

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
División Regional de Ciencia Animal



“EFECTO DEL SISTEMA DE ALIMENTACION SOBRE LA
PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LECHE EN CABRAS”

POR:

ISRAEL MARTÍNEZ DÍAZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TITULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN COAHUILA MÉXICO

MARZO DE 2007

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

División Regional de Ciencia Animal

“EFECTO DEL SISTEMA DE ALIMENTACION SOBRE LA
PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LECHE EN CABRAS”

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA

PRESIDENTE DEL JURADO



DR. PEDRO ANTONIO ROBLES TRILLO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



MVZ. JOSE FRANCISCO SANDOVAL ELIAS



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal
"AAR" - UL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
División Regional de Ciencia Animal

TESIS:
ISRAEL MARTÍNEZ DÍAZ:

“EFECTO DEL SISTEMA DE ALIMENTACION SOBRE LA
PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LECHE EN CABRAS”

TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y
APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Presidente

Dr. Pedro Antonio Robles Trillo

Vocal

Dr. Rafael Rodríguez Martínez

Vocal

ING: Jorge Oracio Borunda Ramos

Vocal suplente

MVZ. Silvestre Moreno Avalos

TORREÓN, COAH.

MARZO DE 2007

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
Unidad Laguna
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

ISRAEL MARTÍNEZ DÍAZ:

**"EFECTO DEL SISTEMA DE ALIMENTACION SOBRE LA
PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LECHE EN CABRAS"**

Tesis

**Que se somete a la consideración del Comité asesor,
como requisito parcial para obtener el título de**

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

COMITÉ PARTICULAR



DR. Pedro Antonio Robles Trillo
Asesor



Dr. Rafael Rodríguez Martínez
Colaborador



MVZ José Francisco Sandoval Elías
Coordinador de la División de Regional de Ciencia Animal


Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal
AAN - UL

Torreón, Coahuila, México.

Marzo de 2007

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a dios y a mis padres sra. Silvia Díaz Naves, sor. Andrés Martínez Hernández que me dieron la vida y la dicha de ser su hijo; a mis hermanos: Alfonso Martínez Díaz quien me ayudo económicamente para que yo obtuviera mi profesión; Norma Martínez Díaz, Juanita Martínez Díaz, Andres Martínez Díaz, Ramiro Martínez Díaz, Edgar Martínez Díaz, quienes con su apoyo y confianza me dieron la fuerza y el valor de estar lejos de ellos y no desfallecer.

Agradezco al Dr. Pedro Antonio Robles Trillo por la amistad que el y su familia me a brindado y por el tiempo tan valioso que me dedico para que yo pudiese titularme, de corazón gracias

A la familia CASTAÑEDA TORRES quienes me brindaron todo su cariño y me aceptaron como uno de su familia y en especial a Esperanza Gpe. Que forma una parte muy especial en mi vida, y a su mama Mónica Castañeda quien con sus consejos y su apoyo e aprendido a querer a la laguna.

Al CBTa 18 y a su entonces director el MVZ Vellorín; donde en sus instalaciones comenzó mi sueño de ser MVZ. Al MVZ Sixto Sánchez Albarran quien puso en mi toda su confianza y motivo mis ganas de ser lo que soy.

A un amigo al cual le doy mil gracias por haberme ayudado de forma incondicional, aun gran hermano Jesús Nabor Flores.

Y jamás olvidaría a mi carnal del alma Cristian Barberi gracias carnal por tus recomendaciones.

Con agradecimiento al Ingeniero Uriel López Montelongo, que ya no esta con nosotros, pero contribuyo en gran parte al desarrollo de este proyecto de investigación y donde quiera que este muchas gracias.

DEDICATORIA

A mis padres: Silvia Díaz Naves
Andrés Martínez Hernández

Mis hermanos: Alfonso Mtz. D.
Andrés Mtz. D.
Ramiro Mtz. D.
Juanita Mtz. D.
Norma Mtz. D.
Edgar Mtz. D.

A mi tía: esperanza Trejo Vásquez

Aun gran amigo: francisco Isai Perdomo Leana
Siempre te recordare donde quiera que estés hermano.

A mí carnal del alma el: MVZ. Cristián Barberi Almazán

A una amiga incondicional ESPERANZA Gpe. CASTAÑEDA
TORRES

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE.....	vii
RESUMEN	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Requerimiento de fibra.....	3
Efectividad de la fibra.....	6
Influencia del tamaño de partícula sobre la eficacia de la fibra....	8
Uso de raciones totalmente mezcladas.....	12
<i>Uso de raciones totalmente mezcladas en cabras</i>	18
<i>Rentabilidad de las RTM</i>	19
MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
1. Descripción del lugar del experimento.....	20
1.1. <i>Localización del sitio experimental</i>	20
2. Procedimiento experimental.....	20
2.1.- <i>Análisis de la ración</i>	20
2.2.- <i>Animales</i>	21
2.3.- <i>Descripción de tratamientos</i>	21
2.5.- <i>Producción y calidad láctea</i>	22
3. Análisis estadístico de la información.....	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
LITERATURA CITADA.....	25

RESUMEN

En la actualidad existen pocos estudios en cabras, en los que se manejen raciones RTM., este experimento se realizo para evaluar el efecto de tres sistemas de alimentación sobre producción y calidad láctea; considerando un diseño experimental completamente al azar. Los tratamientos fueron ración totalmente mezclada (RTM), dieta parcialmente mezclada y el forraje por separado (RTM-F) y ración completamente separada (RCS). Se utilizaron 18 cabras de la raza saneen, con mas de tres partos y con aproximadamente 80 días de lactancia y un peso vivo con promedio de 50 Kg., se formaron, tres grupos de seis cabras, que fueron alojadas individualmente. Se empleo una dieta con un contenido de 60% de forraje, y el 40% de concentrado. Los tratamientos se administraron por un periodo de adaptación de 2 semanas al cual siguieron 30 días de muestreo. En cada tratamiento se administro la misma cantidad de alimento el cual se sirvió en tres horarios, iniciando a las 5:00 h , la segunda a las 11:00 h, la tercera a las 17 h y la ultima a las 23 h. La cantidad de leche se determino mediante el muestreo de la producción cada 14 días y en tres periodos de 3 días cada uno, utilizando para ello pesadores waikato. La producción de leche no se vio afectada por ninguna de las dietas ($P > 0.05$); los sólidos totales fueron afectados por las raciones ($P < 0.01$) encontrándose el valor mas alto en RCS (12.21) y el mas bajo en la RTM-F (11.39); los sólidos no grasos mostraron diferencia entre tratamientos ($P < 0.01$) obteniendo el mayor valor la RCS (8.76) y el menor para la RTM-F (8.28); los valores de la grasa mostraron diferencia ($P < 0.05$) siendo el mas alto para RCS (3.45) y el mas bajo en RTM-F (3.11) y la proteína también se vio afectada ($P < 0.01$) arrojando el porcentaje mas alto las cabras alimentadas con la RCS (3.17) y el porcentaje mas bajo para las alimentadas con RTM-F (3.04). Las cabras son menos sensibles a los cambios físicos de la dieta a diferencia de las bovinos que son afectados negativamente.

INTRODUCCIÓN

El forraje proporciona energía y fibra para mantener la función ruminal, para mantener los niveles de producción y cantidad de la grasa en la leche, así como para conservar la salud del rumiante (1997; Clark y Armentano, 1999). El suministro de fibra de los forrajes en la dieta es un factor importante para la optimización de la producción de leche y el mantenimiento de la función ruminal (Webster, 1995).

Para conservar el funcionamiento saludable del rúmen y prevenir la depresión de la grasa en la leche, es recomendable un mínimo de 25 a 28% de fibra, expresada como FDN, de la cual, al menos el 75% debe ser proporcionada por el forraje. Dichas recomendaciones están basadas en estudios realizados donde el principal grano era el maíz (Beauchemin y Rode, 1997).

Las dietas adecuadas en fibra promueven un pH ruminal deseable, mantienen la integridad del epitelio ruminal, contribuyen a la formación del bolo ruminal como un medio de retención de las partículas de fibra lo suficientemente prolongada para una digestión adecuada y además estimulan la síntesis de grasa en la leche (Clark y Armentano, 1997).

El rumiante requiere una cantidad mínima de fibra dietética efectiva en un consumo óptimo de materia seca, para la estimulación de la salivación, para la producción de leche y para mantener la salud de la vaca (Grant, 1997). La fibra efectiva ha sido definida como la que puede estimular la masticación, salivación y rumia; por lo tanto, incluye también a los siguientes parámetros: la tasa de pasaje de la digesta, la salivación, la producción de acetato en el rúmen y el porcentaje de grasa en la leche (Clark y Armentano, 1997; Grant, 1997; Soita *et al.*, 2000).

La efectividad física (pe) esta determinada por las respuestas del animal, las que dependen principalmente de las características macro físicas de los forrajes. La certeza de las mediciones de los alimentos con gran contenido de fibra difiere cuando se estiman por la capacidad de provocar la masticación, por la tasa de ácido acético:propiónico o por la concentración de grasa en la leche (Armentano y Pereira, 1997).

La ventaja en la eficiencia de producción de leche de las raciones totalmente mezcladas (RTM) sobre las raciones separadas, se debe a que los concentrados y forrajes son administrados juntos, logrando una sincronía en la digestión, la puede demostrar efectos positivos sobre la fermentación del rúmen.

