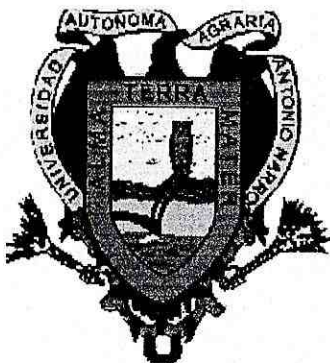


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**“EFECTO DE LA UREA DE LIBERACIÓN LENTA EN LA  
DIETA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN CABRAS**

**POR:**

**TANIA BERENICE RICO SALCIDO**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
TITULO DE:**

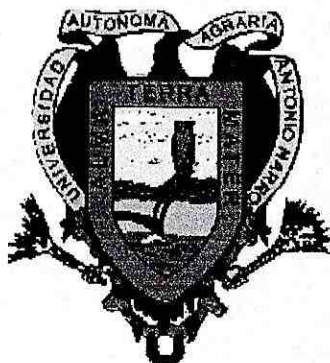
**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREON, COAHUILA, MÉXICO**

**FEBRERO DE 2006**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**“EFECTO DE LA UREA DE LIBERACIÓN LENTA EN LA  
DIETA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN CABRAS**

**TESIS POR:**

**TANIA BERENICE RICO SALCIDO**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
TITULO DE:**

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**ASESOR PRINCIPAL:**

**M. C. PEDRO ANTONIO ROLES TRILLO**

**COLABORADORES:**

**DR. RAFAEL RODRÍGUEZ MARTÍNEZ  
M. C. JAIME ROMERO PAREDES RUBIO**

**TORREON, COAHUILA, MÉXICO**

**FEBRERO DE 2006**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**"EFECTO DE LA UREA DE LIBERACIÓN LENTA EN LA  
DIETA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN CABRAS**

TESIS  
APROBADA POR:



---

**M.C. PEDRO ANTONIO ROBLES TRILLO  
PRESIDENTE DEL JURADO**



---

**M.V.Z ERNESTO MARTINEZ ARANDA  
COORDINADOR DE LA ADMINISTRACION DE CIENCIA  
ANIMAL**



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal  
UAAAN - UL

**TORREON, COAHUILA, MÉXICO**

**FEBRERO2006**

**“EFECTO DE LA UREA DE LIBERACIÓN LENTA EN LA  
DIETA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN  
CABRAS”**

TRABAJO DE TESIS APROBADO BAJO LA EVALUACIÓN  
DEL COMITÉ DE SINODALES Y APROBADA COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**M. C. PEDRO ANTONIO ROBLES TRILLO**

**VOCAL**

---

**DR. RAFAEL RODRIGUEZ MARTINEZ**

**VOCAL II**

---

**M. V. Z. SILVESTRE MORENO AVALOS**

**VOCAL SUPLENTE**

---

**M. C. DAVID VILLARREAL REYES**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro porque me dio las bases para mi formación profesional y un desempeño futuro.

Al INIFAP, en especial al M.C. Jaime Romero por su ayuda técnica.

A Alltech de México S. A. de C. V. por la donación del producto que se utilizó en esta investigación.

Al M.C. Pedro Antonio Robles Trillo por darme los medios para realizar mi trabajo de tesis.

A toda mi familia, en especial a mis padres y a mi hermana, por confiar en mi y ayudarme a salir adelante, porque sin su apoyo nada de esto hubiera sido posible desde el momento que inicie mi carrera.

A mis amigos, en especial a Daniela y Alfredo por su ayuda y sus consejos en todo momento.

Al M.V.Z. Silvestre Moreno porque más que un profesor es un gran amigo.

A Manuel por su apoyo incondicional y por su ayuda durante los muestreos de este trabajo.

## Resumen

Se utilizaron 10 cabras de la raza Alpina con un promedio de 79 días en lactancia en un diseño experimental de switch-back para determinar el efecto de la administración dietética de la urea de liberación lenta sobre el consumo de materia seca (CMS) y la producción de leche. Se formaron al azar dos grupos de cinco cabras, a uno de ellos se le administró una dieta sin urea de liberación lenta ULL, a éste se le denominó (GC), y al otro grupo se le proporcionó una ración con 20 gr de ULL a este grupo se le llamó (GT). Se tuvieron tres períodos de trece días en los cuales los animales recibieron las dietas intercambiadamente, en cada uno de ellos las cabras recibieron las dietas por un lapso de adaptación de diez días, seguidos de tres días de toma de muestra de la producción de leche. Los animales fueron alojados en jaulas individuales y para determinar el peso la cantidad de materia seca (MS) ofrecida diariamente, la cantidad de MS rechazada se determinó calculando la cantidad de MS rechazada cada tercer día. La ordeña realizó dos veces por día (9:30 y 16:30 h). No se observaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en el consumo de materia seca, ni en la cantidad de leche producida, aunque numéricamente se observó una mayor producción en el GT (1.63 vs 1.42 L). La respuesta a la inclusión de ULL en la dieta cabras no fue diferente al grupo control que incluyó proteína degradable en forma de soya, lo cual sugiere embargo la posibilidad de utilizarla en la ración de cabras en lactación.

## **Introducción**

Según la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de Norte América (National Research Council, 2001) (NRC, por sus siglas en ingles) la proteína cruda se divide en proteína degradable (PDR), proteína no degradable en el rumen (PNDR), proteína metabolizable (PM).

Generalmente, la proteína en la dieta se refiere como proteína cruda la cual se define como el contenido de nitrógeno de los alimentos por 6.25. esta definición esta basada en que el promedio de contenido de nitrógeno en un alimento es de 16g por cada 100g de proteína (National Research Council, 2001). Los requerimientos de proteína de los rumiantes se han expresado en base a las necesidades de proteína cruda en la dieta. La degradación de la proteína en el rumen es uno de los factores básicos más importantes en los nuevos sistemas de evaluación de la proteína. Hay muchas similitudes de necesidades de aminoácidos entre especies animales, mismas que son afectadas por los siguientes factores: crecimiento fisiológico, (función mantenimiento, producción o reproducción), niveles de complementación y suplementación de nutrientes y aditivos, y las condiciones del medio.

Existen condiciones especiales deberían ser dadas para estimar las necesidades de proteína por el rumiante. En adición a las necesidades del huésped, hay requerimientos de nitrógeno para la microflora si es que espera que los rumiantes utilicen el forraje y otras fuentes de energía conteniendo almidón (National Research Council, 2001) . Después que las necesidades proteicas del rumen han sido establecidas para un rendimiento en particular o para una función, entonces las necesidades para suplementación pueden ser determinadas después

de permitir las contribuciones proteicas de los ingredientes energéticos de la dieta.

El uso óptimo de la PC de la dieta requiere la selección de fuentes complementarias de proteínas que proporcionen los tipos y las cantidades de PDR que cumplirán, mas no excederán, el requerimiento de N por los microorganismos ruminales; la mayoría de las fuentes de PC tienen digestibilidades verdaderas altas, por lo tanto, el aumento en el consumo de PC que no sea nitrógeno será catabolizado a urea (Gabler y Heinrichs, 2003).

Para ello el uso de nitrógeno no proteico es una alternativa para administrar nitrógeno a los microorganismos ruminales. Se sabe que la relativa efectividad de la urea es mayor cuando se suministra en una dieta alta en energía y ligeramente deficiente en proteína, en la cual solo una pequeña cantidad de urea o proteína es necesitada para corregir las deficiencias (Van Soest, 1982). Debido a la solubilidad alta de la urea, cuando ésta se administra en las raciones para rumiantes, se requiere de la complementación de energía para lograr una sincronía en la disponibilidad de N y esqueletos de carbono para la formación aminoácidos por parte de los microorganismos del rumen (Van Soest, 1982).

