

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**Efecto de la sustitución de alfalfa con fuentes de fibra no forrajera sobre el CMS y la eficiencia lechera en cabras**

**POR**

**JOSE ANGEL LOPEZ AGUILAR**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA**

**OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA**

**MARZO DE 2017**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Efecto de la sustitución de alfalfa con fuentes de fibra no forrajera sobre el  
CMS y la eficiencia lechera en cabras.

POR  
JOSÉ ÁNGEL LÓPEZ AGUILAR

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

PRESIDENTE:

  
DR. PEDRO ANTONIO ROBLES TRILLO

VOCAL:

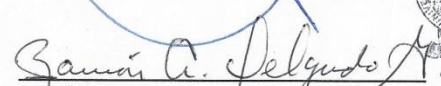
  
DR. RAFAEL RODRÍGUEZ MARTÍNEZ

VOCAL:

  
DR. FRANCISCO GERARDO VELIZ DERAS

VOCAL SUPLENTE:

  
DR. FERNANDO ULISES ADAME DE LEÓN

  
MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TORREÓN, COAHUILA

MARZO DE 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Efecto de la sustitución de alfalfa con fuentes de fibra no forrajera sobre el  
CMS y la eficiencia lechera en cabras.

POR  
JOSÉ ÁNGEL LÓPEZ AGUILAR

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:

  
DR. PEDRO ANTONIO ROBLES TRILLO

ASESOR:

  
DR. RAFAEL RODRÍGUEZ MARTÍNEZ

ASESOR

  
DR. FRANCISCO GERARDO VELIZ DERAS

  
MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TORREÓN, COAHUILA

MARZO DE 2017

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero que nada quiero darle gracias **A DIOS** por darme el don de la vida por permitirme cumplir esta meta tan anhelada que tenía y guiar mis pasos en todo momento y cuidarme siempre.

### **A MI ALMA TERRA MATER**

Por darme la oportunidad de estudiar mi carrera y darme todas las herramientas necesarias para ser un profesional.

### **A MIS PADRES SR. JOSÉ LÓPEZ PÉREZ Y SRA. ANGELICA AGUILAR GARCÍA**

No tengo palabras para agradecer a estos seres a quien les debo todo gracias por darme la vida y darme la educación y oportunidad de crecer como un profesional esto era un sueño mío que con el hecho de ser sus hijo ustedes decidieron compartir este sueño, hoy les digo lo hemos logrado. gracias por ser los mejores papas del mundo los amo.

### **A MIS HERMANOS**

**Briselda:** La mayor de todos gracias por tus consejos y apoyar siempre mis sueños

**Martha:** tú la mejor hermana del mundo tu que fuiste como casi una madre para mí y aparte de eso una amiga gracias hermanita a ti te debo mucho y no creo nunca poder pagar tanto cariño y atención que me has tenido.

**Paco:** mi carnal y mi amigo gracias tú eres otro más de los pilares que me mantiene de pie ante todo.

**Maricela:** gracias por tus consejos y apoyo tú la luchona la que me a enseñado que el trabajo es primordial para salir adelante.

A todos ustedes hermano gracias por ser los mejores hermano del mundo y sin duda alguna sin el apoyo de ustedes no hubiera podido lograrlo los amo.

### **A MIS CUÑADOS**

Alermo Cruz Espinosa y Juan Silva Cruz por sus apoyo incondicional durante mis estudios y buenos consejos que me dieron y el apoyo brindado a mis padres y estar siempre unidos a mi familia por todo ello les doy gracias.

**A mi cuñada:** Karina Berenice Vázquez Ravelo por su apoyo durante mí carera

**A mi sobrinos Gustavo y Gladis,** los más grandes y quienes han apoyado a sus abuelos y gracias a los peques que son la alegría de la casa **Carlos, Dana Paola, Kevin Yahir, Brayan Misael, Eric Fabián y Ashley Nicole** Gracias por darme sus cariño los quiero sobrinos,

**A mis padrinos Sr. Juan Aguilar García y Carmen Aguilar Aguilar** quienes fueron como otros padres que me aconsejaron lamentablemente mi madrina ya no está con migo para ver este logro pero cuando ella vivió fueron mis consejeros y estuvieron y siguen estando unidos a mi familia.

**A mi primo** German Aguilar Aguilar gracias por ser como otro hermano para mí y apoyarme incondicionalmente y darme los consejos para salir adelante

**A mis amigos casi hermanos:** Iván Jiménez Espinosa y Jorge Alberto Calvo López por ser parte de mi vida durante estos años en la universidad que jamás nos dejamos caer ante nada y siempre estuvimos juntos a pesar de las adversidades mis hermanos gracias por ser parte de este logro.

**A mi novia: Rubicela Ramírez Hernández** que ha formado parte de mi vida por ya varios años por brindarme su apoyo y confianza a pesar de estar lejos gracias mi vida te amo.

**A mis amigos de la carrera:** Alejandra Herrera, Edwin Gallegos, Sara Hernández, Samuel Fernández, Billy García, Gerardo de los Santos, Gilberto Favela, Wilber Cruz, David, Sandra Hernández y Pablo todos ellos gracias por darme sus amistad y enseñarme el valor de la amistad y que el trabajo en equipo es importante para salir adelante los quiero a todos y los llevare siempre en mi corazón.

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS**

Por darme la bendición de la vida

### **A MIS PADRES**

Sr. José López Pérez y Sra. Angélica Aguilar García por darme la vida

### **A MIS HERMANOS**

Briselda López Aguilar, Martha López Aguilar, Francisco Javier López Aguilar y Maricela López Aguilar por el apoyo incondicional.

### **A MIS CUÑADOS**

Alermo Cruz Espinosa, Juan Silva Cruz y a mi cuñada Karina Berenice Vázquez Ravelo

### **A MI ABUELITA**

Vitalia García Aguilar

### **A MIS PADRINOS**

Sr. Juan Aguilar García y Sra. Carmen Aguilar Aguilar (+)

### **A MIS PRIMOS**

German Aguilar Aguilar, Iván Jiménez Espinosa y Jorge Alberto Calvo López

### **A MIS ASESORES**

Dr. Pedro Antonio Robles Trillo, Dr. Francisco Gerardo Veliz Deras, Dr. Rafael Rodríguez Martínez, Dr. Fernando Ulises Adame de León y La MC. Daniela Esparza Flores: **Por el apoyo incondicional en la revisión de mi tesis.**

