

CONTENIDO DE UREA LÁCTEA EN LACTACIÓN DE BOVINOS EN EL TRÓPICO HÚMEDO VERACRUZANO

Content of lactic urea in cow's milk in the humid tropics of Veracruz

E López- Solano, Y Villegas-Aparicio, A Gómez-Vázquez ✉, JC Vinay-Vadillo, GD Mendoza- Martínez, A Plascencia-Jorquera, A Hernández-Garay, J. Hernández-Bautista, JC Carrillo-Rodríguez, J Hernández-Santiago

(ELS) (YVA) (MIPL) Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Ex-Hacienda de Nazareno Xoxocotlán Oaxaca. México

(AGV) División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco Km 25 Carretera Villahermosa-Teapa, Centro, Tabasco, México. armando.gomez@ujat.mx

(JCVV) Red de Bovinos de Doble Propósito. Campo Experimental "La Posta" INIFAP

(GDMM) Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco Departamento de Producción Agrícola y Animal. México D.F.

(APJ) Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias. Universidad Autónoma de Baja California. México

(AHG) Colegio de Postgraduados. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Campus Montecillos. Montecillos Estado de México

(JHB)(JHS) Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Oaxaca, México

Artículo recibido: 28 de octubre de 2008, **aceptado:** 22 de agosto de 2011

RESUMEN. Se evaluó la producción de urea láctea y los factores que la afectan. Se realizó un muestreo de leche semanalmente y se registró la producción diaria de 20 animales de lactancia completa. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial múltiple. La variable de respuesta fue el contenido de urea láctea, tomando como factores el sistema de producción, niveles de producción y proteína en leche. La media de urea en leche fue 12.46 mg dl^{-1} . No existieron diferencias ($p \geq 0.05$) entre los sistemas de producción. El contenido de urea láctea correspondiente al nivel de producción $< 5 \text{ kg}$ (11.48 mg dl^{-1})^b presentó diferencia significativa ($p \leq 0.05$) con los niveles de producción ≥ 5 pero $\leq 10 \text{ kg}$ (12.8 mg dl^{-1})^a y $> 10 \text{ kg}$ (13.07 mg dl^{-1})^a no existieron diferencias ($p \geq 0.05$). Los contenidos de urea láctea encontrados en el nivel $< 3.0\%$ (13.2 mg dl^{-1})^a de proteína en leche presentaron diferencias ($p \leq 0.05$) con la concentración de urea encontrado para el nivel $> 3.2\%$ (11.97 mg dl^{-1})^b de proteína en leche. No existieron diferencias significativas ($p \geq 0.05$) en las interacciones producción y proteínas en leche. La concentración de urea láctea en agosto (8.77 mg dl^{-1})^d fue diferente estadísticamente ($p \leq 0.05$) de las concentraciones de febrero (12.48 mg dl^{-1})^{abc}, junio (13.57 mg dl^{-1})^{abc}, julio (14.05 mg dl^{-1})^a, septiembre (13.47 mg dl^{-1})^{abc}, octubre (13.62 mg dl^{-1})^{ab}, noviembre (13.83 mg dl^{-1})^a y diciembre (14.29 mg dl^{-1})^a. Se concluye que los niveles de urea láctea encontrados en el hato son adecuados y que estos niveles son afectados por los niveles de producción y proteína contenida en leche.

Palabras clave: Proteína, urea láctea, leche, sistemas de producción.

ABSTRACT. The production of lactic urea and the factors that affect it were evaluated. A weekly sample of milk was collected and the daily production of 20 fully lactating cows was recorded. A completely random design with a multiple factorial array was used. The response variable was the content of lactic urea, and the factors were the production levels and the milk protein. The mean amount of lactic urea in the milk was 12.46 mg dl^{-1} . There were no differences ($p \geq 0.05$) among the production systems. The content of lactic urea related to a $< 5 \text{ kg}$ (11.48 mg dl^{-1})^b production level was significantly different ($p \leq 0.05$) from the ≥ 5 production level, but the $\leq 10 \text{ kg}$ (12.8 mg dl^{-1})^a and $> 10 \text{ kg}$ (13.07 mg dl^{-1})^a levels were statistically equal ($p \geq 0.05$). The contents of lactic urea found in the $< 3.0\%$ (13.2 mg dl^{-1})^a level of milk protein were different ($p \leq 0.05$) from the concentration of urea found in the $> 3.2\%$ (11.97 mg dl^{-1})^b level of milk protein. There were no significant differences ($p \geq 0.05$) in the interactions between production and milk protein. The concentration of lactic urea in August (8.77 mg dl^{-1})^d was statistically different ($p \leq 0.05$) from that of February (12.48 mg dl^{-1})^{abc}, June (13.57 mg dl^{-1})^{abc}, July (14.05 mg dl^{-1})^a, September (13.47 mg dl^{-1})^{abc}, October (13.62 mg dl^{-1})^{ab}, November (13.83 mg dl^{-1})^a and December (14.29 mg dl^{-1})^a. It is concluded

that the levels of lactic urea found in the herd are adequate, and that these levels are affected by the production levels and the protein contained in the milk.

