

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Zootecnia

Programa de Posgrado en Producción Animal

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE AVENA-BALLICO ANUAL BAJO PASTOREO MIXTO DE VACAS Y BORREGAS //

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL

PRESENTA:

ROMÁN LÓPEZ PEÑA

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH.



Junio de 2002
Chapingo, Estado de México.

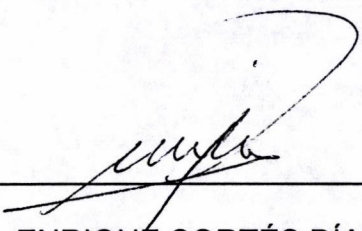
Bib. 97537

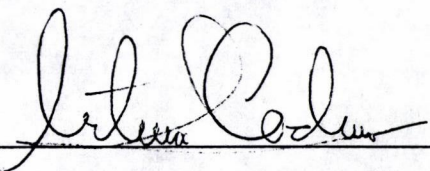
**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE AVENA-BALLICO ANUAL BAJO
PASTOREO MIXTO DE VACAS Y BORREGAS**

Tesis realizada por Román López Peña bajo la dirección del Comité Asesor
indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el
grado de :

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL

DIRECTOR: 
DR. PEDRO ARTURO MARTÍNEZ HERNÁNDEZ.

ASESOR: 
M.C. ENRIQUE CORTÉS DÍAZ.

ASESOR: 
DR. JOSÉ ARTEMIO CADENA MENESES.

A.395 60

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE AVENA-BALLICO ANUAL BAJO
PASTOREO MIXTO DE VACAS Y BORREGAS**

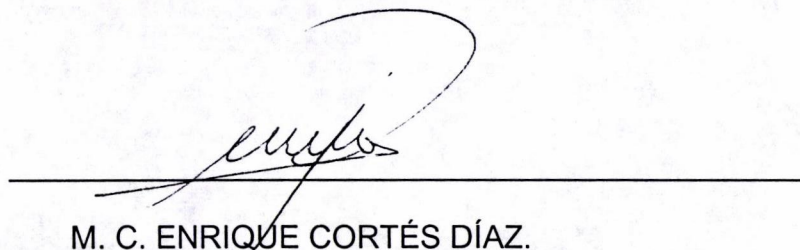
El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de Román López Peña autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Producción Animal estuvo constituido por:

PRESIDENTE:



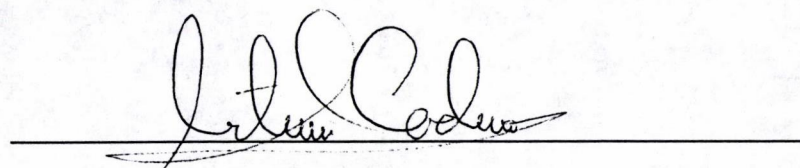
DR. PEDRO ARTURO MARTÍNEZ HERNÁNDEZ.

ASESOR:



M. C. ENRIQUE CORTÉS DÍAZ.

ASESOR:



DR. JOSÉ ARTEMIO CADENA MENESES

DEDICATORIA

A mis padres Rosa Maria Peña Méndez y Román López Gutiérrez por todo el apoyo incondicional para poder alcanzar mis metas que son lo más valioso que tengo en la vida.

A mi hermano y amigo Gary por haberme brindado su apoyo y comprensión durante toda mi vida.

A mi tío Pepe†, Gustavo y a mis tías Tere, Nina, Carmela y Maty por su gran apoyo y oraciones para poder lograr esta meta en mi formación profesional.

A mis tíos Reynaldo, Lucia y primos Rey y Alejandro, por su apoyo en mis estudios.

A Dios que me guió e ilumino en el sendero de la superación.

AGRADECIMIENTOS:

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

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

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

Al M.C. Enrique Cortés Díaz y al Dr. José Artemio Cadena Meneses por sus invaluables sugerencias y aportaciones que enriquecieron y mejoraron el trabajo.

A mis amigos de Teziutlan por su amistad y apoyo en las buenas y en las malas: Eli Peregrina, Rafa González, Jaro Ramírez, Carlos Oropeza y Enrique Garduño.

A mis amigos de Texcoco por brindarme su amistad y ayuda: Salvador, José Luis, Edgar, Juan Ramón, Misale, Cuahutemoc, Carlos, Eric , Miguel y todos mis colegas de posgrado.

DATOS BIOGRÁFICOS

I.- Datos personales

Nombre	Román López Peña
Fecha de Nacimiento	08 de septiembre de 1976
Lugar de Nacimiento	Teziutlan, Puebla
Profesión	Ingeniero Agrónomo
Cédula profesional	3546471

II.- Desarrollo Académico.

1982 – 1988	Escuela Primaria Manuel Ávila Camacho, Teziutlan, Puebla.
1988 – 1991	Escuela Secundaria Federal Antonio Audirac, Teziutlan, Puebla.
1991 – 1994	Bachilleres Xalapa, Xalapa, Veracruz.
1994 – 1999	Licenciatura en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz.
2000 – 2001	Maestría en Producción Animal en el Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo estado de México.

Experiencia Profesional.

1999 – 1999	Programa “Alianza para el Campo” Secretaria de Agricultura , Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR) en el Municipio de Teziutlan, Puebla.
-------------	---

RESUMEN

López Peña Román

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE AVENA-BALLICO ANUAL EN PASTOREO MIXTO DE VACAS Y BORREGAS

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

El pastoreo mixto puede mejorar la eficiencia de cosecha de una pradera. El objetivo fue describir la respuesta de avena-ballico anual y de la producción animal en pastoreo mixto. Los tratamientos fueron: pastoreo mixto (vaca y borrega) y el pastoreo monoespecífico (solo vacas), el diseño fue completamente al azar con dos repeticiones. El pastoreo fue rotacional con intensidad de cosecha a 7 cm. El análisis estadístico fue por pruebas de "t de student". Cantidad, composición y calidad del forraje ofrecido y residual fue similar ($\alpha=0.05$) entre tratamientos, así como, incrementos diarios por planta en altura, número de tallos y hojas en avena-ballico anual. El tiempo de pastoreo de las vacas, la producción diaria de leche y el cambio de peso fueron similar ($\alpha=0.05$) entre tratamientos. La ganancia diaria de peso por borrega fue de 14 g. El pastoreo mixto no ocasionó cambios en patrón de rebrote de la pradera, ni en la de producción de las vacas, la ganancia de peso de las borregas fue un beneficio extra.

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

ABSTRACT

López Peña Román

PERFORMANCE OF OATS- ANNUAL RYE GRASS UNDER MIXED GRAZING

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

Mixed grazing can improve grazing efficiency. The objective was to describe oats-annual rye grass regrowth and animal production in mixed grazing. Treatments were: mixed grazing (cow and ewes) and single grazing (cows only), in a completely random design with two replications. Rotational grazing with 7cm stubble height was followed. Statistical analyses were by "t" tests. Biomass, composition and quality of on offer and residual forage were similar ($\alpha=0.05$) between treatments, as well as, daily increments in plant height, number of stems and leaves in both oats and annual rye grass. Grazing time by cows, milk yield and live-weight changes were similar ($\alpha=0.05$) between treatments. Daily live-weight gain in ewes was 14 g. Mixed grazing did not cause changes in the regrowth pattern of pasture, nor in cow's production, while live-weight gain in ewes was an extra benefit.

Key words: mixed grazing, single grazing, offered forage, residual forage.

CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS	iii
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Pastoreo mixto.....	3
Praderas de invierno.....	5
Eficiencia de cosecha del forraje presente por pastoreo	10
Producción animal en pastoreo	11
MATERIALES Y MÉTODOS	14
Localización	14
Duración del experimento, tratamientos y diseño experimental.....	14
Animales empleados y su manejo.....	15
Manejo de las praderas.....	16
Manejo del pastoreo	16
Variables medidas y calculadas	17
Manejo de los datos y análisis estadístico.....	20
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
Atributos de la producción de forraje	24
Composición botánica y morfológica del forraje ofrecido	26
Composición botánica y morfológica del forraje residual.....	28
Forraje desaparecido por componente	30

Dinámica del rebrote.....	31
Calidad del forraje ofrecido y residual.....	33
Tiempo diario dedicado al pastoreo	36
Comportamiento de la producción animal	38
CONCLUSIONES.....	41
LITERATURA CITADA	43

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Atributos en la producción de forraje en avena-ballico anual a dos estrategias de pastoreo.....	25
Cuadro 2. Composición botánica y morfológica del forraje ofrecido en avena-ballico anual a dos estrategias de pastoreo	27
Cuadro 3. Composición botánica y morfológica del forraje residual en avena-ballico anual a dos estrategias de pastoreo	29
Cuadro 4. Forraje desaparecido por componente en avena-ballico anual a dos estrategias de pastoreo	30
Cuadro 5. Dinámica del rebrote en avena-ballico anual a dos estrategias de pastoreo	32
Cuadro 6. Contenido de proteína cruda en el forraje de avena-ballico anual a diferente altura con respecto del nivel del suelo y a dos estrategias de pastoreo	34
Cuadro 7. Contenido de fibra detergente neutro en el forraje de avena-ballico anual a diferente altura con respecto del nivel del suelo y a dos estrategias de pastoreo.....	35
Cuadro 8. Tiempo dedicado al pastoreo por vacas en avena-ballico anual a dos estrategias de pastoreo	37

Cuadro 9. Atributos de la producción animal en avena-ballico anual a dos estrategias de pastoreo.....	39
--	----

INTRODUCCIÓN

En zonas templadas de México, la época invernal se caracteriza por una reducción en la tasa de acumulación de forraje en especies perennes de uso común, como alfalfa. La incorporación de cultivos forrajeros invernales (avena) o gramíneas de estación fría (ballico anual), en la cadena forrajera puede atenuar la escasez de forraje en invierno, al presentar este tipo de especies una tasa de acumulación de forraje mayor a la de alfalfa u otras especies perennes de uso común en estas zonas. Los cultivos forrajeros de invierno, implican una alta inversión debido a que anualmente se debe efectuar la preparación del terreno, compra de semilla y fertilización. En explotaciones donde la cosecha del forraje es primordialmente por pastoreo, este alto costo de los cultivos forrajeros, exige de estrategias de pastoreo que permitan una máxima cosecha del forraje en oferta, sin detrimento de la producción por animal, para obtener el máximo beneficio de la mayor tasa de acumulación de forraje de estos cultivos.