## **RESUMEN**

El costo cada vez mayor de los ingredientes para formular raciones para ganado lechero ha incrementado el costo de la alimentación, es por ello que los investigadores han realizado una serie de estudios para determinar nuevas alternativas que reduzcan el costo de las raciones, una alternativa ha sido la sustitución de forrajes por fuentes de fibra no forrajera (FFNF). Este estudio se llevó a cabo para determinar el efecto de la sustitución de alfalfa con fuentes de fibra no forrajera (cascara de soya, semillas de algodón y salvado de trigo) en el consumo de materia seca y eficiencia lechera para ello se utilizaron 8 cabras, y se asignaron a un experimento con un arreglo de cuadrado latino 4X4, a las cabras se les ofreció cuatro diferentes raciones, dieta control (C), Alto en alfalfa (AA), bajo en FFNF (BFNF) y alto en FFNF (AFNF), con periodos de 14 días, once de adaptación y tres experimentales. Los resultados obtenidos con respecto al CMS hubo una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre las dietas AA y AFNF con respecto a las dietas C y BFNF (2.11 y 2.03 vs 1.56 y 1.74 kg respectivamente) En cuanto a la producción de leche se encontró que la dieta AA no hubo una diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) con las dietas C y la AFNF teniendo un promedio de 1.40 vs 1.27 y 1.25 L respectivamente, sin embargo las dietas AA y BFNF sí tuvieron una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) con promedios de (1.40 vs 1.21 L respectivamente), siendo más bajo la dieta BFNF. En los resultados obtenidos para la ELch se observó una diferencia significativa las dietas C contra la dieta AFNF siendo menor la dieta AFNF con promedio de 0.62. Los resultados muestran que la sustitución alfalfa por FFNF, el CMS a menudo aumento con respecto a la dieta control pero la producción de leche y la ELch disminuyen con respecto a las dietas que contenían alfalfa como única fuente de fibra.

## **PALABRAS CLAVE**

Conversión alimenticia, FFNF, FDNfe, Producción de leche: caprinos.

## INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	iv
DEDICATORIA .....	vi
RESUMEN.....	vii
INDICE .....	viii
I INTRODUCCIÓN.....	1
II REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1 Eficiencia Lechera .....	3
2.2 Calculo de la eficiencia lechera.....	5
2.3 Factores que afectan la ELch.....	6
2.3.1 Fuentes de fibra no forrajera (FFNF).....	6
2.3.2 Fibra detergente neutra en la ración .....	8
2.3.3 FDN físicamente efectiva .....	8
2.3.4 Cantidad de nitrógeno en la ración.....	11
2.3.5 Suplementación y uso de levaduras.....	12
2.3.6 Genética.....	14
III MATERIALES Y MÉTODOS .....	17
3.1 Localización.....	17
3.2 Diseño experimental .....	17
3.3 Características del estudio.....	17
3.4 Análisis estadístico.....	19
IV RESULTADOS.....	20
V DISCUSIÓN.....	22
VI CONCLUSIÓN .....	24
VII LITERATURA CITADA .....	25



## I INTRODUCCIÓN

El costo cada vez mayor de los ingredientes para realizar raciones para ganado lechero ha incrementado los costos de alimentación por lo que ha llevado a investigar otras fuentes de alimentación para reducir los costos pero sin perder la producción, como una alternativa está la sustitución de forrajes por fuentes de fibra no forrajera (FFNF) como son (cascara de soya, semillas de algodón y salvado de trigo). Las FFNF tienen un tamaño de partícula medio o pequeño, son generalmente bajas en lignina y altas en fibra digestible, por lo que reemplazar los forrajes con FFNF disminuirá la eficacia física de la FDN. Esto puede mejorar la energía en la dieta especialmente si la distensión ruminal está restringida. Cuando el forraje se reemplaza por FFNF, el CMS a menudo aumenta pero disminuye la eficacia física de la dieta que puede aumentar la susceptibilidad de bajar la grasa en la leche (Bradford y Mullins, 2012).

La eficiencia lechera (ELch) es una alternativa viable para determinar la eficiencia de las cabras para producir leche. Según Hutjens (2005) la (ELch) (también se hace referencia como eficiencia de la alimentación (EA)) se puede definir como libras de leche producida por libras de materia seca (MS) consumido. Silva et al. (2014) determinaron que la ELch en cabras lactantes se ven afectadas por la corrección de la grasa de la leche, la digestibilidad de la materia seca, contenido de fibra dietética, el uso de aceites esenciales en la dieta, la proporción de forraje-concentrado en la dieta y el peso corporal.

Aunque hay muchos estudios realizados en vacas lecheras del uso de las fuentes de fibras no forrajeras y el efecto sobre el consumo de materia seca (CMS) y la eficiencia lechera (ELch) (Boerman et al., 2015 y Zhang et al., 2010), existe poca información sobre el efecto en cabras. Las cabras presentan diferencias de las vacas y las ovejas en sus hábitos de alimentación, nivel de consumo y selección de la dieta, por lo tanto, los conocimientos de esas especies no se pueden extrapolar a las cabras (Esparza et al., 2012).

Las FFNF tienen un tamaño de partícula medio o pequeño, son generalmente bajas en lignina y altas en fibra digestible, por lo que reemplazar los forrajes con FFNF podría aumentar el consumo de materia seca y disminuir la producción de leche y la eficiencia lechera. Por ello este estudio se llevó a cabo para determinar el efecto de la sustitución de alfalfa con FFNF (cascara de soya, semillas de algodón y salvado de trigo) en el CMS, la producción de leche y la ELch en cabras.

## II REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Eficiencia Lechera

La eficiencia lechera (ELch) (también se hace referencia como eficiencia de la alimentación (EA)) se puede definir como libras de leche producida por libra de materia seca (MS) consumido (Hutjens, 2005 y Shirley, 2006). Según hutjens (2005) en el ganado de carne, cerdo, pescado y aves de corral han utilizado la EA, como punto de referencia para la rentabilidad. La ELch en la industria lechera no se ha utilizado como un punto de referencia común para el seguimiento de la rentabilidad y la evaluación de la ingesta de materia seca con relación a la producción de leche.

Shirley (2006) define a la ELch como la capacidad de las vacas lecheras para convertir alimentos en productos para el consumo humano. Esta expresión representa una medida bruta de ELch y no da cuenta de los nutrientes con particiones para la reproducción, el crecimiento y la deposición de tejido; por tanto, la interpretación del valor obtenido debe considerar la etapa de lactancia, la edad y la etapa de gestación de dicho ganado.

Para Hall (2004) la ELch es una medida de lo bien que las vacas convierten los nutrientes que ingieren en productos: leche, músculo y grasa. En el nivel más básico, da índices de hasta qué punto una ración cumple con los requerimientos nutricionales específicos de un animal y de las demandas relativas de mantenimiento y producción. En una visión más amplia, la ELch habla de racionamiento, de manejo y de los factores ambientales que afectan a los requisitos de digestibilidad de los alimentos y de mantenimiento. En general, para las vacas en lactancia, si no se alimentan no producen leche.

La transferencia de ELch directamente a la lechería, donde hay múltiples requisitos de producción (leche, reproducción, crecimiento) complica la medida, pero no disminuye la utilidad. Las mejoras en la ELch siempre serán rentables si se consigue el aumento de la producción de la leche con la misma cantidad de MS en la alimentación o conseguir la misma producción de leche de un consumo de materia seca (MS) inferior (Linn, 2006).

La eficiencia alimenticia adecuada no sólo es de importancia económica, también puede ayudar a revisar el manejo de los nutrimentos en la granja. Una ELch adecuada resulta en más nutrimentos dirigidos a la producción de leche o a la ganancia de peso corporal, por lo tanto menos excremento (Linn y Raeth-Knight, 2005).

