

PASTOREO MIXTO DE BORREGAS Y VAQUILLAS

S. J. C. González M.¹, R. D. Améndola M.¹, P. A. Martínez H.¹ y J. A. Burgueño F.²

¹Programa de Investigación en Forrajes, Programa de Maestría en Producción Animal, Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, ² Centro de Estadística y Cálculo, Colegio de Postgraduados. sgonzalez@ayv.unrc.edu.ar

1. Introducción

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. Por su parte, 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 factores biológicos y económicos. Lo anterior evidencia 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, que a su vez es imprescindible para estimar la carga animal empleada.

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.

2. Bases teóricas del pastoreo mixto.

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 rentabilidad

de la producción ganadera. Una ventaja adicional de los sistemas mixtos es que al incrementarse la diversidad se reduce la magnitud del riesgo.

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). 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.

Los mecanismos que permiten que diferentes especies coexistan de esta manera pueden ser explicados a través de la diferenciación de nichos alimentario que reduce la competencia. Animales de una misma especie tienen requerimientos más 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), de comportamiento (comportamiento en pastoreo, gregariedad) y epidemiológicas (tolerancia a parásitos) (Lambert y Guerin, 1989).

2.1. 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. 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 aumenta 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.

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. 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.

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.

En términos de posibilidades de extrapolación de los resultados, las equivalencias expresadas en función del peso vivo resultan de mayor utilidad. Sin embargo, no existe acuerdo respecto al exponente al cual elevar el peso vivo para calcular esa equivalencia. En tanto para el cálculo de requerimientos de mantenimiento se emplea el exponente 0.75, en algunos trabajos (Tovar, 1989) se ha empleado el exponente 1. Por su parte 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.

2.3 Diferencias en hábito de pastoreo

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. 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).

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).

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). De acuerdo a Arosteguy (1982), los cambios en 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. Sin embargo, la intensificación en el uso de las praderas contribuye a la cancelación de las diferencias dietarias que en teoría podrían esperarse. 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).

2.4. El papel de las excretas

Forbes y Hodgson (1985) indican que a similares presiones de pastoreo, los bovinos son más 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.

En esto se basan algunas justificaciones epidemiológicas para el uso del pastoreo mixto. 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. 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.

3. Resultados de un experimento de pastoreo mixto de vaquillas y borregas

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.

Con base en lo anterior, se llevó a cabo un experimento de pastoreo mixto de vaquillas con borregas en praderas de alfalfa (*Medicago sativa* L.) y zacate ovilla (*Dactylis glomerata* L.) con alto grado de utilización. Los objetivos del experimento fueron i) estimar el equivalente de borregas por vaquilla con base en la información del consumo y ii) analizar las relaciones de competencia.

3.1 Materiales y métodos

El experimento se realizó en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo (19° 29' N, 98° 54' O y 2240 msnm) en 3.7 ha de una pradera de alfalfa y pasto ovilla con 12 meses de sembrada al inicio del experimento. Se emplearon 9 vaquillas Holstein con peso vivo (PV) inicial promedio de 336 ± 7 kg y 60 borregas gestantes Suffolk de 75.8 ± 0.8 kg de PV inicial promedio. El área se dividió 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. 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.

Las borregas permanecían en el área de pastoreo de 9:00 a 17:00 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.

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.

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 mono-específico 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.

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 considerados como bloques (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).

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.

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 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. Estas mediciones se realizaron en cada uno de los nueve potreros (sobre un potrero se midió en dos oportunidades). 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 con una regla de praderas (Hodgson, 1990). 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.

Las muestras de FO y FR se secaron en una estufa de circulación forzada de aire a 100° C hasta peso constante para estimar el contenido de materia seca (MS) y posteriormente se les determinó el contenido de cenizas (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).

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.

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.

Las composición nutricional de la dieta seleccionada por los animales se estimó mediante análisis químico y Espectroscopia de Infrarrojo Cercano (NIRS). Las muestras de forraje se colectaron empleando la técnica de muestreo manual dirigido "Hand Plucking" (Le Du y Penning, 1982). 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.

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

- Producción fecal y digestibilidad de la dieta
- Muestreo de forraje ofrecido y residual (forraje consumido por método agronómico)
- Cálculo del consumo requerido en función del desempeño productivo ("cálculo en reversa")

Para estimar la producción fecal se empleó óxido crómico (Cr₂O₃) como marcador externo (Le Du y Penning, 1982). La cuantificación de cromo en heces se realizó utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica siguiendo la metodología descrita por Williams et al. (1962).

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).

Para el análisis estadístico se emplearon modelos mixtos (Littel et al., 1996) en los que se consideró el efecto aleatorio de bloques y como efectos fijos tratamiento en el caso del área asignada para pastoreo y el forraje consumido por método agronómico y en el caso de las demás variables los efectos del tipo de pastoreo (mixto o monoespecífico), del equivalente animal anidado tipo de pastoreo, del grado de sustitución anidado tipo de pastoreo y la interacción entre equivalente y grado de sustitución. Para la comparación de medias se emplearon las probabilidades de diferencias ajustadas de acuerdo al método de Tukey. Se calcularon ecuaciones de regresión basadas en las medias de mínimos cuadrados.