El pastoreo mixto, entendido como el pastoreo de una misma área forrajera por más de una especie animal (Hardy, 2000), puede convertirse en una estrategia de pastoreo que permita una máxima cosecha del forraje presente con un mínimo de efecto negativo sobre la producción animal referida con base en el animal, al reunir especies animales con hábitos de pastoreo complementarios y no de competencia (Nicol, 1997). En particular, Hardy (2000) menciona que tal complementariedad puede darse en el pastoreo mixto de bovinos con ovinos, ya que la selectividad de los ovinos puede ser reducida obligándolos a realizar una cosecha más homogénea. Además, el pastoreo

mixto puede representar una estrategia con mayor atractivo económico para el productor al permitir la obtención de dos o más productos para la venta.

La presente investigación se desarrolló con el objetivo de describir el perfil de respuesta de la asociación avena-ballico anual y el comportamiento productivo de vacas lecheras al aplicar pastoreo mixto de vacas:borregas. Con base en este objetivo, se planteó la hipótesis de que el pastoreo mixto vacas:borregas mejoraría los atributos de producción y rebrote de la asociación avena-ballico anual, sin detrimento en la producción individual de leche de las vacas.

REVISIÓN DE LITERATURA

Pastoreo mixto

Hardy (2000) definió el pastoreo mixto como la utilización de un mismo recurso forrajero por más de una especie animal en forma simultánea o en una secuencia determinada. Uno de los objetivos del pastoreo mixto es asegurar la máxima cosecha del recurso forrajero y con ello alcanzar un máximo de producción animal a través de compensar hábitos de cosecha selectiva de diferentes especies de herbívoros, particularmente en áreas forrajeras de composición botánica compleja.

El pastoreo mixto vacuno:ovino mejoró el comportamiento productivo del componente ovino sin variación en el nivel de producción del ganado vacuno, ya que los ovinos solos desarrollaron una selectividad muy marcada por pastorear un tipo de especie en particular, lo que ocasionó cambios graduales en la proporción de las especies presentes favoreciendo la propagación de individuos de especies vegetales poco o nada preferidas (Hardy, 2000). Wilson (1976) señaló que la composición de la dieta de los borregos se compuso de 46, 27 y 27% de hierbas distintas a gramíneas, gramíneas templadas y material muerto respectivamente, mientras que la de los novillos comprendió 22, 46 y 32% para estos mismos componentes, respectivamente. Esta variación en la composición botánica de la dieta, implicó que la dieta de los borregos presentara un mayor contenido de proteína cruda que la de los novillos. Las diferencias en la composición botánica de las dietas de los borregos y novillos no se mantuvieron en las

diferentes estaciones del año debido a la variación estacional en la disponibilidad de algunas de las especies vegetales. Concluye el autor que en agostaderos de composición botánica compleja, la composición de la dieta de borregos y novillos son más complementarias que antagonistas en el uso de la vegetación presente. Anderson (1990) en forma más reciente registró que la composición de la dieta de novillos no mostró cambio alguno al incluir borregos en el área de pastoreo; sin embargo, sí se dieron diferencias en la composición de la dieta de los borregos con y sin la inclusión de novillos. Particularmente los borregos con presencia de novillos en el área de pastoreo incrementaron el aporte de gramíneas a la dieta en 2.5 unidades porcentuales y una concomitante reducción en el aporte de herbáceas no gramíneas.

La cosecha más eficiente del forraje disponible por el pastoreo mixto bovinos:ovinos, podría explicarse con base en lo señalado por Hodgson (1980) quien afirma que la anatomía bucal de los ovinos les permite una cosecha más cercana al suelo en comparación a los bovinos quienes dependen de la lengua para aprehender el forraje y de esta forma hacen una cosecha menos homogénea dentro del dosel vegetal que los ovinos. Esta situación se suma a la variación en la preferencia por especies vegetales encontrada entre especies animales (Del Pozo *et al.*, 1997).

Nolan y Connolly (1977) y luego Nicol (1997) afirman que el pastoreo mixto puede ser una estrategia de cosecha por pastoreo que, permita tener al mismo tiempo un alto grado de cosecha del forraje presente, junto con una alta producción por animal y por unidad de superficie de área forrajera, si las especies pastoreadoras involucradas presentan hábitos y patrones de cosecha complementarios, de forma que, individuos de una especie

cosechan especies vegetales o parte de especies vegetales que los individuos de la otra especie animal no cosecharon. Tablada y Martínez (2001) encontraron que la producción diaria de leche fue similar (24 l/día/vaca) entre vacas con la inclusión o no de borregas al área de pastoreo, aun cuando la carga animal en peso vivo por ha fue 20% mayor en el pastoreo de vacas más borregas en comparación al pastoreo exclusivo por vacas. Indican que el pastoreo mixto vacas:borregas al no afectar la producción de leche por vaca, rinde una alternativa económicamente más atractiva ya que con el pastoreo mixto a la producción de leche se le suma la ganancia de peso vivo de las borregas.

Gómez *et al.* (2001) en kikuyo a una igual carga animal con base en peso vivo, registraron que la ganancia de peso vivo total por hectárea podía incrementarse hasta en dos veces al usar pastoreo mixto vaquillas:borregas, en comparación al pastoreo monoespecífico por borregas. Además este incremento en la ganancia de peso se daba con un menor estrés sobre las plantas de la pradera, medido el estrés por la concentración de prolina en el tejido vegetal. La posibilidad de la borrega a cosechar las hojas más cercanas al suelo y no rechazar por áreas contaminadas con deyecciones de las vaquillas se indicaron como factores que permitieron la mayor ganancia de peso vivo por ha en el pastoreo mixto vaquillas:borregas.

Praderas de invierno

Cultivos forrajeros de invierno de ciclo anual con capacidad de mostrar altas tasas de acumulación de forraje en época invernal son referidos como praderas de invierno. En México se han evaluado diferentes especies para formar praderas de invierno, en varias

de estas evaluaciones, avena (*Avena sativa*) ha resultado con los mayores rendimientos de forraje. Hernández y Eguiarte (1992) encontraron que la avena rindió 11.98 t MS ha⁻¹ en un corte, rendimiento 10% superior al encontrado en cebada y triticale. Esqueda *et al.* (1995) reportan que la avena además de presentar alto rendimiento de forraje, este forraje es de buena calidad: contenido de proteína entre 25.3 a 26.7%, y digestibilidad de 79.6 a 84.2%.

El ballico anual (*Lolium multiflorum* Lam.) también se ha considerado como una especie adecuada como pradera de invierno, por dar alto rendimiento de forraje de buena calidad y distribuido en un mayor número de cosechas, en comparación con la avena, a través de la estación. Hernández y Eguiarte (1992) reportan que el ballico anual rindió 19.5 t MS ha⁻¹ en dos cortes, mayor en 38% al rendimiento de la avena. En cuanto a la calidad del forraje del ballico anual se reporta un contenido de proteína de 23.5%, y digestibilidad de 75.8 a 77.2% (Flores *et al.*, 1992). Estos mismos autores señalan que el ballico anual puede dar hasta cinco cosechas a través de la estación para llegar con un rendimiento de forraje en base seca entre 15.3 y 16.5 t ha⁻¹. Conjuntando los niveles de rendimiento del forraje con las concentraciones de proteína cruda y digestibilidad reportados, se puede afirmar que el ballico anual es una forrajera que presenta el potencial de ofrecer un buen nivel de alimentación al rumiante en producción con un mínimo o nulo apoyo de suplementos energéticos o proteínicos.

Dorantes (1997) señala que una ventaja de la asociación avena-ballico anual es que tiene capacidad de rebrote y el forraje producido se distribuye entre cuatro y cinco meses. Este mismo autor, reporta una producción neta de forraje de 7.98 t MS ha⁻¹ en cuatro

pastoreos y con una aplicación de 50 kg de N ha⁻¹ después de cada cosecha. Melgoza *et al.* (1991) obtuvieron un rendimiento neto de forraje de 12.5 t MS ha⁻¹ en seis cortes aplicando 60 kg de N ha⁻¹ después de cada corte, con la asociación avena-ballico anual, superando este rendimiento al obtenido con el cultivo monófito de cada uno de estas especies.