Dentro de esos cambios se podría incluir un pH más estable y una reducción del $\text{NH}_3\text{-N}$ ruminal (Fischer et al., 1994).

El uso de las RTM ayuda a mantener más estable el pH del rúmen. Sin embargo, la adición de amortiguadores minerales en las RTM ayuda a prevenir la disminución de grasa en la leche lo que se observa cuando hay una disminución en el pH o una alteración en la relación de ácidos acético y butírico del rúmen (Xu et al., 1994). Las referencias a cerca de RTM son escasas y no existen muchos antecedentes, donde se compare el efecto de las RTM contra las raciones que administran el forraje y el concentrado por separado.

Las características físico-químicas de una dieta pueden causar cambios en la composición de la leche producida. La explicación a este hecho son los cambios en los patrones de fermentación en el rúmen (Sanz Sampelayo *et al.*, 1998). Las cabras son menos sensibles que las vacas a esas características y los cambios en la dieta probablemente se reflejen en una menor disminución en el contenido de grasa en la leche (Sanz Sampelayo *et al.*, 1998), por lo cual se plantea, que a igual tamaño de partícula, la forma de administrar las raciones a las cabras (RTM o ingredientes por separado) no afecta la producción ni calidad de leche de esos animales.

El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de tres sistemas de alimentación sobre el consumo de materia seca, el pH ruminal y condición corporal de cabras explotadas en condiciones de estabulación. Los sistemas de alimentación que se estudiaron fueron: ración completamente mezclada, ración completamente mezclada con forraje por separado y dieta considerando al forraje, y concentrado por separado.

REVISIÓN DE LITERATURA

Requerimiento de fibra

El forraje proporciona energía y fibra para sostener la función ruminal, para mantener los niveles de producción y la cantidad de grasa en la leche, así como para conservar la salud del rumiante (1997; Clark y Armentano, 1999). El suministro de la fibra de los forrajes en la dieta es un factor importante para la optimización de la producción de leche y el mantenimiento de la función ruminal (Webster, 1995).

La digestión de la fibra solamente se produce por la fermentación microbiana, en el rúmen y la tasa de digestión del forraje es generalmente baja. La actualmente la utilización de la fibra del forraje no solo está determinada por las atribuciones intrínsecas del forraje, también por una extensión considerable de factores que influyen en la actividad fibrolítica ruminal y en el tiempo de retención de partículas del alimento en el rumen, así como en el consumo de alimento y la proporción de carbohidratos rápidamente fermentables en la dieta (Stensig y Robinson, 1997).

Son tres los componentes independientes que afectan la proporción de carbohidratos en la dieta. Los primeros dos son la naturaleza de la fibra detergente neutro (FDN) y la naturaleza de los carbohidratos no fibrosos. El tercer componente podría ser descrito por cualquiera de los siguientes: el contenido de FDN, el contenido de carbohidratos no fibrosos, o la tasa de FDN:carbohidrato no fibrosos (CNF) (Armentano y Pereira, 1997).

Los carbohidratos solubles en detergente neutro (CSDN) varían en sus características digestivas y de fermentación, incluyendo el perfil de nutrimentos metabolizables que ellos generados. La fermentación de los mono y oligosacáridos, y del almidón tiende a producir más propionato que acetato, pudiendo generar además ácido láctico (Leiva *et al.*, 2000); en tanto que la fermentación de la fibra soluble detergente neutro (NDSF, por sus siglas en inglés), que son básicamente sustancias pépticas, tienden a producir más acetato que propionato y no generan cantidades apreciables de ácido láctico. Existe poca información que describa como la variación en las concentraciones dietéticas de las fracciones de CSND afectan el rendimiento animal y la eficiencia alimenticia

El almidón y la NDFS tienden a predominar en diferentes alimentos usados comúnmente en el ganado. El almidón casi siempre es un componente de los CSDN en granos de maíz, sorgo y sus ensilajes, así como en los subproductos.

En tanto que la NDSF predomina en los forrajes de leguminosas, cascarilla de soya, pulpa de remolacha y de cítricos (Leiva *et al.*, 2000). El grano de maíz contiene cerca del 70% de almidón, de 6 a 10% de NDFS, y de 0 a 5% de azúcares, mientras que la pulpa de cítricos contiene de 12 a 14% de azúcares, 25 a 44 % de NDFS y menos del 1% de almidón en base seca.

Para mantener el funcionamiento saludable del rúmen y para prevenir el descenso de la grasa en la leche se recomienda un mínimo de 25 a 28% de fibra, expresada como FDN, de la cual, al menos el 75% debe ser proporcionado por el forraje. Estas recomendaciones se basan en estudios realizados donde el principal grano era el maíz (Beauchemin y Rode, 1997).

La concentración de la FDN en la dieta puede depender de la fuente de grano de cereal. La FDN contenida en la cebada (19 a 25%) es más alta que la del maíz (7%), haciendo imposible satisfacer los criterios mínimos de fibra en la ración de las vacas (Beauchemin y Rode, 1997).

Aunque las concentraciones de FDN están positivamente relacionadas con la densidad del volumen de los alimentos y afectan el potencial de consumo de los mismos, la digestibilidad de esta fracción fibrosa varía mucho en el rúmen o en condiciones *in vitro*. Independientemente de la concentración de esta fracción, su digestibilidad tiene mucha influencia en el desarrollo del animal (Oba y Allen, 2000c.).

El valor nutritivo de los forrajes está negativamente relacionado con la concentración de fibra dietética, debido a la relación inversa entre fibra y energía neta de lactación (ENI) (Nichols *et al.*, 1998). Existe escasa información con respecto a la fuente de fibra o al potencial para la interacción para la fuente de forraje y la concentración de fibra que está disponible (West *et al.*, 1998; White *et al.*, 2001).

El Consejo Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de Norte América (NRC por sus siglas en inglés), proporciona sólo recomendaciones mínimas de fibra y no proporciona ajustes para factores tales como la eficacia de la fibra, interacciones con carbohidratos no fibrosos o los atributos de los animales, los cuales pueden afectar el rendimiento óptimo del ganado bovino productor de leche (Mertens, 1997).

La mayoría de los experimentos en que se ha investigado la concentración de FDN en la dieta se realizaron cuando el pico de lactancia había concluido. Por

consiguiente, existe poca información sobre las concentraciones de la FDN del forraje en vacas entre el parto y el pico de lactancia (Wang et al., 2001).

El funcionamiento normal del rumen depende de la calidad (forma física) y la cantidad de la fibra dietética (Shain *et al.*, 1999). La fracción fibrosa del alimento se fermenta lentamente en el rumen y es retenida por más tiempo que las fracciones de los alimentos no fibrosos. El llenado físico del rumen a menudo limita el consumo máximo de MS y afecta a la desaparición rápida de la fracción de FDN del rumen. Un incremento de la tasa de digestión o pasaje podría reducir el llenado físico del rumen y permitiría un mayor consumo voluntario de materia seca (Oba y Allen, 2000b). Por tal razón, la digestibilidad de la FDN es un parámetro importante en la determinación de la calidad del forraje.

Si la fibra es insuficiente o la fibra no tiene una textura tosca, puede disminuirse la actividad de masticación por lo cual puede resultar en una disminución del pH ruminal, en una disminución de la eficiencia microbiana, o en la disminución de la grasa en la leche (Mooney y Allen, 1997).

Cuando los alimentos son digeridos en el rumen, los microorganismos microbianos fermentan y producen ácidos orgánicos, disminuyendo el pH ruminal. Aunque es deseable una mayor fermentación en el rumen para una máxima producción proteínica microbiana, la producción de ácidos por la fermentación necesita estar balanceada con la remoción de los ácidos y la neutralización del pH. La capacidad amortiguadora de la digesta ruminal está determinada principalmente por el total de la masticación debido a que las vacas secretan más saliva durante la misma (Oba y Allen, 2000a).

Aunque el descenso en el pH ruminal disminuye la digestión de la fibra, los efectos de un pH bajo sobre algunas variables (tasa y grado de digestibilidad de la FDN) específicas de la cinética de la digestión varían entre estudios (Firkins, 1997).

Las dietas adecuadas en fibra promueven un pH ruminal deseable, mantienen la integridad del epitelio ruminal, contribuyen a la formación del bolo ruminal como un medio de retención de las partículas de fibra lo suficiente larga para una digestión adecuada y además estimulan la síntesis de grasa en la leche (Clark y Armentano, 1997).

La digestibilidad ruminal de los alimentos está influenciada por la tasa en la que es degradada en el rumen y por la tasa de remoción de su forma física del rumen (tiempo de retención media en el rumen, MRT por sus siglas en inglés)

(Bernard *et al.*, 2000). Por lo tanto, la expresión cuantitativa de la cinética de la digestión y la tasa de pasaje de la FND del forraje y su respuesta a cambios en la composición o consumo de alimento son esenciales para predecir el valor nutritivo de los forrajes en diferentes situaciones de alimentación (Stensig y Robinson, 1997).

Las fracciones fibrosas de los alimentos tienen un efecto mayor sobre el llenado físico del rúmen que las fracciones no fibrosas, ya que las primeras se fermentan más lentamente y son retenidas por más tiempo en el rúmen (Oba y Allen, 2000c.).

Una desaparición más rápida de la fracción de FDN del rúmen debida a un incremento de la tasa de digestión o de pasaje, podría reducir el llenado físico en el rumen todo el tiempo y permitir un consumo voluntario mayor de alimento (Oba y Allen, 2000c.).