Key words: Proteins, lactic urea, milk, production systems.

INTRODUCCIÓN

La urea en la leche es el resultado de la difusión del contenido de urea del suero sanguíneo a través de las células secretoras de la glándula mamaria, constituyendo una fracción variable del N total de la leche (Peña 2002). Su contenido representa 50 % de N no proteico y 2.5 % del N total (De Peters & Ferguson 1992). Una vez que la urea se difunde en la sangre pasa a la leche habiéndose comprobado que la urea en la sangre y urea en leche están altamente ligados (Butler 1998). Estudios realizados por Broderick & Clayton (1997) y Beltrán *et al.* (1999) demostraron que la urea en sangre tiene una alta correlación con la urea en leche y que estos son afectados por los mismos factores. La importancia del estudio de este compuesto químico radica en que niveles bajos de amoníaco y urea causan escasez de N para las bacterias y reducen la digestibilidad de los alimentos. Por el contrario niveles altos de amoníaco en el rumen producen pérdida de peso, toxicidad por amoníaco y hasta la muerte del animal. Por lo cual el contenido de N ureico en leche está siendo considerado cada vez con mayor importancia como un indicador de desbalances nutricionales así como de potenciales problemas reproductivos. Esto último ha sido atribuido a un incremento del amoníaco en rumen y en sangre que podría reducir la secreción de progesterona, alterar el pH uterino o incrementar el balance energético negativo (Butler 2000). El exceso de urea en las vacas lecheras provoca la disminución potencial de la reproducción, debido a que la urea, amonio u otros compuestos nitrogenados, se asocian con la concentración de urea y esto puede ser tóxico para los tejidos reproductivos (Jordan *et al.* 1983; Ferguson & Chalupa 1989; Elrod & Butler 1993a). Estudios realizados por Jordan *et al.* (1983) demostraron que la viabilidad del óvulo y del esperma es reducida cuando la proteína en la dieta suministrada es excesiva. Las vacas lecheras con altas concentraciones de urea en la sangre, manifiestan una reduc-

ción en los porcentajes de pariciones (Jordan *et al.* 1983; Elrod & Butler 1993a; Elrod *et al.* 1993b; Ferguson *et al.* 1993; Butler *et al.* 1996). Baker *et al.* (1995) indica, que valores arriba de 19 mg dl⁻¹ de contenido de N ureico en leche son considerados críticos para la reproducción. Por otra parte existe una alta preocupación por el impacto ambiental que produce la contaminación con N ureico proveniente de orina y heces de rumiantes. Se estima que una vaca que produce 20 L de leche excreta diariamente 180 g de N, lo que proyectando a un año se transforma en aproximadamente 60 a 65 kg de N liberados al medio ambiente (Hof *et al.* 1997). El exceso de amoníaco y urea indica un mal balance de proteína y energía o niveles de proteína mayores a los necesarios, lo que incrementa el costo de las dietas. Además la transformación de 1 g de N a urea requiere 7.3 kcal (Deiros *et al.* 2004), lo que supone 1 Mcal de energía metabolizable (equivalente a 1.5 L de leche o pérdida de 200 g de grasa corporal al día) por cada 4 mg dl⁻¹ de aumento de los niveles de N ureico en sangre o N ureico en leche (Pedraza *et al.* 2006). El contenido de urea en leche es afectado por diversos factores ambientales, nutricionales y propios del animal. Estudios realizados han demostrado que existe variación del N ureico en leche debido a la composición de la dieta que consume la vaca (Lykos *et al.* 1997), a la hora del día en que se toma la muestra, al tiempo transcurrido luego de comer (Gustafson & Palmquist, 1993), a la etapa de la lactancia, raza del animal y número de partos (Rodríguez *et al.* 1997). Rajala-Schultz & Saville (2003) mencionan que al realizar el análisis de urea láctea se debe considerar la variabilidad entre los días de la prueba, las muestras se deben recoger a la misma hora del día para reducir al mínimo la variabilidad. Por los problemas antes mencionados se recomienda el monitoreo de N ureico en leche lo que permitirá el ajuste del costo de la ración y adecuado comportamiento productivo y reproductivo de los animales, así como disminuir la contaminación ambiental. Lo

ideal sería realizar el análisis directamente en sangre, pero la alta correlación que existe entre la urea en sangre y urea en leche, hace en esta última sea una forma más económica, accesible y no invasiva de monitorear los niveles de urea en sangre (Beltrán *et al.* 1999). Por lo tanto el objetivo del siguiente estudio fue determinar los niveles de urea en leche durante la lactación en bovinos en diferentes sistemas, niveles de producción y proteína en leche en el trópico húmedo veracruzano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el Módulo de Lechería Tropical (LT) y en el módulo de Ganadería de Doble Propósito (DP) del Campo Experimental (C.E.) "La Posta" del Paso del Toro Veracruz, dependiente del INIFAP. Se localiza en el km 22.5 de la carretera Veracruz-Córdoba en 15° 18' Latitud Norte y a los 96° 10' Longitud Oeste, a una altura de 12 msnm. Cuenta con un clima tropical subhúmedo (Aw1) con temperatura máxima de 35.3 °C, media de 25 °C y la mínima de 15 °C. La precipitación anual es de 1461 mm y humedad relativa de 74.4 % (García 1973).

