición morfológica (% de la MS) en nueve potreros utilizadas durante la etapa experimental.

La composición morfológica, varió ($P < 0.05$) entre potreros, los potreros 1 al 4 presentaron más tallo de ovilla y material muerto y menos tallo de alfalfa que los potreros 5 al 9 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Composición botánica y morfológica del forraje ofrecido (% de la MS) en los potreros 1 al 4 y 5 al 9.

Componente	Potreros	
	1 al 4	5 al 9
Hoja de ovilla	17.2 a +	15.9 a
Tallo de ovilla	11.2 a	6.8 b
Hoja de alfalfa	31.3 a	31.7 a
Tallo de alfalfa	27.1 b	35.8 a
Material muerto	13.2 a	9.7 b

+Medias con un mismo subíndice en la hilera no difieren ($p > 0.05$)

El análisis se realizó basado en datos transformados (arco seno de la raíz cuadrada de la proporción).

4.2. Forraje residual, forraje desaparecido y grado de defoliación

Los residuales de forraje obtenidos (Cuadro 6) se lograron mediante valores de 7.8 ± 3.1 cm y 10.1 ± 2.4 cm en altura medida con regla de pradera y disco 484 de g de peso, respectivamente.

Cuadro 6. Forraje residual, forraje desaparecido (kg MS ha⁻¹) y grado de defoliación (%) en los potreros utilizados.

Potrero	Residual	Desaparecido	Grado de defoliación
1	1794 +	2367	56.9
2	1388	3088	69.0
3	1538	2869	65.1
4	1709	2872	62.7
5	1944	3146	61.8
6	1909	2537	57.1
7	1861	2097	53.0
8	1705	2912	63.1
9	1186	2964	71.4
Promedio	1670	2761	62.2

+Sin efecto ($P>0.05$) del potrero

La masa de forraje residual no fue afectada por los tratamientos aplicados ($P>0.05$).

La similitud en cantidad del forraje residual fue consecuencia de forzar a los animales a obtener un nivel de cosecha preestablecido antes de ofrecerles una nueva franja de pastoreo.

La altura de los residuales medida con regla de pradera y disco 484 g de peso no presentó diferencia ($P>0.05$) entre los tratamientos (Figuras 2a y 2b). Esta respuesta fue consecuencia de haber trabajado con una pradera de un año de edad con masa de forraje ofrecido altamente homogéneo, y a forzar a los animales a dejar un residual preestablecido.

El error estándar mínimo (0.49 cm para regla y disco de los tratamientos 8/0.33 y 8/0.67, respectivamente) fue 53 puntos porcentuales menor que el error estándar máximo 1.04 para el pastoreo monoespecífico por borregas (Figuras 2a y 2b).

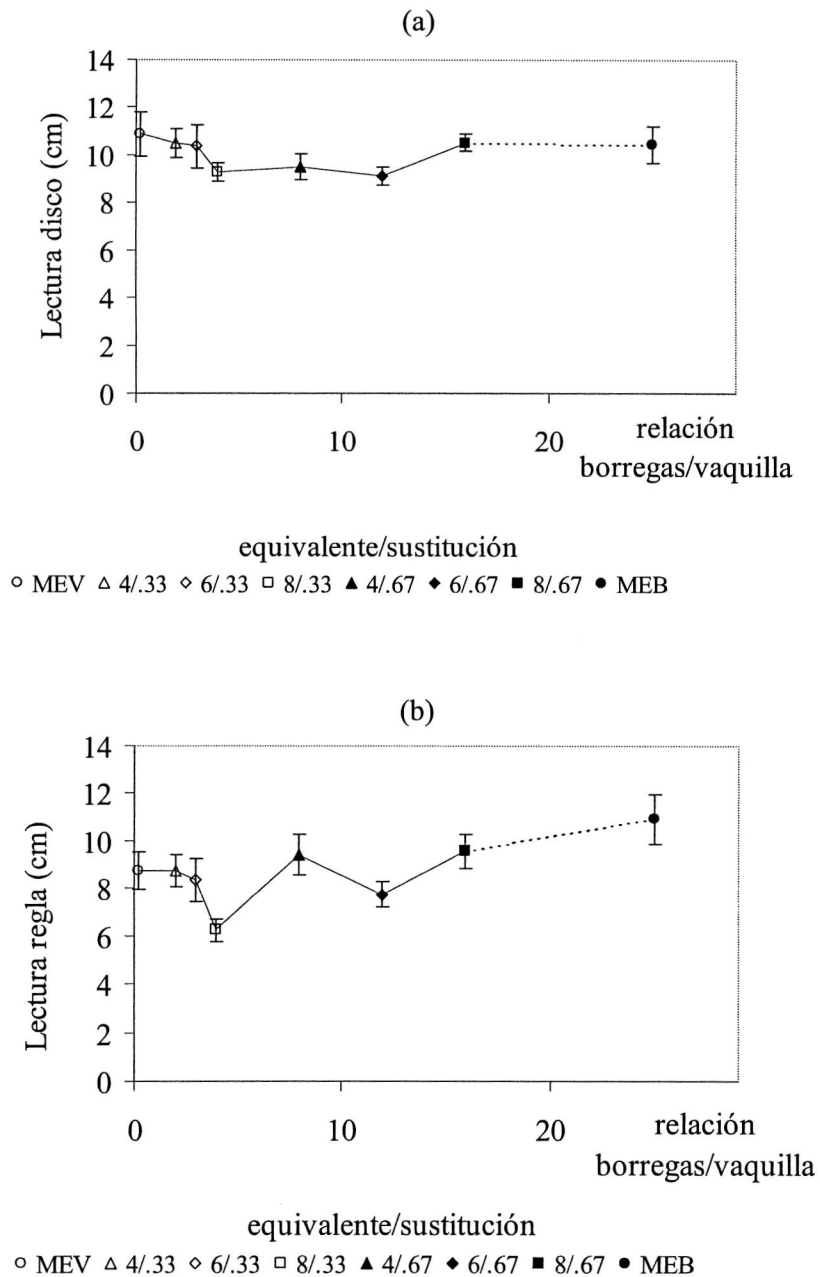


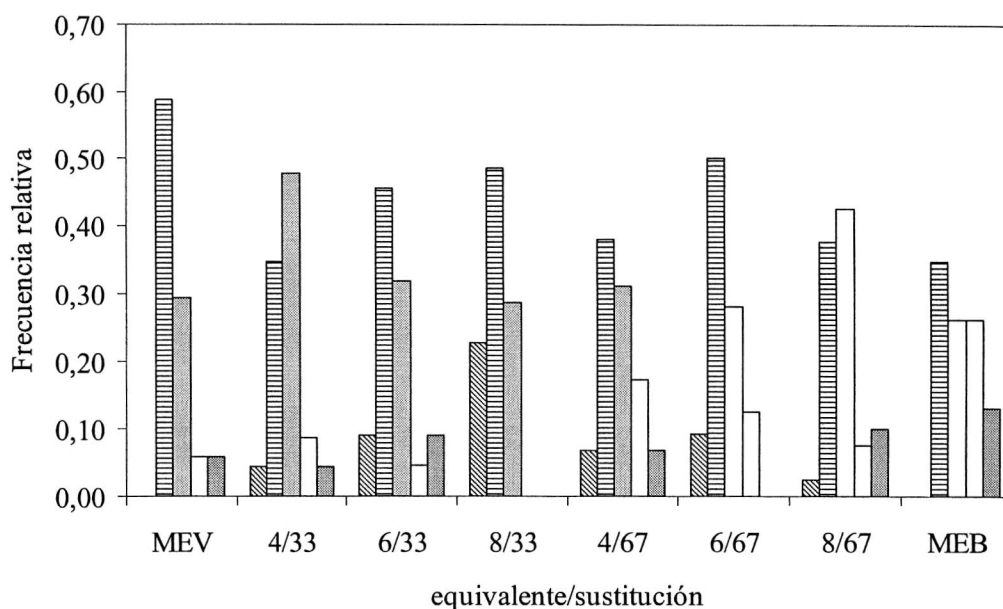
Figura 2. Altura del forraje residual de praderas pastoreadas por vaquillas y borregas con diferente grado de sustitución empleando diferentes equivalentes. Las alturas fueron medidas con regla de praderas (b) y disco descendente (a). MEV y MEB corresponden a los tratamientos con pastoreo monoespecífico por vaquillas y borregas, respectivamente. La barra vertical representa $2 \times$ error estándar.

La distribución de frecuencias de altura del residual fue determinada con las lecturas registradas con regla, precisamente por la mayor sensibilidad en detectar diferentes

alturas de tallos (Figura 3). La estructura del residual presentó variaciones en función de los tratamientos. El pastoreo monoespecífico por vaquillas generó una alta frecuencia de tallos cortos (de 4 a 8 y de 8 a 12 cm) y baja frecuencia de largos (12 a 16 y > de 16 cm) y ausencia de tallos menores de 4 cm. Flores *et al.* (1993) encontraron que 4.5 cm fue la altura mínima de inserción de los incisivos de novillos pastoreando praderas construidas manualmente con tallos en el horizonte inferior. Améndola *et al.*, (2002b) también encontraron que 5 cm fue la altura mínima del residual alcanzado con vacas lecheras. La frecuencia de tallos menores a 4 cm aumentó conforme fue mayor la proporción de borregas hasta el tratamiento 8/33. Pero luego se presentó una disminución en la frecuencia de tallos en este límite de altura para desaparecer totalmente cuando el pastoreo fue realizado únicamente por las borregas. La caída en la frecuencia de tallos no mayores a 4 cm coincidió con un aumento en la frecuencia de tallos mayores a 16 cm. La situación de pastoreo monoespecífico por borregas generó una mayor cantidad de estratos de altura del residual.

El forraje desaparecido no varió ($P>0.05$) en los diferentes potreros. Esto fue consecuencia de la homogeneidad en la masa de forraje ofrecido y en el manejo de los residuales. Por su directa relación con el forraje ofrecido y desaparecido el grado de defoliación no varió ($P>0.05$) en los diferentes potreros (Cuadro 6).

Tablada (2002) obtuvo 62% de grado de defoliación como promedio de dos estrategias de pastoreo, mixto y monoespecífico (vacas Holstein), sobre praderas de 2 años; Martínez (2001) registró 58.6 % de grado de defoliación para praderas de 1 a 3 años y pastoreo por vacas en lactación.



Altura (cm) ▨ <4 ▤ 4-8 □ 8-12 ▥ 12-16 ■ >16

Figura 3. Distribución de frecuencias de alturas medidas con la regla de praderas en el forraje residual de praderas pastoreadas por vaquillas y borregas con diferente grado de sustitución empleando diferentes equivalentes. MEV y MEB corresponden a los tratamientos con pastoreo mono-específico por vaquillas y borregas, respectivamente. Debe tomarse en cuenta que el número de borregas por vaquilla aumenta en la misma dirección en que están ordenados los tratamientos.

4.3. Área asignada

El área de pradera asignada a los diferentes tratamientos varió ($P < 0.05$) de acuerdo al grado de sustitución pero sin diferencia para el equivalente animal (Cuadro 7).

Un modelo lineal simple (Figura 4) pudo describir la relación cuantitativa entre la cantidad de borregas incluidas en el pastoreo mixto con tres vaquillas y la superficie de pradera asignada por día. Cuando el rebaño solo se conformó de tres vaquillas la superficie por día fue de 97.9 m^2 , el incremento de esta superficie por cada aumento unitario de borregas fue de 4.29 m^2 . Con base a los valores de estos coeficientes una vaquilla demanda una superficie al día de $(97.9 \text{ m}^2/3) 32.63 \text{ m}^2$, y en esta superficie podría tenerse $(32.63 \text{ m}^2/4.29 \text{ m}^2) 7.6$ borregas, por tanto, la equivalencia con base a superficie diaria demandada fue de 7.6 borregas por una vaquilla.

Cuadro 7. Área asignada ($\text{m}^2 \text{d}^{-1}$) a borregas y vaquillas en pastoreo mixto, a distintas combinaciones de equivalente y grado de sustitución, y a los pastoreos monoespecíficos por borregas y vaquillas.

