ITEA (1997), Vol. 93A N.º 3, 161-171

PRODUCCIÓN DE LECHE DE VACA CON FORRAJES ANUALES EN LA REGIÓN ÁRIDA DE MÉXICO

G. Núñez Hernández*
J. J. Márquez Ortiz*
H. Salinas González**
H. M. Quiroga Garza*
R. A. Martínez Parra*

* Investigador en Forrajes
Campo Experimental La Laguna, INIFAP
Apdo. Postal 247
27000 Torreón, Coah.
México

** Investigador en Forrajes
Campo Experimental Calera, INIFAP
Apdo. Postal 18
98500 Calera de Víctor Rosales, Zac.
México

RESUMEN

La utilización de forrajes alternativos puede compensar la baja eficiencia en el uso del agua y la baja producción invernal de alfalfa (*Medicago sativa* L.) bajo riego. El objetivo fue determinar el efecto de raciones con forrajes anuales en el consumo voluntario de materia seca y la producción de leche de ganado bovino en la región árida de México.

Los experimentos incluidos se realizaron entre 1985 y 1995. Maíz (*Zea mays* L.), pasto ballico anual (*Lolium multiflorum* Lam.), sorgoXsudán (*Sorghum bicolor* L., Moench. X *Sorghum sudanense* L.) y trébol de alejandría (*Trifolium alejandrinum* L.) fueron comparados por separado con alfalfa en cuatro experimentos de digestibilidad en vivo con ovinos. En un quinto experimento similar, se comparó la digestibilidad entre ballico anual y trébol de alejandría. Tres proporciones de maíz:alfalfa; tres de maíz:alfalfa:sorgoXsudán; tres de trébol:alfalfa; y ballico:alfalfa contra trébol:alfalfa; se estudiaron por separado en cuatro experimentos de consumo voluntario y producción de leche con bovinos Holstein.

El maíz en proporción de 70% o más y la combinación de maíz y sorgoXsudán, dada su baja digestibilidad, redujeron ($P<0,05$) la producción de leche. Sólo el maíz disminuyó el consumo voluntario de materia seca ($P<0,05$). La digestibilidad y consumo voluntario de materia seca del trébol de alejandría y del ballico anual permitieron producciones de leche similares a las de alfalfa ($P>0,05$). El trébol de alejandría y el ballico anual resolvieron el problema de baja disponibilidad de forraje de calidad durante el invierno para mantener la producción normal de bovinos lecheros en la región.

Palabras clave: Forrajes, Ganado lechero, Valor nutritivo, Digestibilidad, Consumo voluntario.

SUMMARY

Utilization of alternative crops may compensate the low water-use efficiency and low winter production of irrigated alfalfa (*Medicago sativa* L.). The objective was to determine the effect of rations containing annual forages on dry matter voluntary intake and milk production of dairy cattle in the arid region of Mexico.

The experiments included were conducted between 1985 and 1995. Corn (*Zea mays* L.), annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.), sorghumXsudangrass (*Sorghum bicolor* L. Moench. X *Sorghum sudanense* L.), and berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.) were separately compared to alfalfa in four in vivo digestibility trials with ovines. In a fifth similar trial, digestibility of annual ryegrass and berseem clover were compared. Three different proportions of corn:alfalfa; three of corn: alfalfa: sorghumXsudangrass; three of clover: alfalfa; and ryegrass: alfalfa versus clover: alfalfa; were separately studied in four intake and milk production experiments with Holstein bovines.

A proportion of 70% or more of corn and the combination of corn and sorghumX sudangrass, given their low digestibility, decreased ($P<0,05$) milk production. Only corn decreased ($P<0,05$) dry matter voluntary intake. The high digestibility and high matter voluntary intake of both berseem clover and annual ryegrass resulted in milk production levels similar to alfalfa ($P>0,05$). Both berseem clover and annual ryegrass solved the problem of low availability of quality forage during the winter to maintain adequate levels of dairy bovine production in the region.

Key words: Forages, Sairy calttle, Nutritive value, Digestibility, Voluntary intake.