Otra ventaja de la asociación es que la avena es más dominante en el forraje cosechado durante los primeros 105 días del período de crecimiento, y conforme se avanza en la estación invernal el ballico anual se torna en el componente dominante en el forraje producido, este cambio en la dominancia en el aporte al forraje cosechado permite una producción más homogénea a través de la estación invierno-primavera en comparación a praderas de invierno conformadas solamente con avena o ballico anual (Améndola y Morales, 1997). Dorantes (1997) coincide en encontrar esta alternancia en la dominancia en el forraje cosechado en la asociación avena-ballico anual conforme se avanza en la estación de invierno-primavera. Este autor registró que en el primer corte efectuado a 70 días de la siembra el forraje cosechado consistió de 80% avena y 20% ballico anual, en el cuarto y último corte realizado a 190 días de la siembra la composición en peso del forraje cosechado fue de 23% avena y 77% ballico anual.

Martínez (2001) en una siembra tardía en el otoño de avena-ballico anual encontró que en el primer corte realizado al final de la estación de invierno (150 días luego de la siembra) el forraje cosechado estaba conformado de avena en 55% y de ballico anual en 45%, para el segundo corte 30 días después del primero el aporte de avena al forraje total cosechado fue de 30% y el resto de ballico anual. Con esto se concluye que para

obtener la alternancia en dominancia de avena al inicio y después ballico anual la siembra se debe realizar al inicio del otoño.

El rendimiento total de forraje en la estación invierno-primavera de la asociación avena-ballico anual, es influida por la proporción de especies al momento de la siembra. Melgoza *et al.* (1991) encontraron que el rendimiento estacional de la asociación avena-ballico anual es sensible a las proporciones a la siembra de cada una de las especies. La proporción de avena y ballico anual en la asociación al momento de la siembra debe permitir que la alternancia de la dominancia en el aporte al forraje total cosechado, sea de tal forma, que se pase de 80:20 al inicio de la estación a 20:80 al final de la estación, en avena-ballico anual, respectivamente.

Lattanzi *et al.* (1997) agregan otra ventaja de la asociación avena-ballico anual además del rendimiento y distribución del rendimiento. Esta ventaja es el uso más eficiente del nitrógeno aplicado, la asociación avena-ballico anual fue capaz de concentrar mayor cantidad de N aplicado en el tejido vegetal que los cultivos monófitos de cada uno de los componentes.

La frecuencia de cosecha (por pastoreo o corte) es el intervalo de tiempo entre dos cosechas consecutivas, y la intensidad de cosecha, es la magnitud de la biomasa aérea que es removida en un evento de cosecha ya sea por pastoreo o corte (Watkin y Clements, 1978; Hodgson, 1986; Mares, 1983a; Mares, 1983b). Estos dos componentes de una estrategia de explotación de forrajeras son determinantes del comportamiento productivo de cualquier forrajera.

Arzadún *et al.* (1997) lograron el máximo rendimiento de 8,928 kg MS ha⁻¹ en 205 días en avena-veza cuando se aplicó una frecuencia de cosecha de 70 días combinada con una intensidad de cosecha de corte a 2 cm de altura con respecto del nivel del suelo. Los autores sugieren que con esta combinación de frecuencia e intensidad de cosecha, se evitó que alguno de los componentes de la asociación se tornara con mayor ventaja competitiva sobre el otro componente hasta el punto de anular el aporte de este último al forraje cosechado. D'Angelo *et al.* (1997) adelantan que si bien la intensidad de cosecha puede fijarse como una altura de corte con respecto del nivel del suelo, la frecuencia de cosecha es mejor definirla con base a que la pradera o plantas de la misma alcancen un estadio de crecimiento específico, así, en *Arrhenatherum elatius* L. el máximo rendimiento (7,804.6 kg MS ha⁻¹ año⁻¹) se obtuvo cuando la intensidad de cosecha fue de corte a 5 cm de altura con respecto del suelo, y la frecuencia definida a cosechar cada vez que el dosel de la pradera alcanzara los 40 cm de altura.

Laidlaw y Mayne (2000) encontraron que en ballico perenne a una misma frecuencia, incrementar la intensidad de cosecha al cortar a 5 en lugar de 7 cm del suelo, motivó una reducción en la cantidad total de forraje acumulado, esta menor acumulación se asoció con una menor cantidad de hojas emergidas y una menor altura total, a su vez, se registró que las plantas de ballico perenne sujetas a la mayor intensidad de cosecha mostraron una menor cantidad y concentración de carbohidratos de reserva. La magnitud del efecto de la intensidad de cosecha sobre la cantidad de hojas, altura y cantidad de reservas varió con la estación del año, entre más limitantes fueron las condiciones ambientales como temperatura y cantidad de radiación solar fue mayor la magnitud de reducción por aumento en la intensidad de la cosecha.

Eficiencia de cosecha del forraje presente por pastoreo

La eficiencia de cosecha es la proporción del forraje presente en la pradera que es cosechada por los animales en pastoreo, y está en función de factores, que se pueden agrupar como: a) factores del animal; 2) factores de manejo; y, 3) factores de la pradera (Osuji, 1974). Estos factores presentan interdependencias y en conjunto es que determinan la eficiencia con que es cosechado el forraje.

Mayne *et al.* (1997) determinaron que el máximo consumo de forraje (4 kg MS h^{-1} vaca⁻¹) por vacas lecheras en pastoreo se obtuvo cuando la pradera de ballico se mantenía a una altura de 18 cm, cuando la altura fue de 9 cm o menor el consumo cayó 52% con base al consumo máximo registrado. Corbett (1972) indicó que conforme la cantidad de forraje en la pradera se redujo de 2,800 a 370 kg ha⁻¹ el tiempo de pastoreo aumentó en 8.2 a 12.3 veces, al intentar los animales en mantener el nivel de consumo. Sin embargo, el mantener el consumo por incrementar el tiempo de pastoreo tiene un límite definido por la fatiga y gasto de energía del animal en el desplazamiento, una vez en este límite el consumo cae drásticamente.

La cantidad de forraje que se ofrece, referido como asignación de forraje, es determinante tanto de la eficiencia como de la homogeneidad de la cosecha. Rivera (2001) encontró que a la máxima asignación probada (7.5%) la proporción del forraje cosechado en relación al ofrecido fue de 40%, mientras que a la asignación más restringida (2.5%) la eficiencia de cosecha fue del 61%. Además, el aporte de cebada al forraje cosechado fue mínimo (9%) cuando la asignación fue mayor (7.5%) y este aporte

fue de 30% de cebada al reducir la asignación. Este patrón de respuesta fue una consecuencia de reducir la posibilidad de una cosecha selectiva al restringir la cantidad de forraje en oferta.

Producción animal en pastoreo

Carga animal es el principal factor del manejo del pastoreo determinante de la producción animal en pastoreo (Gutiérrez, 1996; Holmes, 1987). Hodgson (1979) define a la carga animal como el número de animales en pastoreo de una categoría específica por unidad de superficie de terreno en un período de tiempo específico. La carga animal se relaciona con otro concepto de manejo del pastoreo referido como asignación de forraje. Hodgson (1979) define asignación como el peso del forraje (seco o libre de ceniza) por unidad de peso vivo animal en un tiempo determinado. Conforme se aumenta la carga animal la asignación de forraje disminuye y viceversa (Holmes, 1987). Gutiérrez (1996) señala que al aplicar una carga animal baja se obtiene la mayor producción animal con base en por animal, esto debido a que se permite una mayor asignación de forraje por animal, y con ello, queda una posibilidad holgada para que dicho animal pueda consumir selectivamente las partes del forraje con los mayores contenidos de proteína y digestibilidad. Una carga animal alta puede favorecer una mayor producción animal con base en unidad de superficie de pradera, esto debido a que se reduce la asignación de forraje y el animal es forzado a una mayor magnitud de cosecha del forraje presente sin posibilidad de selección. Así se establece que en condiciones de pastoreo se da una tendencia contraria en la producción animal por

animal y producción animal por unidad de superficie de pradera al variar la carga animal en uno u otro sentido (Holmes, 1984).