Equivalente	vaquillas	Sustitución		Borregas	P sust (eq)
		0.33	0.67		
4:1		131.6	218.6		0.0124
6:1		148.2	269.5		0.0013
8:1		116.0	287.6		0.0001
ME ¹	93.4			91.5	
P eq (sust)		0.580	0.096		

¹Pastoreo monoespecífico

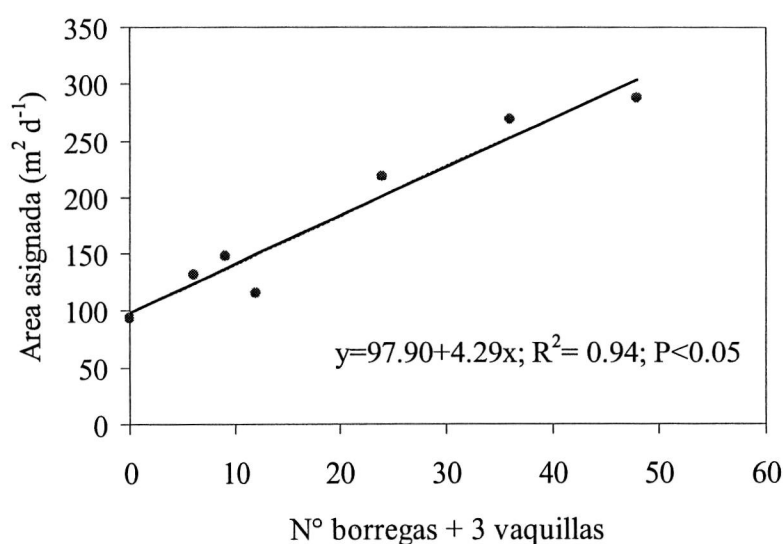


Figura 4. Área asignada a borregas y vaquillas en pastoreo mixto, bajo distintas combinaciones de equivalente y grado de sustitución.

4.4. Consumo de forraje estimado por forraje desaparecido

El forraje desaparecido varió ($P < 0.05$) por efecto del grado de sustitución pero no ($P > 0.05$) por efecto de equivalente ni de interacción (Cuadro 8).

Cuadro 8. Forraje desaparecido (kg MS d⁻¹) por borregas y vaquillas en pastoreo mixto, a distintas combinaciones de equivalente y grado de sustitución, y por los pastoreos monoespecíficos por borregas y vaquillas.

Equivalente	vaquillas	Sustitución		borregas	P sust (eq)
		0.33	0.67		
4:1		40.5	67.0		0.0152
6:1		35.1	63.1		0.0113
8:1		33.5	83.0		0.0001
ME ¹	21.9			28.0	
P eq (sust)		0.75	0.12		

¹Pastoreo monoespecífico

La magnitud de cosecha diaria de forraje (estimada por medio de muestreos pre- y post pastoreo) por parte de los animales fue descrita por un modelo lineal simple (Figura 5).

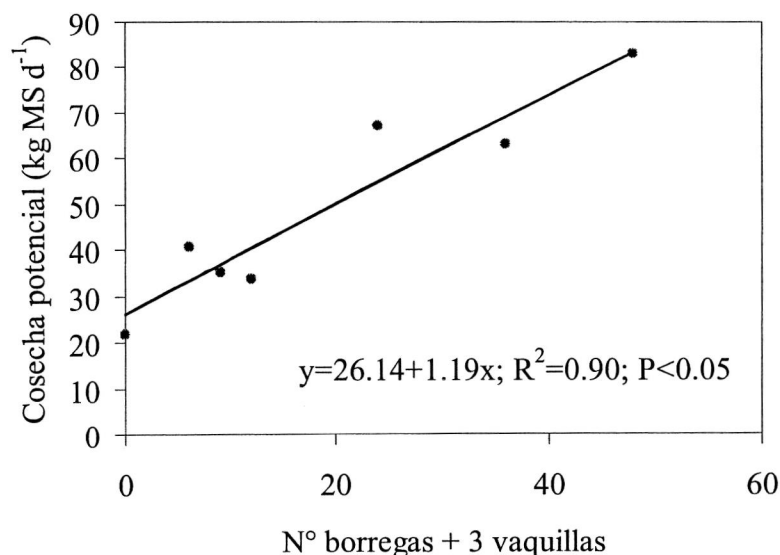


Figura 5. Cosecha potencial por borregas y vaquillas en pastoreo mixto, bajo distintas combinaciones de equivalente y grado de sustitución.

Tres vaquillas presentaron un potencial de cosecha de 26.14 kg MS d⁻¹, sobre esta base el incremento unitario de borregas ocasionó un incremento en el potencial diario de cosecha de 1.19 kg MS d⁻¹. Al elaborar con estos coeficientes del modelo con base al potencial de cosecha, una vaquilla fue equivalente a 7.3 borregas. Esta

equivalencia es cercana a la de 7.6 estimada a partir de la superficie de pradera asignada diariamente.

4.5 Consumo de forraje estimado por producción fecal

4.5.1. Consumo de forraje por borregas

El consumo diario de forraje ejercido por las borregas únicamente mostró variación ($P < 0.05$) con cambios en la proporción de borregas en el rebaño dentro de la equivalencia de 8 borregas por vaquilla (Cuadro 9). Al emplear este nivel de equivalencia *a priori*, y las borregas conformaron 67% del rebaño, el consumo diario se incrementó en 26%. El consumo promedio de forraje por las borregas en pastoreo mixto ($2.27 \text{ kg MS borrega}^{-1}$) tendió ($P = 0.11$) a ser menor que el de las borregas en pastoreo monoespecífico ($2.54 \text{ kg MS borrega}^{-1}$).

Cuadro 9. Consumo de forraje (media $\pm$ error estándar, $\text{kg MS borrega}^{-1} \text{ d}^{-1}$) por borregas en pastoreo mixto con vaquillas, bajo distintas combinaciones de equivalente y grado de sustitución.

Equivalente	Sustitución			Promedio	P sust (eq)
	0.33	0.67	1		
4:1	2.08 ± 0.15	2.52 ± 0.15		2.30 ± 0.10	0.052
6:1	2.07 ± 0.15	2.49 ± 0.15		2.28 ± 0.10	0.063
8:1	1.98 ± 0.15	2.49 ± 0.15		2.23 ± 0.10	0.027
ME ¹			2.54 ± 0.15		
Promedio	2.04 ± 0.08	2.50 ± 0.08			
P eq (sust)	0.86	0.99			

¹Pastoreo monoespecífico (exclusivamente borregas).

La tendencia general del consumo diario de forraje por las borregas pudo ser descrito por un modelo lineal simple (Figura 6). Este modelo indica que conforme se incrementó la proporción de vaquillas al rebaño, el consumo de forraje por borrega disminuyó.

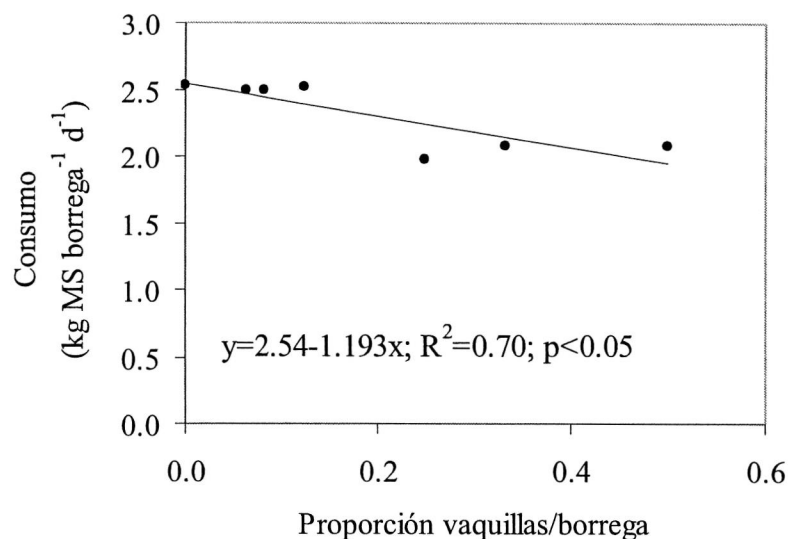


Figura 6. Consumo de forraje por borregas en pastoreo mixto a diferente proporción vaquilla / borrega.

4.5.2. Consumo de forraje por vaquillas

Equivalente animal determinó ($P < 0.05$) el nivel de consumo de forraje por vaquillas.

En el equivalente 6:1, se registró el menor consumo independientemente del grado de sustitución (Cuadro 10).

Cuadro 10. Consumo de forraje (media $\pm$ error estándar, kg MS vaquilla⁻¹ d⁻¹) de vaquillas en pastoreo mixto con borregas, bajo distintas combinaciones de equivalente y grado de sustitución.

Equivalente	Sustitución			promedio	P sust (eq)
	0.33	0.67	0		
4:1	10.5 $\pm$ 0.33	8.98 $\pm$ 0.33		9.74 $\pm$ 0.23	0.047
6:1	7.68 $\pm$ 0.49	6.49 $\pm$ 0.49		7.09 $\pm$ 0.37	0.169
8:1	9.54 $\pm$ 0.33	9.93 $\pm$ 0.33		9.73 $\pm$ 0.23	0.466
ME ¹			8.17 $\pm$ 0.49		
Promedio	9.24 $\pm$ 0.23	8.47 $\pm$ 0.23			
P eq (sust)	0.04	0.02			

¹Pastoreo monoespecífico (exclusivamente vaquillas).

Al emplear el equivalente 4:1, cuando las borregas constituyeron 33% del rebaño el consumo de forraje por vaquillas fue mayor que cuando las borregas constituyeron el

67% del rebaño. En promedio el consumo de forraje en pastoreo mixto fue de 8.75 kg MS vaquilla⁻¹ y de 8.17 kg MS vaquilla⁻¹ en pastoreo monoespecífico.

Un modelo lineal simple no pudo describir la tendencia del nivel de consumo de forraje por vaquillas a través de los tratamientos (Figura 7). El origen de la diferencia en el consumo de forraje por vaquillas no estuvo asociado a los gradientes de cambio en equivalencia y grado de sustitución.

Al elaborar con base a los consumos promedios por borregas y vaquillas en pastoreo mixto, 2.27 y 8.75 kg MS animal⁻¹ d⁻¹, respectivamente, resulta una equivalencia de 3.9 borregas por vaquilla. Al estimar los consumos requeridos para cubrir los requerimientos (Geenty y Rattray, 1987) asociados a cambios de peso vivo de borregas y vaquillas durante la etapa experimental, se llegó a los consumos de 2.4 y 7.3 kg MS d⁻¹ para borregas y vaquillas, respectivamente.

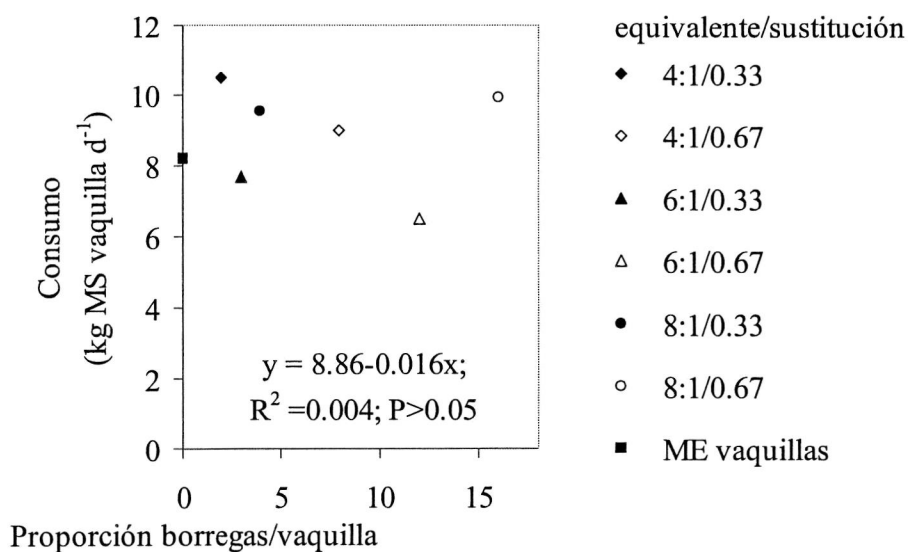


Figura 7. Consumo diario de forraje por vaquillas en pastoreo mixto con borregas a diferente grado de sustitución, empleando diferente equivalente. ME vaquillas corresponde al tratamiento de pastoreo monoespecífico por vaquillas.

Los consumos diarios de forraje por borrega fueron 1.19, 2.27 y 2.4 kg MS borrega⁻¹ estimados por forraje desaparecido, producción fecal y por requerimientos,

respectivamente. En vaquillas estos fueron 8.71, 8.75 y 7.3 kg MS borrega⁻¹ d⁻¹, también respectivamente. En borregas las estimaciones del consumo por producción fecal y requerimientos fueron cercanas, mientras que la estimación de consumo por forraje cosechado fue mucho menor, indicando la posible subestimación del consumo por medio de esta técnica. En vaquillas, las estimaciones de consumo por cosecha de forraje y producción fecal son idénticas y la estimación por requerimientos es cercana a las dos primeras.