Introducción

La alfalfa es el forraje de riego más importante para la producción lechera en la zona árida de México. Esto se debe a su rendimiento elevado y a su alto valor nutritivo. La principal limitante para la producción de alfalfa en el ambiente árido es su gran consumo de agua de riego y la reducción en su producción durante el invierno. MARTÍNEZ *et al.* (1981) sugirieron utilizar forrajes anuales para aumentar tanto la eficiencia en el uso del agua de riego como la disponibilidad de forraje durante el año. Sin embargo, el bajo valor nutritivo de algunas especies anuales puede limitar su incorporación en raciones para la producción de leche.

La digestibilidad determina en mayor parte el valor energético de un forraje. GARRET y JOHNSON (1983) señalaron que la energía en la heces representa la principal pérdida de energía en la utilización de forrajes. Generalmente dichas pérdidas están relacionadas con la cantidad y lignificación de la fibra. A mayor lignina hay menor digestibilidad de la fibra, aunque el tipo de enlaces químicos y otros componentes de la fibra también afectan negativamente la digestibilidad de los forrajes (HOOVER, 1986; MERTENS y ELY, 1982). La digestibilidad de los forrajes es muy variable, ya que además de estar influida por los factores intrínsecos de la planta, también es afectada por el manejo del cultivo y por factores del clima.

La producción de leche está relacionada con el consumo voluntario de materia seca de las vacas (VAN SOEST, 1986; WILLIAMS *et al.*, 1989). Un objetivo de la utilización de forrajes es lograr el consumo voluntario máximo de materia seca, aunque éste está influido por el tipo de ración, el peso del animal, el nivel de producción de leche, el estado de lactación, la condición corporal y el ambiente (WHITLAW, 1992). El mecanismo que controla el consumo voluntario de los rumiantes no está totalmente explicado. La regulación del consumo voluntario en la vaca lechera está determinada por el llenado físico del rumen en raciones de baja digestibilidad y por controles metabólicos, relacionados a los requerimientos del animal, en raciones de alta digestibilidad (NRC, 1987).

El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de proporcionar raciones con forrajes anuales en el consumo voluntario de materia seca y la producción de leche de ganado bovino en la región árida de México.

Material y métodos

Esta investigación se llevo a cabo en el establo lechero del Campo Experimental La Laguna, Matamoros, Coah., México. El clima es seco desértico con temperatura media anual de 22,9°C, precipitación media anual de 243 mm y evaporación media anual de 2131 mm (AGUIRRE, 1981).

Los trabajos de esta investigación se realizaron en el período comprendido entre 1985 a 1995 y fueron agrupados en dos partes. La primera parte involucró cinco experimentos de digestibilidad *in vivo* con ovinos. La segunda parte consideró una serie de cuatro experimentos de consumo voluntario y producción de leche con bovinos.

Digestibilidad *in vivo* con ovinos

Los experimentos de digestibilidad *in vivo* fueron realizados en corderos sin castrar, cruzados de la raza Ramouillet con un peso vivo que varió entre 30 a 50 kg entre pruebas. Todos los experimentos consistieron en un período de adaptación de 14 días, seguido por un período de siete días de colección de heces para determinar la digestibilidad de la materia seca.

Los experimentos fueron: experimento 1: heno de alfalfa (*Medicago sativa* L.) y ensilaje de maíz (*Zea mays* L.); experimento 2: heno, alfalfa, y pasto Ballico anual (*Lolium multiflorum* Lam.), fresco; experimento 3: heno de alfalfa y heno de pasto sorgo-Xsudán (*Sorghum bicolor* (L.) Moench. X *Sorghum sudanense* L.); experimento 4: heno de alfalfa y heno de trébol de alejandría (*Trifolium alexandrinum* L.); y experimento 5: heno de trébol de alejandría y heno de pasto ballico anual. Cada estudio incluyó cuatro animales por tratamiento, los cuales fueron colocados en jaulas metabólicas. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con cuatro repeticiones.

