

# ¿AFECTA EL EXCESO DE AMONIO RUMINAL EL GASTO ENERGÉTICO DE RUMIANTES?

Oscar N. Di Marco y Mario S. Aello. 2002. Unidad Integrada Balcarce (Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata/INTA, Estación Experimental Agropecuaria Balcarce).

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Volver a: [Manejo del alimento](#)

## INTRODUCCIÓN

Es una idea arraigada que el aumento de la concentración de N-NH<sub>3</sub> en el rumen produce un incremento del gasto de energía del animal, debido a que el hígado tiene que producir una mayor cantidad de urea para detoxificar el excedente de amonio que se absorbe en el rumen y en el resto del tracto gastro intestinal. Basado en ello se asume que las producciones subóptimas que se registran en animales consumiendo pasturas con alto contenido de nitrógeno, son ocasionadas por un aumento en el gasto energético del animal asociado a la detoxificación del excedente de amonio que dichas pasturas ocasionan en el rumen.

Es un hecho bien conocido que el "problema del otoño" afecta en gran medida la producción de carne debido a que la ganancia de peso de los animales está por debajo del esperado de acuerdo a la digestibilidad del forraje. En otras palabras, se sabe que hay bajas ganancias de peso con pasturas de alta calidad, en términos de digestibilidad y concentración proteica, y que a su vez la concentración de N-NH<sub>3</sub> en el rumen es alta en dichas condiciones. Lo que no está claro es si la detoxificación del exceso de amonio aumenta el gasto de energía. A su vez, suponiendo que en efecto haya un gasto extra de energía, tampoco se conoce si el mismo se debe a la producción de urea per se o a otros procesos asociados a la detoxificación del amonio.

Este trabajo tiene por objetivo realizar una breve reseña del estado actual del conocimiento sobre el efecto del exceso de amonio ruminal en el metabolismo de los animales, y comentar los resultados de las investigaciones que se han realizado en la Unidad Integrada Balcarce conducentes a elucidar el efecto de una alta concentración de amonio en el rumen en el gasto de energía y también el balance nitrogenado (catabolismo de aminoácidos).

### 1. ¿POR QUÉ AUMENTA EL AMONIO EN EL RUMEN?

La captación del amonio por parte de las bacterias ruminales depende, entre otros, de la sincronización entre la degradación de los hidratos de carbono solubles, y la degradación de la proteína. Cuando faltan hidratos de carbono solubles (azúcares) para el crecimiento microbiano, como ocurre con las pasturas de otoño, se produce una asincronía entre la disponibilidad de energía y de amonio. Esto hace que la captación del nitrógeno por parte de los microorganismos sea menor que el amonio liberado, por lo cual la concentración de amonio aumenta en el licor ruminal. Ello no quiere decir que en el rumen esté faltando energía, ya que la misma depende de la digestibilidad del forraje, que en estos casos es alta.

Sin embargo, falta energía rápidamente disponible para que los microbios crezcan y capten la explosiva liberación del amonio, proveniente de la alta y rápida degradación de la proteína del forraje. La concentración de amonio en vacunos aumenta en animales consumiendo forrajes otoñales, silajes de pasturas, pasturas de alfalfa, forrajes en rebrote temprano y forrajes tiernos fertilizados con altas dosis de nitrógeno. En estos casos la concentración de amonio puede llegar a 40 a 80 mg/dl, cuando en condiciones normales varía entre 5 a 15 mg/dl.

### 2. ¿QUÉ OCURRE CON EL EXCEDENTE DE AMONIO?

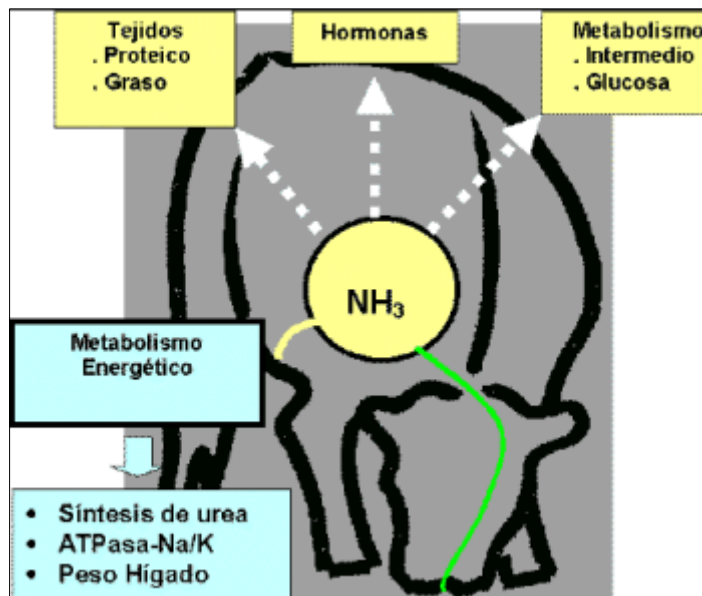
En primer lugar el amonio es absorbido a través de la pared ruminal y en el tracto intestinal, y luego pasa a la sangre. Posteriormente es llevado vía sanguínea al hígado donde se convierte rápidamente en urea para evitar daños en los tejidos. Finalmente en su mayor parte es excretado en la orina, aunque una fracción vuelve al rumen.