Los hatos de vacas lecheras deberían tener un promedio superior a 1.4 kilos de leche por kilo de MS consumida, pero los hatos con producción elevada podrían alcanzar valores de 1.7 a 1.8. Algunos hatos con estrés calórico, raciones mal balanceadas, acidosis ruminal, muchos días en leche, etc. podrían tener menos de 1.2 (Hall, 2008).

Salvador y Martínez (2007) consideran que la eficiencia de producción de leche de las cabras es bastante similar a la de las vacas. Las cabras son muy eficientes en la conversión alimenticia y además tienen una capacidad relativa más grande para el consumo de forraje que las vacas u ovejas (25-40% de peso vivo, en comparación al 12,5-15% para vacas, 12,5-20% para ovejas). Dentro del factor nutricional, hay varios aspectos que pueden afectar la ELch.

## 2.2 Cálculo de la eficiencia lechera

Según Hall (2004), la versión más simple de calcular la eficiencia alimenticia (a partir de ahora eficiencia lechera, ELch) es kilos de leche por kilos de MS, o preferiblemente, kg de grasa o proteína de la leche corregidas por kilo de MS.

**Leche / CMS = promedio de leche kg / promedio de CMS, Kg**

Es preferible usar los kg de grasa o proteína de la leche corregida a 3.5, más que los kg de leche (Linn y Raeth-Knight, 2005; Hall, 2008).

Según Tyrrell y Reid (1965) para calcular los kg de grasa y proteína de la leche corregida a 3.5% en lugar de la leche se usa la fórmula siguiente:

**Kg de grasa y proteína de la leche corregida a 3.5% = (12.82 x kg de grasa) + (7.13 x kg de proteína) + (0.323 x kg de leche)**

Kg de grasa láctea = kg de leche x (% de grasa láctea/100)

Kg de proteína láctea = kg de leche x (% de proteína en leche/100).

Consumo de materia seca = (kg de alimento ofrecido - kg de alimento rechazado) x (% de materia seca de la ración / 100).

Para Linn y Raeth-Knight (2005) también se puede calcular la ELch por medio del porcentaje de grasa corregida a 3.5 (3.5% GCL) de la siguiente manera:

**3.5% GCL = (lb o kg) = .432 x leche (lb o kg) + grasa (lb o kg)**

Además esos autores opinan que la ELch se puede expresar relacionando el nitrógeno (N) en la leche al consumo de nitrógeno, usando para ello la fórmula siguiente:

N en leche / N del alimento = kg de nitrógeno en leche / kg de nitrógeno en alimento

Nitrógeno en leche, kg = (kg de leche x (% de proteína en leche/100)) / 6.38

Nitrógeno en alimento, kg = (kg de MS consumida x (% de proteína cruda en la ración % /100) / 6.25

### **2.3 Factores que afectan la ELch**

Silva et al. (2014) en un estudio concluyeron que la ELch de cabras lactantes se ve afectada por la corrección de la grasa de la leche, la digestibilidad de la materia seca, contenido de fibra dietética, el uso de aceites esenciales en la dieta, la proporción de forraje-concentrado en la dieta y el peso corporal. Entre estos factores, la grasa corregida de la leche parece ser más eficaz en la corrección de la ingesta de alimento en cabras lactantes. Para algunos de estos factores, la corrección implica una mayor precisión en la medición de la ELch.

Britt et al. (2003) identificaron algunos factores medidos fácilmente que afectan la ELch, llevaron a cabo una recolección de datos de 13 hatos lecheros visitados 34 veces durante un período de 14 meses. Encontraron que la temporada afectó el rendimiento real y la ELch corregida a 3,5% con la menor producción en la estación cálida. El consumo de materia seca (CMS) por hato fue mayor en la estación cálida. Una mayor proporción de rebaños tenían índices de ELch por debajo de 1,4 durante la estación cálida (69%) que durante la temporada de frío (39%). Por lo tanto el aumento en el mantenimiento asociado con el estrés por calor desviaría los nutrientes de los fines productivos y por lo tanto dar lugar a la disminución de la ELch.

#### **2.3.1 Fuentes de fibra no forrajera (FFNF)**

Las fuentes de fibra no forrajeras (FFNF) tienen un tamaño de partícula medio o pequeño son generalmente bajos en lignina y alta en fibra digestible, por lo que

reemplazar los forrajes con FFNF disminuirá la eficacia física de la FDN. Esto puede mejorar la energía en la dieta especialmente si la distensión ruminal está restringida. Cuando el forraje se reemplaza por FFNF, el CMS a menudo aumenta pero disminuye la eficacia física de la dieta que puede aumentar la susceptibilidad de bajar la grasa en la leche (Bradford y Mullins, 2012).

Según Boerman et al. (2015) La utilización de cascara de soja como fuente de fibra no forrajera (FFNF) en sustitución de almidón reduce el CMS y la producción de leche, y encontraron que las vacas de alta producción respondieron de manera negativa a una reducción en la concentración de almidón que las vacas de baja producción fueron capaces de mantener la producción de leche en la dieta baja en almidón. Por su parte Zhang et al. (2010) en un estudio realizado concluyeron que la sustitución parcial de silo de cebada con granos secos de destilería puede aumentar el CMS, la producción de leche y los rendimientos de proteínas de la leche en vacas lecheras, pero puede disminuir el tiempo de masticación, el pH del rumen y la concentración de grasa de la leche.

Fredin et al. (2015) concluyeron que la sustitución parcial de silo de maíz y grano de maíz con cascara de soja disminuye el pH ruminal y el contenido de grasa en la leche debido al contenido bajo de FDN del forraje en vacas lecheras, aunque la producción de leche y el CMS no se vieron afectados. Por lo cual sugieren que la sustitución parcial de silo de maíz y grano de maíz con cascara de soja no es una estrategia viable para la formulación de raciones.

### **2.3.2 Fibra detergente neutra en la ración**

Las vacas requieren una cantidad adecuada de fibra en su dieta para su buena salud y producción lechera. El forraje es la fuente principal de fibra en la dieta, pero otras fuentes de alimentación no forrajera altas en la fibra detergente neutro (FDN) pueden substituirse ocasionalmente para la fibra del forraje, porque FDN es generalmente menos digestible que los carbohidratos no fibrosos (almidón y azúcar) y si la digestibilidad se relaciona con la ELch, el porcentaje de FDN en la dieta se debe relacionar también con la ELch (Linn et al., 2005).

En un trabajo realizado por Eun et al. (2014) obtuvieron que la alimentación de maíz de alta humedad (MAH) mejoró la ELch y eficiencia del nitrógeno (N) para la producción de leche, independientemente de la calidad del heno de alfalfa (HA). Se encontró que la alimentación con MAH deprime el consumo de nutrientes y materia seca (MS), independientemente de la calidad de HA, que en parte contribuyó al aumento de la ELch y del N. La alimentación de MAH incrementó la digestibilidad de la fibra y proteína cruda (PC). Estos efectos positivos pueden ser el resultado de la utilización eficaz de la fibra detergente neutro de forraje en las dietas, lo que podría mantener las condiciones favorables de fermentación de microbios del rumen para N y el metabolismo energético.