Las características de los forrajes utilizados fueron: alfalfa que se cortó a un estado de madurez de 10% de floración. El maíz para ensilaje se cortó en el estado lechoso pastoso de grano. El sorgoXsudán se cortó antes de la floración. El ballico anual y el trébol de alejandría fueron cortados en estado vegetativo. Los forrajes se ofrecieron dos veces al día a un consumo promedio de 2,5 a 2,7% del peso vivo. Sólo en el experimento 5, en el que se comparó trébol alejandría contra ballico anual, el consumo fue a libre

acceso. Los forrajes ofrecidos fueron molidos a un tamaño de partícula de 1 a 2 cm.

Diariamente recolectamos muestras de los forrajes ofrecidos y la producción total de heces por animal durante los siete días de toma de datos. Submuestras diarias de heces fueron secadas parcialmente a 60°C durante 48 horas. Los análisis químicos de los forrajes para la determinación de proteína bruta y materia seca se realizaron de acuerdo a las técnicas descritas por AOAC (1984). La fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y lignina se determinaron según los procedimientos de GOREING y VAN SOEST (1970). La digestibilidad *in vivo* se determinó mediante el método de colección total de heces. Sólo el efecto de los tratamientos en la digestibilidad fue analizado estadísticamente de acuerdo a STEEL y TORRIE (1980).

Consumo voluntario y producción de leche con bovinos

Los experimentos de consumo voluntario y producción de leche se condujeron bajo diversos diseños experimentales a causa de la variación en la disponibilidad de vacas y de forraje. La formulación de las raciones se realizó en base a la producción inicial de los animales disponibles en cada experimento, de acuerdo con las recomendaciones de la NRC (1989). En todos los casos las pruebas se realizaron durante el otoño-invierno.

En el experimento 6 se incorporó ensilaje de maíz en la ración de heno de alfalfa. Los tratamientos consistieron en tres raciones de diferente proporción maíz:alfalfa, 40:60, 70:30 y 100:0. Los tratamientos se proporcionaron a grupos de 5 vacas de segundo parto a la mitad de la lactación, formados en base a la producción de leche y al peso vivo de los animales. El diseño experimental fue de bloques al azar con cinco repeticiones. El estudio se basó en un período de siete días de adaptación y once semanas de toma de datos de producción de leche y consumo de materia seca. Las raciones se ofrecieron dos veces por día a libre acceso. La relación forraje:concentrado fue 60:40. El heno de alfalfa se cortó al 10% de floración y el maíz se cortó en estado lechoso-pastoso.

En el experimento 7 incorporamos ensilaje de maíz y heno de sorgoXsudán en la ración de heno de alfalfa. Los tratamientos consistieron de tres raciones con proporciones diferentes de maíz:alfalfa:sorgoXsudán, 40:60:0, 40:30:30 y 40:10:50. Los tratamientos se proporcionaron a grupos de cinco vacas Holstein de segundo parto a la mitad de la lactación, formados en base a la producción de leche y al peso vivo de los animales. El diseño experimental fue de bloques al azar con cinco repeticiones. El trabajo consistió en un período de siete días de adaptación y cinco semanas de toma de datos de producción de leche y consumo de materia seca. Las raciones se ofrecieron dos veces por día a libre acceso. La relación forraje:concentrado fue 65:35. El heno de alfalfa se cortó al 10% de floración, el maíz para ensilaje se cortó en estado lechoso-pastoso y el heno de sorgoXsudán se cortó al inicio de la aparición de las espigas.

En el experimento 8 incluimos heno de trébol de alejandría en raciones de heno de alfalfa. Los tratamientos consistieron en tres raciones con proporciones diferentes de trébol:alfalfa, 100:0, 50:50 y 0:100. Utilizamos nueve vacas Holstein de tres meses de lactación con producción de leche y peso vivo similares. El diseño experimental utilizado fue de cuadro latino 3x3. El estudio incluyó períodos de adaptación de 10 días, cada uno seguido de un período de siete días de registro de datos de producción de leche y consumo de materia seca. Cada tratamien-

to se proporcionó a tres vacas en cada período. Las raciones se ofrecieron dos veces por día a libre acceso. La relación forraje:concentrado fue 60:40. El heno de alfalfa se cortó al 10% de floración y el heno de trébol se cortó en estado vegetativo.