Infraestructura

El módulo LT cuenta con 25.4 ha, de las cuales 16.4 ha son praderas establecidas con pasto *Cynodon plectostachyus*, *Pennisetum purpureum*, *Digitaria decumbens*, *Brachiaria decumbens*, *Panicum maximum* y *Brachiaria brizantha*, 8.0 ha para la producción de *Zea mays* y *Sorghum* spp, y 1.0 ha para instalaciones. El módulo DP cuenta con 37.5 ha en las que se encuentran ubicadas 28.5 ha con praderas establecidas con las mismas especies de LT y 9.0 ha para la producción de *Zea mays* y *Sorghum* spp.

Manejo de los animales

Los animales del módulo LT se manejaron en un sistema de semiestabulación en pastoreo rotacional nocturno, se ordeñó en forma mecánica dos veces al día. Se midió y registró la producción por ordeña en hojas de registro semanales. La suplementación consistió en 1.5 kg de concentrado con 16 % de PC. Se le suministró 350 g por kg de leche pro-

ducida después del sexto kilogramo, se les ofreció sales minerales, agua y ensilaje de sorgo o maíz a libertad. El secado de las vacas se efectuó en forma intermitente y se suspendió el suministro de concentrado. El manejo sanitario consistió en baños garrapaticidas por aspersión cada 8 a 15 d, la vacunación contra derriengue se realizó en el mes de agosto y durante la época de lluvias los animales se pasaron por un pediluvio con una solución de sulfato de cobre al 5 % para prevenir la incidencia de gabarro. En el módulo DP el manejo de las vacas en producción fue el mismo que en el módulo LT, la diferencia radicó que los becerros se siguieron amamantando por medio de las vacas, las crías se separaron de la vaca antes de la ordeña para estimularla después de la ordeña y aprovechar la leche que sólo es capaz de aprovechar el becerro. En este módulo los animales pastaron todo el día y la noche en un sistema de pastoreo rotacional continuo.

Muestreo

Para realizar el estudio se muestrearon 20 bovinos hembras con diferentes genotipos entre Holstein por Cebú y Suizo Pardo por Cebú. A las cuales se les muestreo semanalmente hasta completar una lactancia, se obtuvo un total de 762 muestras de leche para su análisis. El muestreo se realizó a partir del mes de agosto del 2006, se llevó a cabo por la mañana y tarde. Se documentó en registros de cada animal su identificación, genotipo, número de lactación, fecha de parto, fecha probable de parto y número de parto y producción diaria.

Análisis químico

Se realizó el análisis químico de urea y proteína en leche. Las muestras obtenidas fueron analizadas el mismo día del muestreo. El análisis químico se realizó en el laboratorio de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Veracruz. El método empleado para el análisis fue el Milko Tester Minor, (marca a/sn Foss Electric Denmark, tipo 1841).

Diseño experimental

La información se analizó mediante un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial múlti-

ple. La variable de respuesta fue contenido de urea láctea (mg dl^{-1}) en leche, tomando como factores el sistema de producción, niveles de producción y niveles de proteína en la leche. El modelo quedó de la siguiente manera:

$$Y_{ijk} = \mu + SIT_i + NPL_j + NP_k + NPLNP_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Nivel de urea.

μ = Promedio general.

SIT_i = Sistema ($i = 1, \text{DP}; i = 2 \text{LT}$).

NPL_j = Producción diaria de leche ($j = 1, < 5 \text{kg}; j = 2, \geq 5 \times \leq 10; j = 3, > 10 \text{kg}$).

NP_k = Nivel de proteína de la leche ($k = 1, < 3\%; k = 2, \geq 3 \times \leq 3.2\%; k = 3, > 3.2\%$).

$NPLNP_{jk}$ = Interacción entre producción diaria de leche y nivel de proteína de la leche.

ε_{ijk} = Error experimental $N(0, \sigma^2)$.

Análisis de datos

Los datos se procesaron usando la opción de Modelos Lineales Generalizados (GLM) de SAS (2002) y la comparaciones múltiple de medias por Tukey ($\alpha = 0.05$). Para la prueba de medias del contenido de urea en leche en los diferentes meses del año se eliminaron todos los factores.