4.6. Composición nutrimental de la dieta seleccionada

4.6.1. Componentes de calidad de la dieta seleccionada por borregas

El someter a las borregas a las diferentes variaciones de pastoreo mixto evaluadas como también estar en pastoreo mixto, no ocasionó variación ($P>0.05$) en los contenidos de DIMS, PC y FDN de la dieta seleccionada (Cuadro 11). En promedio, las borregas que pastorearon junto a vaquillas obtuvieron una dieta de 77.5% DIMS, 23.2% PC y 37.6% FDN mientras que en las borregas en pastoreo monoespecífico fue de 78.3, 23.9 y 34.8%, respectivamente.

El contenido de materia seca digestible fue el único componente de calidad que pudo ser descrito por un modelo lineal simple (Figura 8). En este modelo el contenido de materia seca digestible tendió a ser mayor conforme la proporción de vaquillas en el rebaño fue mayor.

Cuadro 11. Digestibilidad, proteína cruda y fibra detergente neutro (media $\pm$ error estándar, % de la MS) de la dieta seleccionada por borregas en pastoreo mixto con vaquillas, bajo distintas combinaciones de equivalente y grado de sustitución.

	Sustitución		
	0.33	0.67	1
Equivalente	a) Digestibilidad de la Materia Seca		
4:1	78.6 $\pm$ 0.72	76.9 $\pm$ 0.72	77.7 $\pm$ 0.51
6:1	77.7 $\pm$ 0.72	76.4 $\pm$ 0.72	77.1 $\pm$ 0.51
8:1	78.4 $\pm$ 0.72	77.2 $\pm$ 0.72	77.8 $\pm$ 0.51
ME ¹			78.3 $\pm$ 0.72
Promedio	78.2 $\pm$ 0.42	76.8 $\pm$ 0.42	
	b) Proteína Cruda		
4:1	24.2 $\pm$ 0.96	22.5 $\pm$ 0.96	23.3 $\pm$ 0.68
6:1	23.2 $\pm$ 0.96	22.1 $\pm$ 0.96	22.6 $\pm$ 0.68
8:1	24.5 $\pm$ 0.96	23.0 $\pm$ 0.96	23.8 $\pm$ 0.68
ME ¹			23.9 $\pm$ 0.96
Promedio	24.0 $\pm$ 0.56	22.5 $\pm$ 0.56	
	c) Fibra Detergente Neutro		
4:1	33.9 $\pm$ 2.04	38.9 $\pm$ 2.04	36.4 $\pm$ 1.44
6:1	34.9 $\pm$ 2.04	40.2 $\pm$ 2.04	37.6 $\pm$ 1.44
8:1	38.1 $\pm$ 2.04	39.1 $\pm$ 2.04	38.6 $\pm$ 1.44
ME ¹			34.8 $\pm$ 2.04
Promedio	35.7 $\pm$ 1.18	39.4 $\pm$ 1.18	

¹Pastoreo monoespecífico (exclusivamente borregas).

Los efectos de los tratamientos y la interacción no fueron significativos ($P>0.05$).

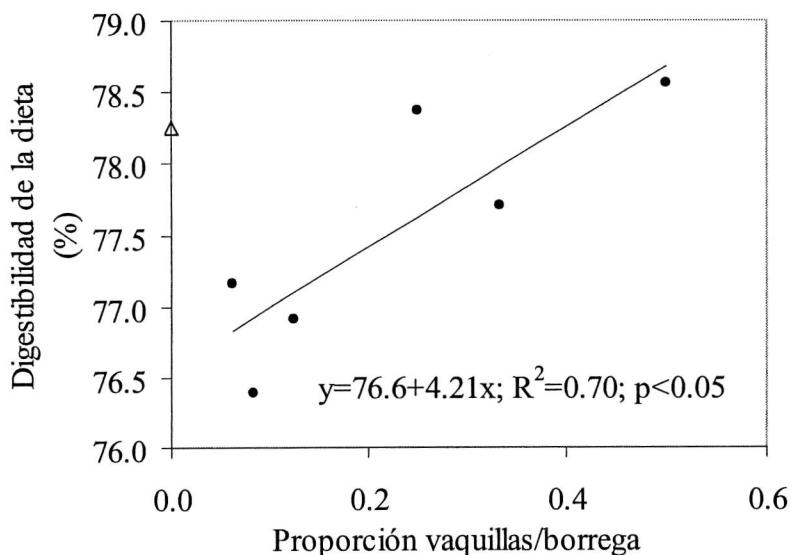


Figura 8. Digestibilidad de la dieta seleccionada por borregas (% de la MS) en pastoreo mixto con diferente proporción vaquilla / borrega. La digestibilidad de la dieta en pastoreo monoespecífico por borregas (Δ) no fue incluida al desarrollar el modelo lineal.

Al aumentar el aporte de vaquillas al rebaño, las borregas respondieron disminuyendo el consumo diario de forraje y aumentando el contenido de materia seca digestible de la dieta seleccionada. Por lo que al desarrollar un modelo lineal simple que relacionara estas dos últimas variables se obtuvo una relación inversa: conforme el contenido de materia seca digestible de la dieta seleccionada fue mayor, el consumo de forraje fue menor (Figura 9).

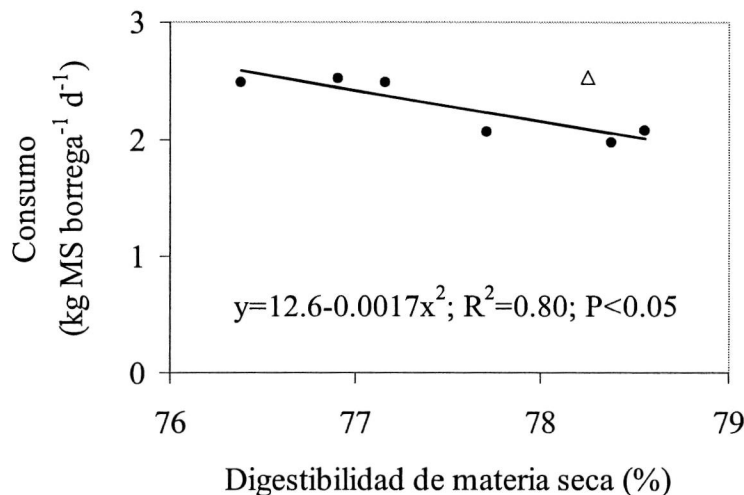


Figura 9. Relación entre la digestibilidad de la dieta y el consumo de forraje de borregas en pastoreo mixto con diferente proporción vaquilla / borrega. La digestibilidad de la dieta en pastoreo monoespecífico por (Δ) no fue incluida al desarrollar el modelo lineal.

4.6.2. Componentes de calidad de la dieta seleccionada por vaquillas

La presencia de borregas no afectó la composición de la dieta seleccionada por vaquillas ($P > 0.05$), y no se presentó diferencia ($P > 0.05$) respecto al pastoreo monoespecífico ni para la interacción (Cuadro 12). Las vaquillas en pastoreo mixto seleccionaron una dieta con 75.5% de DIMS, 21.0% de PC y 41.3% de FDN.

Cuadro 12. Digestibilidad, proteína cruda y fibra detergente neutro (media $\pm$ error estándar, % de la MS) de la dieta seleccionada por vaquillas en pastoreo mixto con borregas, bajo distintas combinaciones de equivalente y sustitución.

	Sustitución			Promedio
	0.33	0.67	1	
Equivalente				
a) Digestibilidad de la Materia Seca				
4:1	75.7 $\pm$ 1.36	75.4 $\pm$ 1.36		75.6 $\pm$ 1.26
6:1	75.8 $\pm$ 1.36	74.2 $\pm$ 1.36		75.0 $\pm$ 1.26
8:1	75.4 $\pm$ 1.36	76.6 $\pm$ 1.36		76.0 $\pm$ 1.26
ME ¹			75.3 $\pm$ 1.358	
Promedio	75.6 $\pm$ 0.78	75.4 $\pm$ 0.78		
b) Proteína Cruda				
4:1	21,1 $\pm$ 1,94	20,7 $\pm$ 1,94		20,9 $\pm$ 1,83
6:1	21,0 $\pm$ 1,94	19,5 $\pm$ 1,94		20,2 $\pm$ 1,83
8:1	21,3 $\pm$ 1,94	22,2 $\pm$ 1,94		21,7 $\pm$ 1,83
ME ¹			20,8 $\pm$ 1,94	
Promedio	21,1 $\pm$ 1,12	20,8 $\pm$ 1,12		
c) Fibra Detergente Neutro				
4:1	40,5 $\pm$ 3,85	41,0 $\pm$ 3,85		40,8 $\pm$ 3,64
6:1	38,3 $\pm$ 3,85	43,4 $\pm$ 3,85		40,9 $\pm$ 3,64
8:1	45,3 $\pm$ 3,85	40,2 $\pm$ 3,85		42,7 $\pm$ 3,64
ME ¹			41,5 $\pm$ 3,85	
Promedio	41,4 $\pm$ 2,22	41,5 $\pm$ 2,22		

¹Pastoreo monoespecífico (exclusivamente vaquillas).

Los efectos de los tratamientos no fueron significativos ($P>0.05$).

Las concentraciones de los componentes de calidad del forraje seleccionado variaron ($P<0.05$) entre vaquillas y borregas. Las borregas seleccionaron un forraje con mayores contenidos de materia seca digestible y proteína cruda pero menor contenido de FDN que el forraje seleccionado por vaquillas (Figuras 10, 11 y 12).

Las borregas seleccionaron un forraje de una digestibilidad 2.1 puntos porcentuales por arriba a la digestibilidad del forraje seleccionado por vaquillas (77.5 y 75.5%) en la mayor parte del período experimental. Pero esta diferencia fue de mayor magnitud (4.3 puntos porcentuales) en el período de abril-mayo, momento del año en que, la pradera experimental fue sometida a una tensión hídrica involuntaria por falta de

riego oportuno, y alfalfa respondió con caída de hojas y una disminución de la relación hoja / tallo.

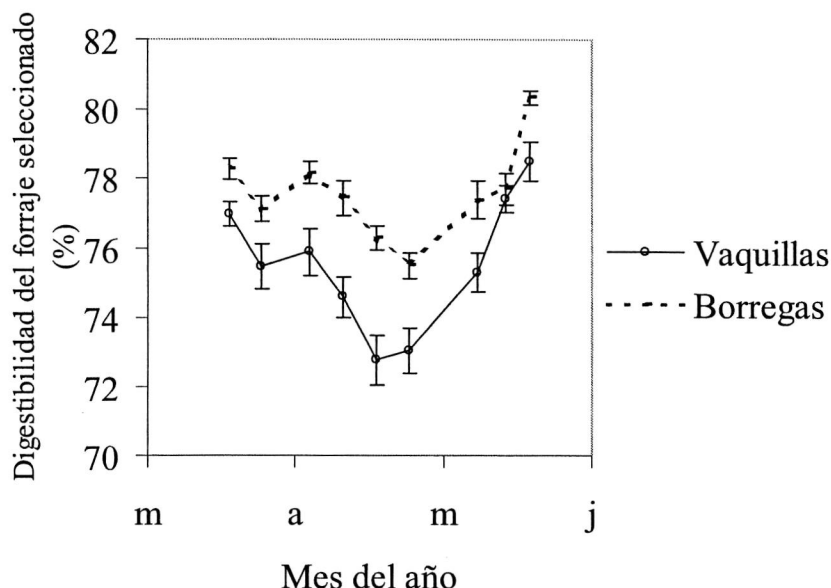


Figura 10 Digestibilidad de la materia seca (% de la MS) del forraje seleccionado por borregas y vaquillas en pastoreo mixto en el transcurso del pastoreo experimental. La barra vertical representa $2 \times$ error estándar.

La concentración de proteína cruda del forraje seleccionado por las borregas fue mayor en 2.6 unidades porcentuales a la del forraje seleccionado por vaquillas (Figura 11). Al igual que con el contenido de la materia seca digestible en el período de abril-mayo donde ocurrió la tensión hídrica de la pradera experimental, la diferencia fue todavía de mayor magnitud, de hasta 4.2 unidades porcentuales

Las mayores concentraciones de materia seca digestible y de proteína cruda del forraje seleccionado por las borregas en comparación con el forraje seleccionado por vaquillas, coincide con menor concentración de fibra detergente neutro en el forraje seleccionado por las primeras, en comparación con el forraje seleccionado por las segundas (Figura 12).