En el experimento 9 comparamos la inclusión de ballico anual fresco con la inclusión de trébol de alejandría fresco en la ración de heno de alfalfa. Los tratamientos consistieron en dos raciones, 50:50 ballico:alfalfa y 50:50 trébol:alfalfa. El diseño experimental fue de bloques al azar con tres repeticiones distribuidas en el tiempo. Cada repetición consistió en dos vacas escogidas por su semejanza en producción de leche, número de partos, y peso vivo. El trabajo comprendió tres períodos de catorce días de adaptación, cada uno seguido por un período de cinco días. Las raciones se ofrecieron dos veces por día a libre acceso. La relación forraje:concentrado fue 54:46. El heno de alfalfa se cortó al 10% de floración y el forraje fresco, tanto de Ballico anual como de Trébol Alejandría, se cortó en estado vegetativo.

Las variables que se midieron en todos los trabajos fueron consumo voluntario de materia seca, producción de leche y su contenido de grasa. El consumo voluntario se midió en kilogramos por día y se estimó como promedio de las vacas de cada tratamiento evaluado. La producción de leche y su contenido de grasa se determinaron por vaca. Las variables descritas se analizaron estadísticamente de acuerdo a los diseños experimentales utilizados (STEEL y TORRIE, 1980). Las medias fueron separadas por medio de la diferencia mínima significativa protegida de Fischer (STEEL y TORRIE, 1980). Por otra parte, utilizamos análisis de regresión lineal para determinar la relación entre producción de leche y el consumo voluntario de materia seca con datos de todos los experimentos. Para poder conjuntar los datos de todos los experimentos en el análisis de regresión, la producción de leche fue corregida al 4% de grasa (DAVIS, 1993) y el consumo voluntario de materia seca se expresó como porcentaje de peso vivo de los animales. El análisis de puntos aberrantes se hizo con la prueba de Cook y la prueba de independencia de errores con la prueba de Durbin y Watson (NETER *et al.*, 1989).

Se realizaron estimaciones de consumo para animales con características similares a los utilizados en los experimentos. Esto tuvo el objeto de comparar los estándares del National Research Council (NRC, 1989) con los resultados de consumo de la presente investigación.

Resultados y Discusión

Digestibilidad *in vivo* con ovinos

La digestibilidad del ensilaje de maíz fue significativamente ($P<0,05$) menor a la de heno de alfalfa (Cuadro 1). Esto se atribuye principalmente a una alta concentración de fibra del ensilaje de maíz evaluado (Cuadro 2). La digestibilidad del ensilaje de maíz (61%) se consideró representativa de la región, y fue baja comparada con valores de 70% en Estados Unidos (CHURCH, 1986), y de 73,5% en Europa (DEINUM, 1988). Lo anterior sugiere la necesidad de incrementar la digestibilidad del ensilaje de maíz para la región árida de México. Esto se puede lograr mediante la selección de híbridos y cultivares con mayor digestibilidad, y mediante incrementos en la proporción de grano (FERRET *et al.*, 1991; VAN SOEST, 1986).

La digestibilidad del sorgoXsudán fue menor ($P<0,05$) a la de heno de alfalfa (Cuadro 1). las diferencias fisiológicas y

CUADRO 1
PROMEDIOS DE DIGESTIBILIDAD *IN VIVO* Y CONSUMO DE MATERIA SECA DE FORRAJES EVALUADOS EN LA REGIÓN ÁRIDA DE MÉXICO
TABLE 1
AVERAGE IN VIVO DIGESTIBILITY AND DRY MATTER INTAKE OF FORAGES EVALUATED IN THE ARID REGION OF MEXICO