3.2 Resultados

3.2.1 Muestreos de forraje

La masa de forraje ofrecido fue 4430 ± 779 kg MS ha⁻¹ y no mostró diferencia ($P > 0.05$) entre los distintos potreros. La altura promedio de los 9 potreros utilizados medida con regla de pradera fue de 46 ± 9.0 cm mientras que para el caso del disco, la altura fue de 37 ± 8 cm. La composición morfológica, varió ($P < 0.05$) entre potreros, los potreros 1 al 4 presentaron más tallo de ovillo y material muerto y menos tallo de alfalfa que los potreros 5 al 9; en promedio (% de la MS) fue la siguiente: hoja de alfalfa 31.6 ± 6.3 , hoja de ovillo 16.4 ± 6.4 , tallo de alfalfa 32.4 ± 5.7 , tallo de ovillo 8.6 ± 5.0 y material muerto 11.0 ± 4.7 .

La masa de forraje residual fue 1670 ± 85 kg MS ha⁻¹ y no mostró diferencia ($P > 0.05$) entre los distintos potreros. Esta masa correspondió a alturas de 7.8 ± 3.1 cm y 10.1 ± 2.4 cm medida con regla de pradera y disco, respectivamente. Con base en las masas de forraje ofrecido y residual el forraje consumido (por método agronómico) fue 2761 ± 117 kg MS ha⁻¹ y el grado de utilización fue $62 \pm 2\%$, lo que indica que la utilización fue eficiente y uniforme.

La distribución de frecuencias de altura del residual fue determinada con las lecturas registradas con regla, y presentó variaciones en función de los tratamientos (Figura 1). 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. Sin

embargo, a partir de ese tratamiento 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, coincidiendo con un aumento en la frecuencia de tallos mayores a 16 cm.

3.2.2 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. Con un modelo lineal simple (Figura 2) se 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 32.63 m^2 , y en esta superficie podría tenerse 7.6 borregas, por tanto, la equivalencia con base a superficie diaria demandada fue de 7.6 borregas por una vaquilla.

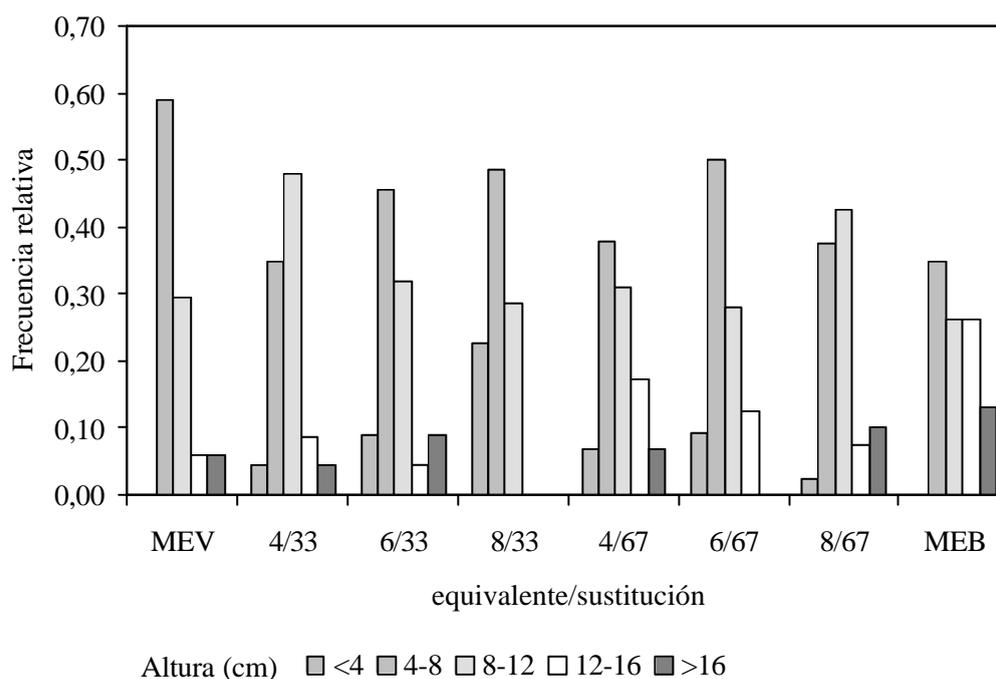


Figura 1. Distribución de frecuencias de alturas medidas con la regla de praderas en el forraje residual de praderas pastoreadas por vaquillas y borregas con diferente grado de sustitución empleando diferentes equivalentes. MEV y MEB corresponden a los tratamientos con pastoreo monoespecífico por vaquillas 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.

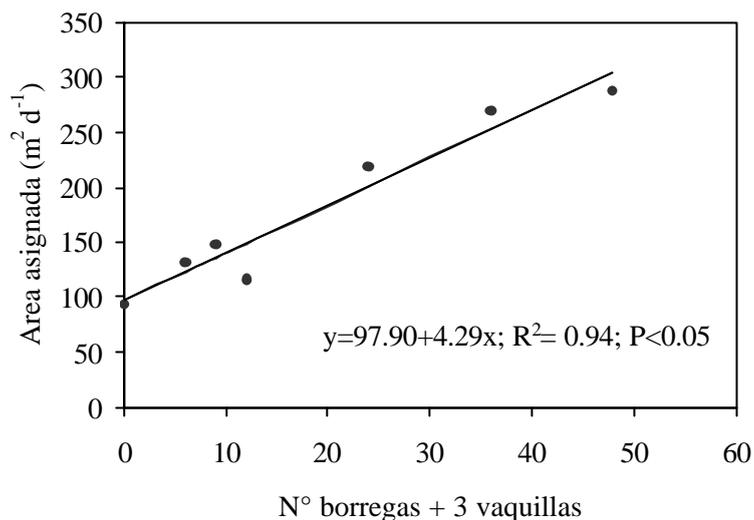


Figura 2. Área asignada a borregas y vaquillas en pastoreo mixto, bajo distintas combinaciones de equivalente y grado de sustitución.