La predicción de los efectos de los cambios dietéticos, tales como el tamaño de partícula (TdeP) sobre el tiempo de retención media no es simple y depende del entendimiento de los mecanismos que regulan el llenado del rúmen, la fragmentación de la partícula y las actividades propulsoras del tracto gastrointestinal (Bernard *et al.*, 2000).

Existe controversia sobre el efecto de la molienda sobre la tasa de pasaje de las partículas en el rumen. Lo anterior es debido a la complejidad de los mecanismos que determinan la retención en el rumen. Para algunos científicos, la rumia es una de las etapas limitantes en el desalojo de la materia seca del rúmen, mientras que para otros el factor que más tiene influencia en la retención de la MS es la retención de las partículas elegibles para salir del rúmen (Bernard *et al.*, 2000).

Efectividad de la fibra

El rumiante requiere una cantidad mínima de fibra dietética efectiva para un consumo óptimo de materia seca, para la estimulación de la salivación, para la producción de leche y para mantener la salud de la vaca (Grant, 1997). La fibra efectiva ha sido definida como la que puede estimular la masticación salivación y rumia, por lo tanto incluye también a los siguientes parámetros: a la tasa de pasaje de la digesta, la salivación, la producción de acetato en el rumen y consecuentemente el porcentaje de grasa en la leche (Clark y Armentano, 1997; Grant, 1997; Soita *et al.*, 2000).

La habilidad para prevenir la disminución de la concentración de la grasa en la leche, con relación al ensilaje de alfalfa, se ha utilizado para determinar el contenido de la eFDN de los alimentos. De acuerdo a esta aproximación, la eFDN puede definirse como el contenido de FDN de un alimento multiplicado por un factor de eficacia (ef) (Pereira *et al.*, 1999).

El descenso del pH del rumen conduce a una acidosis ruminal aguda o subaguda (SARA, por sus siglas en inglés) que es un desorden metabólico común que causa pérdidas importantes en el ganado productor de leche (Nocek, 1997).

Se ha observado que incrementando la cantidad de eFDN de las dietas se aumenta el tiempo de masticación, pero este aumento no necesariamente reduce la acidosis ruminal (Beauchemin y Yang, 2005), ya que hay otros factores que tienen una influencia sobre la degradabilidad del almidón que es un riesgo para la presentación de la acidosis ruminal y la laminitis. Dentro de esos factores destacan: el tipo de grano (maíz vs cebada), el método de cosecha y almacenamiento (contenido de humedad del grano baja o alta), procesamiento del grano (rolado, molido, quebrado) y el contenido de humedad del ensilaje de maíz (Nocek y Tamminga, 1991). Por estas razones, Nocek (1997) propuso una guía alimenticia consistente en un rango de degradabilidad ruminal del almidón que debe estar entre el 60 al 70% del almidón dietético total.

La eficacia de la fibra para estimular la masticación ha sido denominada eficacia física (pe, por su siglas en inglés) debido a que la respuesta de la masticación por la vaca está altamente relacionada a las propiedades físicas de la fibra, como es el caso de la longitud de la partícula (Mooney y Allen, 1997). El término (pe) distingue los valores de eficacia medidos, usando la masticación como la respuesta a partir de valores calculados que consideran como respuesta a los porcentajes de grasa en la leche.

Se ha propuesto el tiempo que se emplea para masticar un kg de forraje como un índice de la cantidad de fibra de un alimento dado (Soita *et al.*, 2000). Sin embargo, las fuentes de fibra varían en su habilidad para estimular la masticación, lo cual es evidente cuando se utilizan concentrados altos en fibra para reemplazar a los concentrados convencionales (Firkins, 1997). Debido a que el término pe está afectado por el TdeP, los valores de pe calculados a partir de fuentes de fibra no forrajeras pueden variar dependiendo de la (pe) de los forrajes usados en el experimento.

La eficacia física (pe) está determinada por las respuestas del animal, las que dependen principalmente de las características macro físicas de los forrajes. La certeza de las mediciones de los alimentos con gran contenido en fibra difiere cuando se estiman por la capacidad de provocar la masticación, por la tasa de ácido acético:propiónico o por la concentración de grasa en la leche (Armentano y Pereira, 1997).

Las características físico-químicas de una dieta pueden causar cambios en la composición de la leche producida. La explicación a este hecho son los cambios en los patrones de fermentación en el rúmen (Sanz Sampelayo *et al.*, 1998). Las cabras son menos sensibles que las vacas a esas características y los cambios en la dieta probablemente se reflejen en una menor disminución en el contenido de grasa en la leche (Sanz Sampelayo *et al.*, 1998).

Las vacas lactantes deben recibir al menos un tercio del total de la MS dietética como heno de TdeP largo o su equivalente como ensilaje cortado de pequeño a tosco u otros forrajes para proporcionar una fibra efectiva adecuada (Clark y Armentano, 1999). Aunque existen recomendaciones para satisfacer un mínimo de FDN en el ganado lechero, estas no consideran el contenido de fibra efectiva de los concentrados en la dieta o la influencia del TdeP del forraje sobre la efectividad de la fibra.

Una limitante para determinar la eficacia de la fibra es la falta de especificidad en los índices de valores que la determinan (masticación, rumia, consumo, salivación), cuando los alimentos varían en el tamaño de la partícula, perfil del componente de la fibra, materia seca y efectos asociados del alimento (Clark y Armentano, 1997).

La efectividad de la fibra esta basada en tres estudios: 1) cambios en la concentración de grasa en la leche, 2) cambios en la actividad de rumia 3) tipo de cribado de la dieta y el análisis del TdeP (Fischer *et al.*, 1994).

Influencia del tamaño de partícula sobre la eficacia de la fibra

La forma física de la dieta es una determinante importante de su valor nutritivo, y afecta las actividades de consumo, rumia, función ruminal, eficiencia digestiva, producción de leche y la composición de ésta última, así como la salud de la vaca. La evaluación cuantitativa de la forma física está basada a menudo en el análisis de la distribución del TdeP del alimento, obtenido mediante varios métodos de cernido o cribado. No existe poco acuerdo sobre que método utilizar o como resumir los resultados obtenidos, por lo tanto es difícil comparar los

resultados de los diferentes laboratorios o compilar los resultados dentro de un formato que sea útil en la formulación de dietas (Murphy y Zhu, 1997).

La reducción del TdeP dentro del rango medio de longitud de partícula (0.4 a 0.8 mm) mejora la tasa de consumo y fermentación y reduce el tiempo de masticación, el pH ruminal y la tasa de ácido acético y propiónico en el fluido ruminal (Clark y Armentano, 1997). El TdeP varía ampliamente entre los forrajes debido a factores que involucran a la planta, a la cosecha, al tipo de procesamiento del alimento, procedimientos de almacenaje, etc. (Heinrich *et al.*, 1999; Yang *et al.*, 2001a.).

Los forrajes tienen un TdeP medio el cual es crítico y por encima del cual se obtiene poco beneficio adicional. Por ejemplo, la reducción del tamaño medio de la partícula de ensilaje de alfalfa (de 3.1 mm a 2.0 mm) disminuye la masticación aproximadamente un 21%; en cambio, la reducción del TdeP medio del heno de alfalfa de 2.3 a 0.90 mm disminuye el tiempo total de masticación (masticación más rumia) en aproximadamente 16% (Clark y Armentano, 1999).

Yang *et al.* (2002) evaluaron el efecto del ensilaje y del heno de alfalfa, así como el tamaño de partícula de esos forrajes sobre el consumo de nutrimentos, sitio de digestión, síntesis de proteína microbiana ruminal y tasa de pasaje de los contenidos ruminales. El consumo de nutrimentos se incrementó a medida que se aumentó la tasa de ensilaje pero no fue afectado por el tamaño de partícula. Sin embargo, al incrementarse el tamaño de partícula de las dietas, se mejoró la digestibilidad de la fibra y del N en todo el tracto, así como la síntesis de proteína microbiana ruminal y la eficiencia microbiana. Esos resultados indican que en las dietas de vacas lecheras, la manipulación de la tasa de ensilaje a heno de alfalfa modifica el consumo de alimento, pero tiene poco efecto sobre la digestión. En contraste, el incremento del TdeP del forraje en las dietas mejora la digestión de la fibra y la síntesis de proteína microbiana en el rumen. El tamaño de partícula dietético expresado como peFDN es un indicador confiable de la síntesis de proteína microbiana y digestión de nutrimentos.

Krause *et al.* (2002) estudiaron los efectos del nivel de carbohidratos fermentables en el rúmen y de tamaño de partícula del forraje y sus interacciones sobre la producción de leche, digestibilidad de los nutrientes y la producción de proteína microbiana. Para ello, utilizaron ensilaje de alfalfa con dos tamaños de corte (corto y largo) y con dos niveles de maíz quebrado (bajo y alto). Estos

investigadores concluyeron que la productividad de las vacas no se afecta por el tamaño de la partícula ni por los carbohidratos fermentables en el rúmen.

El tamaño TdeP de ensilaje de maíz está entre 13 a 19 mm (Soita *et al.*, 2000). Este TdeP proporciona resultados satisfactorios cuando se compararon tres tamaños para el ensilaje de maíz de planta entera la cual se procesó en los siguientes tamaños: 0.95, 1.45, y 1.90cm de largo. De acuerdo con este experimento, se recomienda un corte teórico de 1.90 cm. de largo para mejorar el consumo de materia seca, la digestión del almidón y el desarrollo de la lactación (Bal *et al.*, 2000).