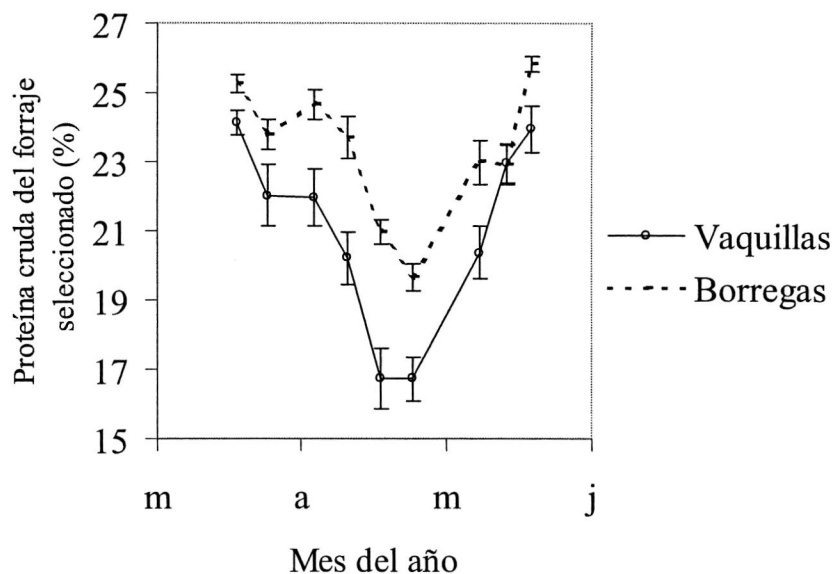


Figura 11. Proteína cruda (% de la MS) del forraje seleccionado por borregas y vaquillas en pastoreo en el transcurso del pastoreo experimental. La barra vertical representa $2 \times$ error estándar.

El forraje seleccionado por las borregas presentó 4.9 unidades porcentuales menos de fibra detergente neutro que el seleccionado por las vaquillas. La diferencia en fibra detergente neutro del forraje seleccionado por borregas y vaquillas no mostró la abrupta diferencia encontrada en los contenidos de materia seca digestible y proteína cruda en el momento del año en que la pradera experimental fue sujeta a una tensión hídrica.

Formoso y Colucci (1999) señalan la mayor habilidad del borrego de seleccionar la dieta en comparación con los bovinos, al encontrar que los borregos pudieron cosechar forraje con 8 a 11% mayor digestibilidad a partir de un forraje ofrecido con 59.2 a 56.2% de materia seca digestible, mientras que los bovinos no pudieron cosechar forraje de mayor digestibilidad en esta circunstancia.

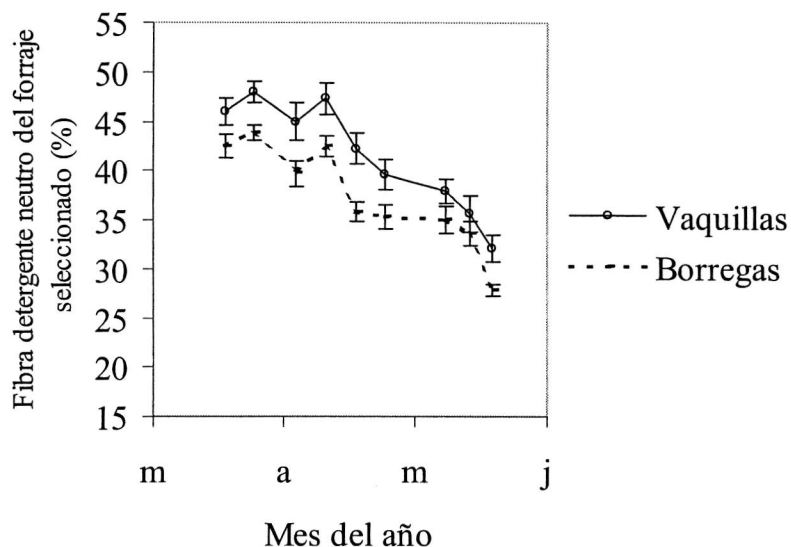


Figura 12. Fibra detergente neutro (% de la MS) del forraje seleccionado por borregas y vaquillas en pastoreo mixto en el transcurso del pastoreo experimental. La barra vertical representa $2 \times$ error estándar.

Con un modelo lineal simple (Figura 13 a) fue posible describir la relación entre los contenidos de materia seca digestible y proteína cruda, el sentido fue que el incremento en la concentración de materia seca digestible del forraje seleccionado se dio con el incremento en proteína cruda, siendo esto válido en las dos especies. En el forraje seleccionado por las borregas los valores de proteína cruda y digestibilidad estuvieron por arriba del 22 y 77%, respectivamente.

Factores asociados a cambios en la composición morfológica de la pradera alteraron la relación entre los contenidos de materia seca digestible y proteína del forraje seleccionado con el contenido de fibra detergente neutro (Figuras 13b y 13c). Se necesitó de dos modelos lineales distintos para describir estas relaciones, uno para los potreros 1 al 4 y otro para los potreros del 5 al 9.

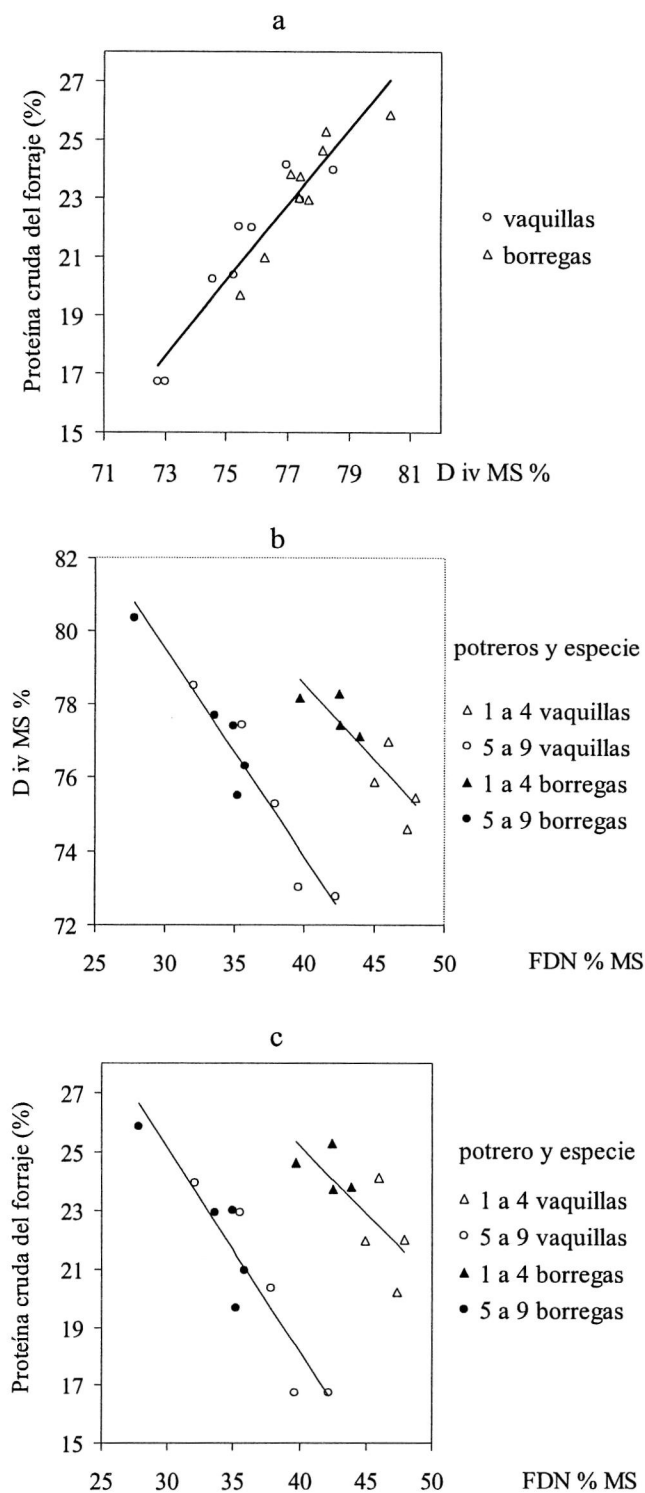


Figura 13. Relación entre componentes de la dieta de vaquillas y borregas en pastoreo mixto, relación entre digestibilidad (D iv MS) y proteína cruda (PC) (a), relación entre fibra detergente neutro (FDN) y D iv MS (b) y relación entre FDN y PC (c).

4.7. Comportamiento ingestivo

4.7.1. Tiempo de pastoreo por borregas

No se presentó diferencia ($P>0.05$) entre los tratamientos de pastoreo mixto ni por la interacción entre factores (Cuadro 10) en el tiempo que las borregas dedicaron al pastoreo. Las borregas en pastoreo monoespecífico invirtieron 25% mas tiempo en pastorear ($P<0.05$) que las borregas en pastoreo mixto. El tiempo de pastoreo de las borregas en pastoreo mixto fue de 255 minutos d^{-1} . La presencia de vaquillas en el área de pastoreo forzó a las borregas a reducir el tiempo dedicado a la cosecha de forraje.

Abaye *et al.*, (1993) no encontraron diferencia en el tiempo dedicado al pastoreo entre borregos pastoreando solos y en conjunto con bovinos durante la mañana, pero en la tarde y noche los borregos en pastoreo con bovinos invirtieron mas tiempo en el pastoreo que los borregos pastoreando solos.

Cuadro 13. Tiempo efectivo de pastoreo (media $\pm$ error estándar, minutos 8 horas $^{-1}$) por borregas en pastoreo mixto con vaquillas, bajo distintas combinaciones de equivalente y sustitución.

Equivalente	Sustitución			Promedio	P sust (eq)
	0.33	0.67	1		
4:1	260 $\pm$ 17	277 $\pm$ 17		268 $\pm$ 12	0.49
6:1	238 $\pm$ 17	281 $\pm$ 17		260 $\pm$ 12	0.09
8:1	240 $\pm$ 17	237 $\pm$ 17		238 $\pm$ 12	0.89
ME ¹			319 $\pm$ 17		
Promedio	246 $\pm$ 10	265 $\pm$ 10			
P eq (sust)	0.60	0.16			

¹Pastoreo monoespecífico (exclusivamente borregas)

ME presentó diferencia ($P<0.05$) respecto a borregas en pastoreo mixto

4.7.2 Tasa de bocado en borregas

El grado de sustitución, equivalente animal e interacción no generaron variación ($P>0.05$) en la tasa de bocados en borregas. La tasa de bocados varió ($P<0.05$) de acuerdo al estrato explorado por las borregas (Figuras 14 y 15). El valor máximo fue

de 30.8 bocados minuto^{-1} para el estrato superior y de 25.8 y 24.1 bocados minuto^{-1} para los estratos medio e inferior de la pradera respectivamente.

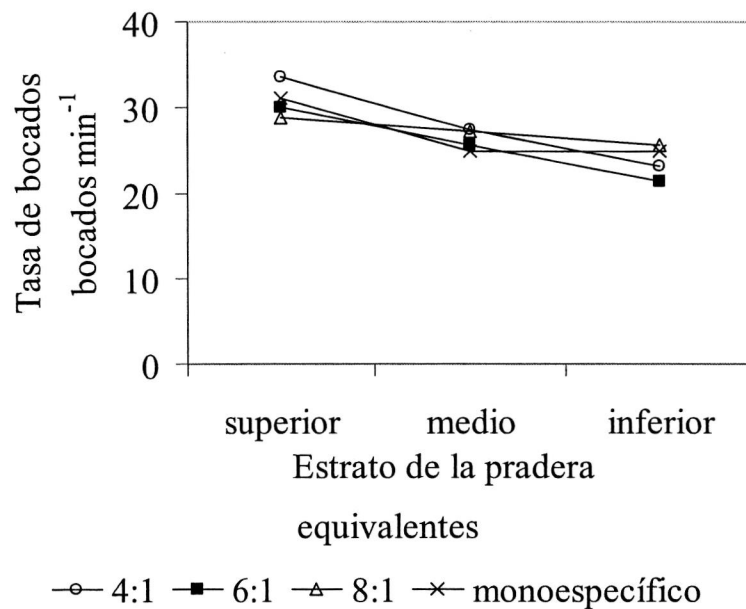


Figura 14. Tasa de bocados en borregas en pastoreo mixto con vaquillas, por estratos de pastoreo y a diferente equivalente animal. Diferencia por estratos ($P < 0.05$).