La capacidad del hígado para transformar el amonio en urea (detoxificación) es muy alta pero no es ilimitada, por lo tanto al superarse tal capacidad se pueden producir severos daños clínicos en el animal. Sin embargo, normalmente no se registran casos de toxicidad en vacunos pastoreando forrajes con alto contenido de nitrógeno. No obstante, se sospecha que puede haber toxicidad subclínica o alteraciones del metabolismo.

### 3. ALTERACIONES DEL METABOLISMO PRODUCIDAS POR EL AMONIO

El amonio produce diferentes alteraciones metabólicas. Por ejemplo, a nivel hormonal puede producir resistencia a la acción de la insulina y supresión de la liberación de la misma por aumento de adrenalina (2, 10). A su vez, se ha observado mayor degradación de grasas y proteínas, con aumento de los ácidos grasos libres (no esterifica-

dos) y mayor catabolismo de aminoácidos (4, 8, 9, 10). También síntesis y utilización de la glucosa y la síntesis de ATP son menores.



Además de lo anterior se postula que habría competencia entre la detoxificación de amonio y la síntesis de proteína en los tejidos (4, 7, 8, 9, 10), ya que aparentemente en la formación de urea solamente uno de los grupos amino proviene del amonio y el otro de amino ácidos. Por lo tanto la detoxificación de amonio produciría mayor catabolismo de aminoácidos que finalmente podría ocasionar una menor producción.

Con respecto al metabolismo energético cabe destacar el aumento debido al costo de la síntesis de la urea, y a su vez un mayor costo energético por aumento del tamaño del hígado y de la actividad metabólica en tejido hepático por incremento en el transporte de iones asociado a la enzima ATPasas de Na/K (1, 5, 6, 10).

#### 4. POSIBLES CAUSAS DE LA MENOR PRODUCCIÓN

Cabe destacar que si bien en la bibliografía se destacan los puntos mencionados, las verdaderas causas por las cuales el amonio puede afectar la producción de carne o leche aún no están establecidas. Es posible que dicho efecto sea la consecuencia del efecto combinado del amonio afectando el metabolismo en diferentes niveles, y que no haya una causa principal.

No obstante se postula que los efectos principales podrían deberse a los siguientes efectos. Primero, por menor aporte de proteína al duodeno debido a las pérdidas de nitrógeno en rumen. Segundo, por mayor catabolismo (degradación) de los aminoácidos absorbidos, que limita la disponibilidad de aminoácidos para el crecimiento tisular, como ya se mencionó.

Finalmente, por un mayor gasto de energía para detoxificar el exceso de amonio producido, que disminuye la energía disponible para producción.

#### 5. ESTUDIOS REALIZADOS EN BALCARCE

La Cátedra de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Agrarias de Balcarce, ha realizado una serie de estudios con la finalidad de investigar los siguientes aspectos asociados a una elevada concentración de amonio ruminal.

- a) catabolismo de aminoácidos.
- b) gasto energético del animal asociado a la ureogénesis
- c) gasto energético del animal asociado al peso del hígado y/o actividad ATPasas de Na/K

##### a) Amonio y catabolismo de aminoácidos

Para determinar si la detoxificación de amonio aumenta el catabolismo de aminoácidos, se realizó un ensayo donde se midió la excreción urinaria de nitrógeno (N) en corderos alimentados con una dieta testigo de 15% PB, y con la misma dieta suplementada con 2% de urea (20,6 % PB).

Con la adición de urea se logró aumentar el amonio ruminal de 12,5 en el testigo) a 47,5 mg/dl en los animales suplementados. En esas condiciones, los ovinos suplementados con urea tuvieron un consumo extra de N de 4,3 g/día y excretaron en la orina 4,2 g/día más de N que los testigos (Cuadro 1). Esto indica que no hubo un aporte

endógeno de N por parte de aminoácidos, ya que si hubiera habido mayor catabolismo de aminoácidos, tendría que haberse encontrado en la orina una cantidad de N mayor que el aportado por la urea, o sea más de 4,3 g/día.