Experimento	Fuente de forraje	Digestibilidad *in vivo*	Consumo voluntario[2]
		%	%
1	Heno de alfalfa	70,4 a[1]	3,1
	Maíz ensilado	61,0 b	2,4
2	Heno de alfalfa	77,4 a	2,7
	Ballico anual fresco	79,4 a	2,5
3	Heno de alfalfa	80,8 a	2,4
	Heno de sorgoXsudán	73,9 b	2,8
4	Heno de alfalfa	68,2 a	2,3
	Heno de trébol de alejandría	71,5 a	3,2
5	Heno de ballico anual	70,0 a	4,6
	Heno de trébol de alejandría	68,6 a	5,0

1. Los promedios seguidos por la misma letra son significativamente diferentes (P<0,05).
2. El consumo voluntario se calculó en base al peso vivo de los animales.

estructurales de los tejidos de especies tropicales como el sorgoXsudán limitan su fracción digestible (MINSON, 1990). Esto, pudo determinar la menor digestibilidad observada en sorgo-sudan, a pesar de que no hubo diferencias en la concentración de fibra (Cuadro 2).

El ballico anual fresco presentó una digestibilidad similar (P>0,05) a la de heno de alfalfa (Cuadro 1). Este resultado coincidió con concentraciones similares de las fracciones fibrosas y un alto contenido de proteína bruta en ambas especies (Cuadro 2). Además, se ha obervado que las digestibilidades de las fibras detergente neutro (72,2%) y ácido (71,2%) del ballico anual son relativamente altas (NUÑEZ y DE ALBA, 1994). Por lo tanto, la alta digestibilidad del ballico anual observada se puede relacionar a su moderada concentración y alta digestibilidad de su fibra.

En el estudio de henos de trébol de alejandría y de ballico anual observamos una digestibilidad similar (P>0,05) entre estas especies (Cuadro 1). Ambas especies tuvieron un alto contenido de proteína bruta y concentraciones similares de fibra detergente neutro (Cuadro 2). Sin embargo, la concentración de fibra detergente ácido del trébol de alejandría fue mayor que la de ballico anual (Cuadro 2). Esta diferencia también fue evidente al comparar ballico anual fresco contra heno de alfalfa en experimentos anteriores. La elevada concentración de lignina en el trébol de alejandría, al igual que en el heno de alfalfa, limitan la digestibili-

dad de la fibra. Sin embargo, la alta digestibilidad del trébol de alejandría, al igual que otras leguminosas como alfalfa, se debe a su baja concentración de fibra y alta concentración de carbohidratos solubles (ROBLES *et al.*, 1981).

Consumo voluntario y producción de leche con bovinos

El consumo de materia seca de las raciones con los diferentes forrajes presentó una relación lineal (P<0,01) con la producción de leche (Figura 1). El análisis de residuales sugirió la exclusión de la ración con más de 70% de ensilaje de maíz y las raciones con ensilaje de maíz y heno de sorgoXsudán del análisis de regresión. El ajuste del modelo lineal entre el consumo de materia seca y la producción de leche fue de r^2=0.97 (P<0,01), con una desviación de la regresión de $S_{x.y}$=0.03. Estos resultados son apropiados para predecir el consumo de vacas lecheras bajo las condiciones ambientales de la región árida de México.

Los consumos que se observaron fueron de 15 a 20% mayores que los reportados por el National Research Council (NRC, 1989) de los Estados Unidos (Figura 1). Dado que los experimentos se realizaron durante el otoño e invierno con temperaturas promedio de 15°C, dichas condiciones ambientales pudieron inducir a los animales a consumir más materia seca. Estos resultados sugieren que la información proveniente de la NRC puede no ser aplicable en la zona árida de

CUADRO 2
COMPOSICION QUÍMICA DE FORRAJES EVALUADOS EN LA REGIÓN ÁRIDA DE MÉXICO
TABLE 2
CHEMICAL COMPOSITION OF FORAGES EVALUATED IN THE ARID REGION OF MEXICO