3.2.3 Consumo de forraje

El forraje consumido estimado por el método agronómico (por medio de diferencias entre muestreos pre- y post pastoreo) varió ($P < 0.05$) por efecto del grado de sustitución pero no ($P > 0.05$) por efecto de equivalente ni de interacción. El consumo diario de forraje estimado de esta forma fue descrito por un modelo lineal simple (Figura 3). Tres vaquillas presentaron un consumo de 26.14 kg MS d^{-1} , sobre esta base el incremento unitario de borregas ocasionó un aumento en el consumo diario de forraje equivalente a 1.19 kg MS d^{-1} . Ello implica que 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.

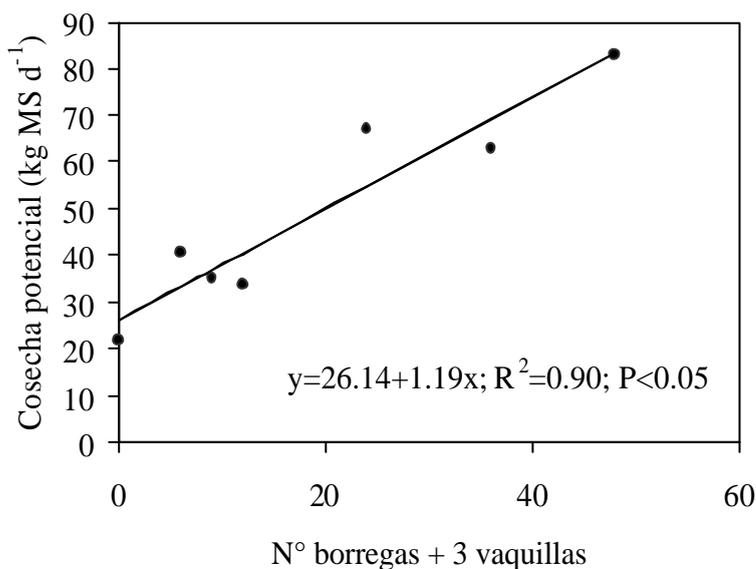


Figura 3. Consumo de forraje (estimado por el método agronómico) de borregas y vaquillas en pastoreo mixto, bajo distintas combinaciones de equivalente y grado de sustitución.

En el caso del consumo diario de forraje estimado por producción fecal y digestibilidad de la dieta, el consumo promedio de 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 mono-específico ($2.54 \text{ kg MS borrega}^{-1}$). La tendencia general del consumo diario de forraje por las borregas pudo ser descrito por un modelo lineal simple (Figura 4). Este modelo indica que conforme se incrementó la proporción de vaquillas al rebaño, el consumo de forraje por borrega disminuyó.

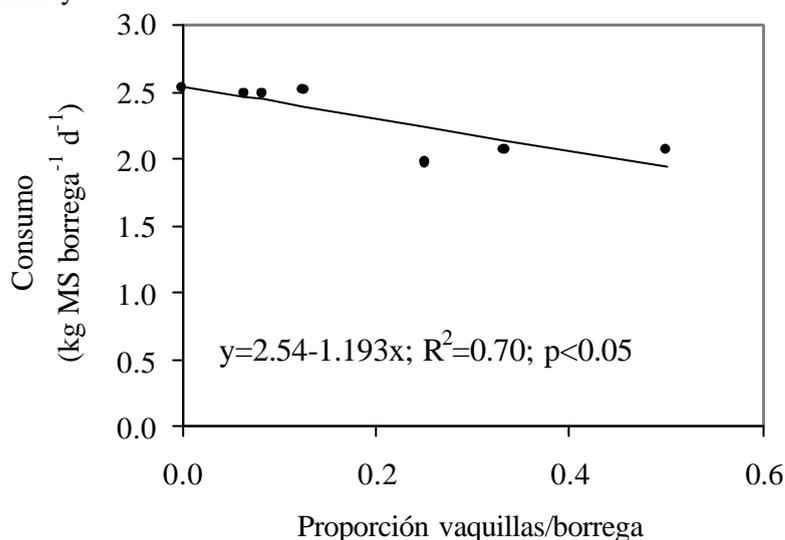


Figura 4. Consumo de forraje (estimado por producción fecal y digestibilidad de la dieta) de borregas en pastoreo mixto a diferente proporción vaquilla / borrega.

A pesar de algunas diferencias entre tratamientos (en promedio el consumo de forraje en pastoreo mixto fue de $8.75 \text{ kg MS vaquilla}^{-1}$ y de $8.17 \text{ kg MS vaquilla}^{-1}$ en pastoreo mono-específico), empleando modelos lineales no fue posible describir la tendencia del nivel de consumo de forraje por vaquillas a través de los tratamientos (Figura 5). Las diferencias en el consumo de forraje de las vaquillas no se asociaron a los gradientes de cambio en equivalencia y grado de sustitución.

