

# Importancia de los niveles de nitrógeno ureico en leche y sangre en el ganado lechero<sup>1</sup>

## Significance of urea nitrogen levels in milk and blood of dairy cattle

J. Arias<sup>2</sup> y A. Nesti de Alonso<sup>3</sup>

### Resumen

La determinación de los niveles de nitrógeno ureico en sangre y leche son considerados una alternativa para determinar el balance protéico del ganado lechero. La relación de la utilización de las proteínas degradables en el rumen y las no degradables o pasantes constituyen el origen de la producción de amoníaco que es transformado en urea por el hígado, la cual circula en sangre y es parcialmente excretada en la leche. La detoxificación del amoníaco constituye una pérdida de energía para la vaca lechera que limita la producción de leche. El uso del extracto de la planta *Yucca shidighera* ayuda a retener el amoníaco liberado en el rumen y aumenta su utilización por la microflora, limitando el aumento de nitrógeno ureico en sangre y en leche.

**Palabras clave:** Nitrógeno ureico, leche, sangre, ganado lechero, *Yucca shidighera*.

### Abstract

Determinations of blood and milk nitrogen level are an alternative test to measure the protein balance for dairy cattle. Ratio of rumen degraded proteins and bypass proteins originate the production of ammonia which is synthesized by the liver into urea and is released in the blood stream and excreted partially by the mammary gland in the milk. Ammonia detoxification is an energy waste step for the dairy cattle, reducing the milk production. The use of *Yucca shidighera* plant extract binds ammonia in the rumen contents raising its utilization by the microflora, thus limiting the urea and milk nitrogen levels.

**Key words:** Urea nitrogen, milk, blood, dairy cattle, *Yucca shidighera*.

Recibido el 08-10-1997 • Aceptado el 12-12-1997

1. Conferencia presentada en la XV Reunión Latinoamericana de Producción Animal y IX Congreso Venezolano de Zootecnia. Maracaibo, Venezuela, noviembre de 1997.

2. Alltech Biotechnology Center, Nicholasville, KY. U.S.A. E-mail : jarias@alltech-bio.com

3. Facultad de Ciencias Veterinarias. La Universidad del Zulia Apdo. 526 Maracaibo Edo. Zulia Venezuela. E-mail : sidelacus@aol.com

## Introducción

Existe una relación entre los niveles de nitrógeno uréico en sangre y en leche (NUS y NUL) en ganado lechero, dependiente de la degradabilidad de las diferentes fuentes de proteínas y compuestos nitrogenados. El N.R.C. (18) ofrece recomendaciones referentes a vacas lecheras de una relación de ingestión aproximada del 73% de proteína degradable en el rumen y de 37% de no degradable o "pasante" para las primeras etapas de la lactación. Tanto para los casos de exceso de proteínas en la ración como de elevados niveles de proteína degradable se origina una

elevada concentración de amoníaco en el rumen, parcialmente utilizado por la microflora. Todo esto conduce a un aumento de la síntesis de urea y de altos niveles de ésta en los fluidos corporales, reciclándose a través de la saliva. La urea no utilizada se excreta en la orina y en la leche. El nivel de nitrógeno no protéico circulante tiene significancia por su consecuente efecto sobre el comportamiento reproductivo (11) y la integridad de los tejidos hepático y mamario (2). Dichos valores ofrecen una herramienta simple para evaluar la eficiencia de la utilización de la proteína de la dieta.

## Importancia del nivel de nitrógeno en sangre y leche

El metabolismo del nitrógeno en los rumiantes involucra la participación activa de la microflora y la utilización de los productos de degradación de las proteínas para la síntesis de proteína bacteriana. El amoníaco no utilizado en el rumen es transportado al hígado y tejidos para su transformación en urea. La utilización de elevadas fuentes de

nitrógeno, protéico y no protéico en la alimentación de vacas lecheras incide sobre la condición de glándula mamaria aumentando los contajes de células somáticas y la incidencia de mastitis. Valores fuera de los considerados como normales indican desbalances nutricionales que pueden tener importante significancia económica y productiva.

## La actividad ruminal sobre los compuestos nitrogenados

Gran parte de los compuestos nitrogenados de la dieta son convertidos a amoníaco en el rumen por la degradación bacteriana, el cual es luego utilizado por estos microorganismos para la síntesis proteica, dependiendo de múltiples factores nutricionales. El amoníaco no utilizado es absorbido a

través del epitelio ruminal y transportado por vía portal al hígado.