RESULTADOS

Efecto del sistema de explotación en la concentración de urea en leche

En la Tabla 1, se presentan los resultados del contenido de urea en leche por efecto de sistema. Las vacas que estuvieron en el sistema LT presentaron una media de contenido de urea en leche de 12.35 y las vacas del módulo DP presentó una media de 12.56 mg dl^{-1} , siendo numéricamente mayor la media del DP, aunque no existió diferencia entre los promedios ($p \geq 0.05$).

Efecto del nivel de producción en la concentración de urea en leche

El promedio de producción diaria de leche por vaca para el DP y LT fueron de 7.73 y 8.0 kg, res-

pectivamente, con un rango de 1 a 17.5 kg. En la Tabla 2, se muestra las medias del contenido de urea por efecto de intervalos de producción de leche por vaca, en donde se observa que existe diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0.05$) entre el nivel de producción $< 5 \text{kg}$ (11.48 mg dl^{-1})^b y los niveles $\geq 5 \times \leq 10$ (12.80 mg dl^{-1})^a y $> 10 \text{kg}$ (13.07 mg dl^{-1})^a, por el contrario el nivel de urea presentado en el rango de producción $\geq 5 \times \leq 10 \text{kg}$ no presentó diferencia significativa ($p \geq 0.05$) con los niveles de urea láctea arrojados para producciones $> 10 \text{kg}$ de leche. Este último nivel se considera óptimo porque da buen uso a las proteínas sin afectar la reproducción y producción, cabe mencionar que esto se mantiene por poco tiempo durante la lactación ya que esta producción la mantiene durante el pico de lactación.

Tabla 1. Efecto del sistema de explotación en la concentración de urea en leche.

Table 1. Effect of the exploitation system on the concentration of urea in milk.

Sistema de producción	Urea (mg dl^{-1})	EEM
Doble propósito	12.56 ^a	0.262
Lechería Tropical	12.35 ^a	0.296

EEM = Error Estándar de la Media. Literales diferentes en la misma columna son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$).

Tabla 2. Efecto del nivel de producción en la concentración de urea en leche.

Table 2. Effect of the level of production on the concentration of urea in milk.

Producción/día(kg)	Urea, mg dl^{-1}	EEM
< 5	11.48 ^b	0.539
$\geq 5 \times \leq 10$	12.80 ^a	0.227
> 10	13.07 ^a	0.325

EEM = Error Estándar de la Media. Literales diferentes en la misma columna son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$).

Efecto del contenido proteico sobre la concentración de urea en leche

Respecto al efecto del nivel de proteína sobre el contenido de urea en leche, el nivel $< 3\%$ de proteína presentó un valor de 13.20a mg dl^{-1} de urea, no encontrándose diferencia significativa ($p \geq 0,05$) con el rango de $\geq 3\%$ pero $\leq 3.2\%$, quien presentó un valor de 12.19a mg dl^{-1} de urea en leche. Sin

embargo se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre el nivel de proteína $< 3\%$ y el nivel $> 3.2\%$ de proteína, este último con un contenido de 11.97^b mg dl⁻¹ de urea en leche (Tabla 3).

Tabla 3. Efecto del contenido proteico en leche sobre la concentración de urea en leche.

Table 3. Effect of the protein content in milk on the concentration of urea in milk.

% proteína día ⁻¹	Urea, mg dl ⁻¹	EEM
< 3	13.20 ^a	0.427
$\geq 3 \times \leq 3.2$	12.19 ^{ab}	0.466
$> 3.2\%$	11.97 ^b	0.231

EEM = Error Estándar de la Media. Literales diferentes en la misma columna son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$).

Efecto de la interacción entre producción y contenido proteico sobre la concentración de urea en leche

En el contenido de urea por efecto de la producción de leche y nivel de proteína (Tabla 4), se observó que la interacción > 10 kg de leche producida y $< 3\%$ de proteína en la leche obtuvo el más alto nivel de urea en leche (13.55 mg dl⁻¹)^a sin exceder el nivel excelente y óptimo para la producción y reproducción. El nivel más bajo (10.80 mg dl⁻¹)^a lo obtuvieron la interacción producciones < 5 kilogramos y contenidos $> 3.2\%$ proteína en la leche, sin presentar diferencias significativas ($p \geq 0.05$) en ninguna de las interacciones.

Comportamiento de la urea láctea en bovinos del Centro Experimental "La Posta"

En este estudio se obtuvo una media general de 12.45 mg dl⁻¹ de urea en leche (Figura 1), en la cual se observa que los valores de urea caen en los meses de abril^{bcd}, mayo^{cd} y agosto^d con 10.34 , 10.25 y 8.77 mg dl⁻¹, coincidiendo con la escasez de pastos, cabe mencionar que la alimentación de estas vacas se basó en forrajes frescos o ensilados, y que en dichos meses es crítica la disponibilidad, por el contrario, niveles arriba de 14 mg dl⁻¹ urea en leche fueron encontrados en los meses de julio^a y diciembre^a.