Schwab *et al.* (2002) evaluaron la influencia del largo del corte y el procesamiento mecánico del ensilaje del maíz mutante de nevadura café (brown midrib corn) sobre el consumo, la digestión y la producción de leche. El TdeP empleado fue de 13 y 19 mm para el forraje sin procesar y de 19 a 32 mm para el procesado. El procesamiento redujo el contenido de grasa y la digestión de la FDN en el tracto digestivo, pero incrementó la digestión del almidón. En conclusión, el ensilaje del maíz de nevadura café provocó una producción de 43 Kg. de leche por día, pero no hubo beneficios en el procesamiento del forraje o en el incremento de la longitud del TdeP sobre el rendimiento de producción de leche.

Algunos modelos que utilizan la eFDN para formular dietas, tienen la limitante de no considerar la fermentación de la fracción de carbohidratos no fibrosos y sus posibles efectos en el pH ruminal. Por lo tanto, esos modelos implícitamente asumen que la digestión ruminal de las dietas no tiene efectos sobre la predicción del pH del rumen, lo cual puede ser incorrecto. Por ejemplo, el pH del rúmen es más bajo para las vacas alimentadas con cebada que con maíz, aún cuando los forrajes contengan la misma proporción de eFDN, lo cual es debido a una digestión ruminal de la cebada más rápida y extensa (Yang *et al.*, 2001a.).

Debido a lo anterior, Yang *et al.* (2001b.) evaluaron en vacas lactantes los efectos del tratamiento del grano de cebada (rolado a 1.6 y 1.36 mm), la relación forraje:concentrado y la longitud del forraje de la cebada (larga 7.59 y corta 6.08 mm) sobre la masticación, el pasaje de la digesta y la digestión. Los resultados mostraron que el tamaño de la partícula de dietas basadas en cebada rolada no es un indicador confiable de la actividad de masticación, a diferencia del tamaño de la partícula del forraje y el contenido de FDN de la dieta. El contenido de grasa

tendió a incrementarse con dietas con relación alta forraje:concentrado o con longitud de las partículas de forraje largas (7.59 mm), pero se redujo al alimentarlas con cebada rolada.

En otra investigación se evaluó el efecto del tamaño de partícula (4.68 vs 18.75 mm) del ensilaje de cebada sobre la eficacia de la fibra de ese forraje, observando que la reducción del TdeP del ensilaje no deprimió la concentración de grasa en la leche; sin embargo, la actividad total de masticación por kg de forraje consumido fue mayor para las vacas cuyas dietas contenían ensilaje con TdeP largo, comparada con la de aquellas que contenían ensilaje con TdeP corto, lo cual sugiere que a pesar de los consumos adecuados de la FDN, el TdeP puede tener un control dominante sobre la actividad de masticación (Soita *et al.*, 2000).

Por otra parte, la administración de dietas completamente mezcladas, tiene como finalidad reducir el TdeP y la selección de la dieta, disminuyendo el riesgo de acidosis ruminal. Maekawa *et al.* (2002a.) evaluaron el efecto de la proporción del ensilaje de cebada (40, 50 y 60% de la MS) y del tipo de dieta (completamente mezclada, TMR, por sus siglas en inglés, o ingredientes separados (INSE) sobre la actividad de masticación, salivación y pH ruminal. La alimentación INSE incrementó el riesgo de acidosis, debido a que las vacas consumieron una proporción de concentrado más elevada de lo pensado.

En otro estudio, Maekawa *et al.* (2002b.) compararon la capacidad de masticación, producción de saliva y pH ruminal entre vacas Holstein primíparas y multíparas. Para ello utilizaron diferentes niveles de ensilaje (40, 50 y 60%), en dietas completamente mezcladas y en dietas con ingredientes separados. Las vacas multíparas emplearon más tiempo comiendo, masticando y rumiando, aunque la producción de saliva sólo fue numéricamente más alta para las vacas multíparas, debido a que el incremento en la producción de saliva durante la masticación fue acompañada por una disminución de la misma en el tiempo de descanso de la vaca. Las vacas multíparas tuvieron más riesgos de acidosis ruminal que las primíparas debido a que el incremento de la salivación asociada al incremento de la masticación no compensó suficientemente el incremento de la fermentación de los ácidos producidos en el rúmen debido al aumento del consumo de alimento.

La gravedad específica funcional su tamaño son los factores principales que determinan la salida de las partículas del alimento del rumen y ambas

íntimamente ligadas (Bernard *et al.*, 2000). La gravedad específica del TdeP está relacionada a la tasa de pasaje de las partículas ruminales. Dentro del rango de la densidad de la partícula normalmente encontrada en el rumen, a medida que la gravedad específica de una partícula independiente se incrementa, también aumenta su tasa de pasaje (Schettini *et al.*, 1999). Sin embargo, el TdeP tiene poco efecto sobre la gravedad específica funcional de las fuentes de fibra no forrajera (FFNF) (Clark y Armentano, 1997).

El forraje puede ser reducido en su tamaño en todas las fases de manejo, entre las que destacan: la cosecha, el almacenamiento, extraerlo del almacén, la mezcla y la servida. La mezcla del alimento causa una reducción en el tamaño de todas las partículas del alimento y se relaciona directamente con el tiempo de mezcla de la TMR. Estudios de campo indican que las partículas más largas (> 27mm) pueden ser reducidas a un 50% de su tamaño (Heinrich *et al.*, 1999).

Uso de raciones totalmente mezcladas

La ventaja en la eficiencia de producción de leche de las raciones totalmente mezcladas sobre las raciones separadas, se debe a que los concentrados y forrajes son administrados juntos, logrando sincronía en la digestión, que por consiguiente puede mostrar efectos positivos sobre la fermentación del rumen. Dentro de esos cambios se podría incluir un pH más estable y una reducción del NH₃-N ruminal (Fischer *et al.*, 1994).

El uso de las RTM ayuda a mantener más estable el pH del rumen, sin embargo la adición de amortiguadores minerales en las RTM ayuda a prevenir la disminución de grasa en la leche lo que se observa cuando hay una disminución en el pH o una alteración en la relación de ácidos acético y butírico (Xu *et al.*, 1994).

La inducción de SARA con el uso de RTM en vacas lactantes, incrementa la preferencia del consumo de heno de alfalfa sobre la alfalfa en pelet. El aumento en el consumo de heno de tamaño largo resultará en una mayor producción de saliva y en una mayor capacidad de amortiguación ruminal que cuando hay un consumo de alfalfa pelet, lo que indica que las vacas seleccionan alimento con una alta capacidad para amortiguar el pH, como un intento de prevenir la SARA (Keunen *et al.*, 2003).

Keunen *et al.* (2003) evaluaron el efecto de la SARA sobre el consumo de bicarbonato de sodio en cuatro vacas Holstein en un experimento con diseño "swtichover" con cuatro períodos de una semana. La SARA fue inducida

reemplazando 25% del consumo de alimento en RTM con pelet que contenían el 50% de cebada molida y restringiendo el acceso a la RTM de 7:00 a 17:00 h. El bicarbonato de sodio (BS) se administró a libre acceso. La inducción de la SARA redujo el promedio diario de pH del rumen de 6.08 a 5.87, incrementó el promedio de duración del pH por debajo de 6 de 547 min d⁻¹ a 916 min d⁻¹ e incrementó la duración promedio del pH del rumen por debajo de 5.6 de 132 min d⁻¹ a 397 min. d⁻¹, pero no afectó significativamente el consumo de BS, lo cual indica que las vacas no consumen BS para atenuar la acidosis ruminal.

Mertens (1997) proporcionó una guía dietética de al menos el 22% de peFDN (en base a MS) y estableció que el tamaño de la partícula tiene influencia sobre el peFDN. El mezclado del alimento en la RTM por un período de tiempo demasiado largo reduce el tamaño de partícula de la mezcla y es común observar una incidencia de laminitis elevada en el hato (Shaver, 2006).

Una selección muy larga del tamaño de partícula en la RTM, puede reducir el contenido de peFDN de la dieta consumida, dependiendo de la proporción de partículas largas de la RTM y el grado de selección, (Leonardi y Armentano, 2003). En la actualidad existen métodos diferentes disponibles para evaluar el tamaño de partícula del forraje y de la RTM, tanto en pruebas de laboratorios comerciales (American National Standard Institute, 1988) y en el sitio de las granjas (Lammers et al., 1996; Kononoff et al., 2003), lo cual permite tener una evaluación más adecuada del contenido de la eFDN de la dieta que están consumiendo los animales.

Kononoff y Heinrichs (2003) evaluaron los efectos de la reducción del tamaño de partícula en las dietas de vacas al inicio de la lactancia sobre las mediciones del separador de partículas de la Universidad de Pennsylvania. Las raciones que recibieron las vacas tuvieron los siguientes tamaños de partícula: corto, mayormente corto, mayormente largo y largo. La producción de leche y la cantidad de grasa no cambiaron entre tratamientos. Se observó un efecto cuadrático en el pH del rumen (6.04, 6.15, 6.13, 6.09), mientras que la relación A:P disminuyó linealmente (2.75, 2.86, 2.88, 2.99) con la disminución del tamaño de partícula. Así mismo, con la reducción del tamaño, se observó un aumento en el CMS de la TMR pero la producción no aumentó.