**Cuadro 1:** Excreción urinaria de nitrógeno (N) en corderos con y sin suplementación con urea.

Parámetro	Sin urea	Con urea	Diferencia
Consumo de N (g/día)	10,6	14,9	4,3
Excreción de N (g/día)	4,9	9,1	4,2

### b) Amonio y gasto energético

Según los antecedentes bibliográficos, el amonio podría afectar el gasto de energía por 3 mecanismos diferentes. Primero, en forma directa debido al costo de la síntesis de urea (ureogénesis). Segundo, indirectamente aumentando el peso de los órganos y tejidos viscerales, que son de alta intensidad metabólica. Finalmente, aumentando la actividad metabólica tisular la cual depende en gran parte de la actividad de la ATPasa de Na/K. Sin embargo no existen evidencias experimentales al respecto.

Para dilucidar estos aspectos, se realizaron en Balcarce distintos estudios. En uno de ellos (3) se introdujeron 30 y 60 g de urea vía fístula ruminal a novillos que consumían un silaje de baja calidad y se midió el gasto de energía por medio de la técnica de la tasa de dilución del  $^{14}\text{C}$ . La radioactividad del  $\text{CO}_2$  se midió en muestras de orina como se muestra en la **Foto 1**. En ésta se puede observar un novillo equipado con un arnés donde transporta el equipamiento requerido, y debajo de la panza un recipiente para colectar orina y en la **Foto 2** un detalle del catéter intraperitoneal para infundir  $^{14}\text{C}$ .

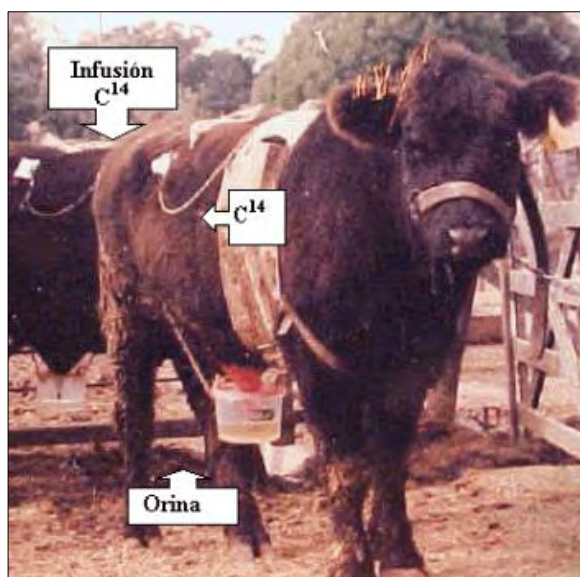


Foto 1



Foto 2

Con el agregado de urea se logró aumentar en forma inmediata el amonio ruminal, llegándose a valores de hasta 67,4 mg/dl. En esas condiciones, el gasto energético medido en el momento de máxima detoxificación del amonio absorbido, no fue afectado como se muestra en el Cuadro 2. Esto indica que el costo energético de la síntesis de urea no es de tal magnitud como para aumentar el costo energético total de los animales.

**Cuadro 2:** Efecto del exceso de amonio ruminal en el gasto de energía debido a la síntesis de urea.

Tratamiento	Amonio ruminal mg/dl	Gasto energético kcal/hora para un novillo de 300 kg
Testigo (sin urea)	4,0	270
Con 30 g de urea	39,4	270
Con 60 g de urea	67,4	272

Posteriormente se estudió si una alta concentración crónica de amonio ruminal afectaba el tamaño de los órganos o tejidos viscerales y/o la actividad de la ATPasa de Na/K. Estos parámetros son de importancia debido a lo siguiente. Los órganos y tejidos viscerales en conjunto si bien representan menos del 10% del peso vivo, tienen una alta actividad metabólica que explica cerca del 50% del gasto total de energía de un animal. En particular el gasto de energía se ha relacionado con variaciones en el peso del tejido hepático y del epitelio intestinal.

Con respecto a la actividad metabólica tisular, es aceptado que depende en gran parte de la actividad de la ATPasa de Na/K. La actividad de dicha enzima representa entre un 20 al 60% del costo energético a nivel de tejidos. Es importante destacar que la detoxificación de amonio podría estar afectando ambos parámetros y en consecuencia aumentar indirectamente el costo energético de un animal.

Para estudiar lo señalado, se alimentaron corderos durante 40 días con un alimento peleteado con 2% de urea, con lo cual se generó una concentración de amonio en rumen de 47,5 mg/dl. Luego, a la faena, se midió el peso de los órganos viscerales y posteriormente la actividad de las ATPasas de Na/K en muestras de tejidos hepático y epitelio intestinal.

**Cuadro 3.** Efecto del exceso de amonio ruminal en el peso de órganos y tejidos viscerales de corderos.

Parámetro	Sin urea	Con urea
Peso del hígado	47,6a	52,9b
Estómagos	82,9	78,5
Intestino delgado	81,9	81,8
Intestino grueso	43,5	38,1
Riñones	9,7	9,0
a: Promedio seguido de diferente letra difiere significativamente (P<0.1)		

Los resultados mostraron que en los animales con urea hubo un leve aumento del 11% en el peso del hígado con respecto a los testigos, sin afectar el resto de los órganos y tejidos viscerales. Con respecto a la actividad de la ATPasa de Na/K tampoco se hallaron diferencias entre los testigos y los suplementados con urea.