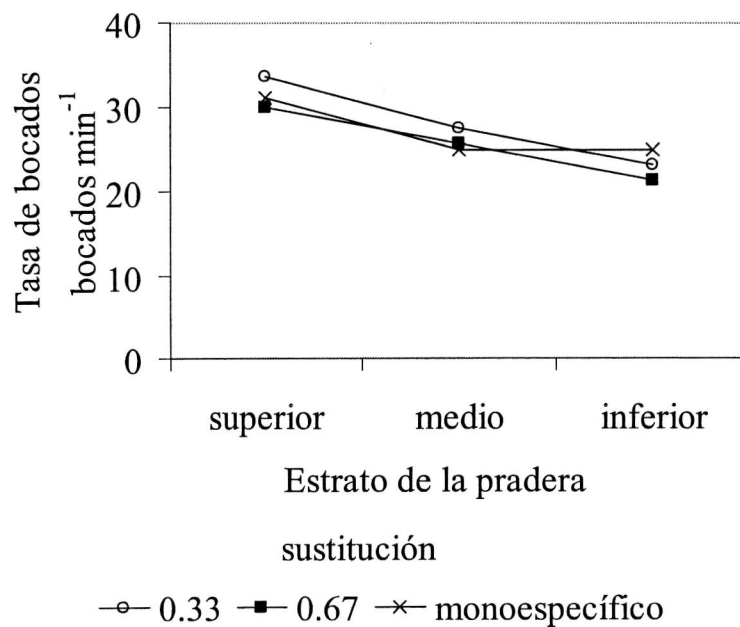


Figura 15. Tasa de bocados en borregas en pastoreo mixto con vaquillas, por estratos de pastoreo y a diferente grado de sustitución. Diferencia por estratos ($P < 0.05$).

4.7.3. Tasa de ingestión por borregas

La tasa de ingestión máxima fue de 11.6 g MS min⁻¹ para el tratamiento de equivalente 4:1, sustitución 0.67 y de 7.6 g MS min⁻¹ para equivalente 8:1 sustitución 0.33 (Figura 16).

La tasa de ingestión promedio de las borregas en pastoreo mixto, calculada a partir del consumo diario en función del tiempo de pastoreo, fue de 8.8 g MS min⁻¹ mientras que para las borregas en pastoreo monoespecífico fue de 8.0 g MS min⁻¹. El mayor consumo por las borregas en pastoreo monoespecífico (indicado en el punto 4.5.1.) fue una consecuencia directa del mayor tiempo de pastoreo empleado respecto a las borregas que se encontraban en pastoreo mixto.

La variación de la tasa de ingestión respecto a la relación vaquillas / borregas (Figura 16) puede no ser interpretada como un efecto relacionado a la complementariedad o competencia entre ambas especies en pastoreo mixto o monoespecífico (efecto de tratamientos).

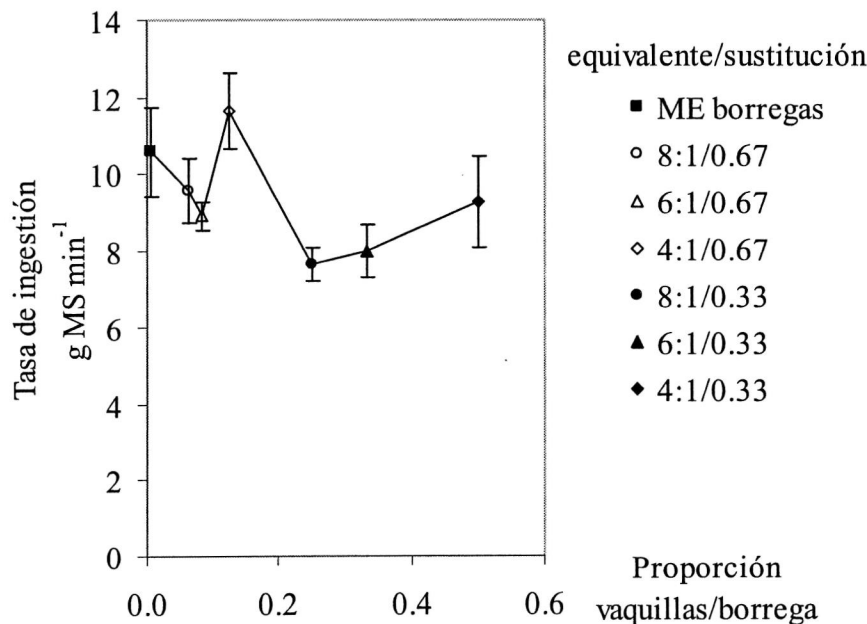


Figura 16. Tasas de ingestión de forraje por borregas en pastoreo mixto con vaquillas a diferentes grados de sustitución empleando diferentes equivalentes. ME borregas corresponde al tratamiento de pastoreo monoespecífico por borregas. La barra vertical representa 2 × error estándar.

La tasa de ingestión por las borregas en pastoreo mixto, calculada por el forraje desaparecido en función del tiempo de pastoreo, fue de $4.4 \text{ g MS min}^{-1}$ lo que significó, en función del tiempo empleado por la borregas en pastoreo monoespecífico (319 min d^{-1}), $21 \text{ kg MS desaparecido d}^{-1}$ (figura 17, ME calculado), mientras que el forraje desaparecido por muestreo del tratamiento monoespecífico de borregas fue de $28 \text{ kg MS desaparecido d}^{-1}$ (ME observado de la figura 17). Las tasas de ingestión por borregas en tratamiento monoespecífico y en pastoreo mixto no presentaron diferencias por medio del forraje desaparecido.

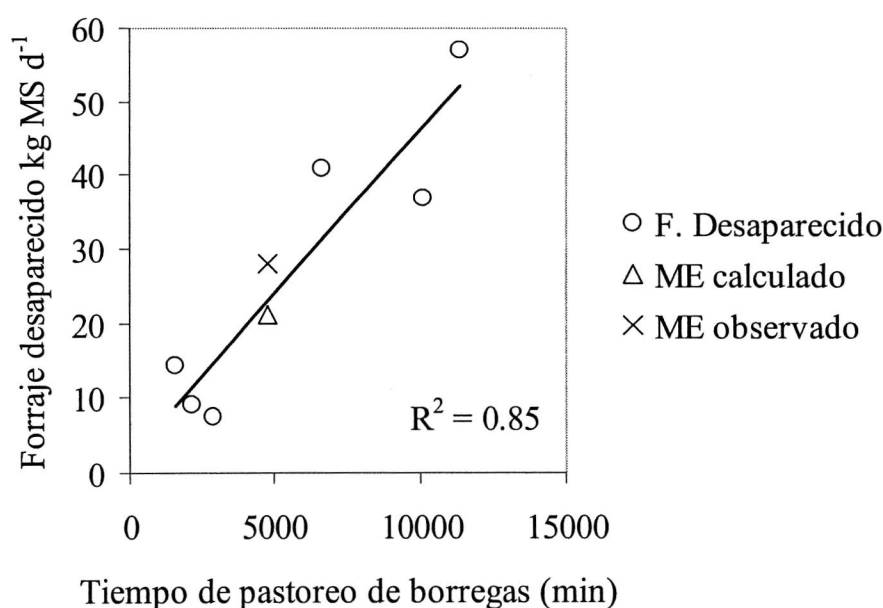


Figura 17. Relación entre forraje desaparecido y el tiempo de pastoreo por tratamiento de borregas en pastoreo mixto con vaquillas.

4.7.4. Tiempo de pastoreo por vaquillas

El tiempo efectivo de pastoreo por vaquillas no varió ($P > 0.05$) ante la presencia de borregas en el pastoreo mixto, tampoco hubo variación en el tiempo de pastoreo por vaquillas en monoespecífico respecto a los tratamientos mixtos (Cuadro 14). El tiempo de pastoreo durante las 8 h de registro fue de $267 \text{ minutos d}^{-1}$ para vaquillas

solas y de un promedio de 233 minutos d⁻¹ para vaquillas en pastoreo mixto con borregas.

Abaye *et al.*, (1993) informaron que durante la mañana y tarde, los bovinos emplearon mas tiempo en pastorear al estar solos que con la presencia de borregos, pero durante la noche fue lo contrario, resultando que con base a 24 horas el tiempo de pastoreo dedicado por los bovinos en pastoreo mixto y monoespecífico fue el mismo.

Tablada (2002) encontró una tendencia a un menor tiempo de pastoreo por vacas lecheras cuando tenían la presencia de borregas en el área de pastoreo comparado con vacas en pastoreo monoespecífico.

Cuadro 14. Tiempo efectivo de pastoreo (media $\pm$ error estándar, minutos 8 horas⁻¹) por vaquillas en pastoreo mixto con borregas, bajo distintas combinaciones de equivalente y sustitución.

Equivalente	Sustitución			Promedio	P sust (eq)
	0.33	0.67	0		
4:1	218 $\pm$ 18	247 $\pm$ 18		233 $\pm$ 13	0.28
6:1	258 $\pm$ 18	215 $\pm$ 18		237 $\pm$ 13	0.11
8:1	237 $\pm$ 18	218 $\pm$ 18		228 $\pm$ 13	0.48
ME ¹			267 $\pm$ 18		
Promedio	238 $\pm$ 10	227 $\pm$ 10			
P eq (sust)	0.32	0.42			

¹Pastoreo monoespecífico (exclusivamente vaquillas).
Los tratamientos no fueron significativos (P>0.05).

4.7.5. Tasa de bocados en vaquillas

La tasa de bocados en vaquillas no varió (P<0.05) entre los tratamientos. Sí se presentó diferencia (P<0.05) en la tasa de bocados por efecto del estrato de la pradera (Figuras 18 y 19). Las vaquillas ejecutaron 35.5 bocados min⁻¹ al pastorear el estrato

más superior de la pradera, para luego ser 29.4 y 23.0 bocados min^{-1} en los estratos medio e inferior, respectivamente.

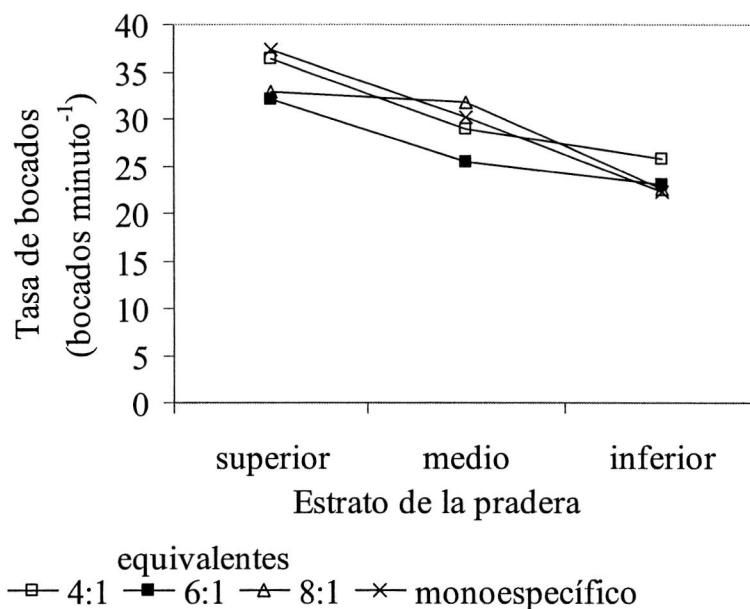


Figura 18. Tasa de bocados en vaquillas en pastoreo mixto con borregas, por estrato de la pradera y a diferente equivalente animal. Diferencia por estrato ($P < 0.05$).

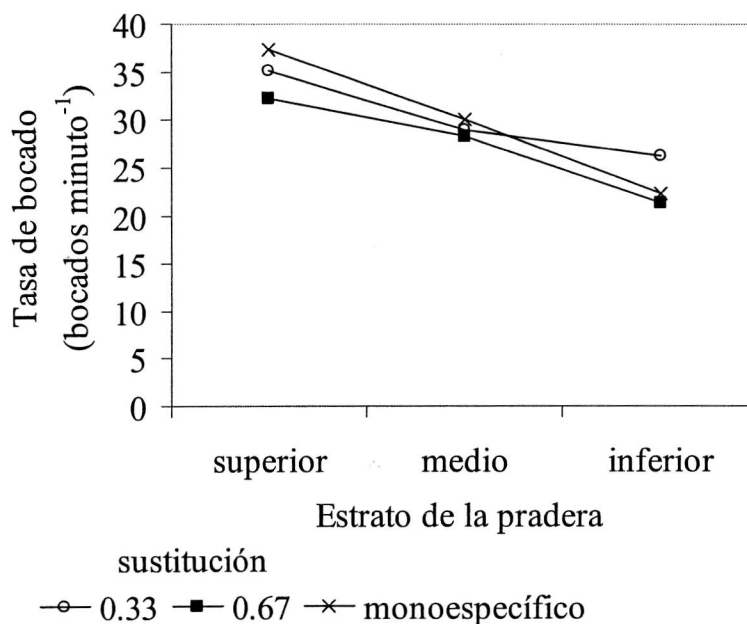


Figura 19. Tasa de bocados en vaquillas en pastoreo mixto con borregas, por estrato de la pradera y a diferente grado de sustitución. Diferencia por estrato ($P < 0.05$).