Considerando que el uso del ensilaje de alfalfa se ha popularizado, se ha hecho necesario evaluar el efecto que el nivel de humedad tiene sobre el consumo de alimento. Kellems (1991) estudia lo anterior y en un experimento

realizado con vacas Holstein en producción, mantuvieron los niveles de MS en RTM en 62.7, 52.8 y 45.85% mediante la incorporación a la ración de 38% de ensilaje de alfalfa con dos diferentes contenidos de MS, para determinar el efecto sobre la producción y composición de la leche. Los rendimientos de grasa en leche corregida al 3.5% fueron 35.3, 35.7 y 35.4 Kg. respectivamente para las raciones secas, intermedias y húmedas, aunque no se observó diferencia alguna. El consumo de alimento mostró una tendencia a declinar a medida que el contenido de MS disminuía. Los resultados demuestran que los niveles de humedad de las RTM evaluados no tuvieron efectos significativos sobre el CMS, ni en la producción y calidad de la leche.

Por otra parte, con el objeto de determinar el efecto del contenido de humedad de las RTM sobre el consumo y producción de leche en vacas con 46 días en leche (DEL) a lactancia tardía, se ofrecieron raciones con proporciones MS de 35.45 y 65%, misma que fue alcanzada mediante el remojo de la mezcla de concentrado por 24 h. El concentrado remojado en agua y el ensilaje de alfalfa se mezclaron diariamente y se ofreció la mezcla a libre acceso. El CMS, el rendimiento de leche y su composición, no fueron afectados por el contenido de humedad de la ración, tampoco se afectaron el pH ruminal, la concentración de AGV y de amoníaco. Los resultados sugieren que el contenido de agua del concentrado en la TMR no es un factor que limite el CMS en vacas alimentadas con una cantidad elevada de agua en las TMR (Robinson et al., 1990).

Sin embargo, cuando se proporcionan las RTM raciones totalmente mezcladas, el consumo de materia seca es variable, por lo cual se han desarrollado ecuaciones de regresión. Esas ecuaciones consideran factores que lo afectan, como es el caso de los forrajes que se administren, por ejemplo: el ensilaje de maíz o la alfalfa, la cual puede proporcionarse como ensilaje, henilaje o heno. Además, otras circunstancias relacionadas al CMS en el uso de RTM incluyen al la FDN, FDA, PC, etc. (Fuentes-Pila et al., 2003).

Malty et al. (1992) realizaron un experimento en un hato comercial en que parte del concentrado de la ración fue administrado individualmente a un grupo de vacas a través de un servidor automatizado. Los resultados fueron comparados con los de un grupo de vacas alimentadas con TMR con el 65 al 67% de concentrado. La media de consumo de concentrado por vaca fue alrededor de 1 kg/d menor en las vacas alimentadas individualmente. Las vacas alimentadas individualmente ganaron menos peso vivo que las alimentadas en grupo de RTM.

Los subproductos alimenticios no forrajeros ricos en FDN (rápidamente fermentable) y en PC (17%) han motivado que se usen las RTM para evaluar el efecto de sustituir al maíz y a la soya por ellos.

Se ha evaluado el potencial de sustitución de una mezcla de almidón con cascarilla de soya y gluten de maíz (2 a 1) en un régimen alimenticio comparable con el sistema de ordeño automático. Para ello se realizaron dos experimentos que contenían 75% de la dieta básica en una RTM más un suplemento adicional de 25% que consistió de un pelet (17% de PC) ya sea de almidón (HST) o de un pelet hecho cascarilla de soya + gluten de maíz (2:1). El comportamiento alimenticio resultó en un CMS y de FDN significativamente más alto para las vacas con la mezcla de subproductos en comparación de las vacas alimentadas con almidón. Consecuentemente, se observó un mayor contenido de grasa en leche y un rendimiento de grasa en las vacas con la combinación de subproductos. Estos datos apoyan la hipótesis que enuncia que la mezcla de cascarilla de soya y gluten de maíz puede recomendarse en un sistema de alimentación automático, para reemplazar al grano con contenido elevado de almidón, previniendo la posible reducción en la grasa de la producción láctea (Miron et al., 2004).

La mayoría de los concentrados para los rumiantes productores de leche están basados en granos de cereales y el almidón, principal carbohidrato degradado rápidamente en el rumen. Sin embargo, algunos subproductos o FFNF (pulpa de remolacha, cascarilla de soya, salvado de trigo) son considerados como constituyentes de los concentrados pero con fibra rápidamente fermentable, por lo cual son usados en la alimentación de rumiantes en cantidades elevadas. Al comparar la inclusión de concentrados altos en fibra fácilmente fermentable con la inclusión de concentrados con contenidos elevados de almidón en las RTM, se observa que en algunos casos el CMS se incrementa pero en otros no. Así mismo, no se observa una interacción entre el consumo de alimento y el tipo de dieta sobre la producción de leche o la digestibilidad de los nutrientes, aunque en estas observaciones la relación forraje concentrado no fue constante (Schmidely et al., 1999).

La frecuencia de alimentación de vacas con RTM también es tema de discusión científica. Phillips y Rind (2001) compararon la alimentación a vacas con TMR diaria y alternada. Las vacas alimentadas alternadamente emplearon más tiempo comiendo, además tuvieron un incremento en el CMS, produjeron más

leche, pero con menos proteína que las alimentadas diariamente con TMR. En un segundo experimento, estos investigadores compararon la frecuencia de alimentación (cuatro veces al día) contra la alimentación infrecuente (una vez al día), con las vacas alimentadas infrecuentemente alojadas con o separadamente de las vacas alimentadas frecuentemente, para determinar si la perturbación del ruido de la alimentación afectaría a las vacas sin alimentación frecuente. Ambos grupos de vacas alimentadas frecuentemente emplearon menos tiempo de alimentación en la mañana y menos en la tarde. Las vacas alimentadas infrecuentemente redujeron el rendimiento de leche si ellas eran alojadas con las alimentadas frecuentemente. Se concluye que en ambos experimentos la frecuencia de alimentación perturbó a las vacas y causó reducción en la producción de leche.

También se han realizado estudios para comparar los efectos de la RTM vs. la alimentación basada en pasto sobre el rendimiento lácteo de vacas altas productoras. Las vacas con producción elevada que son alimentadas con dietas basadas en pastura tienen CMS y producción láctea menores a las vacas alimentadas con RTM, lo que sugiere que las raciones con pastos de buena calidad no proporcionan la energía suficiente para que las vacas manifiesten su gran potencial genético.

White et al. (2001) determinaron el efecto de dos sistemas de alimentación (TMR vs. pastoreo) sobre la composición de los ácidos grasos de la leche. En este estudio se utilizaron 19 vacas Holstein y 18 vacas Jersey; las vacas confinadas fueron alimentadas con TMR con ensilaje de maíz y alfalfa, las vacas que pastorearon lo hicieron en *Poa pratensis*, *Elytrigia repens*, *Bromus inermis* y *Trifolium repens*, además recibieron 5.5 kg de grano por vaca por día. La composición de la leche de vacas que pastorearon tuvo cantidades mayores del isomero de ácido cis-9, trans-11 octadecanoico del ácido linoleico (CLA) que las vacas que recibieron RTM. La leche de las vacas Holstein tuvo más cantidad de C_{16:1}, C_{18:1}, que las Jersey, pero menos cantidad de C_{6:0}, C_{8:0}, C_{10:0}, C_{12:0}, y C_{14:0}. Se concluye que existen diferencias importantes en la composición de los ácidos grasos de la leche de vacas que consumen forrajes de clima templado comparado con la leche de vacas que consumen TMR, también hay diferencias entre las razas Holstein y Jersey.

El uso de concentrados basados en grano de maíz ha sido utilizado para suplementar a las vacas alimentadas con pastura, pero hay poca información

sobre el efecto de la administración de grasas dietéticas y su efecto en la calidad de la grasa láctea de las vacas alimentadas con pastura.

Schroeder et al. (2003) utilizaron 31 vacas Holstein (seis canuladas ruminalmente) para evaluar la composición de los ácidos grasos de la leche y el contenido de ácido linolénico conjugado (ALC) en tres tratamientos alimenticios 1) RTM, 2) pastura (Avena sativa L.) más 6.7 kg MS/ d de un concentrado basado en maíz grano y 3) pastura más concentrado de maíz con 0.8 kd de MS de sales cálcicas de ácidos grasos no saturados que reemplazaron a 1.9 kg de MS de maíz. La suplementación de grasa no afectó la digestión de la FDN de la pastura. La producción de leche no fue diferente entre tratamientos (19.9 kg/d) pero la grasa de la leche corregida fue más baja en la ración complementada con grasa dietética que la de las vacas alimentadas con RTM (16.1 vs. 19.5 kg/d), debido principalmente a un menor porcentaje de grasa láctea (2.56 vs. 3.91). El contenido de ALC fue más alto para las vacas suplementadas con maíz (1.12 g/100 g de AG) comparada con la RTM (0.41 g/100 g AG), mientras que las vacas alimentadas con grasa tuvieron el mayor contenido de ALC (1.91 g/100 g de AG). EL reemplazo parcial de maíz grano con sales cálcicas de AG no saturados en vacas con alimentación con pastura acentuó esos cambios. Los que sin embargo, en la composición de AG de la leche, estuvieron relacionados a una depresión de la grasa en la leche.

