

# USO DE LA UREA EN LA ALIMENTACIÓN DE LOS RUMIANTES

Dr. Humberto Troncoso Altamirano\*. 2015. Entorno ganadero 68, BM Editores.

\* [htroncoso@unam.mx](mailto:htroncoso@unam.mx)

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

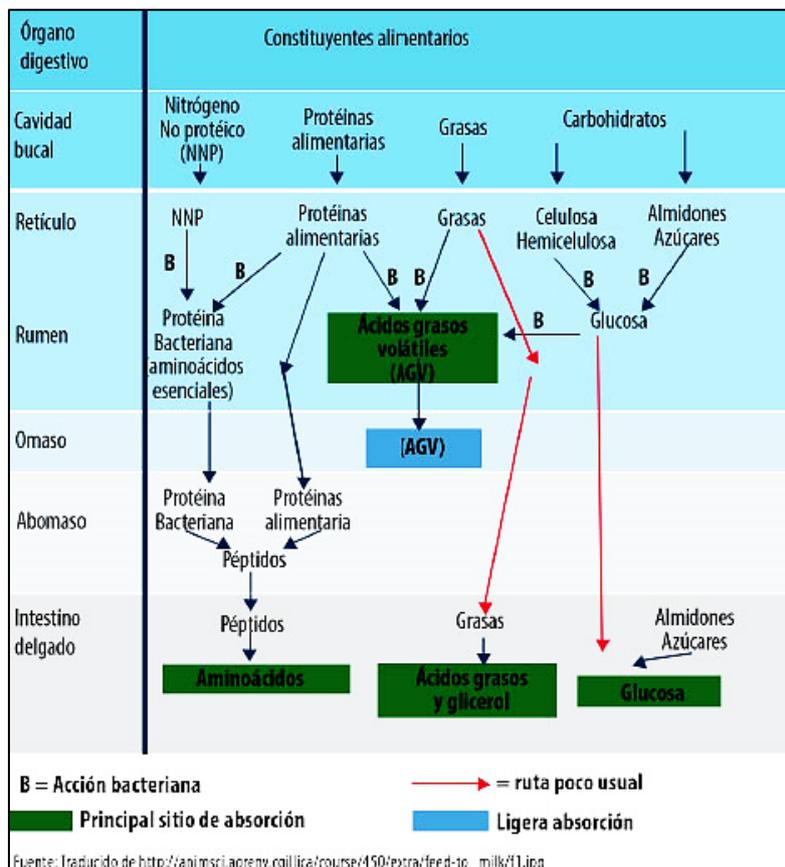
Volver a: [Suplementación proteica y con NNP](#)

Los animales rumiantes, como los bovinos, los ovinos y los caprinos, tienen tres compartimentos pre-gástricos: rumen, retículo y omaso; un compartimento más corresponde al abomaso o estómago verdadero o estómago glandular. El rumen y el retículo trabajan indivisiblemente, por lo que también se les conoce como retículo-rumen. En estos compartimentos se aloja una microbiota de bacterias y protozoarios muy abundante y muy funcional; se estima que existe una concentración de  $10^{10}$  –  $10^{12}$  bacterias por mililitro (ml) de líquido ruminal, y de  $10^4$  –  $10^5$  protozoarios por ml de líquido ruminal

La función de esta microbiota es degradar al máximo los alimentos que ingresan al retículo-rumen, ya sean carbohidratos, aceites y grasas, proteínas y nitrógeno no proteico, hacia sus componentes estructurales más sencillos para posteriormente catabolizarlos y sintetizar los componentes estructurales de bacterias y protozoarios. De esta gran actividad, esta población excreta una gran cantidad de otros productos como ácidos grasos volátiles (AGV), nitrógeno amoniacal, vitaminas hidrosolubles y compuestos menores. Esto se puede observar en la figura 1.

En el caso particular de las proteínas, éstas pueden ser degradadas hacia polipéptidos, péptidos, aminoácidos hasta llegar a amoníaco o en su defecto a nitrógeno amoniacal ( $\text{NH}_3$  o  $\text{NH}_4^+$ ); en cualquier forma en que se halle este nitrógeno en el líquido ruminal puede ser utilizado por la población bacteriana del rumen, siempre y cuando existan suficiente energía y cadenas de carbono para sintetizar los aminoácidos necesarios para su proteína bacteriana (y algunos minerales como el azufre). Inclusive puede usar urea cumpliendo con los requisitos anteriores.

La mayoría de los alimentos usados en la elaboración de raciones para rumiantes muestran cierto grado de degradabilidad en el rumen (por acción bacteriana); se considera que la mayoría de los alimentos tienen una degradabilidad que ronda entre 65% y 70% aproximadamente, siendo la fracción no degradable considerada como proteína no degradable que pasa hacia el omaso y el abomaso para ser digerida por el ácido clorhídrico y las enzimas proteolíticas.



Hay alimentos proteicos (como la pasta de soya, la soya integral, la harina de carne, la harina de pescado, etc.), que tienen un contenido elevado de proteínas de buena calidad (por su composición de aminoácidos) pero también elevada degradabilidad; por otro lado, el costo de estos alimentos es elevado, y por consiguiente no es deseable que se degraden hasta nitrógeno amoniacal. En ocasiones, no se cuenta con suficientes alimentos proteicos para cubrir las necesidades nutricias de los animales.

En los casos anteriores, la urea pudiera ser un excelente sustituto; uno para evitar el uso de alimentos caros y muy degradables, y dos hacer uso de la urea para cubrir con el requerimiento de proteínas de la ración.