Con base en los consumos promedio estimados por producción fecal y digestibilidad de la dieta de borregas y vaquillas en pastoreo mixto (2.27 y $8.75 \text{ kg MS animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$, respectivamente), resulta una equivalencia de 3.85 borregas por vaquilla. Estos resultados no difieren marcadamente de las logradas empleando las estimaciones de consumos requeridos para cubrir los requerimientos asociados a cambios de peso vivo de borregas y vaquillas durante la etapa experimental. En este caso se estimaron consumos de 2.4 y $7.3 \text{ kg MS animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ para borregas y vaquillas, respectivamente, resultado una equivalencia de 3.04 borregas por vaquilla.

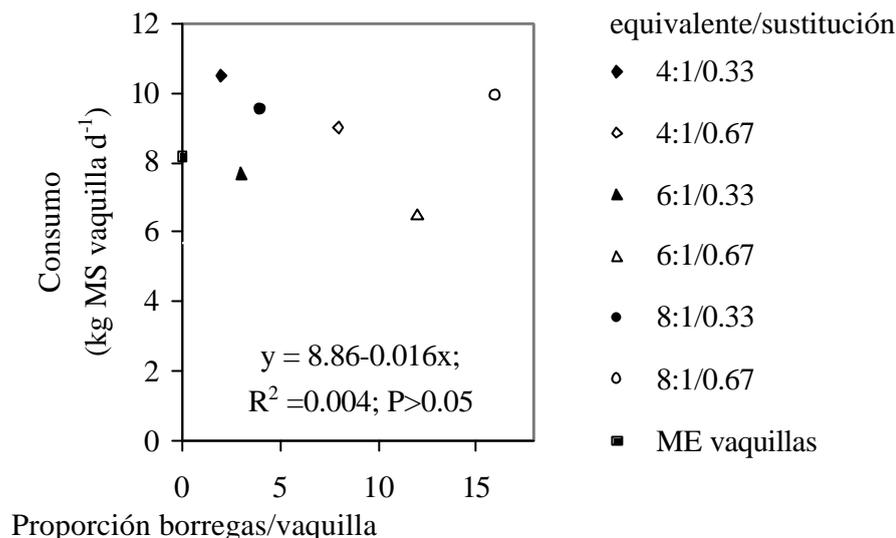


Figura 5. Consumo diario de forraje por vaquillas en pastoreo mixto con borregas a diferente grado de sustitución, empleando diferente equivalente. ME vaquillas corresponde al tratamiento de pastoreo mono específico por vaquillas.

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 los resultados de las estimaciones del consumo por producción fecal y requerimientos fueron muy cercanos, mientras que la estimación de consumo por forraje cosechado fue mucho menor, indicando la posible subestimación del consumo por medio de esta última técnica. En vaquillas, las estimaciones de consumo por cosecha de forraje y producción fecal son similares y la estimación por requerimientos es cercana a las dos primeras.

3.2.4 Composición nutricional de la dieta seleccionada

Las diferentes variantes de pastoreo mixto no ocasionaron variación (P>0.05) en los contenidos de DIMS, PC y FDN de la dieta seleccionada. 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 mono específico los contenidos de esos componentes fueron 78.3, 23.9 y 34.8%, respectivamente.

La digestibilidad de la materia seca fue el único componente que puede ser descrito por un modelo lineal simple (Figura 6). De acuerdo a este modelo, la digestibilidad de la dieta de las borregas tendió a ser mayor conforme la proporción de vaquillas en el rebaño fue mayor.

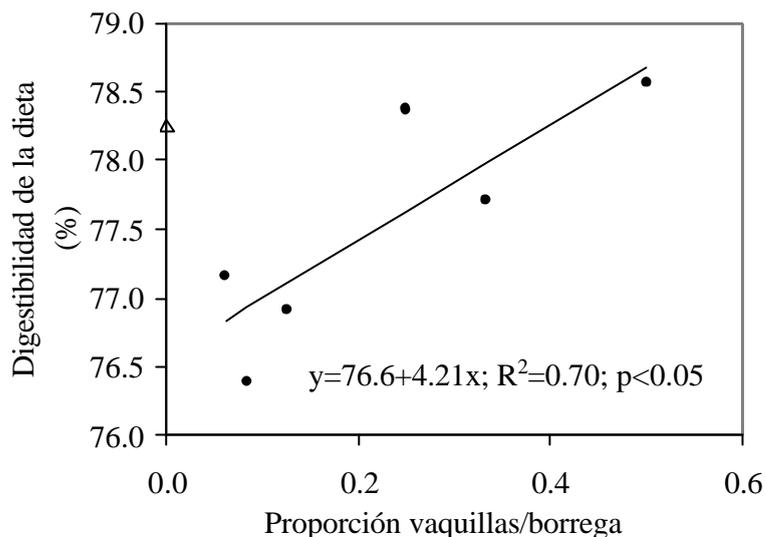


Figura 8. Digestibilidad de la dieta seleccionada por borregas (% de la MS) en pastoreo mixto con diferente proporción vaquilla / borrega. La digestibilidad de la dieta en pastoreo mono-específico por borregas (?) no fue incluida al desarrollar el modelo lineal.

Al aumentar la proporción de vaquillas en el rebaño, las borregas respondieron disminuyendo el consumo diario de forraje pero aumentando la digestibilidad de la dieta.

La presencia de borregas no afectó la composición de la dieta seleccionada por vaquillas ($P > 0.05$). Las vaquillas en pastoreo mixto seleccionaron una dieta con 75.5% de DIMS, 21.0% de PC y 41.3% de FDN.