Recientemente, Tedeschi et al.(2002) reportan el uso de urea de liberación (ULL) lenta en el rumen, la cual podría lograr la sincronización en la liberación de N y energía para mejorar la eficiencia productiva de las vacas. Desafortunadamente, existe poca información sobre el efecto de la ULL sobre la eficiencia productiva en cabras en lactación.

Considerando la actividad de las cabras y las características de la degradabilidad de la urea protegida es posible reemplazar a la harina de soya con ULL, sin afectar el consumo de materia seca(CMS) y la producción de leche.(Galo



et al;2003)

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la administración de ULL sobre el consumo de materia seca y producción de leche en caprinos

## **Revisión de Literatura**

### **1.-Requerimientos de proteína.**

La proteína degradable puede ser administrada en formas diversas ya sea de origen vegetal o como NNP. Tradicionalmente, los requerimientos de proteína de los rumiantes se han expresado en base a las necesidades de proteína cruda en la dieta. La degradación de la proteína en el rumen es uno de los factores básicos más importantes en los nuevos sistemas de evaluación de la proteína (National Research Council, 2001).

Las metas a satisfacer de la nutrición de la proteína de la vaca lechera son 1) proporcionar las cantidades adecuadas de la proteína degradable en el rumen (RDP) para maximizar la síntesis de proteína microbiana en el rumen y 2) el tipo de la proteína no degradable en el rumen (PND) que optimizará el perfil y la cantidad de aminoácidos absorbidos (Melendez et al., 2000).

Los aminoácidos y la proteína son los elementos vitales requeridos por la vaca lechera para el mantenimiento, crecimiento, reproducción y lactancia (Karls y Russell, 2001).

Según el NRC la proteína cruda se divide en proteína degradable (PDR) y proteína no degradable en el rumen (PNDR), proteína metabolizable (PM), y al proteína absorbida. (Karls y Russell, 2001)

La PC en dietas de rumiante sirve como fuente de la proteína metabolizable proporcionando la proteína degradable para maximizar la síntesis de proteína microbiana ruminal y la proteína no degradable (Karls y Russell, 2001)

Generalmente, la proteína en la dieta se refiere como proteína cruda la cual se define como el contenido de nitrógeno de los alimentos por 6.25. esta definición

esta basada en que el promedio de contenido de nitrógeno en un alimento es de 16 g por cada 100 g de proteína. (Van Soest, 1982).

El contenido de PC incluye al nitrógeno proteico (NP) y no proteico (NNP). Los alimentos pueden variar ampliamente en su proporción de proteína y NNP en el porcentaje y duración de la degradación de la proteína en el rumen y en la digestibilidad intestinal y en la composición de los aminoácidos de la proteína no degradable en el rumen (PNDR) (Van Soest, 1982).

El NNP en los alimentos y en los suplementos como la urea y las sales de amonio se considera que se degradan completamente en el rumen (NRC; 2001, Van Soest; 1982).

Los alimentos contienen diferentes proteínas y varios tipos de compuestos de NNP. Las proteínas son moléculas grandes que difieren en tamaño, forma, función solubilidad y composición de aminoácidos han clasificado las proteínas por su estructura tridimensional y las características de solubilidad. Los ejemplos de la clasificación basada en la solubilidad pueden incluir proteínas globulares (albúminas, globulinas, glutelinas, prolaminas, histonas) y proteínas fibrosas (colágeno, elastina y queratina). Las proteínas globulares son comunes en todos los alimentos mientras que las fibrosas se limitan a alimentos de origen animal y marino. (NRC;2001; Van Soest; 1982). Generalmente, los alimentos de origen vegetal contienen todas las proteínas globulares pero en diferentes cantidades.

Los alimentos también contienen cantidades variables de compuestos de NNP de bajo peso molecular. Estos compuestos incluyen péptidos, aminoácidos libres, ácidos nucleicos, amidas , aminos y amoniaco. (NRC, 2001).

Los forrajes de pastos y leguminosas contiene las concentraciones más grandes y variables de NNP. (NRC, 2001).

La eficacia de la alimentación de la proteína se maximiza cuando el nitrógeno (N) provisto en la dieta iguala el N requerido por los microorganismos del rumen y los tejidos del rumiante (Baker et al., 1995b).

El NNP puede ser usado efectivamente como una fuente de N para los microorganismos ruminales en las dietas para ganado lechero y de carne. La cantidad de NNP que puede usarse está limitada por la hidrólisis rápida del nitrógeno de esas fuentes (Baker et al., 1995b).

Esta degradación a amoniaco puede ocurrir a una tasa más rápida que la utilización del  $\text{NH}_3$  por las bacterias ruminales, resultando en la acumulación y escape de este elemento por las paredes ruminales. El resultado neto es que una gran parte del N de las fuentes de NNP se desperdicia y no es utilizado por las bacterias del rumen (Galo et al., 2003).

Los compuestos de NNP de liberación lenta, que se usan en la alimentación de rumiantes, incluyen: diurea, acetilurea, biuret, urea protegida con aceite de semilla de linaza y urea tratada con formaldehído. Estos compuestos no han tenido tantas ventajas como la urea porque una parte sustancial del NNP que poseen pueden abandonar el rumen sin ser convertido a amoniaco, reduciendo su incorporación a la proteína microbiana y también porque la transformación a amoniaco de estos compuestos en el rumen, es mas lenta que la urea, aunque estos son mas rápidos para optimizar la producción de proteína por las bacterias ruminales (Galo et al., 2003).

De acuerdo a Tamminga citado por (Frank y Swensson, 2002) el contenido

de nitrógeno en las dietas para las vacas lecheras no debe exceder de 30 g de N/kg de materia seca (MS), esto corresponde a un contenido de PC de 187 g/kg de MS o 18.7% de PC.

En un estudio realizado por (McCormick et al., 1999) se evaluó la sustitución de gluten de maíz y harina de sangre por harina de soya y esta última aumentó la proteína no degradable en rumen (PNDR) y disminuyó el nitrógeno ureico en plasma (PUN, por sus siglas en inglés) pero no mejoró la reproducción de las vacas altas productoras.

### **1.1. Uso de la urea como sustituto de proteína para rumiantes.**

Hay muchas similitudes entre especies animales para las necesidades de proteína o de aminoácidos a nivel tisular. El crecimiento fisiológico (función mantenimiento, producción o reproducción), niveles de complementación y suplementación de nutrientes y aditivos y las condiciones del medio, son entre los factores que afectan las necesidades de aminoácidos para el animal (National Research Council, 2001).

Condiciones especiales deberían ser dadas para estimar las necesidades de proteína por el sistema biológico de los rumiantes. En adición a las necesidades del huésped, hay requerimientos de nitrógeno para la microflora si es que espera que los rumiantes utilicen el forraje y otras fuentes de energía conteniendo celulosa (Van Soest, 1982).

Después que las necesidades proteicas del rumen han sido establecidas para un rendimiento en particular o para una función, entonces las necesidades para suplementación pueden ser determinadas después de permitir las

contribuciones proteicas de los ingredientes energéticos de la dieta (Roseler et al., 1993).

Un rumiante joven creciendo rápidamente puede responder significativamente mas a las dietas suplementadas con proteína preformada, tal como la harina de soya, que a las dietas suplementadas totalmente. Sin embargo, ha sido demostrado muchas veces que la urea es una fuente satisfactoria de proteína en dietas para rumiantes (Amburgh, 2003).