Martínez *et al.* (1997) mencionan que en un período de 84 días de pastoreo al reducir la asignación de forraje de 8 a 4%, la ganancia diaria de peso de los corderos se redujo de un máximo de 155 a 66 g cordero⁻¹, la ganancia de peso por superficie en 84 días fue de 280 y 316 kg ha⁻¹, para la mayor y menor asignaciones, respectivamente. La menor ganancia diaria de peso por cordero a la menor asignación se explicó con base en un pastoreo menos selectivo y por tanto el consumo de una dieta con mayor carga de fibra en comparación a los corderos a la asignación de 8%. El mantener corderos a 8% de asignación significó una carga animal para la estación de 26 corderos ha⁻¹, y para la asignación de 4% la carga animal fue de 57 corderos ha⁻¹. Mieres y Acosta (1997) encontraron que la ganancia de peso de vaquillas disminuyó al reducir la asignación de 3.5 a 2.5%, en particular, la ganancia de peso a la mayor asignación fue de 488g vaquilla⁻¹ día⁻¹. De nueva cuenta la restricción en seleccionar el forraje a consumir se usó para explicar la caída de la ganancia diaria de peso al reducir la asignación. Pérez *et al.* (1997) concluyen que para mantener la ganancia diaria de peso al reducir la asignación es la de ofrecer a los animales en pastoreo un suplemento que aporte la cantidad de nutrimentos que el forraje cosechado no puede cubrir. Así en el intervalo de 2 a 3.5% de asignación de forraje, la ganancia de diaria de peso de los novillos se mantuvo en 612.5 g animal⁻¹ al ofrecer un suplemento energético-proteínico a razón de 1.5 kg animal⁻¹ día⁻¹.

Otros autores coinciden con lo anteriormente descrito en relación a la carga animal y la producción animal individual y por superficie. Wade y Dalla (1997) al mantener a vacas lecheras a 11 y 13% de asignación diaria, encontraron que la producción de leche fue de 20.9 y 22.3 l vaca⁻¹ día⁻¹, a la menor y mayor asignaciones, respectivamente; la producción por unidad de superficie fue 144.2 y de 75.8 l ha⁻¹ día⁻¹, siendo la menor asignación la que dio la mayor producción por hectárea de pradera, esto debido a que implicó una mayor carga animal, 6.9 contra 3.4 vacas ha⁻¹ que dio la mayor asignación. Rouquette *et al.* (1997) encontraron que al pastorear novillos a una carga animal de 7.93 UA ha⁻¹ (UA=680 kg) la ganancia de peso por animal fue 156 kg en 179 días, la carga animal de 2.91 UA ha⁻¹ permitió una ganancia de peso por animal de 247 kg, pero sólo dio 707 kg de ganancia de peso por hectárea en este mismo período, poco más del 60% de la ganancia que se obtuvo con la mayor carga. Papadopoulos *et al.* (1997) encontraron que el efecto de la carga animal sobre la ganancia de peso individual y por superficie se mantuvo en condiciones de pastoreo con vaca-cría, duplicar la carga animal (de tres a seis vaca-cría ha⁻¹) implicó que la ganancia individual de los becerros se redujera en 14% pero la ganancia por superficie se incrementó en 38% con respecto a la menor carga animal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

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

La fórmula climática del área es: C (w₀) (w) b (i')g, que corresponde a un clima templado, con verano fresco con una temperatura media anual entre 12° y 18° C, la del mes más frío entre -3° y 18° C y la del mes más cálido entre 6.5° y 22° C; con un cociente de precipitación/ temperatura menor a 43.2 por lo que constituye el subtipo más seco de los climas templados, precipitación del mes más seco menor a 40 mm y menos del 5% de precipitación total en la época invernal, con poca oscilación térmica (menor a 7° C) y marcha de la temperatura tipo ganges. La precipitación anual es de 644.8 mm.

Duración del experimento, tratamientos y diseño experimental

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

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con dos repeticiones donde la unidad experimental fue una pradera de avena-ballico anual de superficie variable, con

sus respectivos animales, siendo la carga animal de 5 vacas⁻¹/ha⁻¹ para monoespecífico y de su equivalente en mixto adicionando el 20% de carga en borregas.

Animales empleados y su manejo

Se utilizaron 10 vacas de raza Holstein que al inicio del estudio tenían en promedio 569.8 kg de peso vivo, 190 días en leche y 1.75 partos, respectivamente. Además, 22 borregas criollas con un peso promedio de 25.68 kg, todos los animales se identificaron de forma individual. Las borregas se desparasitaron internamente y externamente con Ivomec[®] a una dosis de 1 ml por cada 50 kg de PV, al inicio del pastoreo experimental, únicamente.

Se formaron dos grupos de cinco vacas cada uno, manteniendo la mayor homogeneidad en peso, días en leche y número de partos, asignando al azar uno de los dos tratamientos a cada grupo. Después, dentro de cada grupo se tomaron 3 y 2 vacas para ser asignadas a las praderas. Para el caso del pastoreo mixto se formaron dos grupos de borregas uno de 15 borregas para juntarlas con el grupo de 3 vacas y el resto de las borregas (7) con el grupo de dos vacas.

Las vacas y borregas se pesaron al inicio del período experimental y luego cada siete días, las vacas después del ofrecimiento matutino de ensilado y concentrado, y las borregas antes de entrar al área de pastoreo correspondiente. Las vacas se ordeñaron dos veces por día a las 6:00 y a las 15:00 horas, después del ordeño se les ofreció, en corral, ensilado de maíz y concentrado durante una hora, cada uno a razón de 4.5 kg MS por día

por vaca, ofreciendo la mitad de la ración en cada momento, el concentrado estaba compuesto por 80, 4, 2, 8 y 6% de sorgo, harina de carne, minerales, harina de pescado y melaza, respectivamente.

Manejo de las praderas

Se usó un área total de 17,950 m² sembrada con avena (*Avena sativa* var. Walter) y ballico anual (*Lolium multiflorum* var. Abundant). Las densidades de siembra en semilla pura viable fueron: 80 y 25 kg ha⁻¹ para avena y ballico anual, respectivamente. A la siembra se fertilizó con una dosis de 100 kg de N ha⁻¹ en forma de urea y 60 kg de P₂O₅ ha⁻¹ en forma de Super Fosfato Triple de Calcio, se aplicó riego por aspersión cada 15 días, con una lámina de 45 mm por riego.

Para mantener la carga animal expresada como presión de pastoreo el total del área se dividió en cuatro praderas, dos de 5,385 m² y dos de 3,590 m². Las praderas de mayor superficie fueron para los grupos de tres vacas y las de menor superficie para los grupos de dos vacas. El cerco perimetral fue eléctrico fijo y dentro de cada pradera cerco eléctrico móvil para delimitar la franja de pastoreo.

Manejo del pastoreo

Se utilizó una carga animal expresada como presión de pastoreo de 3,164 kg de PV ha⁻¹ 105 días⁻¹ para el pastoreo monoespecífico, para el mixto la carga animal fue 20%

mayor, (3,796 kg de PV ha⁻¹) el incremento se realizó con las borregas, para quedar 3 164 kg de vaca y 632 kg de borrega. Se decidió incrementar la carga animal en el pastoreo mixto con base a lo señalado por Nolan y Connolly (1977) en el sentido de que el pastoreo de bovinos con ovinos puede permitir mejorar la eficiencia de cosecha y con ello la carga animal en comparación al pastoreo con bovinos solamente.

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

El pastoreo fue en franjas, bajo el criterio de dar una nueva franja cuando el forraje residual tenía una altura de 7 cm, y procurando que la franja ofrecida tuviera un día de ocupación. El periodo de descanso vario de 35 a 37 días, completándose dos ciclos de pastoreo en cada tratamiento durante toda la fase experimental.

Variables medidas y calculadas

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

La cantidad de forraje ofrecido se refiere a la cantidad de forraje al momento en que los animales entraban a una nueva franja. La cantidad de forraje ofrecido se determinó en ocho ocasiones, en cada ocasión se determinó con base en el total del forraje cosechado

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

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

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

La dinámica del rebrote se determinó al registrar cada cinco días altura, número de hojas, y tallos en diez plantas de cada especie. Este registro se llevó desde el día en que los animales eran movidos a una nueva franja hasta que volvían al lugar, esto se realizó durante sólo un ciclo de pastoreo.

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

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

vacas al terminar el período de ofrecimiento de ensilado de maíz y concentrado; para las borregas antes de salir al área de pastoreo.

Manejo de los datos y análisis estadístico

Para determinar el efecto de la estrategia de pastoreo sobre la cantidad y composición del forraje ofrecido, se usaron los datos de las cuatro últimas ocasiones en que se determinaron estas variables. En las cuatro primeras estas variables no habían sido sujetas a ninguna de las estrategias de pastoreo. Sin embargo, se comparó estadísticamente la cantidad y composición del forraje ofrecido en las cuatro primeras ocasiones para asegurar que las praderas fueran homogéneas entre sí al inicio del estudio. También la cantidad de forraje ofrecido al inicio del estudio se usó como covariable, al comparar la cantidad de forraje ofrecido en las praderas a las dos estrategias de pastoreo, determinada en las cuatro últimas ocasiones.

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

Para describir la dinámica del rebrote primero se determinó el cambio diario promedio en cada planta de altura, número de tallos y hojas durante el período de rebrote (36 días). Para ello el promedio se determinó por mínimos cuadrados en un análisis de regresión lineal (Steel y Torrie, 1998) declarando como variable independiente el número de días transcurridos al momento de la medición, refiriendo como día inicial (día 0) el día en que los animales fueron removidos de la franja en que se encontraban las plantas bajo

registro. La variable dependiente fue el valor de altura, número de tallos y hojas registrados en ese día. Si el modelo lineal fue significativo ($P < 0.05$) y el cambio promedio fue diferente ($P < 0.05$) de cero, dicho cambio promedio era incluido en el análisis estadístico para determinar el efecto de la estrategia de pastoreo. Se realizó una regresión para cada una de las 10 plantas por especie identificadas.