4.8. Uniformidad de defoliación

El efecto del pastoreo mixto sobre la uniformidad del forraje residual puede analizarse desde el punto de vista de introducción de borregas en el pastoreo de vaquillas (Figura 20 a) o desde el punto de vista de introducción de vaquillas en el pastoreo de borregas (Figura 20 b).

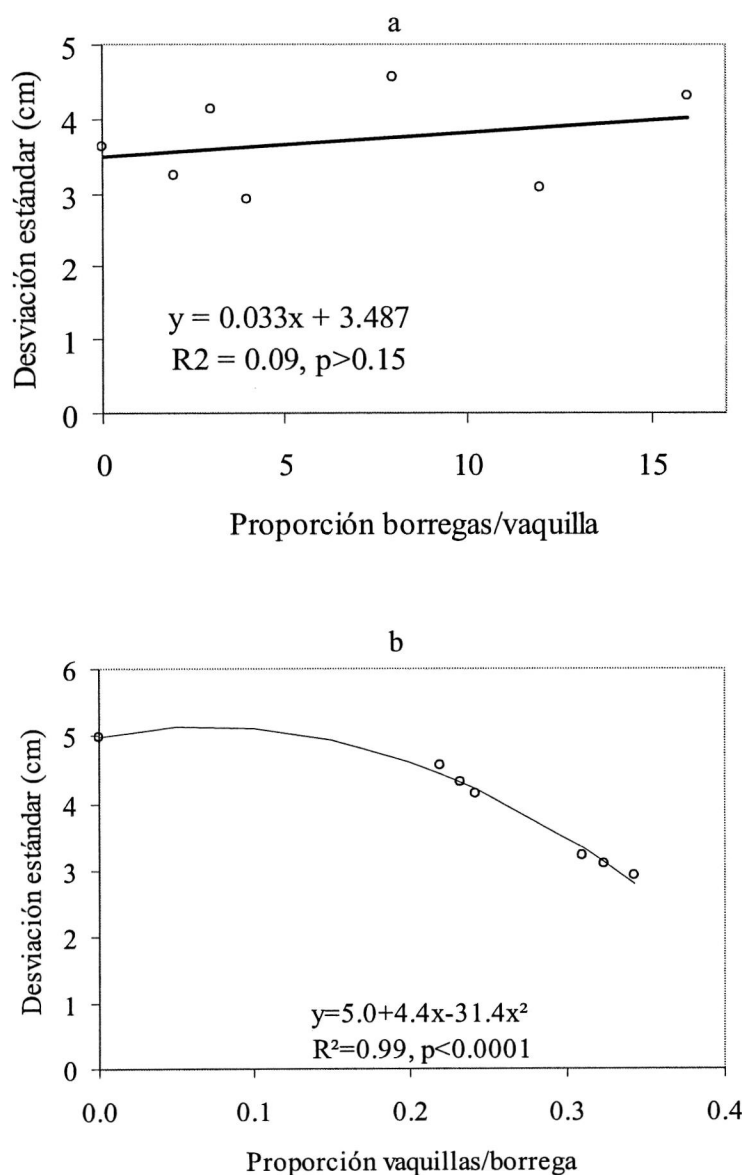


Figura 20. Desviación estándar de la altura del forraje residual medida con la regla de praderas, en praderas bajo pastoreo mixto con diferente proporción borregas / vaquilla (a) y vaquillas / borrega (b).

La introducción de borregas en el pastoreo de vaquillas no afectó la variabilidad del forraje residual (Figura 20 a), sin embargo la introducción de vaquillas en el pastoreo de borregas redujo ($P < 0.01$) la variabilidad en el forraje residual (Figura 20 b).

4.9. Competencia interespecífica e intraespecífica

Para estudiar la naturaleza de las relaciones de competencia entre borregas y vaquillas (Figura 21), se empleó el análisis gráfico clásico para interpretar resultados de competencia en mezclas dialélicas de especies vegetales (por ejemplo Améndola y Morales, 1997).

Las bases para elaborar la gráfica que se presenta en la Figura 21 fueron:

- Para la variable independiente (% de borregas en PV ^{0.9})
los números de vaquillas y borregas empleadas por tratamiento (Cuadro 1)
los pesos vivos promedio de vaquillas y borregas elevados con el exponente 0.9 (Freer, 1981).
- Para la variable dependiente (consumo diario por unidad de área)
las medias de área asignada por tratamiento (Cuadro 7),
el número de vaquillas y borregas empleadas por tratamiento (Cuadro 1),
las medias de consumo diario de forraje de borregas (Cuadro 9) y vaquillas (Cuadro 10).
se presenta el consumo total por unidad de área como la suma de los consumos por especie estimados por medio de las respectivas ecuaciones de regresión.

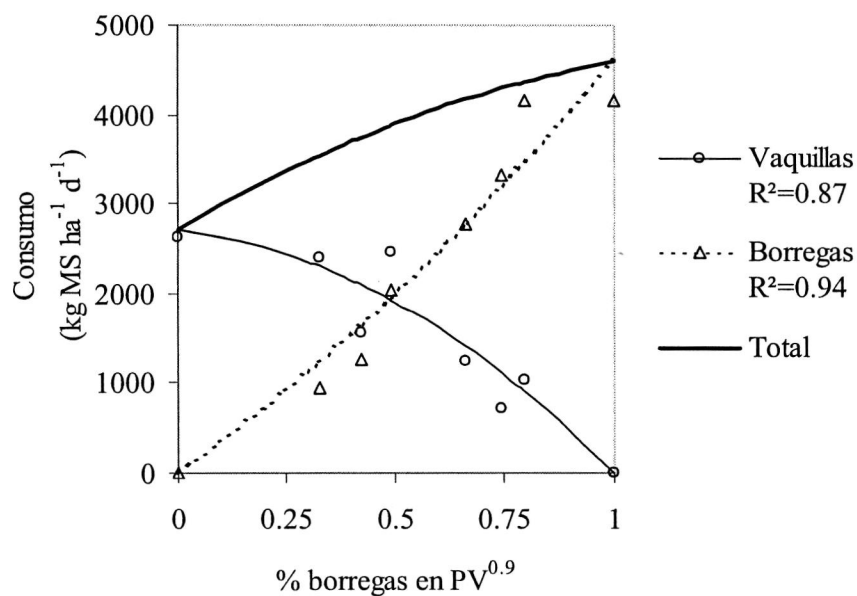


Figura 21. Consumo diario por especie y total expresado por unidad de área.

El consumo total por unidad de área (Figura 21) se incrementó en la medida que aumentó la proporción de borregas en el peso vivo elevado con el exponente 0.9. A su vez, el incremento de la proporción de borregas redujo el consumo de forraje por vaquillas con un factor proporcional menor a 1, en tanto que el incremento en la proporción de vaquillas redujo el consumo de forraje por borregas con un factor proporcional ligeramente superior a 1.

5. DISCUSIÓN

5.1. Consumo de forraje por vaquillas

Si bien se detectó diferencia entre tratamientos en el consumo por vaquillas estimado por producción fecal, ésta no pudo ser interpretada como causada por el efecto de las diferentes proporciones entre borregas y vaquillas (Figura 7). Los resultados de estimaciones de consumo por tres diferentes técnicas fueron coincidentes, lo que lleva concluir que la estimación de consumo por vaquillas fue precisa. La mayor discrepancia fue del 11%, diferencia producida entre la estimación por producción fecal y por requerimientos para desempeño productivo. Por lo regular las discrepancias entre resultados de estimaciones de consumo por diferentes técnicas son mayores que las encontradas en el presente estudio (Moran y Croke, 1993; Reeves *et al.*, 1996; Malossini *et al.*, 1996; Chilbroste, 1999; Améndola *et al.*, 2002a). Dado que no se contó con información de tiempo de pastoreo nocturno, no fue posible estimar las tasas de ingestión por vaquillas. No obstante, el conjunto de la información sobre consumo estimado por forraje desaparecido (Figura 5), consumo estimado por producción fecal (Figura 6), composición de la dieta seleccionada (Cuadro 12), tiempo efectivo de pastoreo (Cuadro 14) y tasa de bocados (Figuras 18 y 19), indica que la presencia de borregas no afectó el comportamiento de las vaquillas en pastoreo mixto.

5.2. Consumo de forraje por las borregas

La discrepancia entre las estimaciones de consumo por borregas por producción fecal y por forraje desaparecido fue muy grande. El consumo estimado por forraje desaparecido (Figura 5) fue 50% inferior al estimado por producción fecal (Cuadro 9). La coincidencia entre el consumo promedio estimado por producción fecal (2.3 kg MS borrega⁻¹ d⁻¹) y el estimado por requerimientos para desempeño (2.4 kg MS

borrega $^{-1} \text{ d}^{-1}$), indica que el forraje desaparecido subestimó el consumo de forraje por las borregas.

Otros resultados están vinculados con esta subestimación. El incremento en la proporción de vaquillas redujo el consumo por las borregas estimado por producción fecal (Figura 6). Sin embargo, de acuerdo a la relación lineal reportada en la Figura 5, el consumo por las borregas estimado por forraje desaparecido no fue afectado por la presencia de vaquillas.

El manejo de la defoliación fue diseñado para que no se presentara diferencia en los residuales por efecto de los tratamientos, empleando como guía la altura medida con el disco (Figura 2). En la medida que no se presentó diferencia entre tratamientos en la altura de los residuales se tomaron muestras por potrero para estimar la masa de forraje. Sin embargo, la presencia de borregas indujo cambios en la estructura del forraje residual de modo tal que a una misma altura correspondiesen diferentes masas de forraje. La subestimación del consumo por las borregas por muestreos de forraje probablemente se originó en estas diferencias.

El pastoreo por debajo de 4 cm ocurrió principalmente con proporciones intermedias de vaquillas y borregas (Figura 3). El resultado confirma lo reportado por Flores *et al.*, (1993) y Améndola *et al.*, (2002b) de que en el pastoreo con bovinos la altura mínima promedio de defoliación se encuentre entre 4 y 5 cm, por lo que puede asumirse que en este experimento la defoliación por debajo de esa altura fue realizada por las borregas ya que en el pastoreo monoespecífico por vaquillas no se presentaron muestras con alturas menores a 4 cm. Sin embargo, las borregas en pastoreo monoespecífico tampoco pastorearon por debajo de 4 cm (Figura 3). Es probable que en pastoreo monoespecífico, las borregas hayan preferido seleccionar sus bocados en estratos superiores. El resultado fue una mayor proporción de

muestras de mayor altura (Figura 3) y una menor uniformidad del forraje residual (Figura 20).

La presencia de vaquillas indujo a las borregas a pastorear en el estrato inferior de la pradera. Así se podría explicar la evolución cuadrática de la frecuencia de alturas menores de 4 cm con el incremento en la proporción de borregas respecto a la de vaquillas (Figura 3). Cuando la proporción de borregas fue baja, aunque pudieron haber sido forzadas a defoliar a esta altura, no fue una proporción lo suficientemente alta como para impactar en la estructura del forraje residual. El impacto fue más claro en la medida que la proporción de borregas fue en aumento. Sin embargo, al aumentar esta proporción por encima de la planteada con la sustitución de 33% empleando el equivalente 8 borregas por vaquilla, la baja proporción de vaquillas hizo que las borregas accedieran en menor medida al pastoreo en el estrato inferior de la pradera. Esta situación fue particularmente evidente en el pastoreo monoespecífico por borregas. Este resultado puede ser tomado como evidencia de cierto grado de complementariedad en la actividad del pastoreo, en el sentido que los bovinos pastoreando la superficie de la pradera pueden facilitar al ovino el acceso a los horizontes cercanos al suelo (Arosteguy, 1984). Por otra parte, varios autores han observado que los ovinos tienen mayor habilidad para pastorear cerca del suelo cuando el forraje disponible tiende a ser limitante, característica que probablemente los hace ser más competitivos que los bovinos cuando la carga animal es alta (Clarke, 1963; Culpin et al., 1964; Bennet *et al.*, 1970; Hamilton y Bath, 1970; Goold, 1981). El conjunto de la información sobre consumo estimado por producción fecal (Cuadro 9), composición de la dieta (Cuadro 11), tiempo efectivo de pastoreo (Cuadro 13), estructura del forraje residual (Figura 3) indica que la presencia de vaquillas afectó negativamente el consumo de forraje por las borregas.