El grado de deficiencias en al dieta de un rumiante también ejerce una fuerte influencia sobre la relativa efectividad de la suplementación con urea, comparada con la suplementación de proteína vegetal. Sabe que la relativa efectividad de la urea es mayor cuando se suministra en una dieta alta en energía y ligeramente deficiente en proteína, en la cual solo una pequeña cantidad de urea o proteína es necesitada para corregir la deficiencia. Es menos conocido el hecho de que cuando se suministra urea en una dieta similar, pero mucho mas deficiente, la urea es muy beneficiosa, pero puede ser menos eficiente en satisfacer el total deficiencia comparada con la suplementación de proteína vegetal (Baker et al., 1995a).

## **2. Degradación del nitrógeno en el rumen.**

La proteína degradable en el rumen (PDR) es desnaturalizada por los microorganismos ruminales para la formación de proteína (Bohnert et al., 2002; Broderick, 2003). Muchos de los nutrientes requeridos para el crecimiento de los microorganismos ruminales se derivan de la degradación de la PDR (Bohnert et al., 2002). La PDR es la suma de las fracciones proteicas A, B1, B2 y B3 (Gabler y Heinrichs, 2003). El suministro de PDR para el uso del amoníaco está en función

de la materia orgánica fermentable en el rumen (Baker et al., 1995a). Se cree que la proteína soluble (A y B1) está disponible inmediatamente para su uso por los microorganismos ruminales y químicamente se define como las fracciones de proteína disueltas en un buffer boratofosfato, y típicamente son las fracciones A y B1.

La PDR potencial (B2 y B3) no está disponible inmediatamente para su uso como la proteína soluble pero es degradada por fracciones con el tiempo, pero no toda la fracción B2 y B3 pueden degradarse en el rumen debido a las proteínas ligadas a la lignina, a las tasas de paso y al manejo alimenticio (Gabler y Heinrichs, 2003).

Dada las diferencias de la degradación entre las fracciones de PDR (A, B1, B2 y B3) pueden afectar el uso total de la proteína y de otros nutrientes (Gabler y Heinrichs, 2003).

El balance de proteína degradada en el rumen es igual a la cantidad de proteína microbiana que es sintetizada potencialmente de la proteína degradable en el rumen y la cantidad de proteína microbiana extraída de la energía durante la fermentación en el rumen (Schepers y Meijer, 1998). El aumento del contenido de energía en la dieta puede aumentar el requerimiento de PDR (Broderick, 2003).

El uso óptimo de la PC de la dieta requiere la selección de fuentes complementarias de proteínas que proporcionen los tipos y las cantidades de PDR que cumplirán, mas no excederán, el requerimiento de N por los microorganismos ruminales (Gabler y Heinrichs, 2003). La mayoría de las fuentes de PC tienen digestibilidades verdaderas altas; por lo tanto, el aumento en el consumo de PC que no sea nitrógeno secretado o depositado será catabolizado a urea (Broderick,

2003).

La forma principal de nitrógeno utilizado por los microorganismos ruminales es el amoníaco y este se forma durante el proceso de degradación de las proteínas en el rumen y en el catabolismo de los aminoácidos en tejidos y está disponible como sustrato para la síntesis de proteína microbiana en el rumen (Van Soest, 1982; Zhu et al., 2000; Van Duinkerken et al., 2005). El amoníaco es la fuente de N preferida por las bacterias que digieren la fibra y también se requiere por el almidón, azúcar y por los fermentos secundarios para la síntesis de proteína (Song y Kennelly, 1990).

La proteína microbiana es derivada de una mezcla compleja de organismos que fluyen fuera del rumen, incluyendo las bacterias asociadas con el fluido y las fases de partícula, más los protozoarios (Reynal et al., 2003).

Principalmente, la síntesis de proteína microbiana es afectada por las concentraciones ruminales de los compuestos que contienen N y por la cantidad de materia orgánica disponible para la fermentación (Soto-Navarro et al., 2003). Para asegurar la síntesis máxima de proteína microbiana, Hoover y Stokes citados por Gustafsson y Palmquist (1993) sugirieron que los carbohidratos no estructurales deben constituir del 35 al 45% de la MS de la dieta.

Las bacterias son extraordinariamente eficientes eliminando el amoníaco si es poco, pero dejarán que se acumule en fase líquida si el suministro excede sus necesidades (Van Soest, 1982).

El suministro de N promueve el crecimiento microbiano por encima del límite del requerimiento, el cual está dado los carbohidratos fermentables disponibles, la producción de ATP y la eficiencia de conversión de las células



microbianas (Van Soest, 1982).

El exceso de proteína cruda es degradado a amoníaco por los microorganismos ruminales y es absorbido en el torrente sanguíneo y convertido rápidamente por el hígado en urea debido a que es tóxico para los tejidos animales (Van Soest, 1982; DePeters y Ferguson, 1992; Baker et al., 1995a; Jonker et al., 1998; McCormick et al., 1999; Rajala-Schultz et al., 2001; Bohnert et al., 2002; Wood et al., 2003; Van Duinkerken et al., 2005).

La PNDR no es una fracción constante y varía dependiendo de la tasa de flujo del rumen o de la tasa de degradación proteica en el mismo (Frank y Swensson, 2002). La PNDR es digerida directamente por la vaca, ya que pasa al intestino delgado para su digestión enzimática y su absorción potencial en forma de péptidos y aminoácidos libres (Bohnert et al., 2002; Broderick, 2003). Existe evidencia que la alimentación con PNDR mejora el rendimiento en las cabras lecheras (Mishra y Rai, 1996). Se ha reconocido que el tratamiento con calor en los alimentos es una forma efectiva de reducir la degradación proteica en el rumen (Lu et al., 1990).

De los alimentos disponibles que son altos en PNDR, la harina de pescado es a veces la más efectiva para mejorar la producción de leche (Burke et al., 1997).

### **3.- Digestión y absorción de proteína en el intestino.(proteína metabolizable)**

Se define la proteína metabolizable (P. M.) como la cantidad neta de proteína o de aminoácidos , que provienen de la alimentación y de los microorganismos formados en el rumen absorbidos en el intestino delgado (National Research

Council, 2001). La proteína verdadera digerida en el intestino delgado es la proteína que escapa de la degradación del rumen, la proteína microbiana sintetizada en el rumen, y las pérdidas endógenas de proteína en el tracto digestivo (Schepers y Meijer, 1998).

La proteína verdadera digerida en el intestino delgado se requiere para mantenimiento, síntesis de proteína en leche, síntesis de proteína tisular, y reemplazo de las pérdidas endógenas de N; siendo esto influenciado por la composición de los aminoácidos de la proteína digestible ileal. (Hof et al., 1997; Van Duinkerken et al., 2005)

La cantidad y la calidad de la proteína que llega al intestino delgado está influenciadas por el consumo de PNDR o por la síntesis de proteína microbiana en el rumen (Soto-Navarro et al., 2003). A veces la cantidad y la calidad de la proteína absorbida en el intestino delgado puede limitar la producción de leche (Nousiainen et al., 2004).

#### **4. Metabolismo tisular del nitrógeno**

##### **4.1 Producción de urea**

La urea es el producto final más importante del metabolismo del nitrógeno y las proteínas en la mayoría de los mamíferos, incluyendo las cabras (Harmeyer y Martens, 1980; Baker et al., 1995a; Broderick y Clayton, 1997; Kauffman y St-Pierre, 2001; Rajala-Schultz et al., 2001) y es medible en el torrente sanguíneo y en la leche (Rajala-Schultz et al., 2001). Al menos el 70% del N ingerido diariamente pasa a través del ciclo de la urea del cuerpo (Harmeyer y Martens, 1980).