La suplementación a dietas basadas en sistemas en pastura con RTM podría mejorar el rendimiento a través de cambios en la digestión y fermentación en el rumen. Este sistema es denominado RTM parcial (pRTM) porque el pasto consumido por la vaca no es parte físicamente de la RTM. Considerando lo anterior, Bargo et al. (2002) estudiaron el efecto de tres sistemas de alimentación que combinaron alimentación con pastura de las vacas y RTM sobre la digestión ruminal, para ello usaron seis vacas multíparas con cánula ruminal y un experimento con medias repartidas durante 21 días. Los tratamientos fueron 1) pastura más concentrado (PC), 2) pastura más RTM parcial (pRTM) y 3) RTM (sin pastura). El ph ruminal no fue afectado por los tratamientos y promediaron 5.87. Tampoco hubo diferencia entre tratamientos en la concentración total de AGV (137.5 mmol/L) o en las proporciones molares de AGV. La pérdida de NH₃-N ruminal se redujo con la combinación de pastura y RTM; sin embargo, esta combinación disminuyó la digestión del pasto, lo que indica la presencia de efectos asociativos en el rumen.

Uso de raciones totalmente mezcladas en cabras

Bajo las condiciones de la revisión de literatura del presente análisis, no se reportan muchos trabajos donde se haya estudiado el uso de RTM en cabras en lactancia.

Schmidely et al. (1999) evaluaron el efecto del tipo de carbohidratos (fibra vs. almidón) y su sincronía con la tasa de degradación del N en el concentrado cuando se incorporan proporciones altas en la RTM, y los efectos de esos tipos de dietas con las cantidades diferentes de alimento ofrecido sobre el rendimiento de leche, su composición, balance de N y características del plasma en cabras lecheras en la lactancia media. Se utilizaron dos tratamientos, en el primero se administró almidón con una fuente N de degradación rápida, en el segundo se uso fibra fermentable rápidamente con una fuente de degradación lenta y se administró una cantidad elevada y una baja de alimento. Bajo las condiciones de este experimento, las cantidades de alimento ofrecidas parecen ser más importantes que los tipos de concentrados incorporados al 40% de la MS de la dieta cuando se trata de modificar su producción y composición, la retención de N y los constituyentes del plasma de cabras durante la mitad de la gestación. A un consumo fijo para llenar los requerimientos de energía, la alimentación de cabras con una RTM con proporciones moderadamente altas de concentrado rico en subproductos redujo el rendimiento de leche y su concentración de grasa, en comparación con la administración de alimento con cantidades elevadas de almidón.

Otro estudio encontrado en la literatura donde se utilizó una RTM, tuvo como objetivo evaluar los efectos de la inclusión de soya extruida en niveles de 0, 10 ó 20% de la MS en la dieta, en combinación con y sin bicarbonato de sodio (0 vs. 1% de la MS) sobre las características de fermentación ruminal, parámetros productivos y perfil de ácidos grasos en la leche de cabra. Las raciones tenían una relación forraje concentrado de 30:70. El suministro de HSE no modificó el pH del rumen ni el patrón de ácidos grasos volátiles en el rumen; así mismo, este alimento aumentó la cantidad de grasa corregida en leche en comparación con las raciones que no la incluyeron. También incrementó las proporciones de los ácidos insaturados en la leche a expensas de la mayoría de los ácidos grasos saturados. La adición de bicarbonato de sodio tendió a incrementar el pH ruminal, las concentraciones de AGV en el fluido ruminal y el contenido de grasa en la leche pero no cambió la composición de los ácidos grasos. Se concluye que en cabras

en lactancia media, la inclusión de HSE al 20% de la MS previene la disminución de la grasa en la leche de cabras alimentadas con contenidos elevados de granos, sin disminuir el contenido de proteína láctea. La adición del bicarbonato de sodio puede mejorar los efectos de la HSE sobre el contenido de la grasa láctea (Schmidely et al., 2005).

También se ha usado la RTM para evaluar niveles de PC y la inclusión de varias fuentes de proteína no degradable. Sahlu et al. (1993) utilizaron 40 cabras alpinas multíparas (con media 61.5 Kg. PV) para investigar los efectos de una RTM con diferentes cantidades de PC (13 vs. 17%) y fuentes (harina de soya extraída con solventes o harina de soya tratada con calor y con y sin urea) sobre el rendimiento lácteo. Los suplementos proteicos aportaron el 30% del N en las dietas de 13% de PC y el 50% del N en las dietas del 17% de PC. No se observaron diferencias entre tratamientos para CMS (2.88 kg/d), producción de leche (2.65 kg/d), grasa en la leche (4.05%), proteína en la leche (2.68%), y lactosa (7.81%). La ausencia aparente del efecto dietético sobre el rendimiento lácteo puede ser debido al CMS elevado de las cabras (4.7%, expresado como CMS por kg de PV) y a que el consumo elevado de PC proporcionó un exceso de proteína relativo al requerimiento. En este experimento, el incremento de la PC de 13 a 17% o la reducción de la degradabilidad de la harina de soya administrada no mejoró la producción en cabras que rindieron 3.3 a 4.6 kg/d de leche durante la lactancia temprana.

Rentabilidad de las RTM

Se ha evaluado el efecto de la forma de administrar la ración (TMR, forraje más TMR pTMR, y una combinación de las anteriores, PC) sobre la rentabilidad de la producción. El análisis de sensibilidad mostró que el sistema TMR fue más rentable que los otros sistemas. Se observó mayor rentabilidad en el sistema PC que en el pTMR (Tozer et al., 2003).

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Descripción del lugar del experimento

1.1. Localización del sitio experimental

El presente estudio se realizó en Durango, México, 25° 33' 57.70" LN y 103° 33' 27,12" LO, con una elevación sobre el nivel del mar de 1,130.81 m; La región cuenta con un clima semidesértico y una precipitación pluvial de 253 mm por año. El trabajo inició el 19 de julio y terminó el 3 septiembre de 2005.

2. Procedimiento experimental

2.1.- Análisis de la ración

La ración empleada en el experimento se describe en el Cuadro 1. Esta ración contuvo el 60% de forraje y el 40% de concentrado. El forraje se administró en forma de heno de alfalfa y ensilaje triticale. La composición química se muestra en el Cuadro 2, se observa que contenía el 18% de proteína cruda y 1.9 mcal de ENI por Kg. de MS.

Cuadro 1 Composición de la ración empleada en el experimento (Kg. de base húmeda por cabra por día).

Ingrediente	Kg. de BH
Alfalfa	1.30
Ensilaje de triticale	0.78
Maíz roado	0.87
Soya	0.28
Bicarbonato	0.02
Minerales	0.01
Energy palm	0.10
Harina de pescado	0.06
Gluten Maíz	0.06
	3.48

BH base húmeda.

2.2.- Animales

Los tratamientos se administraron por un período de adaptación de 15 días, seguido de un lapso de 30 días de muestreo. Se utilizaron 18 cabras de raza Saneen con más de 3 partos y con aproximadamente 80 días en lactación, con un peso promedio de 50 Kg. de peso vivo (pv). Los animales fueron desparasitados y vitaminados antes del inicio de la prueba. Las cabras fueron alojadas en corraletas individuales durante el experimento.

Cuadro 2.- Composición química de la ración empleada en el experimento (% base seca)

Parámetro	%
Materia seca	78
Proteína	18.25
Fibra detergente neutro	30
Energía neta lactancia (mcal/kg)	1.88
Cenizas	8.52
Calcio	1.19
Fósforo	0.46

2.3.- Descripción de tratamientos

Se emplearon 18 animales divididos en tres grupos de seis cabras, las cuales fueron asignadas al azar en tres tratamientos, en cada uno de los que se administró la misma cantidad de alimento que fue servido diariamente 5:00 h, 11:00 h, 17:00 h y 23:00 h. En el primer tratamiento la dieta se administró completamente mezclada (RTM) en cada horario de servida. El segundo tratamiento consintió que en cada horario de servida se administró parcialmente la dieta completamente mezclada y el forraje separado (RTM-F), bajo la siguiente forma: el concentrado con el 30% del forraje se administra en RTM y posteriormente se administró el 70% del forraje (alfalfa y silo de triticale). El tercer tratamiento consistió en administrar la ración considerando al forraje y al concentrado por separado (RCS) en cada una de los cuatro horarios de servida, con la siguiente secuencia de alimentación: concentrado, alfalfa y silo de triticale, con un intervalo entre alimentos de 15 minutos. En todos los tratamientos la alfalfa fue picada al mismo tamaño de partícula.

2.5.- Producción y calidad láctea

La producción láctea se determinó mediante el pesaje individual de manera consecutiva en los tres días correspondientes a la etapa de evaluación de cada período (31 julio, 1 y 2 de agosto) (15,16,17 de agosto) (31 agosto, 1 y 2 de septiembre) la colección de leche se realizó sin excepción a las 6:00 h. Este procedimiento se repitió en cada uno de los tres períodos del experimento. La cantidad de leche producida se determinó usando un vaso de precipitado graduado con una capacidad de cuatro litros (Pirex, England). La calidad de la leche se determinó mediante el análisis de sólidos totales, grasa butírica y proteína cruda. Para tal efecto se colectaron aproximadamente 600 ml de leche por cabra en cada uno de los tres días de muestreo. Los sólidos totales se estimaron mediante la técnica de gravedad específica (lactómetro de Quevenne, escala 22-36). La grasa butírica se determinó mediante la técnica de Gerber y la proteína láctea por medio del método Walker con formaldehído (West *et al.*, 1998; White *et al.*, 2001).