Un exceso de amoníaco en el rumen indica que su producción es mayor a la capacidad de los microorganismos ruminales de transformarlo en proteína microbiana o que la microflora existente es incapaz de utilizar el

amoniaco a la velocidad de su producción. La detoxificación del amoniaco impone una actividad enzimática importante a nivel del hígado, involucrando la modificación de los niveles plasmáticos de la ornitil carbamil transferasa (OCT) (cuadro 1). Esta detoxificación, a su vez, requiere un consumo de energía, la cual es importante en todo momento, pero más crítica en el caso de tratarse de vacas lecheras de alta producción al inicio de la lactancia. Dicha conversión le cuesta al animal alrededor de 12 kcal /g de nitrógeno. Usando un modelo de la Universidad de Cornell y considerando una lectura de NUL de 20 mg/dL, se estimó que habría una reducción en la producción de leche equivalente a unos 3,5 L diarios, debido a la cantidad de energía que se utilizaría para la síntesis de urea a partir del amoniaco y que no podría utilizarse para producir leche.

En ensayos de alimentación con vacas lecheras (donde cada animal resultó testigo de si mismo para cada tratamiento) sometidas a raciones balanceadas (Control), con tratamientos de sustitución de parte de la proteína dietética por una mezcla

de melaza-urea-ácido fosfórico (Urea) (1), y adicionados de una fuente de energía de rápida utilización como la glucono-delta-lactona (GDL) (6), se demostró la influencia del amoniaco sobre varios parámetros relacionados con la utilización del nitrógeno.

Los niveles de amoniaco en sangre generalmente se mantienen bajos debido a que el hígado convierte rápidamente el amoniaco en urea (ciclo de la ornitina). Si la producción de amoniaco sobrepasa la capacidad del hígado de transformarlo en urea, los niveles de amoniaco en sangre podrían llegar a ser tóxicos. De hecho, la urea al igual que los nitratos, no es tóxica en si misma.

Altos niveles de amoniaco en sangre influyen sobre el apetito, por lo que limitan el consumo de alimentos y raramente se alcanzan situaciones agudas de toxicidad, sin embargo, su presencia constante en niveles altos causan permanentes situaciones subóptimas de producción.

Trabajos realizados en New York y Pennsylvania han demostrado que altos niveles de NUS pueden reducir las tasas de concepción debido al balance negativo de energía, incremento en

**cuadro 1. Niveles de nitrógeno uréico (NUS), ornitina carbamil transferasa (OCT) y transferasa glutámico oxaloacética (SGOT) en sangre en vacas lecheras sometidas a raciones con nitrógeno no protéico (Urea) y fuentes de energía (GDL).**

Tratamiento	NUS(a)	OCT(b)	SGOT(c)
Control	12,57	137,7	57,29
Urea	16,46	245,5	56,83
Urea + GDL	17,54	227,6	61,83

(a) mg por 100 mL. (b) Unidades Sigma-Frankel de OCT (c) Unidades Sigma-Frankel de SGOT.

la acidez del útero y cambios en la relación de los minerales que tapizan el útero (5, 8). Además, niveles altos de NUS han sido relacionados a problemas hepáticos y a la aparición tardía del primer estro. Varios trabajos científicos relacionan los niveles de proteína cruda de la dieta con los niveles de NUS y las tasas de concepción (cuadro 2). Si bien la proteína cruda no debe considerarse como un ente independiente, ya que está relacionada a su solubilidad y a los niveles de disponibilidad de energía de la dieta, el cuadro 2 sirve para ilustrar el concepto.