### **2.3.3 FDN físicamente efectiva**

La fibra físicamente efectiva (FDNfe) se define como las características físicas de la fibra que influyen en la masticación y la naturaleza bifásica del contenido ruminal (maraña flotante de partículas largas sobre una de líquido y



partículas chicas). La FDNfe se relaciona con las características de fibrosidad, el índice de valor forrajero, la estructura física y el índice de fibrosidad (Mertens, 1997).

La FDNfe se conforma por el tamaño de partícula y el contenido de FDN, y estimula la masticación y el amortiguamiento de la saliva (Yang y Beauchemin, 2007) y es un medio eficiente para medir la efectividad de la dieta y para formular dietas con un tamaño de partícula adecuado y así prevenir la acidosis ruminal subaguda (Yang y Beauchemin, 2009). Las dietas altas en concentrado y con una cantidad suficiente de FDNfe ayudan a prevenir la acidosis ruminal subaguda y la disminución de la grasa en la leche, el consumo de materia seca, la digestión de la fibra y laminitis (Plaizier, 2004).

El uso óptimo de la dieta depende de la composición química y las características físicas de la ración, las cuales son medidas con la fibra efectiva (Kononoff y Heinrichs, 2003; Mertens, 1997). La forma física del forraje afecta la masticación, el CMS, la función ruminal, la eficacia digestiva, la producción y la composición de la leche y la salud de la vaca (Yang et al., 2002).

La disminución en el porcentaje de grasa se da por cambios en la biohidrogenación de las grasas porque se inhibe la síntesis de grasa en la glándula mamaria (Onetti et al., 2004). El tamaño de partícula y la relación forraje: concentrado influyen en la biohidrogenación de las grasas en el rumen y en el flujo post-ruminal de los ácidos grasos insaturados que pasan después a la grasa de la leche (Soita et al., 2005).

En las investigaciones realizadas para evaluar el efecto del incremento del tamaño de partícula del ensilaje de maíz de 1.9 cm a 3.2 cm sobre la producción y la composición de la leche se determinó que no se incrementa la cantidad de grasa ni se alteran las concentraciones de proteína y lactosa (Schwab et al., 2002).

Esparza et al. (2012) evaluaron los efectos de la fibra detergente neutro físicamente efectiva (FDNfe) y el nivel de forraje sobre el CMS, el pH ruminal y de la leche en cabras. Usaron ocho cabras Alpinas multíparas (3 partos y  $50 \pm 3$  kg p.v.) en la etapa inicial de lactancia ( $60 \pm 5$  días en leche), las cuales se asignaron a un doble cuadrado latino 4 x 4 con un arreglo factorial 2 x 2. A las cabras se les ofrecieron dietas con forrajes cuyo tamaño de partícula era largo (4.04 cm) o corto (3.43 cm) y una relación forraje: concentrado de 60:40 o 35:65 a libre acceso y observaron que no se encontró un efecto de los tratamientos sobre el CMS ni sobre la producción de leche ( $P > 0.05$ ). Pero observaron que el porcentaje de grasa en la leche fue mayor (3.78%) en las dietas que contenían el 60% de forraje que en las que contenían el 35% (3.18%;  $P < 0.01$ ).

Beauchemin y Yang (2005) observaron que el aumento de la FDNfe en la dieta incrementa la actividad de mascar que incluye el número de masticaciones, y tiempo de comer y el tiempo de rumia de las vacas lecheras. Sin embargo, el incremento en la actividad de mascar no mejoró la condición de pH ruminal. Aunque la FDNfe en la dieta aumentó la rumia, la capacidad de amortiguación resultante de una mayor salivación no redujo la incidencia de acidosis ruminal en vacas lecheras alimentadas con dietas bajas en fibra. Por lo tanto, además de FDNfe, la fermentación del alimento es crítica en la regulación del pH del rumen.

Beauchemin et al. (2003) concluyeron que el aumento del contenido de FDNfe en las dietas a base de silo de alfalfa aumento la actividad de masticación y mejoro el PH ruminal, lo que indica un efecto positivo en la reducción del riesgo de acidosis ruminal, pero tuvo un efecto limitado sobre la producción de leche y el contenido de grasa en la leche.

Bal y Büyükcübal (2010) concluyeron que el tamaño de partícula de heno de alfalfa no tuvo efecto sobre la producción de leche y ni de cualquier composición de la leche, pero las dietas que contienen grano de maíz con un tamaño de partícula de grueso de un milímetro resultó en un rendimiento más alto de grasa de leche y la interacción con un tamaño de partícula corto de heno de alfalfa con grano de maíz molido grueso aumenta el porcentaje de proteína.

#### **2.3.4 Cantidad de nitrógeno en la ración**

Una de las funciones básicas de los rumiantes productores de leche es convertir recursos alimenticios de baja calidad en productos proteicos de calidad elevada para el consumo humano, para ello se basan en la digestión ruminal e intestinal, pero la cantidad de proteína absorbida desde el intestino delgado puede limitar la producción láctea. Sin embargo, el exceso de proteína dietética en relación al requerimiento puede incrementar las emisiones de N al medio y puede perjudicar la eficiencia reproductiva del ganado (Nousiainen et al., 2004).

El incremento en la concentración de proteína cruda aumenta la concentración de urea en plasma y resulta en una disminución de la conversión de N dietético a N en leche. Los perfiles de ácidos grasos fueron afectados por la suplementación de almidón y proteína, el almidón tuvo el efecto más marcado.

Adicionalmente, el incremento de la concentración de almidón dietético disminuyó la transferencia aparente de ácidos grasos poliinsaturados dietéticos a la leche lo que sugiere un incremento de esos ácidos grasos en tejido adiposo (Cabrita et al., 2007).

Nousiainen et al. (2004) consideran que el nitrógeno ureico en leche se ha usado a menudo para proporcionar un indicador de la eficiencia de la utilización del N de la dieta y para predecir las emisiones de N al medio. Por lo tanto, esos investigadores opinan que el nitrógeno de urea en leche puede ser relativamente fácil de analizar en el tanque o en muestras individuales de leche de rebaños que participan en los planes de mejoramiento del hato. Esta evaluación se apoya la sugerencia de que las mediciones de MUN se podrían utilizar para evaluar la adecuación de la proteína en la alimentación de vacas lecheras y la eficiencia de utilización de N para la producción de leche.

### **2.3.5 Suplementación y uso de levaduras**

Min et al. (2005) realizaron un experimento evaluando el efecto de la suplementación en cabras lecheras en pastoreo a largo plazo, el experimento se llevó a cabo en un periodo de tiempo de 2 años, utilizaron 44 cabras alpinas de edades mixtas dividiéndolas en 4 grupos (A, B, C, D). Se suplementaron con 0,66 (tratamientos A y B), 0,33 (tratamiento C), y 0 kg de concentrado (tratamiento D) por kg de la producción de leche superior a 1,5 kg / d. confirmando que el suministro de concentrado afecta la producción y la composición química de la leche en cabras lactantes. Sin embargo, el efecto de los cambios en la dieta sobre la composición de la leche es mínimo en comparación con el efecto sobre la producción de leche.