Se observa un aumento (Figura 1) de concentración de urea láctea de 62.897% entre el nivel

más bajo de concentración (agosto) y el nivel más alto de concentración de urea en leche (diciembre). Para la época de lluvia donde existe más forraje los niveles de urea se elevaron a más de 13 mg dl⁻¹, también en los meses finales del año estos animales se les proporcionó ensilaje de sorgo, por lo que el nivel de urea se mantuvo en esos valores.

Tabla 4. Efecto de las diferentes interacciones entre producción y contenido proteico sobre la concentración de urea en leche.

Table 4. Effect of the different interactions between production and protein content on the concentration of urea in milk.

Producción, (kg)	Proteína, (%)	Urea, mg dl ⁻¹	EEM
< 5	< 3	12.78 ^a	1.065
< 5	$\geq 3 \times \leq 3.2$	10.87 ^a	1.142
< 5	> 3.2	10.80 ^a	0.405
$\geq 5 \times \leq 10$	< 3	13.27 ^a	0.431
$\geq 5 \times \leq 10$	$\geq 3 \times \leq 3.2$	12.80 ^a	0.45
$\geq 5 \times \leq 10$	> 3.2	12.32 ^a	0.287
> 10	< 3	13.55 ^a	0.56
> 10	$\geq 3 \times \leq 3.2$	12.89 ^a	0.666
> 10	> 3.2	12.79 ^a	0.442

EEM = Error Estándar de la Media. Literales diferentes en la misma columna son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$).

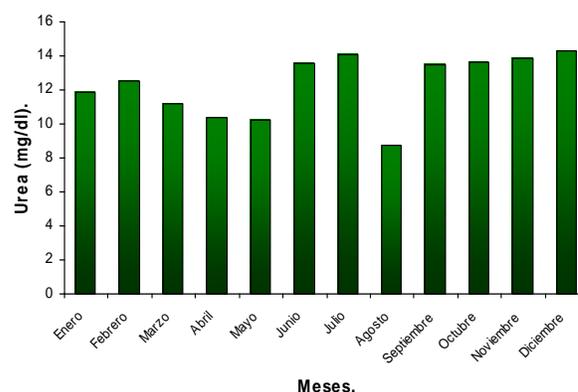


Figura 1. Contenido de urea láctea en las vacas del Campo experimental. "La Posta" por meses del año.

Figure 1. Lactic urea content in the cows of the experimental farm "La Posta" per month.

DISCUSIÓN

Efecto del sistema de explotación en la concentración de urea en leche

Promedios de contenidos ureicos en leche si-

milares a los obtenidos en el presente estudio (12.45 mg dl⁻¹) fueron reportados por Hof *et al.* (1997; 12.6 mg dl⁻¹) y Broderick & Clayton (1997; 14.8 mg dl⁻¹). Por el contrario altos Niveles de Urea Láctea (NUL) fueron reportados por Butler *et al.* (1996; 22.3 mg dl⁻¹), Roseler *et al.* (1993; 24.9 mg dl⁻¹), Gómez y Fernández (2000; 47.9 mg dl⁻¹) y Beltrán *et al.* (1999, 20.6 mg dl⁻¹). Este último realizó su estudio en la misma área geográfica y con las mismas características climáticas que el presente estudio, la variación en los promedios pudo ser causado por el genotipo y manejo nutricional de los animales. De acuerdo a los valores obtenidos en el presente estudio y en referencia a la interpretación realizada por Peña (2002; 12-15 mg dl⁻¹ intervalo excelente) la urea se encuentra en un nivel óptimo para la producción y reproducción, no encontrándose en este nivel óptimo los resultados arrojado por Butler *et al.* (1996), Roseler *et al.* (1993), Gómez y Fernández (2000) y Beltrán *et al.* (1999). La variación que existe entre los datos reportados por otros estudios, es quizá debido al genotipo, al sistema de explotación, a las características climáticas y a que el manejo nutricional proporcionado a los animales es diferente. En el presente estudio no se encontró diferencia entre los dos sistemas de producción (DP y LT) esto se debió a que se les suministró los mismos forrajes y suplementación, en ambos sistemas fueron los mismos genotipos y se encontraban en la misma área geográfica por lo que las características climáticas y edáficas fueron idénticas para ambos sistemas.