Las concentraciones de los componentes 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 las vaquillas (Figura 9).

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, coinciden con menores concentraciones de fibra detergente neutro (Figura 9).

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.

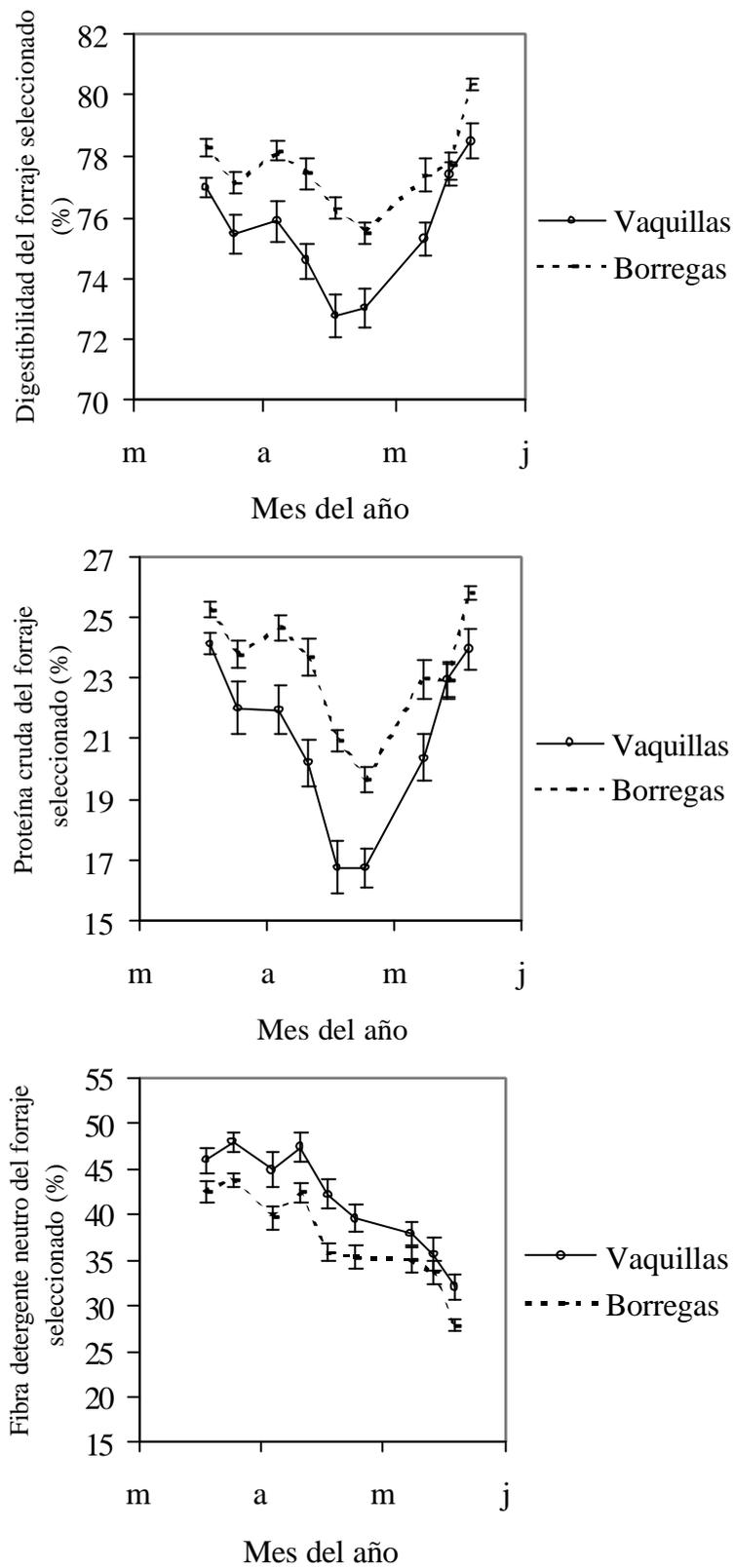


Figura 9. Digestibilidad de la materia seca, proteína cruda y fibra detergente neutro (% de la MS) del forraje seleccionado por borregas y vaquillas en pastoreo mixto en el transcurso del pastoreo experimental. Las barras verticales representan $2 \times$ error estándar.

Con un modelo lineal simple (Figura 10 a) fue posible describir la relación entre los contenidos de materia seca digestible y proteína cruda. El incremento en la proteína cruda se asoció fuertemente con incrementos en la digestibilidad, encontrándose la dieta de ambas especies en una misma línea. 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). Dos modelos lineales distintos describen estas relaciones, uno para los potreros 1 al 4 y otro para los potreros del 5 al 9, nuevamente en este caso las dietas de ambas especies se ubican en las mismas líneas.

3.2.5 Comportamiento ingestivo

No se presentó diferencia ($P > 0.05$) entre los tratamientos de pastoreo mixto ni por la interacción entre factores en el tiempo que las borregas dedicaron al pastoreo. El tiempo de pastoreo efectivo de las borregas en pastoreo monoespecífico fue 25% mayor ($P < 0.05$) que el de 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. En contraste con nuestros resultados, 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 más tiempo en el pastoreo que los borregos pastoreando solos.

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

La tasa de ingestión máxima fue de 11.6 g MS min^{-1} para el tratamiento de equivalente 4:1, sustitución 0.67 y la mínima fue de 7.6 g MS min^{-1} para equivalente 8:1 sustitución 0.33. No fue posible interpretar esta variación como efecto de los tratamientos.