Ghazal et al. (2012) observaron que la suplementación con de ácido linoleico conjugado (45 g / d) en cabras alimentadas con una dieta alta en concentrado basado en ensilaje de maíz no tuvo efecto sobre CMS, la producción de leche, o proteína de la leche y los rendimientos de lactosa, pero aumentó el balance energético neto (BEN). Los Suplementos de ácido linoleico conjugado disminuyó significativamente el contenido de grasa de la leche y el rendimiento de la secreción de ácidos grasos (AG) de cadena corta y de cadena media, y en menor medida, la secreción AG de cadena larga.

El uso de la monensina sódica incrementa la eficiencia alimenticia, reduce las pérdidas de metano, mejora el estatus proteico y reduce el timpanismo de vacas consumiendo zacates. La eficiencia lechera se incrementó del 2 al 4% con niveles recomendados de 11 gramos por tonelada (Hutjens, 2005).

Según Montoya et al. (2015), la inclusión de metionina y su combinación con colina en la dieta de vacas Holstein durante el periodo de transición a la lactancia, no afectó el consumo de materia seca del forraje (CMSf), el consumo de materia seca total (CMSt) ni la producción de leche y su composición.

El balance apropiado de la ración para maximizar la digestión de la fibra y la eliminación de la acidosis mejorará ELch y la eficiencia energética de la vaca lechera. El uso de inoculantes de forraje y aditivos para piensos (cultivos de levadura, levadura viva, y enzimas) que mejoran la digestibilidad de la ración se puede utilizar para mejorar aún más la ELch (Casper, 2008).

Schingoethe et al. (2004) llevaron a cabo una prueba para evaluar el efecto del uso de la levadura en dietas de vacas en lactación y sometidas a estrés por calor. La eficiencia alimenticia fue mejorada en un 7% para las vacas alimentadas con el cultivo de la levadura. El peso vivo y condición corporal fueron similares en ambos grupos. Los resultados sugieren que los cultivos de levadura pueden mejorar la eficiencia de la alimentación en vacas sometidas a estrés calórico, aunque los cambios en la producción de leche y en el CMS en vacas estresadas por calor son muy sutiles y estadísticamente no significativos.

Por otra parte Moallem et al. (2009) concluyeron que los metabolitos finales de la levadura pueden ser utilizados por las bacterias ruminales y la eliminación de oxígeno crea mejores condiciones para la multiplicación y el desarrollo de bacterias celulíticas anaerobias, estos investigadores llevaron a cabo un estudio en época de calor para determinar los efectos de la suplementación a vacas lactantes con levadura viva sobre la producción y composición de la leche. Las concentraciones de amoníaco después de la alimentación fueron mayores en el grupo control que en el grupo con levadura (151.9 vs. 126.1 mg/l, respectivamente). Se concluye que la administración de levadura viva durante estrés calórico mejoró el medio ruminal de tal forma que incrementó el CMS y por consecuencia aumentó la productividad y la eficiencia (1.36 vs 1.41 respectivamente).

### **2.3.6 Genética**

Connor (2014) concluye que la selección genómica proporciona el enfoque más práctico para mejorar la ELch entre los rebaños lecheros comerciales, ya que elimina la necesidad de recoger fenotipos en cada animal de la población objetivo

que se requiere para hacer el progreso genético mediante selección tradicional. La selección genómica consiste en estimar los efectos acumulativos de un gran número de marcadores genéticos posicionado en todo el genoma en el rasgo de interés (por ejemplo, consumo de alimento residual (CAR)) utilizando los genotipos y fenotipos obtenidos a partir de una población de referencia.

Linn et al. (2013) evaluaron cinco rasgos que pueden afectar la ELch: número de comidas, duración del consumo de alimento, el consumo de materia seca (CMS), la tasa de consumo, y el tamaño promedio de partícula. Los 5 rasgos eran moderadamente heredable (0,45 a 0,50), que fue ligeramente superior a la estimación del CAR ( $0,40 \pm 0,09$ ). Dos rasgos tienen correlaciones modestas genéticas con CAR, DMI y la duración de la alimentación ( $0,45 \pm 0,13$  y  $0,27 \pm 0,15$ , respectivamente), y 2 rasgos tienen correlaciones modestas fenotípicas con CAR (DMI y la tasa de comer;  $0,52 \pm 0,03$  y  $0,23 \pm 0,04$ , respectivamente). Los resultados indican que el comportamiento de alimentación puede ser diferente entre los animales eficientes e ineficientes y pueden ser útiles para la selección de animales con una mejora en la ELch.

VanderHaar et al. (2016) idearon una forma de examinar la variación en la eficiencia entre los animales es el CAR, una medida de la eficiencia que es independiente de la dilución de mantenimiento. Las vacas que convierten la energía bruta de alimentación en energía neta de manera más eficiente o que tienen requisitos de mantenimiento más bajos que lo esperado en base al peso corporal utilizan menos alimento de lo esperado y por lo tanto tienen CAR negativo. Las vacas con baja probabilidad CAR digieren y metabolizan los nutrientes de manera

más eficiente y deben tener en general una mayor eficiencia y rentabilidad si también están sanos y fértiles.

Heins et al. (2008) compararon los efectos sobre peso corporal, condición corporal, consumo de materia seca y ELch de la cruce de vacas Jersey x Holstein - JH- (n=24) con vacas Holstein puras (n17) durante los primeros 150 días de lactación. Este estudio se realizó durante el invierno en el estado de Minnesota, el CMS fue medido diariamente y promediado en períodos de 7 días, en tanto que la producción y composición láctea fue tomada de los registros mensuales. No se observaron diferencias significativas en el CMS tampoco hubo diferencia en la ELch del día 4 hasta el 150 de lactancia entre la cruce de JH y las vacas Holstein puras.

La selección genética se puede utilizar para mejorar la ELch, aunque puede dar lugar a cambios genéticos no deseados, por lo tanto, aunque parece que hay un gran potencial para mejorar la eficiencia económica mediante la selección para el consumo de alimento y el peso vivo, todavía hay incertidumbre acerca de algunos de los parámetros genéticos, especialmente entre los rasgos relacionados con la salud, la reproducción y el balance de energía (Veekamp, 1998).



### **III MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización**

Este estudio se llevó a cabo en los meses de Septiembre y Octubre de 2015 en la posta caprina ubicada en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, ubicada en el periférico y carretera Santa Fe, Torreón Coahuila, México que se localiza en la parte oeste del sur del estado de Coahuila en las coordenadas 103° 26`33" latitud norte a una altura de 1,120 msnm. El clima es seco desértico o estepario cálido con lluvia en el verano e invierno fresco. La precipitación pluvial es de 258 mm y temperatura media anual de 22.1 °C, con 38.5 °C como media máxima y 16.1 °C como media mínima.