Efecto del nivel de producción en la concentración de urea en leche

Los promedios de producción láctea reportados por Pedraza *et al.* (2006) y Johnson & Young (2003) se encuentra por arriba del promedio obtenido en el presente estudio (7.86 kg día⁻¹), esto es debido a la mecanización y especialización, así como a las características genéticas de las razas bovinas, es sabido que las razas locales en el trópico están adaptadas al estrés medioambiental pero tienen baja producción de leche, mientras que las razas especializadas en climas templados tienen un alto potencial productivo y genético en leche bajo sistemas inten-

sivos de explotación, pero estas, no pueden soportar las adversas condiciones tropicales hasta el punto de no poder ser capaces de sobrevivir. Independientemente de los niveles productivos el presente estudio coincide con los resultados descritos por Johnson & Young (2003) y Rajala-Schultz & Saville (2003) quienes indican que existe una relación positiva entre la producción de leche y la concentración de urea en leche, por el contrario difiere con los resultados reportados por Pedraza *et al.* (2006), quienes indican una relación indirecta. La relación existente entre la producción de leche y los niveles de urea en leche es importante, ya que según los resultados del presente estudio y los realizados en otras investigaciones (Johnson & Young 2003 y Rajala-Schultz & Saville, 2003), los hatos altamente productivos presentarían el problema, que al producir más leche los niveles de urea aumentarían y se afectarían los parámetros reproductivos y también se generaría mayor contaminación ambiental, por lo que es de suma importancia el adecuado manejo alimenticio y nutricional en estos sistemas de explotación para evitar los problemas antes mencionados.

Efecto del contenido proteico sobre la concentración de urea en leche

Pedraza *et al.* (2006), señalan una relación indirecta entre proteína y urea contenida en la leche, encontrando diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre contenidos de proteína < 3.2 y > 3.2% con contenidos de 32.87 y 29.54 mg dl⁻¹. Estudios realizados por Hojman *et al.* (2004) demuestran una relación indirecta entre el porcentaje total de proteína y niveles de urea en leche, encontrando así para los animales de una, dos, tres y cuatro lactaciones promedios de proteína en leche de 3.21, 3.21, 3.15, 3.08% kg⁻¹ y contenidos de urea en leche de 14.4, 14.9, 14.7, 14.6 mg dl⁻¹. Johnson & Young (2003) reportaron para vacas Holstein y Jersey una media de 3.19 y 3.70% de proteína en leche con una concentración de urea de 15.5 y 14.1 mg dl⁻¹. Concluyeron haber encontrado una asociación indirecta entre concentración de urea y porcentaje de proteína en leche.

Los resultados obtenidos en este estudio presentan una relación indirecta entre la proteína y la

urea contenida en leche, estos concuerdan con los resultados obtenidos por Pedraza *et al.* (2006), Hojman *et al.* (2004) y Jonson & Young (2003) descritos anteriormente. Este comportamiento de los niveles de urea puede estar influenciado por el balance de proteína y energía y por el balance de nutrientes de la dieta. En una ración adecuadamente balanceada en proteína y energía el contenido de urea en leche debería encontrarse entre 15 - 30 mg dl⁻¹ y la leche debería tener 3.2% o más de proteína (Johnson & Young, 2003). McCormick *et al.* (2001) y Chapa *et al.* (2001) señalan que niveles superiores a 25 mg dl⁻¹ de urea en leche pueden indicar la existencia de un exceso de proteína en la ración y una utilización ineficiente de la energía, ya que la vaca la requiere para convertir amonio en urea, de ahí que sean posible problemas de infertilidad y una baja producción de leche, los niveles altos de urea en leche pueden producirse porque la cantidad de proteína degradable en el rumen es demasiado alta, o porque la relación proteína soluble/carbohidratos no fibrosos degradables en el rumen, también es muy alta. En el presente estudio los contenidos de urea por efecto de los niveles de proteína en leche se encuentran en el rango de 12 a 14 mg dl⁻¹, y mientras el porcentaje de proteína aumenta los niveles de urea disminuye por lo que no se presentan los problemas antes mencionados.

Efecto de la interacción entre producción y contenido proteico sobre la concentración de urea en leche

Pedraza *et al.* (2006), reportaron interacciones significativas ($p < 0.05$) entre el nivel productivo de la leche y el número de parto (de primer y de dos o más partos), sobre los niveles de urea láctea. En vacas de primer parto determinó tres ($p < 0.05$) niveles de concentración de urea correspondientes a los tres niveles de producción. El mayor de ellos correspondió a animales con producción baja, y el menor en aquellas con mayor producción de leche. En vacas de dos o más partos, esta misma relación sólo se detectó entre aquellos animales con producción baja (0-15 L) y el resto (animales con niveles productivos sobre 15 L), los mismos autores encontraron otra interacción significativa entre la estación

del año en que ocurre el parto y el nivel productivo de la leche. Así, en las estaciones de primavera y verano los niveles de urea adquirieron significancia ($p < 0.05$) detectándose niveles más altos de urea en animales con bajas producciones de leche, y por el contrario bajos niveles de urea en animales con producciones altas de leche. En otoño e invierno el nivel de urea son similares en las categorías de menor producción, 0-15 y 15-25 L, difiriendo del nivel más alto (> 25 L). En el presente estudio no existió ninguna interacción significativa difiriendo con los resultados descritos por Pedraza *et al.* (2006); sin embargo la interacción entre producciones < 5 kg y contenidos proteicos en leche $> 3.0\%$ presentaron las medias de contenido ureico en leche mas bajas. El contenido de urea láctea mas elevado lo obtuvo la interacción producciones > 10 kg de leche y contenido proteico en leche $< 3.0\%$. Lo que se puede interpretar que a mayor producción menor contenido de proteína pero es mayor el contenido de urea en leche.