Cuando la cantidad total de urea en el cuerpo permanece sin cambio, el

porcentaje que entra al organismo es igual al de su eliminación, entonces, el sistema está en equilibrio. Bajo estas condiciones el porcentaje de entrada de urea también podría señalarse como la tasa de retorno total o de flujo total (Harmeyer y Martens, 1980)

Las medidas del cambio total de urea proporcionan información para evaluar el porcentaje de proteína y el metabolismo del nitrógeno en el rumiante. El rango amplio del retorno total de urea refleja una habilidad particular que tienen los rumiantes para adaptar el metabolismo del N a diferentes condiciones de la dieta (Harmeyer y Martens, 1980)

La correlación entre el consumo diario de N y la tasa total de flujo de la urea responde al 77% de la variación entre la entrada total de urea y el consumo de N, la cual se describe en su mayoría por esta relación, sin importar el tipo de N suministrado en la dieta (proteína natural o NNP), ni el esquema de alimentación aplicado (por hora o dos veces al día), tampoco por la ruta por la que se suministre el N (oralmente o por infusión abomasal). El amoníaco absorbido del rumen ejerce un efecto estimulante sobre la síntesis de urea, como lo hacen los aminoácidos absorbidos en el intestino delgado (Harmeyer y Martens, 1980).

La síntesis de urea en el cuerpo no es afectada por la ruta de transporte del N del intestino al hígado. Por ejemplo, si el alimento tiene grandes cantidades de proteínas solubles o NNP, las cuales se degradan y aumenta la absorción de amoníaco en el rumen, se puede esperar un efecto inmediato sobre la producción de urea. La mayor parte del amoníaco absorbido es tomado directamente por el hígado antes de pasar al torrente sanguíneo, y estimula la producción de urea directamente (Harmeyer y Martens, 1980). Estos mismos autores opinan que la

cantidad de N consumido diariamente en la dieta es el principal determinante de la síntesis de urea, pero su fuente y el sitio de absorción no afectan mucho la tasa de síntesis de urea.

Alrededor de dos horas posteriores al consumo de alimento, se detecta un aumento en el nivel de amoniaco en el líquido ruminal (Van Duinkerken et al., 2005). Bodeker et al. citados por De Peters y Ferguson, Rémond et al. y Gabler y Heinrichs (1992; 1993; 2003, respectivamente), propusieron que el amoniaco es removido del fluido ruminal por tres rutas: 1) flujo de líquido desde el rumen, 2) absorción a través de la pared ruminal, y 3) incorporación a la proteína microbiana. Las dos primeras rutas pueden contribuir a aumentar la cantidad de nitrógeno ureico en sangre (BUN, por sus siglas en inglés). Después, el BUN alcanza su pico de 1.5 a 2 horas (Gustafsson y Palmquist, 1993; Van Duinkerken et al., 2005). Finalmente, el nitrógeno ureico en leche (MUN, por sus siglas en inglés) se equilibra con el BUN con un retraso de 1 a 2 horas (Gustafsson y Palmquist, 1993; Rodriguez et al., 1997). En total, el tiempo promedio entre el consumo de N en la dieta y el pico del MUN es de 5 horas (Van Duinkerken et al., 2005).

En los rumiantes más del 60% del N en la urea plasmática podría derivarse del amoniaco del rumen (Harmeyer y Martens, 1980). La toma del N absorbido en el torrente sanguíneo de la vaca lechera resulta de la difusión de amoniaco del rumen (Jonker et al., 1998). La urea se forma del amoniaco, de los aminoácidos y el dióxido de carbono, formados durante la fermentación ruminal y en el metabolismo intermedio, a través de un proceso cíclico de 4 pasos dependiente de ATP con citrulina y aspartato como compuestos transportadores (Harmeyer y Martens, 1980; Van Duinkerken et al., 2005). Solo la mitad del nitrógeno ureico se

origina del amoniaco libre. El aspartato proporciona la otra parte de N siendo el donador específico en la conversión de citrulina a arginina (Harmeyer y Martens, 1980).

La conversión de amoniaco a urea por el hígado se estima que tiene un costo para el animal de 12 Kcal./g de nitrógeno excretado en exceso (Van Soest, 1982). Se ha sugerido que la energía empleada en la conversión de cantidades excesivas de amoniaco a urea en el hígado puede contribuir a una reducción en la producción de leche (Godden et al., 2001b).

La habilidad para transferir urea de la sangre al tracto gastrointestinal es común en la mayoría de los mamíferos, pero en los rumiantes la urea se puede suplementar a los microorganismos ruminales y por lo tanto proporcionar aminoácidos al animal (Marini y Van Amburgh, 2003). La transferencia de urea de la sangre al tracto gastrointestinal puede no estar controlada por la degradación de urea solo en el plasma. Los factores que afectan la ejecución de la hidrólisis de urea en el organismo son la cantidad y la digestibilidad de la energía del alimento (Harmeyer y Martens, 1980).

El retorno de la urea al tracto gastrointestinal se facilita cuando se dan dietas bajas en proteína y altas en energía, por ejemplo, cuando se necesita nitrógeno adicional en el rumen. El retorno requiere un cambio funcional de las estructuras gastrointestinales y se interpreta como un cambio de permeabilidad a la urea (Harmeyer y Martens, 1980).

La cantidad de urea que reingresa por vía sanguínea al rumen está afectada por la composición de la dieta, y más particularmente por el consumo de N y energía metabolizable (EM) (Rémond et al., 1993).

La urea se difunde de la sangre a la saliva y es llevada al rumen durante la rumia, también es transportada por la difusión desde la sangre (Van Duinkerken et al., 2005). El transporte de urea al rumen vía la saliva depende de la concentración de urea en el plasma y de las tasas de secreción salival (Rémond et al., 1993).

Se ha sugerido que el amoníaco del rumen puede inhibir la entrada de urea del la sangre a este órgano. Asumiendo que el espacio de la urea es una fracción constante del peso corporal y que el PUN representa la concentración del ciclo de la urea, el tamaño del ciclo y el tiempo del retorno pueden calcularse (Marini y Van Amburgh, 2003). Otros productos de la fermentación ruminal han estimulado la transferencia de urea al rumen, por ejemplo, CO<sub>2</sub> y los ácidos grasos volátiles, especialmente butirato, seguido de propionato y acetato. Los cambios en la permeabilidad del epitelio ruminal debido a los productos de fermentación proporcionan medios efectivos para regular el flujo endógeno en el rumen en relación a los requerimientos de N de la población microbiana (Harmeyer y Martens, 1980).

La urea se equilibra en el agua corporal y el análisis cinético sugiere la transferencia pasiva de urea del plasma a la leche junto con agua (DePeters y Ferguson, 1992; Baker et al., 1995a; Butler et al., 1996; Broderick y Clayton, 1997; Nousiainen et al., 2004). No hay una separación evidente de la urea con el agua en la glándula mamaria (Baker et al., 1995a). El equilibrio de los niveles de urea en sangre y leche es el resultado de la difusión de urea a lo largo de los tubulos y los ductos mamaros y a través de la mucosa en el alveolo (Gustafsson y Palmquist, 1993; Van Duinkerken et al., 2005)

#### **4.2. Nitrógeno ureico en sangre**

La concentración de urea en el plasma está relacionada positivamente con el consumo de N diario y puede servir como un índice de la tasa de entrada de urea (Harmeyer y Martens, 1980; Bohnert et al., 2002). El PUN refleja el porcentaje de proteína cruda en la dieta, la relación de PC a materia orgánica fermentable ruminalmente y metabolismo postruminal de proteínas (Roseler et al., 1993; Diab y Hillers, 1996; Pailan y Kaur, 1996). La concentración plasmática de urea ha sido de gran ayuda para predecir otros parámetros del metabolismo del N (Harmeyer y Martens, 1980).

El N en el BUN puede derivarse al menos de dos fuentes, la digestión de los compuestos nitrogenados en el tracto gastrointestinal o el catabolismo de los aminoácidos en el hígado (DePeters y Ferguson, 1992).