#### **3.2 Diseño experimental**

El diseño experimental fue un cuadrado latino 4x4 con periodos de 14 días, once de adaptación y tres experimentales. A las cabras se les ofrecieron cuatro raciones con niveles diferentes de semilla de algodón, cascarilla de soya y salvado de trigo como fuentes de fibra no forrajera. Las diferencias en el factor de eficacia física (fef) se obtuvieron manipulando la proporción de inclusión de heno de alfalfa y de fuentes de fibra no forrajera.

#### **3.3 Características del estudio**

Se usaron ocho cabras de la raza Alpina en lactancia. Se alojaron en jaulas individuales (130 x 150 x 60 cm) con comederos y bebederos individuales. Se utilizaron raciones totalmente mezcladas (RTM) a libre acceso, 2 veces al día, a las 0930 y a las 1400 h.

Fueron alimentadas con cuatro dietas diferentes utilizando los siguientes ingredientes tabla 1.

Tabla 1 ingredientes de las dietas.

Ingredientes kg.	C	AA	AFNF	BFNF
Heno de alfalfa	0.9	1.5	0.9	0.9
Grano de maíz	1.4	0.95	0.92	1.2
Semilla de algodón	0	0	0.27	0.13
cascarilla de soya	0	0	0.32	0.17
Salvado de trigo	0	0	0.42	0.21
Harina de soya	0.42	0.35	0.18	0.23
Canola	0.13	0.1	0.08	0.17
Carbonato de calcio	0.04	0	0.03	0.03
Premezcla	0.05	0.05	0.05	0.05
total	2.94	2.95	3.17	3.09

C = Dieta Control., AA = Dieta Alta en Alfalfa., AFNF = Dieta Alta en Fuentes de Fibra No Forrajera., BFNF = Dieta Baja en Fuentes Fibra No Forrajera.

Tabla 2 composición química de la dieta

Composición química	C	AA	AFNF	BFNF
PC %	17.17	17.81	16.26	16.47
FDN %	21.12	27.99	33.46	27.70
Almidón %	39.19	28.57	27.35	33.82
efFDN	9.52	11.92	15.25	12.51
ENL (mCal/kg)	1.95	1.82	1.89	1.92

C = Dieta Control., AA = Dieta Alta en Alfalfa., AFNF = Dieta Alta en Fuentes de Fibra No Forrajera., BFNF = Dieta Baja en Fuentes Fibra No Forrajera.

PC % = porcentaje Proteína Cruda., FDN % = porcentaje Fibra Detergente Neutro., efFDN= factor de eficacia Fibra detergente Neutro., ENL= energía neta para la lactancia (megacalorías/kilogramos)

La distribución del tamaño de partícula de las raciones se determinó usando el Separador de partícula de Penn State de 3 cribas y una base (Kononoff *et al.*, 2003). El factor de eficacia física (fef) se determinó sumando las proporciones de lo que quedó en las 3 cribas y sus diferencias se calcularon manipulando la proporción

de reemplazo del heno de alfalfa con fuentes de fibra no forrajera. La FDNfe se calculó multiplicando la FDN de la ración por el fef.

El alimento ofrecido y los rechazos se recolectaron durante los 3 días experimentales para determinar el consumo de alimento. Se realizó una ordeña diaria a las 0830 hrs y se pesó la leche. Además, se tomó una muestra de 50 ml y se analizó con el aparato Lacti-check para determinar la composición su composición química.

La eficiencia lechera (ELch) se determinó mediante la recomendación según Hall (2004), kilos de leche por kilos de MS, o kg de grasa o proteína de leche corregidas por kilo de MS.

**Leche / CMS = promedio de leche kg / promedio de CMS, Kg**

### **3.4 Análisis estadístico**

Los datos de la variación en el consumo de materia seca, la producción de leche y la eficiencia lechera fueron analizados mediante un procedimiento GLM para un cuadrado latino 4x4 mediante el programa SAS.

## IV RESULTADOS

El estudio se llevó a cabo para determinar el efecto de la sustitución de alfalfa con fuentes de fibra no forrajera (cascara de soya, semillas de algodón y salvado de trigo) sobre el CMS, la producción de leche y la ELch en cabras. Los resultados obtenidos en este estudio se muestran en la tabla 3. Con respecto al CMS hubo una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre las dietas AA y AFNF con respecto a las dietas C y BFNF (2.11 y 2.03 vs 1.56 y 1.74 kg respectivamente) siendo las dietas AA y AFNF las que hubo un mayor CMS. En cuanto a la producción de leche se encontró que la dieta AA no hubo una diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) con las dietas C y la AFNF teniendo un promedio de 1.40 vs 1.27 y 1.25 L respectivamente, sin embargo las dietas AA y BFNF sí tuvieron una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) con promedios de (1.40 vs 1.21 L respectivamente), siendo más bajo la dieta BFNF.

En los resultados obtenidos para la ELch se observó que la dieta C no mostró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) con las dietas AA y BFNF con promedios de (0.81 vs 0.68 y 0.75), pero resultaron en una diferencia significativa las dietas C contra la dieta AFNF siendo menor la dieta AFNF con promedio de 0.62. Los resultados muestran que la sustitución alfalfa por FFNF, el CMS a menudo aumento con respecto a la dieta control pero la producción de leche y la ELch disminuyen con respecto a las dietas que contenían alfalfa como única fuente de fibra.

Tabla 3. Efecto de la producción de leche, consumo de alimento base húmeda (CABH), consumo de materia seca (CMS) y eficiencia lechera (ELch) con las diferentes raciones.

Variable	C	AA	AFNF	BFNF
CABH kg	1.77 <sup>b</sup>	2.37 <sup>a</sup>	2.29 <sup>a</sup>	1.97 <sup>b</sup>
CMS kg	1.56 <sup>b</sup>	2.11 <sup>a</sup>	2.03 <sup>a</sup>	1.74 <sup>b</sup>
prod de leche lts	1.27 <sup>ba</sup>	1.40 <sup>a</sup>	1.25 <sup>ba</sup>	1.21 <sup>b</sup>
ELch kg/lts	0.81 <sup>a</sup>	0.68 <sup>ab</sup>	0.62 <sup>b</sup>	0.75 <sup>ab</sup>

AA = Dieta Alta en Alfalfa., C = Dieta Control., AFFNF = Dieta Alta en Fuentes de Fibra No Forrajera., BFFNF = Dieta Baja en Fuentes Fibra No Forrajera.

Renglones con literales diferentes mostraron diferencias ( $P < 0.05$ )

En relación a los periodos ningún tratamiento mostró efecto significativo en cuanto al CABH, CMS, producción de leche y ELch ( $P > 0.05$ ) (ver tabla 4).

Tabla 4. Efecto de la producción de leche, consumo de alimento base húmeda (CABH), consumo de materia seca (CMS) y eficiencia lechera en los distintos periodos.

variable	1	2	3	4
CABH kg	2.08	1.99	2.18	2.15
CMS kg	1.85	1.76	1.93	1.91
prod de leche lts.	1.26	1.36	1.31	1.21
ELch kg/lts	0.76	0.76	0.68	0.66

AA = Dieta Alta en Alfalfa., C = Dieta Control., AFFNF = Dieta Alta en Fuentes de Fibra No Forrajera., BFFNF = Dieta Baja en Fuentes Fibra No Forrajera.