5.2.1. Composición de la dieta de borregas y su relación con el consumo

Los resultados de composición de la dieta se pueden interpretar tomando en cuenta el efecto de la presencia de vaquillas sobre los horizontes predominantemente defoliados por las borregas. En etapas intermedias y finales del período de ocupación pueden presentarse diferencias importantes en la preferencia de los animales. En estas etapas los animales que ejercen marcada preferencia por hoja logran mantener niveles altos de digestibilidad en su dieta (Flores y Cruz, 1998). Esto explicaría la aparente contradicción de disminución en el consumo de forraje por las borregas asociada con aumento en la digestibilidad de la dieta (Figura 9), también permite explicar que el pastoreo monoespecífico por borregas quede fuera de esta relación. La presencia de vaquillas forzó a las borregas a pastorear en el horizonte inferior reduciendo con ello su consumo pero permitiendo lograr una dieta de mayor digestibilidad al concentrar su selección en componentes de mayor digestibilidad que se encontraban en ese estrato. Para comprender este efecto debe tomarse en cuenta que la selección de la dieta por rumiantes en pastoreo es un proceso complejo. En términos teóricos, de acuerdo a Parsons y Chapman (1998), la interpretación de una preferencia debe tomar en cuenta los “costos del pastoreo selectivo”. Vale decir, que ante la opción de pastorear en un estrato inferior que permitiría seleccionar forraje de mayor calidad pero que reduciría la tasa de ingestión, un animal puede optar por pastorear en un estrato superior. Los resultados de Améndola *et al.*, (2002a) coinciden en esta apreciación teórica.

5.2.2. Comportamiento ingestivo de las borregas y su relación con el consumo

Los resultados de comportamiento ingestivo indican que las limitaciones al consumo de forraje por las borregas impuestas por la presencia de vaquillas se manifestaron particularmente a través de la reducción del tiempo de pastoreo (punto 4.7.1.). Las

borregas en pastoreo monoespecífico mantuvieron tasas de ingestión similares a las borregas en pastoreo mixto (Figura 17), así el mayor consumo se debió a su mayor tiempo de pastoreo (Cuadro 13).

La falta de información más detallada no permite inferir en forma concluyente la causa de la reducción del tiempo de pastoreo de las borregas en pastoreo mixto. Es probable que haya habido una interferencia directa por las vaquillas en la actividad de pastoreo de las borregas tal como se manifiesta en rebaños monoespecíficos con la interferencia de animales dominantes en el comportamiento ingestivo de animales subordinados (Bowman y Sowel, 1997). Sin embargo, es probable que los cambios en la estructura de la pradera que enfrentaron las borregas debido a la presencia de vaquillas, forzaron a las borregas a pastorear en el horizonte inferior provocando la interrupción en forma anticipada de la actividad de pastoreo. En el caso de vacas lecheras, Améndola *et al.* (2002b) reportan que esa es una reacción frecuente en pastoreo rotacional.

El resultado del análisis conjunto de las Figuras 5 y 17 coincide con esta interpretación. Al estimar el forraje desaparecido del pastoreo monoespecífico por borregas con base en los coeficientes de regresión de la Figura 5, éste resultó claramente subestimado, sin embargo al considerar el tiempo de pastoreo de las borregas en pastoreo monoespecífico (Cuadro 13), la estimación del forraje desaparecido en ese tratamiento coincide con la relación de los demás tratamientos (Figura 17).

5.3. Composición de la dieta de ambas especies

La dieta promedio seleccionada por las borregas presentó mayores contenidos de digestibilidad y de proteína cruda y menor de fibra detergente neutro que la dieta seleccionada por vaquillas (Figuras 10, 11 y 12). Numerosos investigadores reportan

el mismo tipo de resultados (Van Dyne y Heady, 1965; Cook *et al.*, 1967; Bedell, 1968; Dudzinski y Arnold, 1973; Wilson, 1976; Van Dyne *et al.*, 1980; Ralphs *et al.*, 1986).

La pradera estaba compuesta de una leguminosa y una gramínea entre las que, de acuerdo a Minson (1990) es dable esperar diferencias en las relaciones entre DivMS y PC y entre FDN y DivMS. No se analizó la composición botánica y morfológica de la dieta, sin embargo las relaciones entre las medias de composición (Figuras 13a, b y c) permite suponer que las diferencias en composición botánica y morfológica de la dieta no debieron ser marcadas dado que los resultados de borregas y vaquillas se ubican en las mismas líneas de las relaciones. En praderas cultivadas y usadas intensamente donde la diversidad florística es generalmente baja (como en el presente estudio), las diferencias dietarias parecen no ser significativas (Hodgson y Forbes, 1980). Arosteguy (1982) sugiere que la intensificación en el uso de las praderas contribuye a la cancelación de las diferencias dietarias que en teoría son esperables.

Las composiciones botánica y morfológica del forraje ofrecido a partir del potrero 5 (Cuadro 5) se modificaron al presentar aumento de la proporción de tallo de alfalfa y descenso en las proporciones de tallo de ovillo y material muerto. Tomando en cuenta los resultados de la relación entre FDN y DivMS (Figura 13 b) y lo reportado por Minson (1990) respecto a la relación entre estas variables, se puede concluir que los cambios producidos en la pradera llevaron a un incremento en la proporción de leguminosa en la dieta de vaquillas y borregas.

5.4. Equivalencias

Los resultados del cálculo de equivalencias estuvieron en función de la base empleada para su cálculo: 7.3 y 7.6 borregas vaquilla⁻¹ cuando se calculó a partir de los datos de área asignada y forraje desaparecido, respectivamente. La estimación del consumo por producción fecal y requerimientos por desempeño productivo fue de 3.9 y 3.2 borregas vaquilla⁻¹, respectivamente.

Desde el punto de vista del manejo de pastoreo realizado y tomando en cuenta que los resultados provienen de un único ciclo de pastoreo de las praderas, debe asumirse que para las condiciones de este sistema el equivalente se ubicaría aproximadamente entre 7.3 y 7.6 borregas vaquilla⁻¹. En cambio, si se considera el consumo de forraje, el equivalente debería estar entre 3.2 y 3.9 borregas vaquilla⁻¹. Al considerar estas últimas estimaciones de equivalente se estaría perdiendo la oportunidad de explotar las diferencias en hábito de pastoreo de los animales que condujeron a una utilización diferente y por ende más eficiente de las praderas.

Antes de concluir sobre el equivalente que corresponde al sistema en estudio y a las respuestas que se pueden esperar con diferentes grados de sustitución, es necesario evaluar las consecuencias que pudiesen tener las diferencias en el forraje residual sobre la productividad y composición de la pradera en los siguientes ciclos de pastoreo. De acuerdo a los resultados de Hernández *et al.* (1988), se puede esperar que masas de forraje residual muy bajas (que de acuerdo a la Figura 3 se presentarían al emplear equivalentes y tasas de sustitución relativamente altos) pueden afectar negativamente la producción neta de forraje de este tipo de praderas y desplazar la composición botánica hacia la dominancia de alfalfa.

En el presente estudio se consideraron equivalencias en término de requerimientos de consumo o área, considerando la introducción de borregas de cría en un sistema

lechero (vaquillas en crecimiento), en un manejo de pastoreo mixto. Los equivalentes estimados en función del consumo de forraje deben acotarse los desempeños productivos alcanzados. Las vaquillas alcanzaron una ganancia de peso de 770g diarios, lo que corresponde la meta de primer parto con 2 años de edad, mientras que las borregas parieron durante la aplicación del experimento, presentando un mínimo cambio de peso neto, amamantaron durante 35 días $0.9 \text{ crías borrega}^{-1}$ en promedio y se alcanzó un peso promedio de $13.9 \text{ kg cría}^{-1}$ al final del experimento. Considerando la posibilidad de extrapolación de los resultados obtenidos (dentro del tipo de praderas y las categorías de animales empleados), es necesario expresarlos en términos de relaciones de pesos. Freer (1981) reporta que para comparar requerimientos de consumo para mantenimiento de ovinos y bovinos, el exponente adecuado es 0.9 en lugar de 0.75. Los resultados de exponentes a los cuales elevar el peso vivo para lograr las equivalencias del presente estudio si se consideran los requerimientos de consumo por cálculos en reversa o producción fecal respectivamente son 0.77 y 0.89, este último resulta similar al propuesto por Freer (1981). Sin embargo, si se considera el resultado de equivalente por forraje desaparecido (subestimado en los tratamientos que incluyeron borregas en este estudio) o requerimiento de área, el exponente a emplear es 1.33. La diferencia implica el aprovechamiento de las diferencias en hábito de pastoreo.

5.5 Competencia interespecífica e intraespecífica

Los resultados que se presentan en la Figura 21 sugieren que en las condiciones del presente estudio las borregas fueron más eficientes en la cosecha de forraje ya que la mayor y menor cantidad de forraje consumido por unidad de área se obtuvieron con los tratamientos de pastoreo monoespecífico por borregas y vaquillas, respectivamente. Sin embargo, las vaquillas fueron más agresivas en la competencia,

ya que el incremento en la proporción de borregas redujo el consumo de forraje por vaquillas con un factor proporcional menor a 1, en tanto que el incremento en la proporción de vaquillas redujo el consumo de forraje por las borregas con un factor proporcional ligeramente superior a 1. En otras palabras, en tanto que para las vaquillas fue más fuerte la competencia intraespecífica que la interespecífica, lo contrario ocurrió en el caso de las borregas.

En términos prácticos, el resultado del análisis de competencia entre las dos especies implica que, desde el punto de vista biológico, son amplias las posibilidades de obtener ventajas de la introducción de borregas en los sistemas lecheros en pastoreo intensivo de este tipo de praderas. Ello se debe a que en estas condiciones en primer lugar los ovinos (rubro secundario) son más eficiente en la utilización de forraje con lo que se incrementa la eficiencia de utilización de forraje del sistema, y en segundo lugar son menos competitivos que los bovinos por lo que su introducción tiene un efecto reducido sobre el desempeño productivo del rubro principal.

6. CONCLUSIONES

Las borregas fueron más eficientes en la cosecha de forraje. Sin embargo, las vaquillas fueron más agresivas en la competencia. Para las vaquillas fue más fuerte la competencia intraespecífica que la interespecífica, en tanto que lo contrario ocurrió en el caso de las borregas.

La presencia de borregas no afectó el comportamiento por vaquillas en pastoreo mixto. Sin embargo, la presencia de vaquillas afectó negativamente el consumo de forraje por las borregas. Esta reducción se asoció con la reducción del tiempo de pastoreo efectivo.

La dieta promedio seleccionada por las borregas presentó mayor digestibilidad, mayores contenidos de proteína cruda y menores de fibra detergente neutro que la dieta seleccionadas por vaquillas.

La introducción de borregas en el pastoreo de vaquillas no afectó la variabilidad del forraje residual. Sin embargo, la introducción de vaquillas en el pastoreo de borregas redujo la variabilidad en el forraje residual.

Coincidiendo con lo propuesto por Freer (1981), la estimación de equivalentes en función del consumo de forraje condujo a concluir que el exponente adecuado para comparar ovinos y bovinos en función de su peso vivo es 0.9. Sin embargo al considerarse el área asignada el exponente adecuado fue 1.33. Esta diferencia implica la explotación de las diferencias en hábito de pastoreo.

Desde el punto de vista biológico, son amplias las posibilidades de obtener ventajas de la introducción de borregas en los sistemas lecheros en pastoreo intensivo de este tipo de praderas. Con su inclusión se incrementa la eficiencia de utilización de forraje del sistema. Sin embargo, son menos competitivos que los bovinos, por lo que

su introducción debería tener un efecto reducido sobre el desempeño productivo del rubro principal.