Los cambios en la concentración de urea en el plasma coinciden con los cambios del ciclo de la urea en el cuerpo. En términos cinéticos, el ciclo de la urea está controlado por la relación del porcentaje constante de la entrada de urea y las pérdidas irreversibles. Si la tasa constante de entrada de urea excede la tasa constante de las pérdidas irreversibles, el ciclo de la urea aumenta y viceversa. Por lo tanto, los cambios en el BUN no siempre reflejan los cambios en el porcentaje total de entrada de urea (Harmeyer y Martens, 1980; Cannas et al., 1998).

La relación estrecha entre la concentración de urea plasmática y el ciclo de la urea se basa en que la urea pasa fácilmente a través de la mayoría de las membranas celulares y se espera que sea distribuida equitativamente entre varios compartimientos de agua corporal, en los cuales la urea se disuelve. En cabras,

(Jonker et al., 1998; Bohnert et al., 2002). La sangre entra a los riñones a través de la arteria renal y es filtrada a través de las nefronas. Este proceso concentra la urea para su excreción en la orina. Debido al flujo contrario y a las diferencias en la permeabilidad de membrana en el asa de Henle ascendente y descendente, se crea un gradiente de concentración para la difusión de urea a la orina para remover la urea de la sangre.

El exceso de N en el rumen o en tejidos post-ruminales aumenta la concentración de urea en plasma y leche por encima de los valores base, aumenta la excreción de urea en la orina y sugiere un desperdicio de N e ineficiencia en la alimentación de proteína (Baker et al., 1995a).

Existen relaciones complejas entre la proteína y la energía de la dieta y la cantidad de proteína que será utilizada por la vaca lechera. Estas relaciones tienen ramificaciones importantes en la eficiencia de N total de la ración del hato (Broderick, 2003).

El exceso en los AA que se proporcionan a los tejidos puede resultar en la desaminación de los AA sin usar y en la conversión de estos en urea (Baker et al., 1995a).

El principal problema con el exceso de nitrógeno es la emisión de amoníaco de la orina y el excremento (Frank y Swensson, 2002). Los desechos animales pueden contribuir a la contaminación del medio ambiente con nitrógeno como amoníaco volátil en el aire, nitratos y N en la superficie del agua (Jonker et al., 1998).

Las concentraciones altas de urea en los fluidos corporales de las vacas reduce la eficiencia metabólica de la producción de leche, tiene un impacto



negativo sobre la salud y la reproducción y contribuye a la contaminación ambiente debido a que >95% de la urea endógena se excreta en la orina (Baker et al., 1995a; Jonker et al., 1998). El uso eficiente de N en la dieta debería reflejarse en las respuestas de producción que maximizan el N en leche como proteína verdadera y minimizan el N como MUN (Baker et al., 1995a).

La proteína suplementada puede aumentar la producción de leche por las siguientes razones: más aminoácidos (AA) para su síntesis proteica en leche, aumentando la energía disponible a través de la desaminación de los AA, o alterando la eficiencia de la utilización de los nutrientes absorbidos (Godden et al., 2001b).

Se ha demostrado que la sobrealimentación con proteína tiene un impacto negativo sobre la salud y la fertilidad del ganado lechero, ya que se disminuye la eficiencia reproductiva del ganado (McCormick et al., 1999; Sinclair et al., 2000; Godden et al., 2001b; Rajala-Schultz et al., 2001) porque se altera la fisiología del ovario y el útero, resultando en una insuficiencia luteal y pérdida embrionaria (Sinclair et al., 2000). También se disminuye el pH uterino, y se reducen las tasas de concepción, además se han reportado concentraciones bajas de progesterona en estos animales (Butler et al., 1996). La sobrealimentación también contribuye a la contaminación ambiental y a costos altos de alimentación (Rodríguez et al., 1997).

Uno de esos mecanismos que pueden explicar el porque el exceso de proteína en la dieta impacta negativamente la reproducción, es la energía adicional que el animal gasta para desintoxicar el NH<sub>3</sub> en el hígado (Melendez et al., 2000). Sin embargo, otros reportes no encontraron una asociación entre la

concentración de proteína en la dieta y los rasgos reproductivos (Rajala-Schultz et al., 2001).

Mientras que la subalimentación con proteína podría resultar en una menor fertilidad y en una producción de leche más baja (Godden et al., 2001b).

Por lo tanto, se ha sugerido que uno de los beneficios de la identificación y corrección de deficiencias, excesos o desbalances en la proteína y energía de la dieta podrían mejorar la salud y la productividad del animal (Godden et al., 2001c)

#### **4.4. Nitrógeno ureico en leche**

Las tres principales fracciones de N en la leche son caseína nitrogenada, el nitrógeno proteico del suero de la leche, y el nitrógeno no proteico, que constituyen aproximadamente el 77.9, 17.2 y 4.9% del nitrógeno total de la leche (Rodríguez et al., 1997).

La urea, en forma de MUN, constituye una gran proporción de la fracción de NNP en leche (Baker et al., 1995a; Rodríguez et al., 1997; Wood et al., 2003).

Las concentraciones de MUN y de NNP en leche varían similarmente con los desbalances de PDR y PNDR; además, la medida del contenido de NNP en leche es un reflejo de la concentración de MUN (Baker et al., 1995a).

La distribución de las fracciones de N de la leche pueden ser afectadas por la temperatura ambiental, enfermedades, parto, etapa de lactancia, raza y nutrición (Rodríguez et al., 1997).

Rodríguez et al. (1997) reportaron que las concentraciones de NNP en leche aumentaron de 29 a 40 mg/dl, y MUN expresado como porcentaje de NNP se incrementó de 20 a 45%, cuando la concentración de PC en la dieta aumentó

de 12.2 a 17.6% de materia seca.

Los valores normales/blanco para MUN se considera que están entre el rango de 10 a 15 mg/dl para vacas.(Rajala-Schultz y Saville, 2003).

También, los niveles de MUN pueden ayudar a indicar el nivel de estrés metabólico en una vaca, particularmente al inicio de la lactancia (Wood et al., 2003). Se ha demostrado que la producción de leche afecta las concentraciones de MUN por la correlación cercana entre la producción y la tasa de proteína a energía (ME o NEL) en la dieta (Jonker et al., 1998; Godden et al., 2001a; Rajala-Schultz y Saville, 2003; Hojman et al., 2004)

La asociación positiva entre urea en leche y la producción puede atribuirse al aumento en la producción lo cual resulta de niveles mayores de proteína en la dieta (Godden et al., 2001b). Pero también, los niveles de MUN dependen del balance de carbohidratos fermentables y proteína en el rumen, no solo de la cantidad de PC en la dieta (Rajala-Schultz et al., 2001).

Mientras que la relación negativa entre la urea en leche y la producción puede explicarse porque la contribución de energía asociada con la conversión de cantidades excesivas de amoníaco a urea puede contribuir a que haya menos energía disponible para la producción de leche (Godden et al., 2001c).

Otros factores que influyen en la relación entre la urea en leche y la producción pueden incluir el tipo y la calidad de las proteína en la dieta proporcionada, incluyendo la disponibilidad de aminoácidos (Godden et al., 2001c; Wood et al., 2003).

#### **4.5. Proteína degradable asociada a la producción y reproducción.**

Los estudios que investigaban los efectos de alimentar el exceso CP han divulgado días crecientes a la primera ovulación o bajan la fertilidad. Sin embargo, otros investigadores no han confirmado estos efectos sobre la primera ovulación o la fertilidad. La fertilidad se ha presionado en vacas alimentó dietas isocalóricas arriba en la proteína degradable y en manadas comerciales alimentó a panza la proteína degradable en el exceso del requisito (Canfield et al., 1990).