Investigaciones en Maine demostraron que altos niveles de proteína pueden afectar la salud y el sistema inmune, especialmente en vacas con problemas en postparto. Estos resultados concuerdan con los trabajos realizados en Pennsylvania,

donde se reportaron investigaciones en las que se observó una mayor incidencia de cultivos bacteriológicos positivos a *Streptococcus agalactiae* y *Staphylococcus haemolyticus* en la leche de vacas suplementadas con urea, requiriendo estas un 37% más tratamientos para mastitis, lo que estuvo correlacionado con los resultados de la prueba de California Mastitis

Test CMT, (19) significativamente mayores ( $P < 0,01$ ) para las vacas alimentadas con raciones con nitrógeno no proteico. En esos estudios reportaron que la excreción de urea en leche fue de 38,33 mg por 100 mL para la ración control y de 48,41 mg por 100 mL para la ración suplementada con urea. Este factor es importante para la calidad de la leche utilizada para la producción de quesos, la cual se reduce debido a los altos niveles de nitrógeno

**Cuadro 2. Tasas de concepción (TC) y concentración de nitrógeno uréico en sangre (NUS) de vacas lactando, alimentadas con dietas de contenido de proteína cruda (PC) moderada y alta.**

Referencia	% de PC de la dieta			
	15 - 16		19 - 21	
	TC (%)	NUS (mg%)	TC (%)	NUS (mg%)
Jordán y Swanson (1, 2)	53	NI (4)	40	NI
Folman <i>et al.</i> (9)	56	8,8	44	15,4
Kaim <i>et al.</i> (16)	57	9,0	43	17,0
Howard <i>et al.</i> (13)	87	15,0	85	26,0
Carroll <i>et al.</i> (5)	64	11,0	56	24,0
Bruckental <i>et al.</i> (3)	65	25,0	52	32,0
Canfield <i>et al.</i> (4)	48	12,0	31	19,0
Elrod & Butler, (7)	83	<16,0	62	>16,0
Promedios	62	13,8	48	21,3

(1) sobre vacas concebidas; (2)  $P < 0,05$ ; (3) primer servicio; (4) no informado.

no proteico.

Muchos países ya tienen, o están por tener, sistemas de pago de leche sobre la base del contenido de proteína verdadera con penalización para leches con alto contenido de nitrógeno uréico. Suiza y Francia ya tienen un esquema de penalización por contenido de NUL y es probable que el Reino Unido siga esa tendencia.

Altos niveles de NUS y NUL también tendrán un impacto en el

medio ambiente debido a que el exceso de nitrógeno excretado en orina y heces puede llegar a afectar la calidad del agua e incrementar los malos olores ambientales.

Además de los factores productivos y ecológicos mencionados, desde el punto de vista económico, altos niveles de NUL indican desbalances en la dieta y pérdidas de energía con mayor costo de alimento.

### Sospechando desbalances de la dieta

La evaluación periódica de los niveles de NUS/NUL ayudará a estimar el estado nutricional del rebaño y a prevenir posibles desequilibrios nutricionales. Las siguientes son algunas observaciones prácticas que aconsejaran seguir más de cerca los valores de NUS/NUL:

Animales pastoreando en pasturas nuevas de rápido crecimiento primaveral, o pastoreando en cultivos anuales de rápido crecimiento

Animales con dietas a base de forraje conservado provenientes de pasturas perennes o anuales de rápido rebrote o crecimiento.

Cambios dietéticos en los niveles de proteína no degradable/degradable

en el rumen.

Tasas de concepción por debajo de los históricos del rebaño.

Cambios en el tamaño de la partícula del alimento, especialmente de maíz y otros granos.

Bajos valores de proteína en leche.

Otra buena relación práctica indica que los valores de NUL representan entre el 83 y 98% de los valores del NUS. Se acepta que dividiendo NUL por 0,85 se tiene un buen valor estimativo de NUS.

Se han relacionado los niveles de NUL con sus efectos fisiológicos en rumiantes, como se muestra en el cuadro 3.

**Cuadro 3. Efecto fisiológico en rumiantes de acuerdo a los niveles de NUL**

NUL, mg/dL	Riesgo
> 15,4	Patológico
12,6 - 15,4	Alto riesgo
8,4 - 12,6	Normal
5,6 - 8,4	Bajo riesgo
<7,0	Baja proteína y/o bajo carbohidrato

## Previendo incrementos en NUS/NUL

El adecuado balance en el rumen de proteínas solubles e insolubles puede prevenir excesos de amoníaco que incrementan el NUS/NUL, pero esto no siempre es tarea fácil. Dos situaciones son especialmente difíciles: silajes de pasturas altamente fertilizadas o silajes de leguminosas de alta calidad y pasturas de primavera, de rápido crecimiento.

Un extracto de la planta del desierto *Yucca shidighera* tiene la propiedad de secuestrar amoníaco y otros gases, brindando en este caso, una manera de retener el amoníaco en el rumen, donde puede ser utilizado por la microflora, ayudando así a prevenir incrementos NUS y NUL.