Experimento	Fuente de forraje	Proteína cruda neutro	Fibra detergente ácido	Fibra detergente	Lignina
			%		
1	Heno de alfalfa	18,7	48,9	28,7	8,7
	Maíz ensilado	8,8	64,1	41,4	4,5
2	Heno de alfalfa	19,4	47,5	31,1	8,5
	Ballico anual fresco	14,8	50,7	29,3	3,0
3	Heno de alfalfa	18,5	58,5	45,8	8,8
	Heno de sorgoXsudán	9,6	60,3	45,2	3,0
4	Heno de alfalfa	22,5	36,8	24,0	6,7
	Heno de trébol de alejandría	23,6	38,9	24,0	7,2
5	Heno de ballico anual	21,4	60,1	25,8	3,5
	Heno de trébol de alejandría	26,1	57,5	35,2	8,3

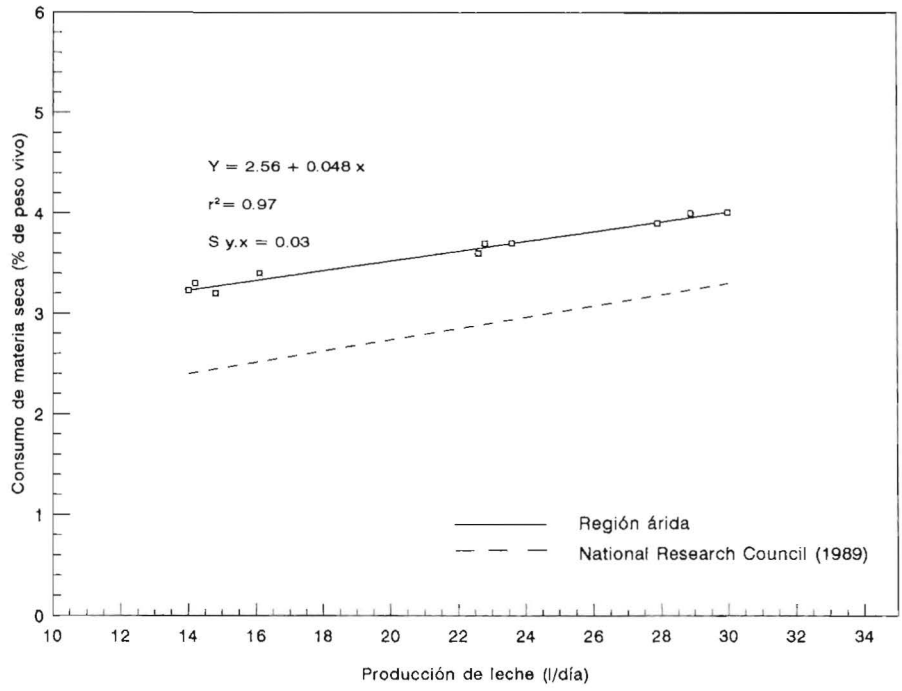


Figura 1. Relación entre producción de leche (4% grasa) y consumo voluntario de materia seca de bovinos lecheros en la zona árida de México

México durante el otoño e invierno para raciones similares a las que se utilizaron en nuestra investigación.

En el experimento 6, la producción de leche disminuyó significativamente ($P<0.05$) cuando el ensilaje de maíz fue la única fuente de forraje en la ración (Cuadro 3). Cuando la relación ensilaje de maíz:alfalfa fue 70:30, la producción de leche fue comparable a la relación 40:60 de ensilaje de maíz y alfalfa, pero el contenido de grasa en la leche fue mayor para la ración con 70:30 de ensilaje de maíz y alfalfa ($P<0.05$).

En el experimento 7, la producción de leche con la proporción maíz:alfalfa 40:60 en la ración fue ligeramente mayor a la producción con la misma ración en el experimento 6 (Cuadro 3). La inclusión de heno de sorgoXsudán, en combinación con ensilaje de maíz, afectó negativamente a la producción de leche ($P<0.01$), sin modificar el contenido de grasa de la leche ($P>0,05$).