## V DISCUSIÓN

La sustitución alfalfa con fuentes de fibra no forrajera a menudo aumenta el CMS pero disminuye la producción de leche y la ELch con respecto a las dietas que contienen alfalfa como única fuente de fibra. En este estudio se obtuvo como resultado un aumento en el consumo de materia seca cuando se sustituyó el forraje con fuentes de fibra no forrajera con respecto a la dieta control por lo que concuerda con lo reportado por Bradford y Mullins (2012), Allen y Grant (2000) y Farmer et al. (2014) quienes señalan que cuando el forraje se reemplaza por FFNF, el CMS aumenta.

La inclusión de FFNF en las dietas disminuyó la producción de leche siendo la BFNF la que obtuvo un promedio más bajo (1.21 L/día) respecto a las dietas AA, C y AFNF (1.40, 1.27 y 1.25 L/día). Según Allen y Grant (2000) y Zhang et al. (2010) la producción de leche aumenta cuando se sustituye el forraje por fuentes de fibra no forrajera, en los resultados obtenidos en este estudio no coinciden con los reportados por esos investigadores.

En cuanto a la eficiencia lechera también se encontró una diferencia estadística ( $P < 0.05$ ) entre la dieta C y AFNF (0.81 vs 0.62 respectivamente). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Holt et al (2010) en un estudio donde reemplazó parcialmente el silo de maíz por FFNF en donde tendió a disminuir ( $P = 0.08$ ) la eficiencia lechera. Por su parte Ranathunga et al. (2010) y Kanjanapruthipong et al. (2015) observaron que la ELch aumentó linealmente ( $P < 0.07$ ) cuando se sustituye el almidón del maíz por fuentes de fibra no forrajera observando que la mayor eficiencia lechera se observó para la dieta con la menor concentración de almidón,

estos autores lo atribuyen a una menor disponibilidad de grasa y proteína de los DDGS en el rumen y al aumento del paso al intestino delgado, donde son utilizados directamente por el animal con una mayor eficiencia.

Se requiere realizar mayor investigación en cabras, de la sustitución de alfalfa con fuentes de fibra no forrajera para determinar el efecto que tiene sobre los microorganismos del rumen, pH ruminal, la producción de ácidos grasos volátiles, y la composición química de la leche.

## VI CONCLUSIÓN

La sustitución de alfalfa con fuentes de fibra no forrajera (cascara de soya, semillas de algodón y salvado de trigo) en dietas de cabras lecheras se obtuvo un aumento en el consumo de materia seca, pero se redujo la producción de leche y la ELch. Además se encontró que la dieta alta en AA y BFFN no mostró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) con respecto a la dieta C en la ELch (0.68 y 0.62 vs 0.81 L/día respectivamente). Pero si hubo diferencia ( $P < 0.05$ ) entre la dieta C y la dieta AFNF (0.81 vs 0.62). Por lo que concluimos que al medir la ELch la sustitución de forraje con una dieta alta en FFNF no es recomendable en cabras pero si con una dieta baja en FFNF ya que tiene mayor eficiencia.



## VII LITERATURA CITADA

- Allen, D. M. y Grant R. J. 2000. Interactions Between Forage and Wet Corn Gluten Feed as Sources of Fiber in Diets for Lactating Dairy Cows. *J Dairy Sci*-. 83(2): 322–331.
- Bal, M. A y Büyükkunal Bal, E. B. 2010. Interaction between particle sizes of alfalfa hay and corn grain on milk yield, milk composition, chewing activity, and ruminal pH of dairy cows. *Turk. J. Vet. Anim. Sci*-. 34(1): 83-89.
- Beauchemin, A. K., Yang, Z. W. y Rode, M. L. 2003. Effects of Particle Size of Alfalfa-Based Dairy Cow Diets on Chewing Activity, Ruminal Fermentation, and Milk Production. *J. Dairy Sci*-. 86(2):630–643.
- Boerman, J. P., Potts, S. B., VandeHaar, M. J., Allen, M. S. y Lock, A. L. 2015. Milk production responses to a change in dietary starch concentration vary by production level in dairy cattle. *J. Dairy Sci*-. 98(7): 4698–4706.
- Bradford, B. J y Mullins, C. R. 2012. Invited review: Strategies for promoting productivity and health of dairy cattle by feeding nonforage fiber sources. *J. Dairy Sci*-. 95(9): 4735–4746.
- Beauchemin, A. K. y Yang, Z. W. 2005. Effects of Physically Effective Fiber on Intake, Chewing Activity, and Ruminal Acidosis for Dairy Cows Fed Diets Based on Corn Silage. *J. Dairy Sci*-. 88(6):2117–2129.
- Britt, J. S., Thomas, R. C., Speer, N. C., y Hall M. B. 2003. Efficiency of Converting Nutrient Dry Matter to Milk in Holstein Herds. *J. Dairy Sci*-. 86(11): 3796–3801.

- Cabrita, A. R. J., Bessa, R. J. B., Alves, S. P., Dewhurst, R. J. y Fonseca, A. J. M. 2007. Effects of dietary protein and starch on intake, milk production, and milk fatty acid profiles of dairy cows fed corn silage-based diets. *J. Dairy Sci.* 90: 1429–1439.
- Casper, P. D. 2008. Factors Affecting Feed Efficiency of Dairy Cows. Tri-State Dairy Nutrition Conference. Ed. ML Eastridge. 133-144.
- Connor, E. E. 2014. Invited review: Improving feed efficiency in dairy production: challenges and possibilities. *Animal, The Animal Consortium* 2014 9(3): 395–408.
- Esparza, F. D., Veliz, D. F. G., Gaytan, A. L. R., Rodríguez, M. R., y Robles, T. P. A. 2012. Efecto de la fibra detergente neutro físicamente efectiva (feFDN) y el nivel de forraje sobre el consumo de materia seca, pH ruminal, la producción y la composición de leche en cabras. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. (15): 471–479.
- Eun, S. J., Kelley, W. A., Neal, K., Young, J. A. y Hall, O. J. 2014. Effects of altering alfalfa hay quality when feeding steam-flaked versus high-moisture corn grain on ruminal fermentation and lactational performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97(12):7833–7843.
- Farmer, E. R., Tucker, H. A., Dann, H. M., Cotanch, K. W., Mooney, C. S., Lock, A. L., Yagi, K. y Grant, R. J. 2014. Effect of reducing dietary forage in lower starch diets on performance, ruminal characteristics, and nutrient digestibility in lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 97(9): 5742–5753.