Investigaciones recientes en Irlanda mostraron que, en donde el contenido de nitrógeno no protéico de silajes y pasturas se combinan para crear problemas de fertilidad en vacas de alta producción, la utilización del producto comercial del extracto de la planta *Yucca shidighera* (cuadro 4) a la dieta redujo el NUL. Las vacas en este experimento fueron estabuladas y

alimentadas con una dieta basada en silaje de pastura (ryegrass) por los primeros 14 días, continuando a pastoreo sobre pasturas de gramíneas en rápido crecimiento primaveral. El agregado del extracto de *Yucca shidighera* a la dieta redujo el NUL en un 20% los animales alimentados con ensilaje y en pastura.

Otra evidencia de la efectividad del uso del extracto de la yuca para reducir los niveles de amoníaco en plasma y rumen ha sido demostrado por Hussain y Cheeke (12) trabajando sobre novillos. Ellos estudiaron el efecto del extracto de *Yucca* bajo dos tipos de dietas constantes. Una de ellas incluía altos niveles de concentrados, la otra estaba basada en alto nivel de fibra. Además se usaron dos fuentes proteicas diferentes, harina de soya o urea.

En el caso de una dieta alta en fibra (cuadro 5), la suplementación con extracto de *Yucca* redujo el contenido de amoníaco en el rumen en 11% cuando se usó la harina de soya como suplemento protéico, y en 15% cuando

**Cuadro 4. Efecto del extracto de *Yucca shidighera* (\*) sobre los niveles de NUL (mg/L) en vacas lecheras estabuladas y sobre pasturas.**

	Control	<i>Yucca shidighera</i>
Establo día 0 (Pre-tratamiento)	175	175
Establo día 14 (2a lectura)	169	142
Pastura día 15 (3a lectura)	241	188
Pastura día 45 (4a lectura)	163	135

(\*) De-0dorase®, Alltech Inc. (Referencia personal. Lyons Estate, University College, Dublín. 1995)

**Cuadro 5. Efecto del extracto de *Yucca shidighera* (\*) y la fuente de proteína sobre el Nitrógeno en rumen y en plasma de novillos con dietas altas en fibra.**

	Fuente de Nitrógeno			
	Harina de Soya		Urea	
	Control	<i>Y. shidighera</i>	Control	<i>Y. shidighera</i>
pH rumen	6,48	6,58	6,59	6,59
NH3 rumen, mg/dl	11,50	10,16	15,11	12,88
NH3 plasma, mg/mol	1,13	1,24	1,19	1,04
Urea plasma, mg/dl	13,64	14,79	16,11	14,66

(\*) De-Odorase®, Alltech Inc. KY. Fuente: Hussain y Cheeke (12).

se usó urea como fuente nitrogenada. El nitrógeno uréico en plasma fue mas alto cuando se agregó el extracto de *Yucca shidighera* en alimento con soya, mientras que sucedió lo contrario cuando se usó urea como fuente nitrogenada.

En el caso de una dieta alta en alimento concentrado (cuadro 6), el nitrógeno uréico en plasma fue reducido significativamente con el agregado de De-Odorase cuando se usó la harina de soya como suplemento

proteico, aunque no hubo efecto cuando el suplemento nitrogenado fue urea.

Cualquiera sea la alternativa de manejo que se utilice para controlar los niveles de NUL/NUS, resulta ojivo su efecto negativo cuando sus niveles no se encuentran dentro de los considerados normales. El uso del extracto de la *Yucca shidighera* se suma a las herramientas disponibles para mantener los niveles de NUL/NUS dentro del rango considerado normal.

**Cuadro 6. Efecto del extracto de la *Yucca shidighera* (\*) y la fuente de proteína sobre Nitrógeno en rumen y plasma de novillos con dieta alta en alimento concentrado.**

	Harina de soya		Urea	
	Control	De-Odorase	Control	De-Odorase
	pH rumen	5,81	5,82	6,09
NH3 rumen, mg/dl	7,92	6,88	10,85	10,50
NH3 plasma, mg/ml	1,17	0,89	1,15	1,15
Urea plasma, mg/dl	14,01	11,52	13,87	13,76

(\*) De-Odorase®, Alltech Inc. KY, U.S.A. Fuente: Hussain y Cheeke (12).