3. Análisis estadístico de la información

El experimento consideró un diseño experimental completamente al azar (SAS, 1985) para evaluar el efecto de tres sistemas de alimentación sobre la producción y calidad de la leche de cabras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este experimento se llevó a cabo para determinar el efecto de tres sistemas de alimentación sobre la calidad y producción de leche de cabra. Los resultados de la producción de leche y su calidad se muestran en el cuadro 3. Los resultados de este experimento confirman el planteamiento, que a diferencia de las vacas, en las cabras la forma de administrar la ración no afecta la producción ni calidad de la leche (Sanz Sampelayo et al., 1998).

En ese cuadro se denota que la cantidad mayor de leche se obtuvo en la RCS con 1.49 l por día, pero no se observó diferencia significativa ($P > 0.05$). Estos resultados coinciden con los presentados por Phillips y Rind (2001) que reportan que las vacas alimentadas con una ración no mezclada aumentaron su producción de leche y que el aumento en el rendimiento podría no ser efecto directo del aumento en el CMS.

Cuadro 3. Medias de mínimos cuadrados por producción de leche (litros por día), porcentaje de sólidos totales, porcentaje de sólidos no grasos, porcentaje de grasa porcentaje de proteína en la leche de cabras alpinas.

	RTM ¹	RTM-F ²	RCS ³	EEM ⁴	Prob ⁵
Producción láctea	1.41	1.47	1.49	0.03	0.05
Sólidos Totales	12.06 ^a	11.39 ^b	12.21 ^a	0.148	0.01
Sólidos no grasos	8.67 ^b	8.28 ^a	8.76 ^b	0.094	0.01
Grasa	3.39 ^{ab}	3.11 ^a	3.45 ^b	0.106	0.05
Proteína	3.15 ^a	3.04 ^b	3.17 ^a	0.029	0.01

¹ TMR= ración completamente mezclada

² TMR-F= ración completamente mezclada mas forraje

³ RCS = Ración forraje y concentrado separados

⁴ Error estándar de la media

⁵ Probabilidad

Renglones con literal diferente fueron diferente

Se observó efecto de tratamiento ($P < 0.01$) sobre la cantidad de sólidos totales de la leche correspondiendo las cantidades mayores a la RCS y a la RTM (12.21 y 12.06, respectivamente). De igual forma, denota diferencia ($P < 0.01$) del efecto entre tratamientos sobre los sólidos no grasos de la leche y los tratamientos RCS y RTM arrojaron los valores más altos.

El porcentaje de grasa en la leche fue afectado por los tratamientos empleados en este experimento, de tal forma que se observa diferencia ($P < 0.05$), correspondiendo la cantidad mayor al tratamiento RCS (3.45) seguido por RTM (3.39). La disminución del tamaño de partícula en las dietas para vacas,

causa una disminución de ácido acético, que es el principal precursor de grasa en la glándula mamaria, por lo tanto al faltar ese ácido puede disminuir el contenido de grasa en la leche. Lo anterior no es del todo cierto en las cabras al usar dietas similares a las de las vacas. Cuando la relación forraje concentrado en dietas de cabras varía grandemente pero permanece constante el consumo de energía, solo se observan pequeños o insignificantes cambios en el contenido de grasa. Por lo tanto, las cabras parecen ser menos sensitivas a la deficiencia en fibra dietética, sin embargo son más susceptibles al efecto del balance energético que a la forma física de la dieta (Cooper et al., 1996; Sanz Sampelayo et al., 1998).

En cuanto al porcentaje de proteína láctea se observa efecto de tratamiento ($P < 0.05$) y al igual que en los otros parámetros la RCS arrojó el valor más alto (3.17) seguido de la RTM (3.15). El consumo deficiente de proteína en las raciones podría disminuir el porcentaje de proteína láctea, de tal forma que una carencia leve puede disminuir hasta 0.02% de proteína, pero al aumentar la falta de PC en la dieta, los estragos son mayores. Las cabras de la RCS consumieron más concentrados que las cabras de los otros dos tratamientos, aunque no hubo diferencias, lo anterior podría explicar la diferencia numérica de las cabras del tratamiento RCS.

En conclusión, a diferencia de las vacas, la forma física de administración de la ración aparentemente, no tiene un efecto negativo sobre la producción y calidad de la leche de cabra, estos parámetros son más afectados por el balance energético presente en las dietas que reciben los caprinos.

LITERATURA CITADA

- American National Standard Institute. 1988. Method of detemining and expresing particle size of chopped forage materials by screening ASAE S424.
- Armentano, L., y M. Pereira. 1997. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. *J Dairy Sci* 80: 1416-1425.
- Bal, M. A., R. D. Shaver, y A. G. Jirovec. 2000. Crop processing and chop length of corn silage: Effects on intake, digestion, and milk production by dairy cows. *J Dairy Sci* 83: 1264-1273.
- Bargo, F., L. D. Muller, G. A. Varga, J. E. Delahoy, y T. W. Cassidy. 2002. Ruminial digestion and fermentation of high-producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations. . *J Dairy Sci* 85: 2964–2973.
- Bava, L., L. Rapetti, G. M. Crovetto, A. Tamburini, A. Sandrucci, G. Galassi, y G. Succi. 2001. Effects of a nonforage diet on milk production, energy, and nitrogen metabolism in dairy goats throughout lactation. *J Dairy Sci* 84: 2450-2459.
- Beauchemin, K. A., y L. M. Rode. 1997. Minimum versus optimum concentrations of fiber in dairy cows diets based on barley silage and concentrates of barley or corn. *J. Dairy Sci.* 80: 1629-1639.
- Beauchemin, K. A., y W. Z. Yang. 2005. Effects of physically effective fiber on intake, chewing activity, and tuminal acidosis for dairy cows fed diets based on corn silage. *J Dairy Sci* 88: 2117-2129.
- Bernard, L., J. P. Chaise, R. Baumont, y C. Poncet. 2000. The effect of phisical form of orchardgrass hay on the passage of particulate matter through the rumen of sheep. *J. Anim. Sci.* 78: 1338-1354.
- Clark, P. W., y L. Armentano. 1997. Influence of particle size on the effectiveness of beet pulp fiber. *J Dairy Sci* 80: 898-904.
- Clark, P. W., y L. E. Armentano. 1999. Influence of particle size on the effectiveness on the fiber in corn silage. *J Dairy Sci.* 82: 521-588.

- Dehority, B. A., y P. A. Tirabasso. 1998. Effect of ruminal cellulolytic bacterial concentrations on *in situ* digestion of forage cellulose. *J Anim Sci* 76: 2905-2911.
- Depies, K. K., y L. E. Armentano. 1995. Partial replacement of alfalfa fiber with fiber from ground corn cobs or wheat middlings. *J Dairy Sci* 78: 1328-1335.
- Firkins, J. L. 1997. Effects of feeding nonforage fiber sources on site of fiber digestion. *J Dairy Sci* 80: 1426-1437.
- Fischer, J. M., J. G. Buchanan-Smith, C. Campbell, D. O. Grieve, y O. B. Allen. 1994. Effects of forage particle size and long hay for cows fed total mixed rations based on alfalfa and corn. *J Dairy Sci* 77: 217-229.
- Fuentes-Pila, J., M. Ibañez, J. M. De Miguel, y D. K. Beede. 2003. Predicting average feed intake of lactating holstein cows fed totally mixed rations. *J Dairy Sci* 86: 309-323.
- Garrett, E. F., M. N. Pereira, K. V. Nordlund, L. E. Armentano, W. J. Goodger, y G. R. Oetzel. 1999. Diagnostic methods for the detection of subacute ruminal acidosis in dairy cows. *J Dairy Sci* 82: 1170-1178.
- Grant, R. J. 1997. Interactions among forages and nonforages fiber sources. *J Dairy Sci* 80: 1438-1446.
- Heinrich, A. J., D. R. Buckmaster, y B. P. Lammers. 1999. Processing mixing, and particle size reduction of forage for dairy cattle. *J Animal Sci* 77: 180-186.
- Kellems, R. O., R. Jones, D. Andrus, y M. V. Wallentine. 1991. Effect of moisture in total mixed rations on feed consumption and milk production and composition in holstein cows. *J Dairy Sci* 74: 929-932.
- Keunen, J. E., J. C. Plaizier, I. Kyriazakis, T. F. Duffield, T. M. Widowski, M. I. Lindinger, y B. W. McBride. 2003. Short communication: Effects of subacute ruminal acidosis on free-choice intake of sodium bicarbonate in lactating dairy cows. *J Dairy Sci*. 86: 954-957.
- Kononoff, P. J., y A. J. Heinrichs. 2003. The effect of reducing alfalfa haylage particle size on cows in early lactation. *J Dairy Sci* 86: 1445-1457.
- Kononoff, P. J., A. J. Heinrichs, y D. R. Buckmaster. 2003. Modification of the penn state forage and total mixed ration