En calidad del forraje ofrecido se utilizaron los datos de las cuatro últimas ocasiones que se muestrearon las praderas y para la calidad de forraje residual se emplearon los datos generados en las ocho ocasiones de muestreo.

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

Se determinó el cambio diario promedio de peso en las vacas y la ganancia diaria promedio de peso en las borregas, por mínimos cuadrados en un análisis de regresión lineal (Steel y Torrie, 1998). La variable independiente siempre fue días en pastoreo y la

dependiente el peso registrado en ese día. Si el modelo lineal era significativo ($P < 0.05$) y la pendiente diferente ($P < 0.05$) de cero, el valor promedio (pendiente) era incluido en el análisis estadístico. En este análisis se incluyó como covariable el peso inicial de las vacas, de no existir efecto ($P > 0.05$) de la covariable se realizó un nuevo análisis estadístico sin incluir la covariable en el modelo. Para la ganancia diaria de peso promedio para el conjunto de las borregas, se determinó el promedio con base a 17 borregas ya que cinco de ellas no presentaron linealidad en la ganancia de peso, no se realizó análisis estadístico debido a que en el pastoreo monoespecífico no existían borregas. a esta ganancia de peso promedio se le considero el ingreso extra por hectárea al multiplicarla por la carga animal calculada para las borregas que fue de 21.5 borregas ha^{-1} . La producción diaria de leche se determinó como el promedio de las once determinaciones realizadas a lo largo del periodo experimental.

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

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

En donde:

t_0 = valor de t calculado

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

n_1 = número de observaciones en pastoreo mixto

n_2 = número de observaciones en pastoreo monoespecífico

S_p = estimador de la desviación estándar común

$\alpha = 0.05$

En cantidad, composición y calidad del forraje ofrecido, n_1 y n_2 fueron igual a 8. Para caso de cantidad, composición, calidad del forraje residual, forraje desaparecido, grado de cosecha y forraje desaparecido por componente, n_1 y n_2 fueron igual a 16. En dinámica del rebrote al eliminar las plantas que no presentaron significancia del modelo lineal n_1 y n_2 presentaron los siguientes valores. En avena para altura n_1 y n_2 fueron igual a 19, en número de tallos n_1 fue 18 y n_2 fue de 19 y para número de hojas n_1 y n_2 fueron igual a 18. En ballico anual para altura n_1 fue 18 y n_2 fue 19, en número de tallos n_1 y n_2 fueron igual a 19 y para número de hojas n_1 y n_2 fueron igual a 19. En el tiempo diario dedicado al pastoreo, n_1 y n_2 fueron igual a 3, para producción de leche y cambios de peso en las vacas, n_1 y n_2 fueron igual a 5.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

Atributos de la producción de forraje

En el Cuadro 1 se presentan cantidad de forraje ofrecido, residual, desaparecido y grado de cosecha. La cantidad de forraje ofrecido al inicio del periodo experimental fue similar ($P>0.05$) en todas las praderas y no fue covariable significativa ($P>0.05$) sobre la cantidad de forraje ofrecido al inicio del segundo ciclo de pastoreo. La estrategia de pastoreo no ocasionó modificación ($\alpha=0.05$) en la cantidad de forraje ofrecido en el segundo ciclo de pastoreo. Los animales para ambas estrategias contaban con la misma cantidad de forraje por unidad de superficie al inicio del pastoreo. La cantidad de forraje ofrecido promedio para ambas estrategias fue de $4,905.1 \text{ kg ha}^{-1}$ el cual se encuentra dentro del intervalo de 4,750 a $5,890 \text{ kg ha}^{-1}$ reportado en estudios realizados en esta misma zona (Martínez, 1999; Rivera, 2001).

La cantidad de forraje residual fue similar ($\alpha=0.05$) entre las dos estrategias de pastoreo, el promedio de la cantidad de forraje residual fue de $2,977.3 \text{ kg ha}^{-1}$. Esta similitud se debe a que el traslado de los animales a una nueva franja se daba al alcanzar una altura

de cosecha igual en ambas estrategias de pastoreo, lo que refleja que funcionó el criterio de dar una nueva franja cuando el forraje residual tenía una altura de 7 cm, así mismo, indica homogeneidad en la cosecha. La cantidad de forraje residual es superior en 16% al promedio de 2,557 kg ha⁻¹ calculado a partir de los estudios de Cortez (1998) y Rivera (2001) efectuados en el mismo lugar y en la misma época del año con esta asociación y pastoreo con vacas únicamente, la superioridad en el forraje residual proviene de una mayor cantidad de forraje en oferta (280.1 kg ha⁻¹) en comparación con lo reportado por ambos autores.

Cuadro 1. Atributos en la producción de forraje de avena-ballico anual a dos estrategias de pastoreo.

ESTRATEGIA	Ofrecido [†]	Residual [‡]	Desaparecido [‡]	Grado de cosecha [‡]
	-----kg ha ⁻¹ -----			%
Mixto	4410.8 [†]	2962.0	3658.5	52.6
Monoespecífico	5399.4	2992.5	3656.1	51.8

[†] Medias en la misma columna sin literal no son diferentes entre sí ($\alpha=0.05$; “t de student”).

[†] Valores tomados de cuatro muestreos.

[‡] Valores tomados de ocho muestreos.

La cantidad de forraje desaparecido y grado de cosecha fueron similares ($\alpha=0.05$) entre las dos estrategias. En promedio el forraje desaparecido fue de 3,657.3 kg ha⁻¹ y para grado de cosecha fue de 52.2%. La similitud de estas dos variables es explicada por la similitud tanto en cantidad de forraje ofrecido como residual entre las estrategias. El forraje desaparecido es mayor al promedio de 2,332 kg ha⁻¹ calculado a partir de

estudios realizados en esta misma zona por Cortez (1998) y Rivera (2001), sin embargo, este último autor registra un grado de cosecha (54%) cercano al encontrado en el presente estudio, por lo que las intensidades relativas de cosecha pueden considerarse equivalentes aunque no en cantidades absolutas.

Composición botánica y morfológica del forraje ofrecido

La composición botánica y morfológica junto con altura del forraje ofrecido se presentan en el Cuadro 2. La composición botánica y los aportes de los componentes identificados para ballico anual y avena fueron similares ($\alpha=0.05$) entre las dos estrategias de pastoreo. El aporte en ambas estrategias al forraje ofrecido por avena, ballico anual y material muerto fue de 50.5, 34.5 y 15%, respectivamente, no se detectó presencia de malezas. El promedio de los aportes a la cantidad total de forraje ofrecido por hoja de ballico anual y avena fueron 12.5 y 28%, respectivamente, para los tallos fueron de 22 y 22% de avena y ballico anual, respectivamente. Cualquier posible diferencia en el patrón de cosecha al usar borregos con vacas en comparación a vacas solas, no implicó que el forraje formado luego de dicha cosecha tuviera una diferente composición de avena o ballico anual, ni de componentes morfológicos. La similitud entre las estrategias de pastoreo en el aporte del material muerto al forraje ofrecido se asocia a que ambas estrategias presentaron también igual cantidad de forraje residual (Cuadro 1) y este forraje residual es quien proporciona la mayor cantidad de material muerto en el forraje ofrecido de un siguiente ciclo de uso, cuando el intervalo de tiempo entre dos cosechas sucesivas no permite la senescencia del nuevo tejido vegetal formado, como fue el caso

del presente estudio. Hodgson (1990) señala que una pradera acumula biomasa luego de una cosecha y que si se permite un periodo largo de rebrote parte de esa biomasa acumulada se torna en tejido senescente, reduciéndose con ello la acumulación y producción netas de forraje. El promedio para material muerto en ambas estrategias (15%) fue menor al reportado (18.63%) en estudios anteriores realizados en esta misma zona (Cortéz, 1998). Los aportes de avena y de ballico anual al forraje ofrecido en el presente estudio, no concuerdan con los reportados por Martínez (1999), quien registró una mayor aporte de ballico anual y menor de avena al forraje ofrecido. Esta discrepancia puede explicarse a que en el momento en que se realizó el presente trabajo todavía se estaba en la fase de dominancia de avena (Dorantes, 1997).

Cuadro 2. Composición botánica y morfológica del forraje ofrecido en avena-ballico anual a dos estrategias de pastoreo.

COMPONENTE	ESTRATEGIA DE PASTOREO	
	Mixto	Monoespecífico
	----- kg ha ⁻¹ (%) -----	
a) Composición botánica		
Avena	2216 [†] (50)	2679 (51)
Ballico	1563 (35)	1892 (34)
Material muerto	631 (15)	828 (15)
b) Composición morfológica		
Hoja avena	1276 (29)	1485 (28)
Tallo avena	940 (21)	1194 (23)
Hoja ballico anual	618 (14)	625 (11)
Tallo ballico anual	945 (21)	1267 (23)
Altura (cm)	35	34

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

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

Composición botánica y morfológica del forraje residual

Los componentes de composición botánica y morfológica y altura del forraje residual se presentan en el Cuadro 3. Las composiciones botánica y morfológica del forraje residual fueron similares ($\alpha=0.05$) entre las dos estrategias de pastoreo. En promedio avena, ballico anual y material muerto aportaron 49.0, 19.5 y 31.5%, respectivamente a la cantidad de forraje residual. Hoja de avena y ballico aportaron 13.5 y 11.0%, respectivamente, y tallo de avena y ballico anual 35.0 y 8.5%, respectivamente, a la cantidad del forraje residual. La introducción de borregas al pastoreo con vacas implicó una igual cantidad de forraje residual sin variación en las composiciones botánica y morfológica de dicho forraje residual. El aporte de avena al forraje residual en el presente estudio es mayor al 39.9% indicado por Martínez (1999), a la par los aportes de ballico anual y material muerto son menores a los de 25.3 y 34.8%, respectivamente, reportados por este mismo autor. Esta situación podría explicarse con base a la diferencia en la composición del forraje ofrecido según se indicó anteriormente.