Comportamiento de la urea láctea en bovinos del Centro Experimental "La Posta"

Se han realizado diversos estudios sobre el comportamiento de los niveles de urea láctea en las diferentes estaciones del año, por ejemplo Godden *et al.* (2001), encontraron valores más altos de urea en leche en los meses de agosto y septiembre y durante la estación de verano tardío (julio-septiembre), reportando para el periodo enero-marzo una media de 13.53^a, para el periodo abril-junio 12.96^b, para julio-septiembre 14.37^c, y para el periodo octubre-diciembre un promedio de urea en leche de 13.61^d mg dl⁻¹, encontrando diferencia significativas ($p < 0.05$) entre todos los periodos antes mencionados. Por otra parte Pedraza *et al.* (2006) encontraron que las estaciones del año en que ocurrió el parto se asocio significativamente ($p < 0.05$) con los valores promedios de urea láctea, alcanzando valores de 33.24^a, 30.76^b, 29.86^b y 30.97^b mg dl⁻¹ en las estaciones de primavera, verano, otoño e invierno. Por su parte Rajala-Schultz & Saville (2003) reportaron que en los hatos con producciones menores de 7.258 kg los niveles de urea en leche fueron las más altas durante verano (13.4 mg dl⁻¹) y perceptible-

mente más bajo en invierno (10.9 mg dl^{-1}), primavera (11.6 mg dl^{-1}) y otoño (10.6 mg dl^{-1}). En el presente estudio el contenido de urea se dividió en periodo de lluvias y secas, con un punto de influencia (agosto), esto sucedió por el cambio de dieta y problemas presentados en el hato. Contenidos altos de urea se encontraron en verano coincidiendo con los resultados descritos por Rajala-Schultz & Saville (2003) y Godden *et al.* (2001) y difiriendo con los resultados descritos por Pedraza *et al.* (2006), quienes obtuvieron los más altos contenidos durante la primavera, los niveles de urea láctea reportados por este último están por encima del rango óptimo lo cual favorece al tener baja reproducción y eficiencia productiva de las vacas. Los altos contenidos de urea láctea en verano pueden deberse a las características de la pradera, debido a que las condiciones ambientales provocan una mayor disponibilidad de forraje y con mejor contenido de proteína degradable, alta digestibilidad, apetecibilidad, bajas en fibra y en general un mayor valor nutritivo que el resto de las temporadas del año.

En conclusión el manejo y alimentación otorgada en los diferentes sistemas de producción (DP y LT) no tienen influencia en los niveles de concentra-

ción de la urea en leche. El nivel de producción tiene influencia en la concentración de urea en leche, encontrando una relación directamente proporcional. Se encontraron niveles altos de urea en la producción $> 10 \text{ kg}$ disminuyendo los niveles de urea conforme disminuía los niveles de producción. El contenido de proteína en leche tubo influencia en la concentración de urea en leche, encontrándose una relación inversa, por lo que leche con contenidos de proteína mayores a 3.2% presentan menores niveles de urea que con contenidos de proteína inferiores a 3.0%. La concentración de urea en leche varia conforme las características presentadas en los diferentes meses, por lo que los mayores contenidos de urea láctea se registraron durante los meses de junio y julio, el promedio mas bajo se obtuvo durante el mes de agosto, presentando éste último diferencia significativa con los meses de febrero, junio, julio, septiembre, octubre, noviembre y diciembre. Los niveles de urea encontrados en la leche de las vacas del Centro Experimental "La Posta" indican que existe un buen balance de proteína en la dieta aportada ya que los niveles de amoníaco y urea encontrada en la sangre no son peligrosos para el animal, estos niveles permiten una adecuada producción y reproducción.

LITERATURA CITADA

- Baker LD, Fergusson JD, Chalupa W (1995) Responses in urea and true protein of milk to different protein feeding schemes for dairy cows. *Journal Dairy Science* 78: 2424-2434.
- Beltrán HA, Peláez MA y Aguirre AC (1999) Montaje del examen de urea en leche y su uso en hatos bovinos de doble propósito en el trópico húmedo. In. Décima segunda reunión científica tecnológica forestal y agropecuaria Veracruz (resúmenes). Memoria científica n° 5. p.165.
- Broderick GA, Clayton MK (1997) A Statistical evaluation of animals and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. *Journal Dairy Science* 74: 858 - 865.
- Butler WR, Calaman JJ, Beam SW (1996) Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. *Journal. Animals Science* 74: 858-865.
- Butler WR (1998) Review: Effect of Protein Nutrition on Ovarian and Uterine Physiology in Dairy Cattle. *Journal Dairy Science* 81:2533-2539.
- Butler WR (2000) Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Animal Reproduction Science* 60-61: 449-457.
- Chapa AM, McCormick ME, Fernandez JM, French DD, Ward JD, Beatty JF (2001) Supplemental dietary protein for grazing dairy cows: reproduction, condition loss, plasma metabolites, and insulin. *Journal Dairy Science* 84: 908-916.