- particle separator and the effects of moisture content on its measurements. *J Dairy Sci* 86: 1858–1863.
- Krause, D. M., D. K. Combs, y K. A. Beauchemin. 2002. Effects of forage particle size and grain fermentability in midlactation cows. I. Milk production and diet digestibility. *J Dairy Sci* 85: 1936-1946.
- Lammers, B. P., D. R. Buckmaster, y A. J. Heinrich. 1996. A simple method for the analysis of particle size of forage and total mixed rations. *J Dairy Sci* 79: 922:928.
- Leiva, E., M. B. Hall, y H. H. Van Horn. 2000. Performance of dairy cattle fed citrus pulp of corn products as sources of neutral detergent-solubles carbohydrates. *J Dairy Sci* 83: 2866-2875.
- Leonardi, C., y L. E. Armentano. 2003. Effect of quantity, quality, and length of alfalfa hay on selective consumption by dairy cows. . *J Dairy Sci* 86.
- Maekawa, M., K. A. Beauchemin, y D. A. Christensen. 2002a. Effect of concentrate level and feeding management on chewing activities, saliva production, and ruminal ph of lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 85: 1165-1175.
- Maekawa, M., K. A. Beauchemin, y D. A. Christensen. 2002b. Chewing activity, saliva production, and ruminal ph of primiparous and multiparous lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 85: 1176-1182.
- Malty, E., S. Devir, O. Kroll, B. Zur, S. L. Spahr, y R. D. Shanks. 1992. Comparative responses of lactating cows to total mixed rations or computerized individual concentrates feeding. *J Dairy Sci* 75: 1588-1603.
- Mertens, D. R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J Dairy Sci* 80: 1463-1481.
- Miron, J., E. Yosef, M. Nikbachat, A. Zenou, E. Maltz, I. Halachmi, y D. Ben-Ghedalia. 2004. Feeding behavior and performance of dairy cows fed pelleted nonroughage fiber byproducts. *J Dairy Sci* 87: 1372–1379.
- Mishra, S., y S. N. Rai. 1996. Effects of different rdp and udp ratios on voluntary intake, milk production and feed conversion efficiency in lactating dairy goats. *Small Rum Res* 20: 31-38.
- Mooney, C. S., y M. S. Allen. 1997. Physical effectiveness of the neutral detergent fiber of whole linted cottonseed relative to

- that of alfalfa silage at two lengths of cut. *J. Dairy Sci.* 80: 2052-2061.
- Murphy, M. R., y J. S. Zhu. 1997. A comparison of methods to analyze particle size as applied to alfalfa haylage, corn silage, and concentrate mix. *J. Dairy Sci.* 80: 2932-2938.
- Nichols, S. W., M. A. Froetschel, H. E. Amos, y L. O. Ely. 1998. Effects of fiber from tropical corn and forage sorghum silages on intake, digestion, and performance of lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 81: 2383-2393.
- Nocek, J. E. 1997. Bovine acidosis: Implications on laminitis. *J Dairy Sci* 80: 1005-1028.
- Nocek, J. E., y S. Tamminga. 1991. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. *J Dairy Sci* 74: 3598-3629.
- Oba, M., y M. S. Allen. 2000a. Effects of brown midrib 3 mutation in corn silage on productivity of dairy cows fed two concentrations of dietary neutral detergent fiber: 2. Chewing activities. *J Dairy Sci* 83: 1342-1349.
- Oba, M., y M. S. Allen. 2000b. Effects of brown midrib 3 mutation in corn silage on productivity of dairy cows fed two concentrations of dietary neutral detergent fiber: 3. Digestibility and microbial efficiency. *J Dairy Sci* 83: 1350-1358.
- Oba, M., y M. S. Allen. 2000c. Effects of brown midrib 3 mutation in corn silage on productivity of dairy cows fed two concentrations of dietary neutral detergent fiber: 1. Feeding behavior and nutrient utilization. *J Dairy Sci* 83: 1333-1341.
- Pereira, M. N., E. F. Garrett, y G. R. Oetzel. 1999. Partial replacement of forage with nonforage fiber sources in lactating cow diets. L. Performance and health. *J. Dairy Sci.* 82: 2716-2730.
- Phillips , C. J. C., y M. I. Rind. 2001. The effects of frequency of feeding a total mixed ration on the production and behavior of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84: 1979-1987.
- Robinson, P. H., P. L. Burgess, y R. E. McQueen. 1990. Influence of moisture content of mixed rations on feed intake and milk production of dairy cows. *J Dairy Sci* 73: 2916-2921.

- Sahlu, T., J. M. Fernandez, Z. H. Jia, A. O. Akinsoyinu, S. P. Hart, y T. H. Teh. 1993. Effect of source and amount of protein on milk production in dairy goats. *J Dairy Sci* 76: 2701-2710.
- Sanz Sampelayo, M. R., L. Pérez, J. Boza, y L. Amigo. 1998. Forage of different physical forms in the diets of lactating granadina goats: Nutrient digestibility and milk production and composition1. *J Dairy Sci* 81: 492-498.
- Schettini, M. A., E. C. Prigge, y E. L. Nestor. 1999. Influence of mass and volume of ruminal contents on voluntary intake and digesta passage of a forage diet in steers. *J. Anim. Sci.* 77: 1896-1904.
- Schmidely, P., M. Lloret-pujol, P. Bas, A. Rouzeau, y D. Sauvant. 1999. Influence of feed intake and source of dietary carbohydrate on milk yield and composition, nitrogen balance, and plasma constituents of lactating goats. *J Dairy Sci* 82: 747-755.
- Schmidely, P., P. Morand-Fehr, y D. SAUVANT. 2005. Influence of extruded soybeans with or without bicarbonate on milk performance and fatty acid composition of goat milk. *J Dairy Sci* 88: 757-765.
- Schroeder, G. F., J. E. Delahoy, I. Vidaurreta, F. Bargo, G. A. Gagliostro, y L. D. Muller. 2003. Milk fatty acid composition of cows fed a total mixed ration or pasture plus concentrates replacing corn with fat. *J Dairy Sci* 86: 3237-3248.
- Schwab, E. C., R. D. Shaver, K. J. Shinnors, J. G. Lauer, y J. G. Coors. 2002. Processing and chop length effects in brown-midrib corn silage on intake, digestion, and milk production by dairy cows. *J Dairy Sci* 85: 613-623.
- Shain, D. H., R. A. Stock, T. J. Klopfenstein, y D. W. Herold. 1999. The effect of forage source and particle size on finishing yearling steer performance and ruminal metabolism. *J. Anim. Sci.* 77: 1082-1092.
- Shaver, R. D. 2006. Dairy cattle feeding and hoof health. In: 4-State Applied Nutrition and Management Conference. , Dubuque, IA
- Soita, H. W., D. A. Christensen, y J. J. McKinnon. 2000. Influence of particle size on the effectiveness of the fiber in barley silage. *J Dairy Sci* 83: 2295-2300.

- Stensig, T., y P. H. Robinson. 1997. Digestion and passage kinetics of forage fiber in dairy cows as affected by fiber-free concentrate in the diet. *J Dairy Sci* 80: 1339-1352.
- Tozer, P. R., F. Bargo, y L. D. Muller. 2003. Economic analyses of feeding systems combining pasture and total mixed ration. *Journal Dairy Sci* 86: 808-818.
- Wang, Z., M. L. Eastridge, y X. Qiu. 2001. Effects of forage neutral detergent fiber and yeast culture on performance of cows during early lactation. *J Dairy Sci* 84: 204-212.
- Webster, J. 1995. A century of british mycology. *Mycol Res* 100: 1-15.
- Weimer, P. J., G. C. Waghorn, C. L. Odt, y D. R. Mertens. 1999. Effect of diet on populations of three species of ruminal cellulolytic bacteria in lactating dairy cows. *J. Anim. Sci* 82: 122-134.
- West, J. W., P. Mandebvu, G. M. Hill, y R. N. Gates. 1998. Intake, milk yield, and digestion by dairy cows fed diets with increasing fiber content from bermudagrass hay or silage. *J Dairy Sci* 81: 1599-1607.
- White, S. L., J. A. Bertrand, M. R. Wade, S. P. Washburn, J. Green, J.T., y T. C. Jenkins. 2001. Comparison of fatty acid content of milk from jersey and holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *J. Dairy Sci* 84: 2295-2301.
- Whitford, M. F., M. A. McPherson, R. J. Forster, y R. M. Teather. 2001. Identification of bacteriocin-like inhibitors from rumen *streptococcus spp.* And isolation and characterization of bovicin 255. *Appl Environ Microb* 67: 569-574.
- Xu, S., J. H. Harrison, R. E. Riley, y K. A. Loney. 1994. Effect of buffer addition to high grain total mixed rations on rumen ph, feed intake, milk production, and milk composition. *J Dairy Sci* 77: 782-788.
- Yang, W. Z., K. A. Beauchemin, y L. M. Rode. 2001a. Effects of grain processing, forage to concentrate ratio, and forage particle size on rumen ph and digestion by dairy cows. *J Dairy Sci* 84: 2203-2216.
- Yang, W. Z., K. A. Beauchemin, y L. M. Rode. 2001b. Barley processing, forage:Concentrate, and forage length effects on chewing and digesta passage in lactating cows. *J Dairy Sci* 84: 2709-2720.

Yang, W. Z., K. A. Beauchemin, y L. M. Rode. 2002. Effects of particle size of alfalfa-based dairy cows diets on site and extent of digestion. *J Dairy Sci* 85: 1958-1968.