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} . De lo anterior se deduce que el mayor consumo de las borregas en pastoreo monoespecífico fue una consecuencia directa del mayor tiempo de pastoreo.

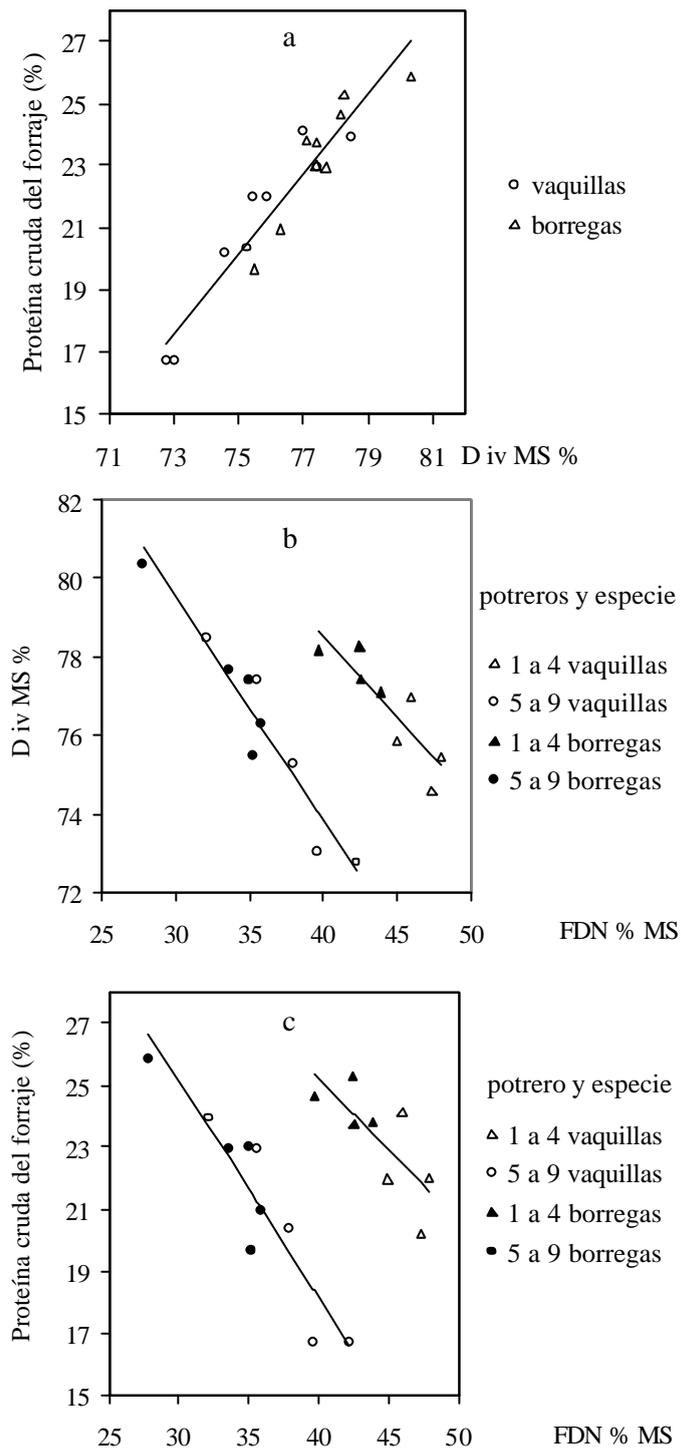


Figura 10. Relación entre componentes de la dieta de vaquillas y borregas en pastoreo mixto, relación entre digestibilidad (D iv MS) y proteína cruda (PC) (a), relación entre fibra detergente neutro (FDN) y D iv MS (b) y relación entre FDN y PC (c).

La tasa de ingestión por las borregas en pastoreo mixto, calculada en función de muestreos pre y post pastoreo y del tiempo de pastoreo, fue de 4.4 g MS min⁻¹. En función del tiempo empleado por las borregas en pastoreo mono-específico (319 min d¹), esta tasa hubiese significado 21 kg MS consumido d¹ (ME calculado en la Figura 11), mientras que la estimación del forraje consumido por muestreo del tratamiento mono-específico de borregas fue de 28 kg MS d¹ (ME observado en la Figura 11). Las tasas de ingestión por borregas en tratamiento mono-específico y en pastoreo mixto no presentaron diferencias cuando se calcularon en función de muestreos pre y post pastoreo.

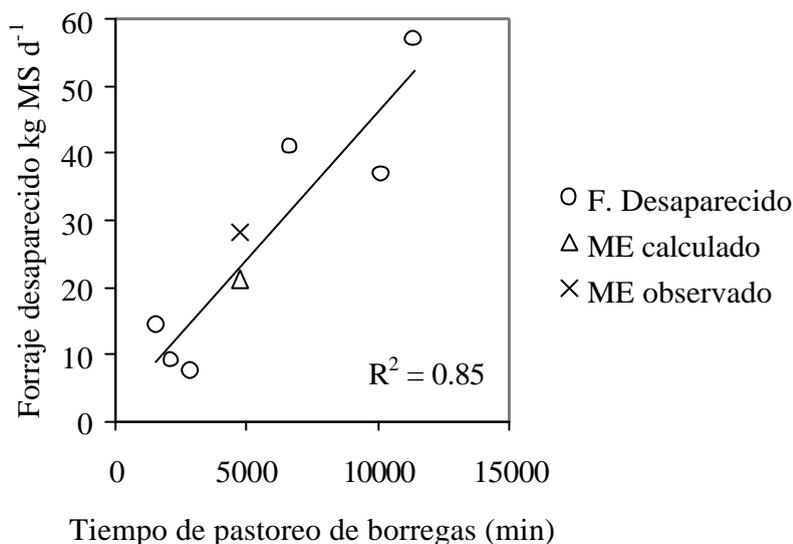


Figura 11. Relación entre forraje desaparecido y el tiempo de pastoreo por tratamiento de borregas en pastoreo mixto con vaquillas.