- Deiros J, Quintela LA, Peña AI, Becerra JJ, Barrio M, Alonso G, Varela B, Herradón PG (2004) Urea plasmática: relación con el equilibrio energético y parámetros reproductivos en vacunos lecheros. *Archivo de Zootecnia*. 53:141-151.
- De Peters EJ, Ferguson JD (1992) Non-protein nitrogen and protein distribution in the milk of cows. *Journal Dairy Science* 75: 3192-3209.
- Elrod CC, Butler WR (1993a) Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. *Journal Animals Science* 71: 694-701.
- Elrod CC, Amburgh MV, Butler WR (1993b) Alterations of pH in response to increased dietary protein in cattle are unique to the uterus. *Journal Animals Science* 71: 702-706.
- Ferguson JD, Chalupa W (1989) Impact of protein nutrition on reproduction in dairy cows. *Journal Dairy Science* 72: 746-766.
- Ferguson JD, Galligan DT, Blanchard T, Reeves M (1993) Serum urea nitrogen and conception rate: the usefulness of test information. *Journal Dairy Science* 76: 3742-3746.
- García E (1973) Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. UNAM, Instituto de geografía, México D. F.
- Godden SM, Lissemore KD, Kelton DF, Leslie KE, Walton JS, Lumsden JH (2001) Factors Associated with Milk Urea Concentrations in Ontario Dairy Cows. *Journal Dairy Science* 84:107-114.
- Gómez CA, Fernández M (2000) Nitrógeno ureico en leche y el balance proteico en raciones de vacas lecheras. Departamento Académico de Nutrición, Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Científica del Sur.
- Gustafson AH, Palmquist DL (1993) Diurnal variation of rumen ammonia, serum urea, and milk urea in dairy cows at high and low yields. *Journal Dairy Science* 76: 475-484.
- Hof G, Vervoorn MD, Lenaers PJ, Tamminga S (1997) Milk urea nitrogen as a tool to monitor the protein nutrition of dairy cows. *Journal Dairy Science* 80: 333-3340.
- Hojman D, Kroll O, Adin G, Gips M, Hanochi B, Ezra E (2004) Relationships Between Milk Urea and Production, Nutrition, and Fertility Traits in Israeli Dairy Herds. *Journal Dairy Science* 87:1001-1011.
- Johnson RG, Young AJ (2003) The Association Between Milk Urea Nitrogen and DHI Production Variables in Western Commercial Dairy Herds. *Journal Dairy Science* 86:3008-3015
- Jordan ER, Chapman TE, Holtan DW, Swanson LV (1983) Relationship of dietary crude protein to composition of uterine secretions and blood in high producing dairy cows. *Journal Dairy Science* 66: 1854-1862.
- Lykos T, Varga GA, Casper D (1997) Varying degradation rates of total nonstructural carbohydrates: Effects on ruminal fermentation, blood metabolites, and milk production and composition in high producing Holstein cows. *Journal Dairy Science* 80: 3341-3355.
- McCormick M, Chapa A, Fernández M, Beatty J (2001) New tool to gauge dairy herd nutrition. *Louisiana Agriculture* 44(3): 18-20.
- Pedraza GC, Mansilla MA, Merucci DF, Pinedo P, Contreras CH (2006) Niveles de urea láctea en vacas de la región del Bío-bío, Chile. *Agricultura técnica* 66(3): 264-270.
- Peña CF (2002) Importancia del nitrógeno ureico de la leche como índice para evaluar la eficiencia productiva y reproductiva de las vacas lecheras. *Revista Acovez*. 27(1):3-9.
- Rajala-Schultz PJ, Saville WJA (2003) Sources of Variation in Milk Urea Nitrogen in Ohio Dairy Herds. *Journal Dairy Science* 86: 1653-1661.

Rodríguez LA, Stallings CC, Herbein JH, Mcguilliard ML (1997) Diurnal variation in milk and plasma urea nitrogen in Holstein and Jersey cows in response to degradable dietary protein and added fat. *Journal Dairy Science* 80(12): 3368.

Roseler DK, Ferguson JD, Sniffen CJ, Herrema J (1993) Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk non protein nitrogen in Holstein cows. *Journal Dairy Science* 76:525-534.

SAS (2002) User's Guide. Statistics 8th ed. Cary (NC): SAS Institute Inc.