Se han propuesto tres teorías generales para explicar cómo la proteína dietética alta puede actuar para suprimir fertilidad. Éstos son efectos directos sobre el ambiente uterino, alteraciones en la secreción del gonadotropina o de la progesterona, y desequilibrios en relaciones protege energía. (Canfield et al., 1990)

Pues las vacas lecheras llegan a ser más productivas, es importante entender más de la fisiología implicada con la producción de la leche. Entender el papel de hormonas y de metabolitos se relacionó con la producción de la leche se podía utilizar aumentar intensidad de la selección, permitiendo una mejora genética más rápida para la producción de la leche. Muchos estudios han indicado que la administración del bST a las vacas lecheras durante la lactancia aumenta la producción de la leche (Ismail y Hillers, 1996).

La urea N (PUN) del plasma es un producto final metabólico del catabolismo de la proteína en el hígado que se relaciona con el contenido del CP de la dieta. Cualquier factor que aumente el catabolismo de la proteína puede causar una elevación del PUN (Ismail y Hillers, 1996)

## **5.-Producción de leche.**

Una llave a la utilización eficiente de la alimentación es formular las raciones que optimizan síntesis microbiana de la proteína y también proveen las cantidades de PND o la proteína necesitada para la producción de leche (Brinton, 2001).

La alimentación proporciona los alimentos que son los precursores, directamente o indirectamente, de los sólidos de leche principales. Así, un aumento en la alimentación da lugar generalmente a mayor volumen en la producción de leche.

Las estrategias de alimentación que optimizan la función del rumen también maximizan la producción de leche y porcentajes de los componentes de ésta (Macdonald, 1999).

Los factores importantes que pueden afectar el producto de la alimentación incluyen: la frecuencia de consumo, secuencia de alimentación, la humedad de la ración, las interacciones sociales, los cambios bruscos en la ración y la temperatura ambiental (Macdonald, 1999).

En años recientes, la nutrición adecuada de la proteína y de la energía de las vacas lecheras se ha obligado cada vez más. Demandas más altas para la proteína de leche concierne a otros componentes de la leche ponen más énfasis en el ajuste de la fuente disponible de la proteína y de energía para estimular la producción y la síntesis eficientes de la proteína de leche. Junto con el potencial genético mejorado para la producción de leche, este desarrollo ha aumentado la demanda para el alimento poco digerible altamente digestible y una proporción significativa de alimentación compuesta adentro la dieta (Hof et al., 1997).

El NRC sugiere que ocurran las producciones máximas de la leche y de la proteína de leche, cuando RDP es 12.2% de la materia seca de la dieta. ((Macdonald, 1999).

## **Materiales y métodos.**

### **Descripción del lugar del proyecto**

#### **Instalaciones**

El presente trabajo se realizó en las instalaciones de la posta caprina de la UAAAN-UL, ubicada en Periférico y carretera a Santa Fe en Torreón, Coahuila, México, que se localiza en la parte oeste del sur del Estado de Coahuila, en las coordenadas 103°26'33" longitud oeste y 25°32'40" latitud norte, a una altura de 1,120 metros sobre el nivel del mar. Las instalaciones cuentan con comederos de concreto tipo canaleta, el piso de los corrales consta de un 50% de concreto y el otro 50% de tierra, además tienen sombras de lámina que abarcan la parte de concreto del corral y los comederos.

#### **Procedimiento experimental**

##### **2.1 Cabras y dietas**

Se utilizaron dos tratamientos con 10 cabras multíparas y en producción láctea, las cuales se seleccionaron de acuerdo a la fecha de parto y a la edad y número de partos de las mismas. Los animales fueron asignados al azar dentro de una de las dos dietas replicadas en un modelo switch-back en 3 períodos de 13 días. Cada uno de los animales permaneció en corraletas individuales. La dieta se administró por un período de 10 días de adaptación seguido de un período de recolección de muestras de 3 días, posteriormente a las cabras se les intercambia la dieta en dos periodos más.

Las cabras fueron alimentadas dos veces por día, con un horario de alimentación, en el cual se ofreció el alimento a las 8:00 y a las 17 h, y en cada servida se suministró el 50% de la ración. El alimento ofrecido se pesó diariamente y también se determinó el porcentaje de materia seca. La materia seca fue determinada por desecación 60°C por un período de 24 horas. El cálculo de

consumo de MS (Kg) se determinó por diferencia entre lo ofrecido y lo rechazado. El grupo control (GC) no recibió en la ración la ULL, en cambio el grupo tratamiento recibió aproximadamente (20 gr de ULL).

## 2.2 Producción de leche

Las muestras de leche se obtuvieron en la ordeña normal, la cual se realizó de forma manual y dos veces al día, a las 9:30 y las 4:30 horas respectivamente, durante tres los tres días consecutivos de toma de muestra. Las muestras obtenidas en la mañana y en la tarde se mezclaron para medir la producción de leche, la cual se realizó en bazos de precipitado (marca Kimax, Méx. No. 28015 con capacidad de 2,000ml).

Cuadro 1 Composición de ingredientes de las dietas

Ingrediente	Dietas	
	Kg de MS	
	DC	DT
Alfalfa	1.8	1.8
Semilla de algodón	0.14	0.1
Maíz rolado	0.45	0.48
Melaza	0.04	0.04
Soya	0.14	0.02
Optigen	0	0.01
Grano seco de destilería	0	0.02
Salvado de trigo	0	0.08
Cascarilla de soya	0.05	0.03
ExcelSoy	0.04	0.09
Gluten de Maíz	0.01	0.01
Minerales y vitaminas	0	0
Total	2.68	2.67

DC= Dieta control con soya; DT= Dieta con urea de liberación lenta, MS=materia seca



**Cuadro 2** .-Composición química de las dietas

Componente	DC	DT
% MS	100	100
	% de la MS	% de la MS
PC	17.6	17.92
PNDR	26.09	24.03
PDR	73.91	75.97
ENL (mCal/kg)	1.6	1.57
FDN	37.34	37.41
CNF	35.7	36.57
EE total	4.46	3.73
Calcio	0.95	0.94
Fosforo	0.32	0.35

DC= Dieta control con soya; DT= Dieta con urea de liberación lenta, MS=materia seca

PC= proteína cruda, PNDR= proteína no degradable en rumen , PDR: proteína degradable en rumen , CNF= Carbohidratos no fibrosos

El experimento consideró un diseño experimental switch back (SAS, 1985) para evaluar el efecto de la inclusión de urea de liberación lenta (ULL) sobre el consumo de materia seca y producción de leche de cabras.

## Resultados y discusión

Este trabajo fue realizado con el objetivo de medir la producción de leche al utilizar urea de liberación lenta como sustituto en la dietas para cabras los resultados se presentan e el cuadro 3. Considerando la actividad de las cabras y las características de la degradabilidad de la urea protegida es posible reemplazar a la harina de soya con ULL, sin afectar el consumo de materia seca(CMS) y la producción de leche.(Galo et al;2003)

En él se observa que en cuanto al consumo de materia seca no hubo diferencias entre tratamientos, aunque numéricamente fue menor el consumo del grupo que recibió la dieta control.

También, se muestran los resultados con respecto a la producción de leche donde tampoco se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, aunque numéricamente fue mayor el grupo tratamiento.