La altura del forraje residual no presentó diferencia ($\alpha=0.05$) entre las dos estrategias. El promedio de ambas estrategias fue de 8 cm. La semejanza en altura del forraje residual coincide con la similitud en la cantidad de forraje residual (Cuadro 1), lo que refleja que ambas estrategias de pastoreo presentaron un comportamiento similar en el uso de la pradera. La altura de 8 cm del forraje residual implica que no siempre se llegó a tener los 7 cm de altura en el forraje residual para dar una nueva franja de pastoreo, a su vez, esta situación puede explicar el por qué en el presente estudio se obtuvo una mayor cantidad de forraje residual que en otros realizados en el mismo lugar y con este mismo tipo de asociación.

Cuadro 3. Composición botánica y morfológica del forraje residual en avena-ballico anual a dos estrategias de pastoreo.

COMPONENTE	ESTRATEGIA DE PASTOREO	
	Mixto	Monoespecífico
	----- kg ha ⁻¹ (%) -----	
a) Composición botánica		
Avena	1428 [†] (48)	1512 (50)
Ballico	578 (21)	526 (18)
Material muerto	956 (31)	954 (32)
b) Composición morfológica		
Hoja avena	392 (14)	369 (13)
Tallo avena	1036 (34)	1143 (37)
Hoja ballico anual	312 (12)	299 (10)
Tallo ballico anual	266 (9)	227 (8)
Altura (cm)	8	8

[†]Medias en la misma hilera sin literal no son diferentes entre sí ($\alpha= 0.05$; “t de student”).

Forraje desaparecido por componente

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

Cuadro 4. Forraje desaparecido por componente en avena-ballico anual a dos estrategias de pastoreo.

COMPONENTE	ESTRATEGIA DE PASTOREO	
	Mixto	Monoespecífico
	----- kg ha ⁻¹ (%) -----	
Hoja avena	1677 [†] (46)	1580 (43)
Tallo avena	310 (8)	265 (7)
Hoja ballico anual	789 (22)	819 (22)
Tallo ballico anual	851 (23)	958 (26)
Material muerto	31 (1)	34 (1)
Altura (cm)	27	26

[†] Medias en la misma hilera sin literal no son diferentes entre sí ($\alpha= 0.05$; “t de student”).

En promedio los aportes a la cantidad de forraje desaparecido de hoja de avena y ballico anual fueron 1,628 y 804 kg ha⁻¹, los aportes de tallo de avena y ballico anual fueron 287 y 905 kg ha⁻¹, respectivamente. En promedio la altura del dosel se redujo en 26.5 cm

entre la altura del forraje en oferta menos la altura del forraje residual. Esta semejanza, refleja que el patrón de cosecha al usar borregas con vacas en comparación con vacas solas fue el mismo, lo que indica una defoliación sistemática y homogénea por parte de los animales en ambas estrategias, lo que coincide con la similitud en composición botánica y morfológica del forraje ofrecido y residual (Cuadros 2 y 3). El aporte de hoja al forraje desaparecido fue 19% mayor a lo reportado por Rivera (2001), mientras que el aporte de tallo fue 29% menor. Esto puede explicarse debido a que existió un mayor aporte (10%) de hoja en el forraje ofrecido en el presente trabajo en comparación con lo reportado por el anterior autor, esto ocasionó una mayor selectividad por los animales de ambos tratamientos.

Dinámica del rebrote

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

Los incrementos diarios en altura, número de tallos y hojas por planta, no presentaron diferencia ($\alpha=0.05$) entre estrategias de pastoreo (Cuadro 5). El incremento diario en altura durante el periodo de descanso de 36 días fue de 6.9 y 5.9 mm/planta en avena y ballico anual, respectivamente; en número de tallos fue de 0.85 y 10.15 para avena y ballico anual, y en número de hojas fue de 0.60 y 2.2 para avena y ballico anual,

respectivamente. La similitud en los incrementos de altura, número de tallos y hojas muestra que el pastoreo por vacas más borregas con 20% de sobrecarga en comparación con el de las vacas solas presentó un patrón similar de rebrote. El incremento diario en el número de hojas para ballico anual registrado en el presente estudio, es 10 veces mayor al reportado de 0.22 hojas planta⁻¹ por Wilkins (1995) esta diferencia podría ser indicadora de un ambiente menos agresivo en el presente estudio.

Cuadro 5. Dinámica del rebrote en avena-ballico anual a dos estrategias de pastoreo.

ATRIBUTO	ESTRATEGIA DE PASTOREO	
	Mixto	Monoespecífico
	----- planta ⁻¹ -----	
a) Avena		
Altura [†] (cm)	6.3 [‡]	5.9
Incremento en altura (mm ⁻¹ día ⁻¹)	6.6	7.2
Número de tallos [†]	5.9	6.1
Incremento en número de tallos (día ⁻¹)	0.8	0.9
Número de hojas [†]	12.7	10.6
Incremento en número de hojas (día ⁻¹)	0.6	0.6
b) Ballico anual		
Altura [†] (cm)	6.1	5.9
Incremento en altura (mm ⁻¹ día ⁻¹)	5.8	6.1
Número de tallos [†]	51.1	51.2
Incremento en número de tallos (día ⁻¹)	10.1	10.2
Número de hojas [†]	17.9	16.6
Incremento en número de hojas (día ⁻¹)	2.5	2.1

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

[†]Valores al inicio del muestreo

Calidad del forraje ofrecido y residual

Los contenidos de proteína cruda (PC) en el forraje ofrecido, cosechado a tres alturas y muestra total, y en el forraje residual, cosechado a una alturas y muestra total, se presentan en el Cuadro 6.

El contenido de PC del forraje ofrecido fue similar ($\alpha=0.05$) entre las dos estrategias de pastoreo a todas las alturas como para la muestra total. El contenido de PC del forraje en los primeros 7 cm fue de 17.0%, para las dos alturas siguientes y muestra total fue de 20.2, 23.0 y 19.4%, respectivamente. Rivera (2001) indica contenidos de PC de 19.3, 20.5 y 21.7%, para las mismas tres alturas definidas en el presente estudio. El contenido de PC en el forraje de la muestra total registrada en el presente estudio se encuentra en el intervalo de 11.44 a 20% definido a partir de estudios realizados anteriormente en esta misma zona con esta asociación (Cortez, 1998; Martínez, 1999; Rivera, 2001).

El contenido de PC en el forraje residual fue similar ($\alpha=0.05$) entre ambas estrategias de pastoreo en los primeros 7 cm como para la muestra total. El promedio de contenido de PC fue de 11.55 y 12.2% para los primeros 7 cm y muestra total, respectivamente. El contenido de PC en el forraje residual de la muestra total se encuentra dentro del intervalo de 9.5 a 17.5% obtenido a partir de estudios previos en la zona con este mismo tipo de asociación (Cortez, 1998; Rivera, 2001).

Cuadro 6. Contenido de proteína cruda en el forraje de avena-ballico anual a diferente altura con respecto del nivel del suelo y a dos estrategias de pastoreo.

Altura con respecto del nivel del suelo	Estrategia de pastoreo	
	Mixto	Monoespecífico
	-----%-----	
a) Forraje ofrecido		
0-7 cm	18.2 [†]	15.9
7-14 cm	20.7	19.7
Más de 14 cm	23.7	22.4
Muestra total	19.8	19.0
b) Forraje residual		
0-7 cm	11.6	11.5
Muestra total	12.8	11.5

[†]Medias en la misma hilera sin literal no son diferentes entre sí ($\alpha=0.05$; “t de student”).

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

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

promedios de FDN fueron 61.6, 58.8, 55.8 y 56.95% para las tres alturas de la más cercana a la más alejada del suelo y muestra total, respectivamente.

Cuadro 7. Contenido de fibra detergente neutro en el forraje de avena-ballico anual a diferente altura con respecto del nivel del suelo y a dos estrategias de pastoreo.

Altura con respecto del nivel del suelo	ESTRATEGIA DE PASTOREO	
	Mixto	Monoespecífico
	-----%-----	
a) Forraje ofrecido		
0-7 cm	60.2 [†]	63.0
7-14 cm	59.0	58.7
Más de 14 cm	55.5	56.2
Muestra total	55.6	58.3
b) Forraje residual		
0-7 cm	59.9	60.5
Muestra total	59.8	59.9

[†]Medias en la misma hilera sin literal no son diferentes entre sí ($\alpha= 0.05$; “t de student”).