- Fredin, S. M., Akins, M. S., Ferraretto, L. F. y Shaver, R. D. 2015. Effects of corn-based diet starch content and neutral detergent fiber source on lactation performance, digestibility, and bacterial protein flow in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 98(1): 554–565.
- Ghazal, S., Berthelot, V., Friggens, C. N., y Schmidely, P. 2012. Influence of a supplement containing conjugated linoleic acid on dairy performance, milk fatty acid composition, and adipose tissue reactivity to lipolytic challenge in mid-lactation goats. *J. Dairy Sci.* 95(12): 7308–7318.
- Heins, B. J., L. B. Hansen, A. J. Seykora, A. R. Hazel, D. G. Johnson, y Linn, J. G. 2008. Crossbreds of jersey x holstein compared with pure holsteins for body weight, body condition score, dry matter intake, and feed efficiency during the first one hundred fifty days of first lactation. *J. Dairy Sci.* 91: 3716-3722.
- Hutjens, M. F. 2005. Dairy Efficiency and Dry Matter Intake. Proceedings of the 7th Western Dairy Management Conference. Reno, NV.
- Hall, M. B. 2004. Using Feed Efficiency as a Ration Evaluation and Nutrient Management Tool. *Advances in Dairy Technology.* (16): 29-36.
- Hall, M. B. 2008. What you feed vs what you get: Feed efficiency as a evaluation tool. En: Proceeding 14 th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium.
- Holt, M. S., Williams, C. M., Dschaak, C. M., Eun, J. S. y Young, A. J. 2010. Effects of corn silage hybrids and dietary nonforage fiber sources on feed intake,

digestibility, ruminal fermentation, and productive performance of lactating Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93(11) :5397–5407.

Kanjanapruthipong, J., Junlapho, W. y Karnjanasirm, K. 2015 Feeding and lying behavior of heat-stressed early lactation cows fed low fiber diets containing roughage and nonforage fiber sources. *J. Dairy Sci.* 98(2):1110–1118.

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.

Linn, J. 2006 Feed Efficiency: Its Economic Impact In Lactating Dairy Cows. University of Minnesota, Department of Animal Science. (18):19-28.

Linn, J., y M.-. Raeth-Knight. 2005. Using feed efficiency to evaluate performance of lactating dairy cows. En: Proceedings of the California Animal Nutrition Conference, May 11-12.

Linn, J. M., T. Trulla, D. Casper, y M. Raeth-Knight. 2005. Feed efficiency of lactating dairy cows. University of Minnesota, st. Paul, mn. Extension service.

Linn, Z., Macleod, I. y Pryce, J. E. 2013. Short communication: Estimation of genetic parameters for residual feed intake and feeding behavior traits in dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 96(4); 2654-2656.

Martinez, A. y Alejandro, A. 2015. Fisiología e Implicaciones productivas del consumo residual de alimento en bovinos. *Rev. Zootecnia.* 2(1): 28-39.

Mertens, D. R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J Dairy Sci.* 80: 1463-1481.

- Min, B. R., Hart, S. P., Sahlu, T. y Satter, L. D. 2005. The Effect of Diets on Milk Production and Composition, and on Lactation Curves in Pastured Dairy Goats. *J. Dairy Sci.* 88(7): 2604 – 2615.
- Moallem, U., Lehrer, H., Livshitz, L., Zachut, M. y Yakoby, S. 2009. The effects of live yeast supplementation to dairy cows during the hot season on production, feed efficiency, and digestibility. *J. Dairy Sci.* 92: 343-351.
- Montoya, A. J. A., Correa, C. H. J. y Galvis, G. R. D. 2015. Effect of choline and methionine protected on intake, Lipid Mobilization, Production and composition of milk in Holstein Cows. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia.* 10(2): 179-192.
- Nousiainen, J., Shingfield, K. J. y Huhtanen, P. 2004. Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. *J. Dairy Sci.* 87: 386–398.
- Onetti, S. G., Reynal, S. M. y Grummer, R. R. 2004. Effect of alfalfa forage preservation method and particle length on performance of dairy cows fed corn silage-based diets and tallow. *J. Dairy Sci.* 87: 652-664.
- Plaizier, J. C. 2004. Replacing chopped alfalfa hay with alfalfa silage in barley grain and alfalfa-based total mixed rations for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87: 2495-2505.
- Perry, W. C. y Armentano, L. E. 1997. Replacement of Alfalfa Neutral Detergent Fiber with a Combination of Nonforage Fiber Sources. *J Dairy Sci.* 80:675–680

- Ranathunga, S. D., Kalscheur, K. F., Hippen, A. R. y Schingoethe, D. J. 2010. Replacement of starch from corn with nonforage fiber from distillers grains and soyhulls in diets of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93(3):1086–1097.
- Schingoethe, D. J., Linke, K. N., Kalscheur, K. F., Hippen, A. R., Rennich, D. R. y Yoon, I. 2004. Feed efficiency of mid-lactation dairy cows fed yeast culture during summer. *J. Dairy Sci.* 87: 4178–4181.
- Schwab, E. C., Shaver, R. D., Shinnors, K. J., Lauer, J. G. y Coors, J. G. 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.
- Shirley, J. E. 2006. Feed Efficiency is an Important Management Tool for Dairy Producers. High Plains Dairy Conference.
- Salvador, A. y Martínez, G. 2007. Factores que afectan la producción y composición de la leche de cabra: Revisión bibliográfica. *Rev. Fac. Cs. Vets.* 48: 61-76.
- Silva, O. T., Paula, L. F., Jose, S. C., Ferreira, B. D., Carlos, P. J. y Tilemahos, Z.J. 2014. Factors affecting feed efficiency in dairy goats. *R. Bras. Zootec.* 43(10): 524-529.
- Soita, H. W., Fehr, M., Christensen, D. A. y Mutsvangwa, T. 2005. Effects of corn silage particle length and forage:Concentrate ratio on milk fatty acid composition in dairy cows fed supplemental flaxseed. *J. Dairy Sci.* 88: 2813-2819.

- Tyrrell, H. F., y Reid, J. T. 1965. Prediction of the energy value of cow's milk. *J. Dairy Sci.* 48: 1215-1223.
- VanderHaar, M. J., Armentano, L. E., Weigel, K., Spurlock, D. M., Tempelman, R. J. y Veerkamps, R. 2016. Harnessing the genetics of the modern dairy cow to continue improvements in feed efficiency. *J. Dairy Sci.* 99 (6): 4941–4954.
- Veekamp, R. F. 1998. Selection for economic efficiency of dairy cattle using information on live weight and feed intake: A review. *J. Dairy Sci.* 81: 1109-1119.
- Yang, W. Z., y Beauchemin, K. A. 2007. Altering physically effective fiber intake through forage proportion and particle length: Digestion and milk production. *J. Dairy Sci.* 90: 3410-3421.
- Yang, W. Z., y Beauchemin, K. A. 2009. Increasing physically effective fiber content of dairy cow diets through forage proportion versus forage chop length: Chewing and ruminal pH. *J. Dairy Sci.* 92: 1603-1615.
- Yang, W. Z., Beauchemin, K. A y Rode, L. M. 2002. Effects of particle size of alfalfa-based dairy cow diets on site and extent of digestion. *J. Dairy Sci.* 85: 1958-1968.
- Zhang, S. Z., Penner, G. B., Abdelqader, M. y Oba, M. 2010. Effects of feeding alfalfa hay on chewing, rumen pH, and milk fat concentration of dairy cows fed wheat dried distillers grains with solubles as a partial substitute for barley silage. *J. Dairy Sci.* 93(7): 3243–3252.