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 mono-específico respecto a los tratamientos mixtos. El tiempo de pastoreo durante las 8 h de registro fue de 267 minutos d¹ para vaquillas solas y de en promedio 233 minutos d¹ para vaquillas en pastoreo mixto con borregas. En concordancia con estos resultados, 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 mono-específico fue el mismo.

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. Las tasas de bocados fueron 35.5 bocados min⁻¹ durante el pastoreo del estrato superior de la pradera, y 29.4 y 23.0 bocados min⁻¹ en el pastoreo de los estratos medio e inferior, respectivamente.

3.2.6 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 o desde el punto de vista de introducción de vaquillas en el pastoreo de borregas. La introducción de vaquillas en el pastoreo de borregas redujo ($P < 0.01$) la variabilidad en el forraje residual (Figura 12). Cabe señalar que, cuando se observa desde el punto de vista opuesto, la introducción de borregas en el pastoreo de vaquillas no afectó la variabilidad del forraje residual.

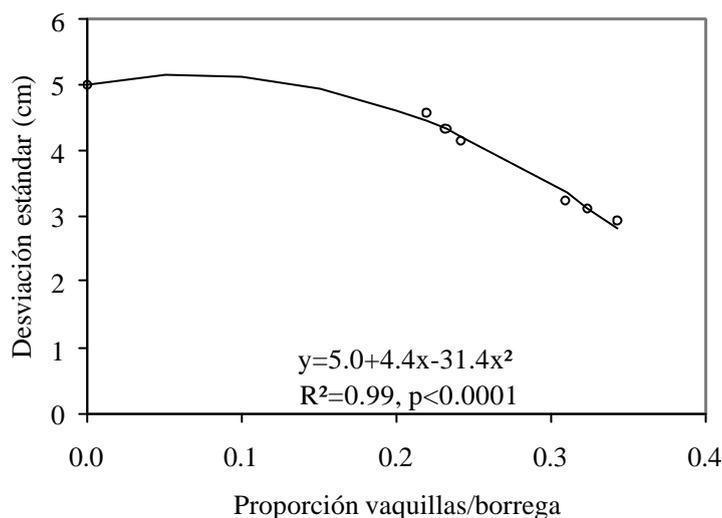


Figura 12. Desviación estándar de la altura del forraje residual medida con la regla de praderas, en praderas bajo pastoreo mixto con diferente proporción vaquillas / borrega.

3.2.7 Relaciones de competencia

Para estudiar la naturaleza de las relaciones de competencia entre borregas y vaquillas (Figura 13), 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 13 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 (Figura 2),
 - el número de vaquillas y borregas empleadas por tratamiento (Cuadro1),
 - las medias de consumo diario de forraje de borregas (Figura 4) y vaquillas (Figura 5).

En la Figura 13 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.

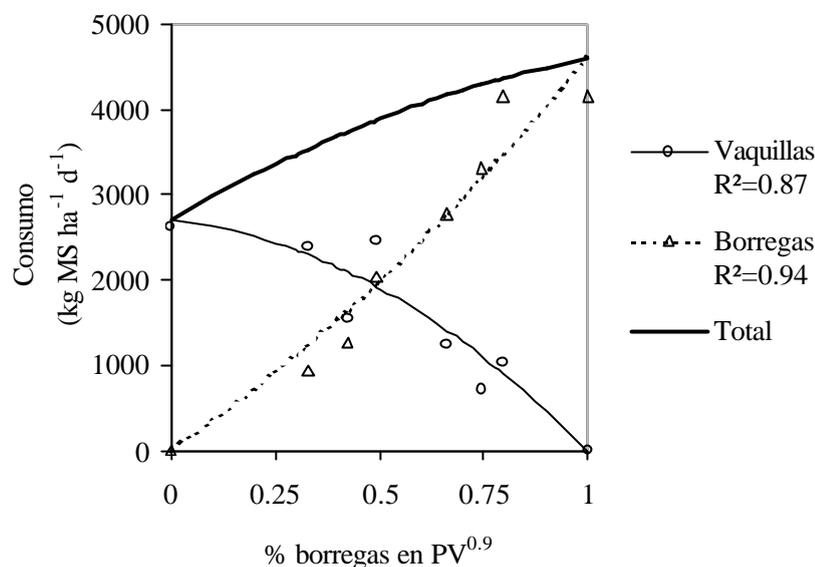


Figura 13. Consumo diario por especie y total expresado por unidad de área.

El consumo total por unidad de área (Figura 13) 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.