Los contenidos de FDN en el forraje ofrecido en ambas estrategias son similares a lo indicado por Rivera (2001) el cual reporta contenidos de 58.7, 57.3 y 55.5%, 56% para estas tres alturas y muestra total, respectivamente. El contenido de FDN en el forraje ofrecido de la muestra total del presente estudio queda muy cercano al valor de 55.6%

reportado por Cortez (1998) para ese mismo tipo de asociación crecido en la misma zona.

La estrategia de pastoreo no provocó ($\alpha=0.05$) cambio en el contenido de FDN en el forraje residual de los primeros 7 cm ni de la muestra total. El promedio para el forraje de los primeros 7 cm fue de 60.2%, para el forraje de la muestra total fue de 59.9%. Este último valor se encuentra dentro del intervalo de 57.6 a 62.2% definido a partir de estudios previos realizados en la zona con este mismo tipo de asociación (Cortez, 1998; Rivera, 2001).

La similitud en los contenidos de PC y FDN en el forraje a diferentes alturas y de la muestra total refleja que el forraje ofrecido en ambas estrategias de pastoreo fue de calidad similar, el pastoreo por vacas más borregas o por vacas solas no implicó cambios en la calidad del forraje del rebrote. A su vez, el pastoreo por vacas con borregas originó que los contenidos de PC y FDN en el forraje residual fueran similares, lo que refleja que la calidad del forraje cosechado o no consumido por los animales en ambas estrategias fuera similar.

Tiempo diario dedicado al pastoreo

Las vacas en pastoreo monoespecífico como en el mixto mostraron un tiempo de pastoreo similar ($\alpha=0.05$), tanto en el intervalo de 7 a 15 horas, como en el de 15 a 22 horas, y para el total de 7 a 22 horas en los dos momentos en que se registró esta

variable (Cuadro 8). El primer intervalo corresponde al tiempo en que las vacas y borregas pastoreaban juntas en el pastoreo mixto. Dado que las vacas en pastoreo mixto dedicaron el mismo tiempo al pastoreo que las vacas en pastoreo monoespecífico, en las horas del día en que estaban con las borregas, no existió la necesidad de compensación una vez que las borregas se retiraron del área de pastoreo. Ni la presencia de las borregas ni la mayor carga animal que implicaron el pastoreo mixto influyó para provocar un mayor tiempo de pastoreo por las vacas.

Cuadro 8. Tiempo dedicado al pastoreo por vacas en avena-ballico anual a dos estrategias de pastoreo.

Época de muestreo	Intervalo de tiempo	Estrategia de pastoreo	
		Mixto	Monoespecífico
----- tiempo de pastoreo (min) -----			
Abril	7:00 a 15:00	250.0 [†]	241.7
	15:00 a 22:00 [‡]	138.3	138.3
	7:00 a 22:00	388.3	380.0
Mayo	7:00 a 15:00	196.7	215.0
	15:00 a 22:00	103.3	140.0
	7:00 a 22:00	300.0	355.0

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

[‡] Intervalo en que las vacas de este tratamiento se encontraban sin la presencia de borregas.

El tiempo total de pastoreo diario dedicado al pastoreo, tanto para abril (384 min) como para mayo (327 min) se encuentra dentro del intervalo de 309 a 386 min indicados en estudios realizados anteriormente en esta misma zona (Rivera, 2001; Martínez, 1999). Sin embargo, el tiempo de pastoreo del presente estudio es menor a lo reportado por Heinzen y Aguilar (1998) quienes reportan 590 min día⁻¹, este mayor tiempo se podría explicar en que los animales no recibieron suplemento alguno, mientras que las vacas del presente estudio tuvieron acceso a un suplemento dos veces por día.

Comportamiento de la producción animal

La producción diaria de leche y el cambio diario de peso de las vacas no fueron influenciados ($P>0.05$) por el peso inicial por lo que no existió la necesidad de ajustar por esta covariable. La producción diaria de leche por vaca como el cambio diario de peso vivo por vaca fueron similares ($\alpha=0.05$) para ambas estrategias de pastoreo (Cuadro 9). La producción diaria de leche promedio fue de 17.7 l y existió una tendencia positiva en el cambio diario de peso con un promedio de 447.5 g. En ambas variables se presentó una gran variación entre vacas sujetas a una misma estrategia, sumado al hecho de contar con un número limitado de repeticiones, situaciones que previnieron el poder observar o detectar diferencia entre las estrategias de pastoreo. La producción de leche se encuentra dentro del intervalo de 15.8 a 22.8 kg día⁻¹ vaca⁻¹ obtenido de estudios realizados con vacas en pastoreo en esta misma zona y con este tipo de asociación (Cortez, 1998; Rivera, 2001). Martínez (1999) coincide con el presente estudio en reportar una tendencia positiva en el cambio de peso, este autor reporta ganancias entre

199 y 540 g/día/vaca. La tendencia positiva del cambio de peso en el presente estudio se puede asociar con la etapa de lactación (190 días) en que se encontraban las vacas, ya que pasando el pico de lactancia las vacas pueden presentar un incremento en el peso hasta el final de la lactancia (Wildman *et al.*, 1982).

La ganancia diaria de peso de las borregas (14 g día⁻¹) es marginal y quizás sólo puede pensarse en que las borregas estuvieron en mantenimiento. La estrategia de pastoreo mixto con sobrecarga, no fue detrimental para la producción diaria de leche por parte de las vacas, pero quizá si lo fue para la producción ovina, esta situación resalta la importancia de incluir en lo posible borregas maduras con baja demanda nutritiva.

Cuadro 9. Atributos de la producción animal en avena-ballico anual a dos estrategias de pastoreo.

ATRIBUTO	ESTRATEGIA	
	Mixto	Monoespecífico
Producción de leche por vaca (kg día ⁻¹)	20.3 [†]	15.0
Cambio de peso por vaca (g día ⁻¹)	708	187
Ganancia diaria de peso por borrega (g día ⁻¹)	14	
Valor extra por la ganancia de peso de las borregas (\$ ha ⁻¹ día ⁻¹) [‡]	6.6 [‡]	

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

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

En valor económico en el pastoreo mixto a la producción de leche individual por día por vaca debe sumarse la ganancia diaria de peso por borrega, el valor económico de esta

ganancia de peso de las borregas determina la superioridad del pastoreo mixto bajo las circunstancias del presente estudio, con un valor extra de \$6.6 diarios por hectárea.

La carga animal no vario para ninguna de las estrategias de pastoreo en los dos ciclos de pastoreo, con una superficie utilizada por cada una de las estrategias de 8,975 m² en el primer ciclo y en el segundo ciclo de 6,215 m².

CONCLUSIONES

El pastoreo mixto vacas:borregas con un incremento del 20% en la carga animal con base en peso vivo no originó que los atributos del rendimiento y acumulación de forraje fueran distintos a los registrados en el pastoreo con vacas solamente. La similitud en estas variables se dio por una similitud en la cosecha, ya que no se detectó diferencia en cantidades y calidades del forraje residual.

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

No hubo daño en el rebrote en el corto plazo, por lo que el pastoreo mixto tiene el mismo impacto que el pastoreo monoespecífico sobre la pradera de avena-ballico anual.

La calidad del forraje ofrecido y residual no se afectó por la aplicación del pastoreo mixto, ya que se muestran valores similares de contenido de proteína cruda y fibra detergente neutro entre las dos estrategias de pastoreo.

La presencia de borregas no modificó el tiempo dedicado al pastoreo por parte de las vacas.

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

LITERATURA CITADA

- Améndola, M.R.D. y Morales, M.B. 1997.** Competition between oats and annual ryegrass under grazing. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canadá. 22:119-120.
- Anderson, D.M. 1990.** Diet selection of bonded and non-bonded free-ranging sheep and cattle. Applied Animal Behaviour Science. 26:231-242.
- Arzadún, M.J., Vallegos, M.H. y Piersanti, M.M. 1997.** Effect of frequency and intensity of defoliation on oat-vetch mixture. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canadá. 22:137-138.
- Bakker, M.L., Gordon, I.J. y Milne, J.A. 1998.** Effects of sward structure on the diet selected by guanacos (*Lama guanicoe*) and sheep (*Ovis aries*) grazing a perennial ryegrass-dominated sward. Grass and Forage Science. 53:19-30.
- Corbett, J.L. 1972.** Grazing behaviour in New Zealand. British Journal Animal Behaviour. 25:67-71.
- Cortez, A.J. 1998.** Pastoreo de la asociación avena (*Avena sativa* var. Cocker)-ballico anual (*Lolium multiflorum* Lam.). Tesis de Maestría en Ciencias, Posgrado en Producción Animal, UACH. 155 pp.

Cowet, E.T. y Sprague, M.A. 1996. Factor affecting tillering in alfalfa. *Agron. J.* 54:294-297.

D'Angelo, C.H., Pstulka, E.B. y Ferrari, L. 1997. Defoliation frequency and intensity of *Arrhenatherum elatius*. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canadá. 22:81-82.

Delgado, E.I. 1983. El ryegrass Westerworlds y el ryegrass Italiano. Hojas divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. 16 pp.