**Cuadro 3.** Medias de cuadrados mínimos por consumo de materia seca (CMS) (kg), y por producción de leche (kg).

	DC <sup>1</sup>	DT <sup>2</sup>	P>0.05
Prod.(Lts)	1.42	1.63	0.62
CMS(Kg)	2.64	2.65	0.87

DC= Dieta control con soya; DT= Dieta con urea de liberación lenta, MS=materia seca

Renglones con literales distintas fueron diferentes(P>0.05)

Considerando que la urea de liberación lenta permite una formación de amoniaco en el rumen más pausada es posible que la sincronía en la disponibilidad de N y energía puede reflejar CMS adecuados y una producción similar de leche con relación al uso de una fuente de proteína degradable como la

soya (Hof et al., 1997). El tipo de proteína degradable (vegetal o de nitrógeno no proteico podrían afectar la producción, Cabrita et al. (2003) realizaron un estudio con vacas Holstein donde evaluaron las respuestas a la suplementación de nitrógeno en dietas basadas en ensilaje de maíz, y se observó una baja en la producción de leche en los animales que tuvieron un consumo menor de materia seca con una dieta baja en PDR.

Por otra parte, Korhonen et al. (2002) administraron suplementos de proteína como harina de pescado y gluten de maíz, aumentaron la producción de leche en vacas, aunque numéricamente fue menor en los animales suplementados con soya en la dieta, en comparación a las dietas con harina de pescado y gluten de maíz.

En su estudio, Eriksson et al. (2004), encontraron que las vacas que sufrieron una reducción en el consumo de ensilaje, cuando se reemplazo a la cebada con betabel, tuvieron una baja en la producción de leche.

Dentro de los alcances de la revisión hecha en este trabajo, no se encontraron otras investigaciones realizadas sobre el uso de la urea de liberación lenta (ULL) en caprinos; sin embargo, (Galo et al., 2003) en un trabajo realizado con bovinos productores de leche reportaron que la producción de leche fue mayor para los animales que consumieron una ración que contenía 18% de PC con ULL que aquellas raciones que contenían 18% de PC sin ULL.

Una posible explicación a los resultados del presente trabajo es que la liberación de la urea en el rumen haya sido lenta como lo demostró Galo et al (2003) al evaluar su liberación in Vitro en agua destilada, aunado a la fermentabilidad alta de las fuentes de carbohidratos en la dieta, lo que resulta en

una fermentación continua y una cantidad suficiente de nitrógeno.

También, Tedeschi et al. (2002) compararon el rendimiento de animales Angus suplementados con urea de liberación lenta, para ello realizaron dos pruebas. En la primera no se encontraron diferencias entre los tratamientos donde se suplemento el 100% de urea u optigen, pero los animales en el tratamiento con el 50% de urea tuvieron una ganancia de peso en promedio y una conversión alimenticia mayores que los animales con 50% de optigen. En la segunda prueba, las combinaciones de urea y optigen no afectaron el rendimiento de los animales, pero si se encontraron diferencias en el consumo de materia seca.

Otra explicación de los resultados obtenidos en este trabajo que probablemente la fermentabilidad alta de las fuentes de carbohidratos en la dieta y que los animales tengan una alimentación a libre acceso, resulta en una fermentación continua y una cantidad suficiente de N para soportar esta fermentación ruminal (Tedeschi et al., 2002).

Los factores que limitaron esta investigación fue el número reducido de animales, por lo que se requieren más investigaciones de los efectos de la urea de liberación lenta sobre la producción de leche donde se evalué con un número mayor de animales y con cantidades mayores de ULL.

La ULL no afecto al consumo de MS ni la producción de leche en cabras, por lo que bajo las condiciones de este trabajo es un alternativa para ser usada como proteína degradable en las raciones de cabras en lactación.

## **Conclusión**

La suplementación con urea de liberación lenta no tuvo un efecto significativo sobre el consumo de materia seca ni la producción de leche, por lo cual puede ser posible reemplazar a algunas fuentes de proteína degradable vegetal con este recurso de nitrógeno no proteico, además bajo las condiciones de este estudio la mayor cantidad de leche podría representar una ventaja económica adicional.

## Literatura citada

- Amburgh, J. C. M. a. M. E. V. 2003. Nitrogen metabolism and recycling in holstein heifers. *J. Anim. Sci.* 81: 545-552.
- Baker, L. D., J. D. Ferguson, y W. Chalupa. 1995a. Responses in urea and true protein feeding schemes for protein of milk to different dairy cows. *J Dairy Sci* 78: 2424-2434.
- Baker, L. D., J. D. Ferguson, y W. Chalupa. 1995b. Responses in urea and true protein of milk to different protein feeding schemes for dairy cows. *J Dairy Sci* 78: 2424-2434.
- Bohnert, D., C. Schauer, y T. DelCurto. 2002. Influence of rumen protein degradability and supplementation frequency on performance and nitrogen use in ruminants consuming low-quality forage: Cow performance and efficiency of nitrogen use in wethers. *J Anim Sci* 80: 1629-1637.
- Brinton, E. A. 2001. Effective use of protein in early lactation diets<sup>1</sup>. *J.Dairy sci.* 22: 571-573.
- Broderick, G. A. 2003. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 86: 1370-1381.
- Broderick, G. A., y M. K. Clayton. 1997. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. *J Dairy Sci* 80: 2964-2971.
- Burke, J. M., C. R. Staples, C. A. Risco, R. L. De la Sota, y W. W. Thatcher. 1997. Effect of ruminant grade menhaden fish meal on reproductive and productive performance of lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 80: 3386-3398.

- Butler, W. R., J. J. Calaman, y S. W. Beam. 1996. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. *J Anim Sci* 74: 858-865.
- Cabrita, A. R., A. J. Fonseca, R. J. Dewhurst, C. V. Sampaio, M. F. Miranda, G. N. Sousa, I. M. Miranda, y E. Gomes. 2003. Nitrogen supplementation of corn silages. 1. Effects on feed intake and milk production of dairy cows. *J Dairy Sci* 86: 4008-4019.
- Canfield, R. W., C. J. Sniffen, y W. R. Butler. 1990. Effects of excess degradable protein on postpartum reproduction and energy balance in dairy cattle. *J Dairy sci.* 73: 2342-2349.
- Cannas, A., A. Pes, R. Mancuso, B. Vodret, y A. Nudda. 1998. Effect of dietary energy and protein concentration on the concentration of milk urea nitrogen in dairy ewes. *J Dairy Sci* 81: 499-508.
- DePeters, E. J., y J. D. Ferguson. 1992. Nonprotein nitrogen and protein distribution in the milk of cows. *J Dairy Sci* 75: 3192-3209.
- Diab, I. A. K., y J. K. Hillers. 1996. Effect of selection for milk yield and dietary energy on yield traits, bovine somatotropin, and plasma urea nitrogen in dairy cows. *J Dairy Sci* 79: 682-688.
- Eriksson, T., M. Murphy, P. Ciszuk, y E. Burstedt. 2004. Nitrogen balance, microbial protein production, and milk production in dairy cows fed fodder beets and potatoes, or barley. *J Dairy Sci* 87: 1057-1070.
- Frank, B., y C. Swensson. 2002. Relationship between content of crude protein in rations for dairy cows and milk yield, concentration of urea in milk and ammonia emissions. *J Dairy Sci* 85: 1829-1838.