7. LITERATURA CITADA

- Abaye, A.O., V. G. Allen y J. P. Fontenot. 1993. Influence of Grazing Cattle and Sheep Together and Separately on Animal Performance and Forage Quality. *Journal of Animal Science*. 72:1013.
- Améndola M., R. D. y B. Morales M. 1997. Competition between oats and annual ryegrass under grazing. *Proceedings of the XVIII International Grassland Congress*. Winnipeg, Manitoba-Saskatoon, Saskatchewan, Canada. Session 22-Forage and Grassland Management. P 119.
- Améndola, R. D.; M. A. Martínez C. y J. A. Burgueño F. 2002a. Supplementary feeding with maize silage. In: A dairy system based on forages and grazing in temperate Mexico. Ph. D. Thesis, by Améndola R. D. Wageningen Agricultural University. Wageningen, The Netherlands. Capítulo 3. p 55.
- Améndola, R. D.; J. E. Rivera R.; J. A. Burgueño F.; A. González E. y P. A. Martínez H. 2002b. Allowance-intake relationship for dairy cows grazing oats and annual ryegrass pastures. In: A dairy system based on forages and grazing in temperate Mexico. Ph. D. Thesis, by Améndola R. D. Wageningen Agricultural University. Wageningen, The Netherlands. Capítulo 4. p 93.
- Arnold, G. W. y M. L. Dudzinski. 1967. Studies on the diet of the grazing animal. II. Effect of physiological status in ewes and pasture availability on herbage intake. *Australian Journal of Agricultural Research*. 18: 349.
- Arosteguy, J. C. 1982. The dynamics of herbage production and utilisation in swards grazed by cattle and sheep. Ph. D. Thesis, University of Edinburgh. U. K. 205 pp.
- Arosteguy, J. C. 1984. Pastoreo mixto por bovinos y ovinos en praderas de ambientes templado-húmedo. *Revista Argentina de Producción Animal*. 4:61.
- A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis. Kenneth H (Ed) Edition 1.
- Balmaceda, N. A. y J. N. P. De Digiuni. 1983. Estimación de la dieta de vacunos, ovinos, caprinos y guanacos en zona de monte por el método microhistológico. *Revista Argentina de Producción Animal*. 10:265.
- Bedell, I. E. 1968. Seasonal forage preferences of grazing cattle and sheep in western Oregon. *Journal of Range Management*. 21:291.
- Bennett, D.; F. H. W. Morley; K. W. Clark y M. L. Dudzinski. 1970. The effect of grazing cattle and sheep together. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 10:694.

- Bowman, J. G. P. y F. Sowel. 1997. Delivery method and supplement consumption by grazing ruminants: a review. *Journal of Animal Science* 75: 543.
- Cachón A. L. E.; H. Nery y H. E. Cuanalo de la C. 1976. Los suelos del área de influencia de Chapingo SAG-CP-ENA. Chapingo, México. 79 pp.
- Chilibroste, P. 1999. Grazing time the missing link: a study of the plant-animal interface by integration of experimental and modelling approaches. Ph D Thesis, Animal Nutrition Group, Wageningen Agricultural University. Wageningen, The Netherlands. 190 pp.
- Clarke, R. W. 1963. Stocking rate and sheep-cattle interactions. *Wool Technology and sheep breeding*. 10:27.
- Cook, C.; L. E. Harris y M. C. Young. 1967. Botanical and nutritive content of diets of cattle and sheep under single and common use on mountain range. *Journal of Animal Science*. 26:1169.
- Culpin, S.; W. M. R. Evans y A. C. Francis. 1964. An Experiment on mixed stocking of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 10:29.
- De Alba, J. 1971. Alimentación del ganado en América Latina. La prensa Médica Mexicana S. A., México D. F., Segunda Edición. 475 pp.
- Dudzinski, M. L. y G. W. Arnold. 1973. Comparisons of diets of sheep and cattle grazing together on swon pastures on the southern tablelands of New South Wales by principal components analisys. *Australian Journal of Agricultural Research* 24:899.
- Ferret, A.; J. Plaixats, G. Caja y P. Prió. 1999. Using markers to estimate apparent dry matter digestibility, faecal output and dry matter intake in dairy ewes fed Italian ryegrass hay or alfalfa hay. *Small Ruminant Research*. 33:145.
- Flores, E. R., E. A. Laca, T. C. Griggs y M. W. Demment. 1993. Sward height and vertical morphological differentiation determine cattle bite dimension. *Agricultural Journal*. Vol 85:527.
- Flores, V. y J. Cruz J. 1998. Evaluación del muestreo manual para estimar la composición de la dieta de novillos en pastoreo. Tesis Profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México. 77 pp.
- Forbes, T. D. A. y J. Hodgson. 1985. 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.

- Formoso, D. y P. E. Colucci. 1999. Efecto del sistema de pastoreo en la dieta de primavera de ovinos y bovinos pastoreando campo natural. *Revista de Producción Ovina*. 12:19.
- Freer, M. 1981. The control of food intake by grazing animals. In: F. H. W. Morley (Ed.). *Grazing Animals*. Elseviers Scientific Publishing Company, Amsterdam. p. 105.
- García E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. D.F. México. 217 pp.
- Geenty, K. y Rattray P. 1987. The energy requeriments of grazing sheep and cattle. In: "Feeding livestock on pasture" Nicol M. A. D. (edit). New Zealand Society of Animal Production. Ocasional Publication N°10, p 39.
- Goering, M. K. y P. J. Van Soest. 1970. Forage fibre analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). USDA. Washington D.C. USA. 20 pp.
- Goold, G. J. 1981. The effect of sheep and cattle grazing on a mixed ryegrass/kikuyu/white clover pasture in Northland. *Proccedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 41:95.
- Grant, S. A. y J. Hodgson. 1980. *Proceedings of 8th General Meeting European Grassland Federation*. 5:39.
- Hacker, J. B. y D. J. Minson. 1981. The digestibility of plant parts. *Herbage Abstract*. 51:459.
- Hamilton, D, y J. Bath. 1970. Performance of sheep and cattle grazed separately and together. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 10:19.
- Heitschmidt, R. K. y J. W. Stuth 1991. *Grazing Management. An Ecological Perspective*. Capítulo 7, p. 161.
- Hernández M., J., J. E. López C. y J. A. Morgado M. 1988. Efecto de la asignación de forraje sobre la utilización y estructura de una pradera asociada gramínea (*Dactylis glomerata* var. Potomac) y leguminosa (*Medicago sativa* var. Valenciana). Tesis Profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 85 pp.
- Hodgson, J. 1976. In: *Pasture utilisation by the grazing animal*. British Grassland Society Occasional Simposium, 8:9.
- Hodgson, J. 1979. Nomenclature and definitions in grazing studies. *Grass and Forage Science*, 34:11.
- Hodgson J. y T. D. A. Forbes. 1980. In: *Proceeding workshop on mixed grazing*. Galway, september 1980. 81 pp.

- Hodgson, J. 1982. La relación entre la estructura de las praderas y la utilización de plantas forrajeras tropicales. In: Paladines, O. y C. Lascano (eds). Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas. Metodologías de evaluación. Centro Internacional de Agricultura Tropical. p. 33.
- Hodgson, J. 1990. Grazing management science into practice. Longman Scientific & Technical. New York E.E.U.U. 203 pp.
- Julián, B. A. 1996. Evaluación bajo pastoreo de diferentes asociaciones de gramínea y leguminosa en su tercer invierno, en Chapingo, México. Tesis Profesional. Departamento de Zootecnia Universidad Autónoma Chapingo. 84pp.
- Lantinga E. A., J. H. Neuteboom y J. A. C. Meijs 2000. Sward Methods. In: J. Leaver (ed.). Herbage Intake Handbook. Segunda Edición. British Grassland Society. p. 35.
- Lambert, M. G. y H. Guerin. 1989. Competitive and complementary effects with different species of herbivore in their utilization of pastures. Proceedings. XVI Interantional Grassland Congress. Association Francaise pour la Production Fourragere, France. P. 1785.
- Le Du, Y. L. P. y P. D. Penning 1982. Animal based techniques for estimating herbage intake. In: J. Leaver (ed.), Herbage Intake Handbook. The British Grassland Society. p. 37.
- Leigh, J. H. 1974. In: A. D. Wils (ed), Studies of the Australian Arid Zone. Animal Production. 10:102.
- López G., I. 1995. Efecto del período de descanso sobre el rendimiento, la estructura y la utilización de una pradera de zacate ovillo (*Dactylis glomerata* var Potomac) asociada con alfalfa (*Medicago sativa* var Valenciana). Cuarta fase. Tesis de Maestría. Posgrado en Producción Animal. Universidad Autónoma Chapingo México. 109 pp.
- Malossini F., S. Bovolenta, E. Piasentier, C. Piras y F. Martillotti. 1996. Comparison of n-alkanes and chromiun oxide methods for estimation herbage intake by grazing dairy cows. Animal Feed Science Technology. 61:155.
- Martínez C., M. A. 1999. Suplementación con ensilado de maíz a vacas lecheras en pastoreo. Tesis de Maestría. Posgrado en Producción Animal. Universidad Autónoma Chapingo. México 107 pp.
- Martínez V., F. 2001. Productividad de vacas lecheras en pastoreo suplementadas con diferente nivel de concentrado. Tesis de Maestría. Posgrado en Producción Animal. Universidad Autónoma Chapingo. México 101 pp.

- Mehrez, A. Z. y E. R. Orskov. 1977. A study of artificial bag technique for determining the digestibility of feed in the rumen. *Journal of Agricultural Science*. 88:645.
- Minson, D. J. 1981. Nutritional differences between tropical and temperate pastures. In: F. H. W. Morley (ed.). *Grazing Animals*. Elsevier Scientific Publishing Company. p. 143.
- Minson, D. J. 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press Inc. EUA p 483.
- Moran, J. B. y D. E. Croke. 1993. Maize silage for the pasture-fed dairy cow 5. A comparison with wheat while grazing low quality perennial pastures in the summer. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 33:541.
- Nolan T. y J. Connolly. 1976. Comparison of five ratios of cattle and sheep. *Irish Journal of Agricultural Research*. 15:137.
- Nolan, T. y J. Connolly. 1977. Mixed stocking by sheep and steers. A review *Herb. Abst.* 47:367.
- Nolan, T. 1980. Proceedings workshop on mixed grazing. Agricultural Institute of Ireland, Galway. pp 1-19.
- Parson, A. J. y D. F. Chapman. 1998. Principles of grass growth and utilization. In: H. Cherney y D. J. R. Cherney (Eds.). *Grass for dairy cattle*. CAB International. Oxon, UK. p. 108
- Peart, J. N. 1962. Increased Production from Hill Pastures. Sourhope trials with cattle and sheep. *Scot. Agric.* 42:147.
- Ralphs, M. H.; M. M. Kothmann y L. B. Merrill. 1986. Cattle and sheep diets under short-duration grazing. *Journal of Range Management* 39:465.
- Reeves, M., W. J. Fulkerson, R. C. Kellaway y H. Dove. 1996. A comparison of three techniques to determine the herbage intake of dairy cow grazing kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 36:23.
- Ruiz, E. M. y A. Ruiz. 1990. Nutrición de rumiantes. Guía metodológica de investigación. ALPA-RISPAL, IICA-RISPAL. San José, Costa Rica. p 103.
- Tablada A., S. R. 2002. Comportamiento productivo de alfalfa-ovillo en pastoreo mixto de vacas y borregas. Tesis de Maestría. Posgrado en Producción Animal. Universidad Autónoma Chapingo. México 85 pp.
- Tovar L. I. 1989. Pastoreo mixto con ovinos y bovinos en un pastizal en bosque de pino. Tesis de Maestría. Posgrado en Producción Animal. Universidad Autónoma Chapingo. México. 85pp.

- Van Dyne, G. M. y H. F. Heady. 1965. Botanical composition of sheep and cattle diets on a mature annual range. *Hilgardia* 36:465.
- Van Dyne, G. M. ; N. R. Brockington; Z. Szocs; J. Duck y C. A. Ribic. 1980. Large herbivore subsystem. In: A. I. Breymeyer y G.M. Van Dyne (eds.). *Grasslands, Systems, Analysis and man*. International Biological programme. p 269.
- Van Keuren, R. W.y C. F. Parker. 1967. Better pasture utilization grazing cattle and sheep together. *Ohio Rep.* 57:12.
- Williams, C. H. ; D. J. David y O. Iismaa 1962. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. *Journal of Agricultural Science. Camb.* 59:381.
- Wilson, A. D. 1976. Comparison of sheep and cattle grazing on a semiarid grassland. *Australian Journal of Agricultural Research.* 27:155.

IMPRESA ANHER
IMPRESIONES & ENCUADERNACIONES
FRAY PEDRO DE GANTE No. 118-D
TEXCOCO, EDO. DE MEXICO