Del Pozo, M., Wright, I.A. y Whyte, T.K. 1997. Diet selection by sheep and goats and sward composition changes in a ryegrass annual/white clover sward previously grazed by cattle, sheep or goats. *Grass and Forage Science.* 52:278-29.

Dorantes, J.J. 1997. Evaluación de la inclusión de diferentes leguminosas en la asociación avena-ballico bajo pastoreo en vivero, en Chapingo, México. Tesis Profesional, Depto. de Zootecnia, UACH. 77 pp.

Esqueda, C.M., Rubio, A.H.O. y Flores, O.M.A. 1995. Evaluación de seis variedades de avena para producción intensiva de forraje en tres fechas de siembra. *Técnica Pecuaria.* 33:74-86.

- Forbes, J.M. 1995.** Voluntary food intake and diet selection in farm animals. CAB International, U.K. 354-386.
- Forbes, T.D.A. 1998.** Researching the plant-animal interface: The investigation of ingestive behaviour in grazing animal. *J. Anim. Sci.* 66:2369-2379.
- García, E. 1988.** Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. D.F. México. 217 pp.
- Gómez, M.F.C. , Martínez, H.P.A., Pérez, P.J. y Hernández, G.A. 2001.** Residual forage and animal performance from a kikuyo pasture under mixed grazing and supplementation. XIX International Grassland Congress, Sao Pedro, Sao Paulo, Brazil. 22:852-853.
- Gutiérrez, O.M.A. 1996.** Pastos y forrajes en Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Edit. E y G. Guatemala. 318 pp.
- Hamilton, D. 1975.** Production and gross margins from sheep and cattle grazed separately and together. *Australian Journal Anim. Husb.* 15:38-34
- Hardy, M.B. 1995.** Short-term effects of cattle-to sheep ratio and stocking rate on patch grazing in sour grassveld. *Afr. J. Range For. Sci.* 12:121-127.

- Hardy, M.B. 2000.** Pastoreo mixto y el concepto de capacidad de pastoreo- una perspectiva de la experiencia en Sudáfrica. Memorias III Seminario Internacional "Tecnologías para la explotación sustentable del recurso forrajero". Chapingo, México. 47-76.
- Heinzen, M. y Aguilar, C. 1998.** Efecto de la carga y de la relación ovino/vacuno sobre el consumo y el comportamiento ingestivo de ovinos y vacunos pastoreando juntos pastizal nativo. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 6 2:157-172.
- Hernández, G.F. Eguiarte, G.J.A. 1992.** Aprovechamiento de especies forrajeras de invierno en el centro de Michoacán. Técnica Pecuaria en México. 30:85-90.
- Hernández, G.A., Hodgson, J. y Matthew, C. 1997.** Sward structure changes and production increases following spring grazing management. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canadá. 22:7-8.
- Hodgson, J. 1982.** Ingestive behaviour *In*: Leaver J. (ed) Herbage Intake Handbook. J.British Grassland Society U.K. 113-138.
- Hodgson, J. 1986.** Grazing behaviour and herbage intake. *In* Grazing Occasional Symposium. British Grass Soc. 19:51-64.

- Hodgson, J. 1979.** Nomenclature and definition in grazing studies. Grass and Forage Science. 34:11-18.
- Holmes, C.W. 1984.** Dairy production in New Zealand. Dairy Husbandry Department Massey University. 229 pp.
- Holmes, C.W. 1987.** Pasture for dairy cow. In: Nicol M.A. (ed) Livestock feeding on pasture. New Zealand. 145-157.
- Josifovich, J.A. y Scheneiter, J.O. 1997.** Pasture life lengthening and beef production increase through interseeding. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canadá. 22:125-126.
- Laidlaw, A.S. y Mayne, C.S. 2000.** Setting management limits for the production and utilization of herbage for out-of-season grazing. Grass and Forage Science. 55:14-25.
- Lattanzi, F., Marino, M.A. y Mazzanti, A. 1997.** Fertilizer nitrogen and morphogenetic responses in *Avena sativa* and *Lolium multiflorum*. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canadá. 7:3-4.

Lizarraga, del C.G., Aguayo, A.A., Garza, T.R. y Peñuñuri, M.F.J. 1980.

Comparación de la producción de forraje ballico Italiano (*Lolium multiflorum*) y cebada forrajera (*Hordeum vulgare*) solos y asociados. Técnica Pecuaria en México. 39:17-24.

Mares, M.V.M. 1983 a. Aspectos del manejo de praderas y aspectos en la utilización y producción en el trópico. CATIE, Costa Rica. 33-54.

Mares, M.V.M. 1983 b. Bases fisiológicas para el manejo de praderas tropicales y aspectos en la utilización y producción de forrajes en el trópico. CATIE, Costa Rica. 7-24.

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

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

Matthew, C. y Hodgson, J. 1997. Grassview: form and function of grass. The interactive CD Rom. Massey University, New Zealand.

- Mayne, C.S., McGilloyay, D., Cushnahan, A. y Laidlaw A.S. 1997.** The effect of sward height and bulk density on herbage intake and grazing behavior of dairy cows. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canadá. 2:15-16.
- Melgoza, C.O., Rubio, A. y Núñez S.R. 1991.** Proporciones de ryegrass-avena para producción de forraje bajo riego en Ojinaga, Chihuahua. Memorias de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria'91.Cd. Victoria, Tamaulipas, 332.
- Mieres, J.M. y Acosta, Y.M. 1997.** Effect of grazing pressure and supplemental level on weight gain in dairy heifers. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canadá. 29:15-16.
- Morrison, D.G., Willis, C.C., Castle, D.L. y Cuomo, G.J. 1997.** Grazing management and nitrogen fertilizer effects in grazing systems for beef cows. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canadá. 29:83-84.
- Morales, M.B. 1995.** Evaluación de tres cultivares de avena forrajera bajo pastoreo en Chapingo, Méx. Tesis Profesional, Depto. de Zootecnia, UACH. 78 pp.
- Nicol, A.M. 1997.** The application of mixed grazing. XVIII International Grassland Congress, Winnipeg, Canadá. 525-534.

Nolan, T. y Connolly, J. 1977. Mixed stocking by sheep and steers – a review. *Herbage Abstracts*. 47:367-374.

Osuji, O.P. 1974. The physiology of eating and the energy expenditure of the ruminant at pasture. *J. of Range Management*. 27:437-443.

Papadopoulos, Y.A., Charmley, E., Martín, R.C., Fredeen, A.H. McRae, K.B., Mason, D. y Fillmore, S.A.E. 1997. Productivity of renovated naturalized pastures in Atlantic Canadá. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canadá. 22:151-152.

Pérez, P.J., Hernández, V.O., Herrera, H.J.G. y Barcena G.R. 1997. Live-weight gain of steers grazing african star grass at four herbage allowances. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canadá. 29:103-104.

Poppi, D.P., Hughes, T.P. y Huiller, P.J. 1987. Herbage intake of pasture by grazing ruminants. *In*: Nicol M.A.D. (Ed) *Livestock feeding on pasture*. New Zealand Society of Animal Production. Occasional Publication No. 10. 115-139.

Rivera, R.J.E. 2001. Utilización de la asociación avena-ballico -cebada pastoreada a diferente nivel de asignación por vacas lecheras suplementadas. Tesis de Maestría en Ciencias, Posgrado en Producción Animal, UACH. 64 pp.

- Rouquette, F.M., Smith, G.R. y Haby, V.A. 1997.** Bermuda grass pastures under long-term stocking rate and fertility regimens. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canadá. 22:73-74.
- Stakelum, G. 1985** Factors affecting herbage intake in cows. Irish Grassland and Animal Production Association. 36-42.
- Sheat, G.W. y Rattaray, P.V. 1985.** Influence of pasture quantity and quality on intake and production of sheep, XV International Grassland Congress. Kyoto, Japon, 466-468.
- Steel, D.R.G. y J.H. Torrie, 1998.** Bioestadística: Principios y procedimientos. 2ª edición. Ed. McGraw-Hill. D.F. 622 pp.
- Tablada, A.S.R. y Martínez, H.P.A. 2001.** Producción de forraje y animal a partir de alfalfa-ovillo en pastoreo mixto. Memorias XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). Habana, Cuba. 176.
- Wade, M.H. y Dalla, D.E.V. 1997.** High instantaneous spring stocking rates to improve year round herbage utilization in Argentine dairy production. XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Canadá. 2:3-4.

- Watkin, B.R. y Clements, R.J. 1978.** The effects of grazing animals on pastures. In:
Wilson, J.R. (Ed) Plant relation in pastures. East. Melbourne, Australia. 273-
278.
- Wilson, A.D. 1976.** Comparison of sheep and cattle grazing on a semiarid grassland.
Aust. J Agric. Res. 27:155-162.
- Wilkins, P.W. 1995.** Independence of dry matter yield and leaf yield among perennial
ryegrass varieties differing in seasonal yield distribution. Grass and Forage
Science. 50:155-161.
- Wildman, E.E., Jones, G.M., Warner, P.E. y Boman, R.L. 1982.** A dairy cow body
condition scoring system and its relationship to selected production
characteristics. Journal Dairy Science. 65: 495-502.