- Gabler, M., y A. Heinrichs. 2003. Altering soluble and potentially rumen degradable protein for prepubertal holstein heifers. *J Dairy Sci* 86: 2122-2130.
- Galo, E., S. M. Emanuele, C. J. Sniffen, J. H. White, y J. R. Knapp. 2003. Effects of a polymer-coated urea product on nitrogen metabolism in lactating holstein dairy cattle. *J Dairy Sci* 86: 2154-2162.
- Godden, S. M., D. F. Kelton, K. D. Lissemore, J. S. Walton, K. E. Leslie, y J. H. Lumsden. 2001a. Milk urea testing as a tool to monitor reproductive performance in ontario dairy herds. *J Dairy Sci* 84: 1397-1406.
- Godden, S. M., K. D. Lissemore, D. F. Kelton, K. E. Leslie, J. S. Walton, y J. H. Lumsden. 2001b. Factors associated with milk urea concentrations in ontario dairy cows. *J Dairy Sci* 84: 109-114.
- Godden, S. M., K. D. Lissemore, D. F. Kelton, J. S. Walton, y J. H. Lumsden. 2001c. Relationships between milk urea concentrations and nutritional management, production, and economic variables in ontario dairy herds. *J Dairy Sci* 84: 1128-1139.
- Gustafsson, A. H., y D. L. Palmquist. 1993. Diurnal variation of rumen ammonia, serum urea, and milk urea in dairy cows at high and low yields. *J Dairy Sci* 76: 475-484.
- Harmeyer, J., y H. Martens. 1980. Aspects of urea metabolism in ruminants with reference to the goat. *J Dairy Sci* 63: 1707-1728.
- Hof, G., M. D. Vervoorn, P. J. Lenaers, y S. Tamminga. 1997. Milk urea nitrogen as a tool to monitor the protein nutrition of dairy cows. *J Dairy Sci* 80: 3333-3340.



- Hojman, D., O. Kroll, G. Adin, M. Gips, B. Hanochi, y E. Ezra. 2004. Relationships between milk urea and production, nutrition, and fertility traits in israeli dairy herds. *J Dairy Sci* 87: 1001-1011.
- Ismail, A. K., y J. K. Hillers. 1996. Effect of selection for milk yield and dietary energy on yield traits, bovine somatotropin, and plasma urea nitrogen in dairy cows. *J. Dairy sci.* 79: 682-688.
- Jonker, J. S., R. A. Kohn, y R. A. Erdman. 1998. Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 81: 2681-2692.
- Karlsi, M. A., y J. R. Russell. 2001. Effects of some dietary factors on ruminal microbial protein synthesis. *Turk J Vet Anim Sci* 25: 681-686.
- Kauffman, A. J., y N. R. St-Pierre. 2001. The relationship of milk urea nitrogen to urine nitrogen excretion in holstein and jersey cows. *J Dairy Sci* 84: 2284-2294.
- Kohn, R. A., K. F. Kalscheur, y E. Russek-Cohen. 2002. Evaluation of models to estimate urinary nitrogen and expected milk urea nitrogen. *J Dairy Sci* 85: 227-233.
- Korhonen, M., A. Vanhatalo, y P. Huhtanen. 2002. Effect of protein source on amino acid supply, milk production, and metabolism of plasma nutrients in dairy cows fed grass silage. *J Dairy Sci* 85: 3336-3351.
- Lu, C., M. Potchoiba, T. Sahlu, y J. Kawas. 1990. Performance of dairy goats fed soybean meal or meat and bone meal with or without urea during early lactation. *J Dairy Sci* 73: 726-734.

- Macdonald, J. P. 1999. Feeding and metabolism of dietary protein. *J Dairy Sci*: 342-450A.
- Marini, J., y M. Van Amburgh. 2003. Nitrogen metabolism and recycling in holstein heifers. *J Anim Sci* 81: 545-552.
- McCormick, M. E., D. D. French, T. F. Brown, G. J. Cuomo, A. M. Chapa, J. M. Fernandez, J. F. Beatty, y D. C. Blouin. 1999. Crude protein and rumen undegradable protein effects on reproduction and lactation performance of holstein cows. *J Dairy Sci* 82: 2697-2708.
- Melendez, P., A. Donovan, y J. Hernandez. 2000. Milk urea nitrogen and infertility in florida holstein cows. *J Dairy Sci* 83: 459-463.
- Mishra, S., y S. N. Rai. 1996. Influence of varying rdp:Udp ratios in diets on digestion, nitrogen utilization and milk production efficiency in goats. *Small Ruminant Research* 20: 39-45.
- National Research Council (Editor), 2001. Dairy cattle requeriment. National Academic Science, Washington, DC.
- Nousiainen, J., K. J. Shingfield, y P. Huhtanen. 2004. Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. *J Dairy Sci* 87: 386-398.
- Pailan, G. H., y H. Kaur. 1996. Influence of dietary protein content and digestibility on milk yield and blood constituents in lactating goats. *Small Ruminant Research* 20: 47-51.
- Rajala-Schultz, P. J., y W. J. A. Saville. 2003. Sources of variation in milk urea nitrogen in ohio dairy herds. *J Dairy Sci* 86: 1653-1661.

- Rajala-Schultz, P. J., W. J. A. Saville, G. S. Frazer, y T. E. Wittum. 2001. Association between milk urea nitrogen and fertility in ohio dairy cows. *J Dairy Sci* 84: 482-489.
- Rémond, D., J. Chaise, E. Delval, y C. Poncet. 1993. Net transfer of urea and ammonia across the ruminal wall of sheep. *J Anim Sci* 71: 2785-2792.
- Reynal, S., G. A. Broderick, S. Ahvenjärvi, y P. Huhtanen. 2003. Effect of feeding protein supplements of differing degradability on omasal flow of microbial and undegraded protein. *J Dairy Sci* 86: 1292-1305.
- Rodriguez, L. A., C. C. Stallings, J. H. Herbein, y M. L. McGilliard. 1997. Diurnal variation in milk and plasma urea nitrogen in holstein and jersey cows in response to degradable dietary protein and added fat. *J Dairy Sci* 80: 3368-3376.
- Roseler, D. K., J. D. Ferguson, C. J. Sniffen, y J. Herrema. 1993. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in holstein cows. *J Dairy Sci* 76: 525-534.
- SAS. 1985. User guide: Statistics. Version 5 edition. Sas inst., inc. Cary, nc.
- Schepers, A. J., y R. G. M. Meijer. 1998. Evaluation of the utilization of dietary nitrogen by dairy cows based on urea concentration in milk. *J Dairy Sci* 81: 579-584.
- Sinclair, K., L. Sinclair, y J. Robinson. 2000. Nitrogen metabolism and fertility in cattle: I. Adaptive changes in intake and metabolism to diets differing in their rate of energy and nitrogen release in the rumen. *J Anim Sci* 78: 2659-2669.

- Song, M., y J. Kennelly. 1990. Ruminal fermentation pattern, bacterial population and ruminal degradation of feed ingredients as influenced by ruminal ammonia concentration. *J Anim Sci* 68: 1110-1120.
- Soto-Navarro, S. A., A. L. Goetsch, T. Sahl, R. Puchala, y L. J. Dawson. 2003. Effects of ruminally degraded nitrogen source and level in a high concentrate diet on site of digestion in yearling boer x spanish wether goats. *Small Ruminant Research* 50: 117-128.
- Tedeschi, L. O., M. J. Baker, D. J. Ketchen, y D. G. Fox. 2002. Performance of growing and finishing cattle supplemented with a slow-release urea product and urea. *Can J Anim Sci* 82: 567-573.
- Van Duinkerken, G., G. Andre, M. C. J. Smits, G. J. Monteny, y L. B. J. Sebek. 2005. Effect of rumen-degradable protein balance and forage type on bulk milk urea concentration and emission of ammonia from dairy cow houses. *J Dairy Sci* 88: 1099-1112.
- Van Soest, P. J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. O&B books inc.
- Wood, G. M., P. J. Boettcher, J. Jamrozik, G. B. Jansen, y D. F. Kelton. 2003. Estimation of genetic parameters for concentrations of milk urea nitrogen. *J Dairy Sci* 86: 2462-2469.
- Zhu, L., L. Armentano, D. Bremner, R. Grummer, y S. Bertics. 2000. Plasma concentration of urea, ammonia, glutamine around calving, and the relation of hepatic triglyceride, to plasma ammonia removal and blood acid-base balance. *J Dairy Sci* 83: 734-740.