Los resultados obtenidos en los experimentos 6 y 7 se deben a la digestibilidad y consumo del ensilaje de maíz y heno de sorgoXsudán. Con respecto al maíz, hubo consistencia con MERTENS (1983), quien asoció la menor producción de leche con un menor consumo en vacas alimentadas con raciones que contenían ensilaje de maíz. El bajo consumo de forrajes que han pasado por el proceso de ensilaje se ha relacionado

CUADRO 3
PROMEDIOS DE CONSUMO DE MATERIA SECA, PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE GRASA DE LECHE DE BOVINOS ALIMENTADOS CON RACIONES DE DIFERENTES FORRAJES ANUALES EN LA REGIÓN ÁRIDA DE MÉXICO
TABLE 3
AVERAGE DRY MATTER INTAKE, MILK PRODUCTION AND MILK FAT CONTENT OF DAIRY CATTLE FED DIFFERENT RATIONS OF ANNUAL FORAGES IN THE ARID REGION OF MEXICO

Experimento	Fuente de forraje	Consumo voluntario de materia seca[1]	Producción de leche	Contenido de grasa
		%	kg día-1	%
6	Maíz:alfalfa 40:60	3,5	15,6 a	3,4 b
	Maíz:alfalfa 70:30	3,2	15,4 a	3,8 a
	Maíz:alfalfa 100:0	2,6	14,7 b	3,8 a
7	Maíz:alfalfa:sorgoXsudán 40:60:0	3,3	17,7 a	3,4 a
	Maíz:alfalfa:sorgoXsudán 40:30:30	3,4	16,0 b	3,4 a
	Maíz:alfalfa:sorgoXsudán 40:10:50	3,4	15,4 b	3,5 a
8	Trébol:alfalfa 100:0	3,7	27,7 a	3,0 a
	Trébol:alfalfa 50:50	3,7	27,3 a	2,9 a
	Trébol:alfalfa 0:100	3,6	27,1 a	2,9 a
9	Ballico:alfalfa 50:50	4,0	34,1 a	3,0 a
	Trébol:alfalfa 50:50	3,9	33,4 a	2,9 a

1. El consumo voluntario se calculó en base al peso vivo de los animales.

a cambios en su estructura física, degradación de la proteína, producción de ácidos grasos volátiles, y alto contenido de humedad (LLAMAS, 1992). En cuanto al heno de sorgoXsudán, nuestros resultados se explican por la menor digestibilidad que tienen las especies de origen tropical debido a su composición química, menores tasas de paso a través del rumen, mayores tiempos de recambio del contenido ruminal y menor peso por unidad de volumen de forraje en el rumen (REID *et al.*, 1990).

En los experimentos 8 y 9, observamos que la inclusión de trébol de alejandría o de ballico anual no afectó (P>0,05) ni a la producción de leche ni al porcentaje de grasa (Cuadro 3). Estos resultados fueron consistentes con los datos de digestibilidad *in vivo* obtenidos en los experimentos con ovinos.

Los datos también concordaron con lo reportado por WILIAMS *et al.* (1989) en donde observaron altos niveles de consumo voluntario en raciones que incluyeron legu-

minosas o gramíneas de climas templados, debido a un menor contenido de fibra y mayores tasas de fermentación y paso por el aparato digestivo de los rumiantes.

Conclusiones

La inclusión de ensilaje de maíz, en una proporción mayor al 70% de la ración, disminuyó la producción de leche en vacas Holstein, debido a la baja digestibilidad y al efecto negativo en el consumo voluntario de materia seca. En relación a la combinación del ensilaje de maíz con sorgoXsudán en la ración, no hubo efectos negativos en el consumo. Sin embargo, la producción de leche disminuyó debido a la baja digestibilidad de ambos forrajes en comparación con alfalfa.

El empleo de trébol de alejandría y ballico anual resuelve el problema de disponibilidad de forraje con calidad apropiada durante el invierno y permite mantener el nivel de producción de leche bovino en la región. Con estos forrajes, la producción de leche no es afectada negativamente, con respecto a la alfalfa, debido a su alta digestibilidad y al consumo voluntario de materia seca de las vacas.

Los consumos de materia seca en esta investigación fueron superiores, independientemente del nivel de producción de leche, a los valores correspondientes para bovinos lecheros proporcionados por el National Research Council de Estados Unidos.