Estos resultados indican que el efecto crónico de una alta concentración de amonio ruminal aumentó el peso del hígado, posiblemente debido al mayor trabajo hepático para la detoxificación del exceso de amonio. Sin embargo, dicho exceso de amonio no produjo cambios en su actividad metabólica, ni en la del tejido intestinal.

## 6. EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN SOBRE EL AMONIACO RUMINAL Y LA PRODUCCIÓN

Se han ensayado en Balcarce distintas alternativas para corregir el exceso de NH<sub>3</sub> en el rumen, sin embargo no siempre se han logrado resultados promisorios en la producción. Por ejemplo Álvarez (1) disminuyó la concentración de N-NH<sub>3</sub> en rumen con la suplementación con grano de maíz húmedo, no obstante ello no se tradujo en variaciones en producción o composición de la leche. Por otro lado Vicentin (12) suplementó con 5% de zeolita en bovinos que consumían forrajes de alta calidad para disminuir la concentración de amonio, sin embargo dicho tratamiento no afectó la concentración media de N-NH<sub>3</sub> en rumen ni la eficiencia de síntesis proteica bacteriana. Finalmente Bertucci (3) no encontró diferencias en la concentración de N-NH<sub>3</sub> al suplementar con almidones de distinta degradabilidad ruminal provenientes de granos de maíz, trigo o avena.

## CONCLUSIONES

Las alteraciones del metabolismo producidas por el amonio son diversas y complejas por sus interacciones, por lo tanto hasta ahora no se ha podido atribuir a una de ellas, en particular, ser la causante del problema del otoño.

El costo energético de la síntesis de urea no parece ser de una magnitud tal como para afectar el costo energético de los animales con un exceso de amonio ruminal.

Por otra parte, tampoco se encontró un aumento en la actividad metabólica de los tejidos hepático e intestinal, como para pensar en un costo indirecto asociado a la detoxificación de amonio debido a esta causa.

El catabolismo de aminoácidos tampoco fue afectado ya que no se incrementó la excreción de nitrógeno en una proporción mayor que el aportado por la urea en la dieta. Finalmente, el aumento observado en el tamaño del hígado no fue de suficiente magnitud como para atribuirle, por sí solo, un mayor gasto energético indirecto que explique la menor producción que se observa en vacunos consumiendo forrajes hiperproteicos. Por lo tanto, se debería tomar conciencia de la complejidad del llamado "problema del otoño" y estudiar la incidencia de otros factores que también podrían estar actuando en animales con exceso de amonio ruminal.

La suplementación con granos que contengan almidón de alta degradabilidad ruminal tampoco ha resultado en una mayor respuesta animal o en menor concentración de amonio en el rumen.

## REFERENCIAS

1. Álvarez, H. 1996. Tesis M. Sc., Fac. Cs. Agrarias (UNMdP), 75 págs.
2. Beever, D.E. 1993. Rumen function. In: Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism. C.A.B. International, pp.187-215.
3. Bertucci, C.L. 1994. Tesis M. Sc., Fac. Cs. Agrarias (UNMdP), 72 págs
4. Choung, J.J. y Chamberlain, D.G. 1995. J. Dairy Res. 62:549-557.

5. Di Marco, O.N., Castiñeiras, P. y Aello, M.S. 1998. *Animal Science* 67:435-443.
6. Fernández, J.M., Croom Jr., W.J., Johnson, A.D., Jaquette, R.D. y Edens, F.M. 1988. *J. Anim. Sci.* 66:3259-3266.
7. Fluharty, F.L. y McClure, K.E. 1997. *J. Anim. Sci.* 75:604-610.
8. Kelly, J.M., McBride, B.W. y Milligan, L.P. 1993. *J. Anim. Sci.* 71:2799-2808.
9. Leonard, M.C., Buttery, P.J. y Lewis, D. 1977. *Br. J. Nutr.* 38:455-462.
10. Loble, G.E., Connell, A., Lomax, M.A., Brown, D.S., Milne, E., Calder, A.G. y Farningham, D.A.H. 1995. *Br. J. Nutr.* 73:667-685.
11. Ulyatt, M.J. 1997. *Proc. New Zealand Soc. Anim. Prod.* 57:4-8.
12. Vicentín, J.A. 1994. Tesis M. Sc., Fac. Cs. Agrarias (UNMDP), 78 págs.
13. Visek, W.J. 1984. *J. Dairy Sci.* 67:481-498.

Volver a: [Manejo del alimento](#)