3.3 Discusión

Los resultados de estimaciones de consumo de las vaquillas por tres diferentes técnicas fueron coincidentes, lo que lleva concluir que en este caso las estimaciones de consumo fueron precisas. La mayor discrepancia fue de 11% (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; Chilibroste, 1999; Améndola *et al.*, 2002a). El conjunto de la información sobre consumo estimado por muestreos pre y post pastoreo (Figura 3), consumo estimado por producción fecal (Figura 5), composición de la dieta seleccionada, tiempo efectivo de pastoreo y tasa de bocados, indica que la presencia de borregas no afectó el comportamiento de las vaquillas en pastoreo mixto.

La discrepancia entre las estimaciones de consumo por borregas por producción fecal y por muestreos de forraje fue muy grande. El consumo estimado por muestreos pre y post pastoreo (Figura 3) fue 50% inferior al estimado por producción fecal (Figura 4). 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 d-1), indica que por medio de muestreos pre y post pastoreo se subestimó el consumo de forraje de 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 4). Sin embargo, de acuerdo a la relación lineal reportada en la Figura 3, 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. 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 (Figura 1) de modo tal que a una misma altura medida con el disco muy probablemente 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 1). 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 1). 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 1) y una menor uniformidad del forraje residual (Figura 12).

La presencia de vaquillas indujo a las borregas a pastorear en el estrato inferior de la pradera. Esto explicaría 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 1). 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 de borregas. Este resultado coincide con lo planteado por Arosteguy (1984) ya que evidencia complementariedad en la actividad del pastoreo, en el sentido que los bovinos pastoreando los estratos superiores de la pradera pueden facilitar al ovino el acceso a los horizontes cercanos al suelo.

El conjunto de la información sobre consumo estimado por producción fecal (Figura 4), composición de la dieta (Figura 8), tiempo efectivo de pastoreo, estructura del forraje residual (Figuras 1 y 12) indica que la presencia de vaquillas afectó negativamente el consumo de forraje por las borregas.

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) con vacas lecheras coinciden con la apreciación teórica de Parsons y Chapman (1998).

Las limitaciones al consumo de forraje de las borregas impuestas por la presencia de vaquillas se manifestaron particularmente a través de la reducción del tiempo de pastoreo. Las borregas en pastoreo monoespecífico mantuvieron tasas de ingestión similares a las borregas en pastoreo mixto (Figura 11), de esta forma su mayor consumo se debió a su mayor tiempo de pastoreo.

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.

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 (Figura 9). 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 10 a, 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 utilizadas 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 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 10 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.

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 3.85 y 3.04 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. Si se consideran 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.

Para poder 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, suficiente para lograr la meta de primer parto con 2 años de edad, mientras que las borregas parieron durante el experimento, presentando un mínimo cambio de peso neto, amamantaron durante 35 días 0.9 crías borrega-1 en promedio y se alcanzó un peso promedio de 13.9 kg cría-1 al final del experimento. Estos resultados pueden considerarse aceptables para un sistema de cría ovina en pastoreo intensivo.

La extrapolación de los resultados obtenidos (dentro del tipo de praderas y las categorías de animales empleados) requiere su expresión en términos de relaciones de peso vivo. 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. Si se consideran los requerimientos de consumo por cálculos en reversa o producción fecal, los exponentes a los cuales debe elevarse el peso vivo para lograr las equivalencias del presente estudio son respectivamente son 0.71 y 0.86; este último resulta similar al propuesto por Freer (1981). Sin embargo, si se considera el resultado de equivalente basado en la estimación de consumo por muestreo de forraje (subestimado para las borregas en los tratamientos de pastoreo mixto) o requerimiento de área, los exponentes a emplear son respectivamente 1.27 y 1.30. La diferencia entre exponentes implica el aprovechamiento de las diferencias en hábito de pastoreo.

Los resultados que se presentan en la Figura 13 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 mono-específico 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 primer lugar los ovinos (rubro secundario) son más eficientes

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.

4. Referencias

- 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.
- 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.
- 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.
- 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 analisis. *Australian Journal of Agricultural Research* 24:899.
- 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.
- 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.
- 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*. Occasional Publication N°10, p 39.
- Goold, G. J. 1981. The effect of sheep and cattle grazing on a mixed ryegrass/kikuyu/white clover pasture in Northland. *Proceedings 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.
- 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.
- 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. y T. D. A. Forbes. 1980. In: *Proceeding workshop on mixed grazing*. Galway, september 1980. 81 pp.
- Hodgson, J. 1990. *Grazing management science into practice*. Longman Scientific & Technical. New York E.E.U.U. 203 pp.
- 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.
- Littel R. C., Milliken G. A., Stroup W. W. and Wolfinger R. D. 1996. *SAS® System for Mixed Models*. SAS Institute Inc. Cary, N.C, USA, 633 pp.
- Malossini F., S. Bovolenta, E. Piasentier, C. Piras y F. Martillotti. 1996. Comparison of n-alkanes and chromium oxide methods for estimation herbage intake by grazing dairy cows. *Animal Feed Science Technology*. 61:155.
- 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 Iceland, 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
- 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. Breymer 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.

"PASTOREO MIXTO DE BORREGAS Y VAQUILLAS"

en /Curso de Alimentación en Ovinos/,

Organizado por Asoc. Mexicana de Técnicos Especialistas en Ovinicultura, Fac. de Med. Veterinaria y Zootecnia de la UAEM, Colegio de Med. Veterinarios Zootenistas del Estado de Hidalgo y la Secretaría de Agricultura del Estado de Hidalgo-México. *Pachuca, Hidalgo, México, 24 y 25/04/2003.