Bibliografía

AGUIRRE S.O., 1981. Guía climática para la Comarca Lagunera. SARH, INIFAP, CIAN. Publicación Especial S/N. Matamoros, Coah.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC)., 1984. Official methods of analyses. 14th. Ed. Washington, D.C. 832 pp.

CHURCH D.C., 1986. Livestock feeds and feeding: roughages. 2nd. Ed. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, NJ. 549 pp.

DAVIS L.C., 1993. Alimentación de la vaca lechera alta productora. Milk Specialties Company. Urbana, IL. 60 pp.

DEINUM B., 1988. Genetic and environmental variation in quality of forage maize in Europe. Netherlands J. Of Agric. Sci., 36:400-403.

FERRET A., CASANAS F.A.M., VERDUS L., BOSH L., NUEZ F., 1991. Breeding for yield and nutritive value in forage maize: an easy criterion for stover quality and genetic analysis of Lancaster variety. Euphytica, 53:61-66.

GARRETT W.N., JHONSON D.E., 1983. Nutritional energetics of ruminants. J. Anim. Sci., 57:478-497.

GOLRING H.K., VAN SOEST P.J., 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications). USDA-ARS Agric. Handbook No. 379.

HOOVER W.H., 1986. Chemical factor involved in ruminal fiber digestion. J. Dairy Sci., 69:2755-2766.

LLAMAS L.G., 1992. Efecto de la humedad de la ración sobre el consumo y la producción de leche. Tercer Congreso Internacional sobre Ganado Lechero, 47-55. INIFAP-GILSA.

MARTÍNEZ P.R.A., QUIROGA G.H.M., THOMAS B., BYERLY K.F. 1981. Alternative forage production patterns for dairy cattle under conditions of limited water supply in northern Mexico. Proceedings of the XIV International Grassland Congress, 804-806, University of Kentucky.

MERTENS D.R., 1983. Using neutral detergent fiber to formulate dairy rations and estimate the net energy content of forages. Proceedings of Cornell Nutrition Conference for Feed manufacturers, 60-68, Cornell University.

MERTENS D.R., ELY L.O., 1982. Relationship of rate and extent of digestion to forage utilization. A dynamic model evaluation. J. Anim. Sci., 54:895-905

MINSON D.J., 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press. Sidney. 483 pp.

NETER J., WASSERMAN W., KUTNER M.H., 1989. Applied linear regression models. 2nd Ed. Irwin. Inc. Inc. Boston. MA. 667 pp.

NUÑEZ H.G., DE ALBA A., 1994. Trébol alejandrino nueva opción de forraje en el altiplano de México. Memorias de la XXIV Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal, 60. Universidad de Chihuahua.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC)., 1987. Predicting feed intake of food-producing animals: dairy cattle. National Academy Press. Washington. D.C. 85 pp.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC)., 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. 6th Ed. National Academy Press. Washington. D.C. 157 pp.

REID R.L., JUNG G.A., COX-GANSER J.M., RYBECK B.F. TOWNSEND E.C., 1990. Comparative utilization of warm and cool season forages by cattle, sheeps, and goats. J. Anim. Sci., 68:2986-2294.

ROBLES A.Y., BELYEA R.L., MARTZ F.A. 1981. Intake digestibility, ruminal characteristics, and rate of passage of alfalfa diets fed to sheep. J. Anim. Sci., 53:774-778.

STEEL R.D., TORRIE J.H., 1980. Principles and procures of statistics. 2nd Ed. McGraw-Hill. New York. NY. 633 pp.

VAN SOEST P.J., 1986. The application of energy systems in ruminant nutrition. Proceedings of the VII Western Nutrition Conference. 200-227, University of Saskatchewan.

WHITLAW J.W., 1992. Estrategias de alimentación para la vaca de alta producción. Tercer Congreso Internacional sobre Ganado Lechero. 38-46, INIFAP-GILSA.

WILLIAMS C.B., OLTENACU P.A., SNIFFEN C.J., 1989. Application of neutral detergent fiber in modeling feed intake, lactation response, and body weight changes in dairy cattle. J. Dairy Sci., 72:652-663.

(Aceptado para publicación el 16 de junio de 1997)