Las dosis del extracto comercial de *Yucca shidighera* recomendadas varían de acuerdo a los niveles de NUL/NUS encontrados. Dosis de 3-4 g/animal/día son normales (con NUL entre 12,6 mg/dL y 15,4 mg/dL)

aunque niveles mas altos de NUL requieren 5-7 g/animal/día (con NUL entre 15.4 mg/dL y 18 mg/dL) hasta 8-10 g/animal día (con NUL >.8 mg/dL).

## Literatura citada

1. Agway 1969. , Data Summary. Agway Inc. 3609 Derry st. Harrisburg Pa. U.S.A.
2. Alonso, A.N., Kronfeld, D.S. y Morse, G. 1973. Efecto de la suplementación con nitrógeno no protéico y energía sobre la incidencia de mastitis en vacas. Proc. VII Congr. Panamericano de Med. Veterinaria y Zootecnia. Bogotá, Colombia.
3. Bruckental, I., M. Kaim, H. Lehrer y Y. Folman. 1990. Effects of source and level of protein and milk yield and reproductive performance of high producing primiparous and multiparous dairy cows. Anim. Prod. 48:319.
4. 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. 73:2341
5. Carroll, D.J. B.A. Barton, G.W. Anderson y R.D. Smith. 1988. Influence of protein intake and feeding strategy on reproductive performance of dairy cows. J. Dairy Sci. 71:3470
6. Dawe. 1969. Technical Service Bulletin of Glucono-Delta-Lactone C-0914-7 Dawe's Co. N.Y. July 1969.
7. Elrod, C.C. y W. R. Butler. 1991. Nutrition and reproduction relationship in dairy cattle. p. 73. In: Cornell Nutr. Conf., Ithaca, N.Y.
8. Ferguson, J.D., D.T. Galligan, T. Blanchard and M. Reeves. 1993. Serum urea and conception rate : The usefulness of test information. J. Dairy Sci. 76 :3742
9. Folman, Y. H. Neumark, M. Kaim y W. Kaufman. 1981. Performance, rumen and blood metabolites in high-yielding cows fed varying protein percents and protected soybean. J. Dairy Sci. 64:759
10. Gustafson, A.H., y D.L. Palmquist. 1993. Diurnal variation of rumen ammonia and serum and milk urea in dairy cows at high and low yield. J. Dairy Sci. 76:475.
11. Harris Jr., B. 1996. Using milk urea nitrogen and blood urea values as management tools. Biotechnology In the Feed Industry Proc. Of Alltech's 8th annual symposium. T.P. Lyons (Ed.) Alltech Technical Pubbl. Nicholasville, K.Y. 96
12. Hussain I. y P.R. Cheeke. 1995 Yucca extract and rumen nitrogen. Enclosure code SC3.3. Alltech Inc.
13. Howard, J.J. E.P. Aalseth, G.D. Adams, L.J. Bush, R.W. McNew y L.J. Dawson. 1987. Influence of dietary protein on reproductive performance of dairy cows. J. Dairy Sci. 70:1573.
14. Hutjens, M.F. y J.A. Barmore. 1995. Milk urea test gives us another tool. Hoard's Dairyman. May 25, p. 401.
15. Jordan, E.R. y L.V. Swanson. 1979. Serum progesterone and hormone in dairy cattle fed varying levels of crude protein. J. Anim. Sci. 48:1154.
16. Kaim, M., Y. Folman, H. Neumark y W. Kaufmann. 1983. The effect of protein intake and lactation number on post-partum body weight loss and reproductive performance of dairy cows. Anim. Prod. 37:229.



17. Lucas, H.L., 1956. Switch-back trials for more than two treatments. *J. Dairy Sci.* 39 :146-154
18. N.R.C. 1989. National Research Council. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6th. Revised edition. National Academy of Science. Washington, D.C.
19. Schalm, O.W. and D.O. Noorlander. 1957. Experiments and observations leading to development of California Mastitis Test. *J.A.V.M.A.* 130 :199-207
20. Staples, C.R., C. Garcia-Bojalil, B.S. Oldick, W.W. Thatcher y C.A. Risco. 1993. Protein intake and reproductive performance of dairy cows: A review. *Proc. Florida Ruminant Nutrition Symposium.*