De hace muchos años, se ha usado la urea para estos menesteres; inclusive la usa la industria alimentaria animal a través de los alimentos concentrados para rumiantes en general. Normalmente la urea que se usa es la de grado fertilizante, pues la de grado alimenticio es costosa. Los ganaderos saben de su bondad y de cómo abaratar la alimentación de sus rumiantes, usándose más para raciones de ganado de carne que para ganado lechero. Sin embargo, a veces los ganaderos no la saben dosificar y esto ha provocado la intoxicación del ganado a veces fatal. El que escribe sabe de esto en muchas ocasiones, desde ganado lechero en pastoreo suplementado con melaza y urea, de borregos engordados en corral o novillos en esas mismas condiciones. Muchos ganaderos la usan por recomendación de otro ganadero pero sin tener la manera segura de usarla.

La literatura especializada recomienda usar la urea, en la alimentación de los rumiantes, de dos formas: a) no más del 1.5% de la materia seca a consumir por los animales, o b) no más del 30% de la proteína total de la ración. Sin embargo, aun así suele ser riesgoso su uso.

Es importante mencionar que siempre debe de existir una cantidad adecuada de nitrógeno amoniacal en el líquido ruminal para efecto de ser utilizada por las bacterias, principalmente, para la síntesis de sus proteínas corporales. ¿Qué cantidad es la idónea? Eso va a depender de las características de la ración que se esté ofreciendo a los animales. El lector podrá darse una idea de esto a través del cuadro 1.

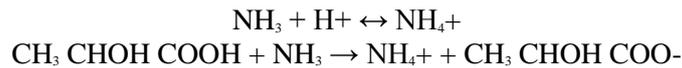
% Proteína cruda en M. S. de la ración	TND (%) <sup>1</sup>	55	60	65	70	75	80	85	Utilización de nitrógeno no proteico (%)
	DMS (%) <sup>2</sup>	59	63	68	72	76	81	85	
Concentración de amoníaco ruminal (mg/100 ml).									
8	6	5	4	3	2	2	1		
9	6	5	4	3	2	2	1		
10	6	5	4	3	2	2	1	> 90	
11	6	5	4	3	3	2	2		
12	7	6	5	4	4	3	3		
13	8	7	6	6	5	4	4		
14	10	9	8	7	6	6	5	0 - 90	
15	12	11	10	9	8	8	7		
16	14	13	12	11	10	10	10		
17	17	16	15	14	13	13	12		
18	20	19	18	17	16	16	15	0	
19	23	22	21	20	19	19	18		
20	27	26	25	24	23	23	22		

1/ Total de Nutrientes Digestibles.  
2/ Digestibilidad de la Materia Seca.  
Fuente: Recent Advances in Ruminant Nutrition. 1977. Butterworths. England. 1977.

Como se puede observar en el cuadro, bajo ciertas condiciones de contenido proteico de la dieta, una determinada cantidad de energía, expresada ésta como Total de Nutrientes Digestibles (TND) y, también una determinada digestibilidad de la materia seca de la ración, habrá una determinada concentración de nitrógeno amoniacal en el contenido ruminal. Este nitrógeno amoniacal es fundamental para la multiplicación bacteriana. También, se puede observar en el cuadro que, a medida que la concentración de este amoníaco es menor, hay más probabilidades de usar fuentes de nitrógeno no proteico para cubrir las necesidades de las bacterias y también para el animal rumiante.

Algo más importante es que una gran concentración de amoníaco en el rumen permite que éste se absorba a través de la pared del rumen (porque no alcanza a ser totalmente utilizado por las bacterias); El NH<sub>3</sub> es absorbido a través de la pared del rumen por difusión pasiva y, la cantidad absorbida está en función de la concentración de éste en el contenido ruminal y su pH. La dependencia de la velocidad de absorción del NH<sub>3</sub> sobre el pH está regi-

do por el comportamiento del  $\text{NH}_3$  como una base débil. En solución, el amoníaco existe en un estado de equilibrio:



El grado de ionización es altamente dependiente del pH. Así, la proporción de  $\text{NH}_3$  libre vs  $\text{NH}_4^+$  se incrementa a pH alcalino. El amoníaco libre difunde más rápidamente a través de la pared del rumen que el amonio. Por ejemplo, la velocidad de transporte del amoníaco a través de la pared del rumen es tres veces mayor a pH 6.5 que a pH de 4.5.

El hígado tiene la capacidad de convertir este amoníaco en urea que es una forma menos tóxica que el amoníaco y, así ser eliminado del organismo a través de la orina o ser reciclado hacia el interior del rumen, vía glándulas salivales (como parte del sistema amortiguador para el rumen), o secretarse a través de la pared del rumen como un sustrato nitrogenado para las bacterias.

Si se quiere conocer la concentración del nitrógeno amoniacal en el rumen, existen dos ecuaciones mediante las cuales se puede predecir la concentración del amoníaco en el contenido ruminal de bovinos básicamente:

ECUACION DE PREDICCIÓN DE LA CONCENTRACION MEDIA DE NITRÓGENO AMONICAL ( $\text{N-NH}_3$ ) EN EL RUMEN, DE ACUERDO CON EL PORCENTAJE DE PROTEINA CRUDA (PC) DE LA RACION.

$$\text{N-NH}_3 \text{ (mg/100)} = 10.57 - 2.5(\% \text{ PC}) + 0.15(\% \text{ PC}_2) \quad (r^2 = 0.88)$$

ECUACION DE PREDICCIÓN DE LA CONCENTRACION MEDIA DE NITROGENO AMONICAL ( $\text{N-NH}_3$ ) EN EL RUMEN, DE ACUERDO CON LA CONCENTRACION DE PROTEINA CRUDA (PC) Y EL TOTAL DE NUTRIENTES DIGESTIBLES (TND) DE LA RACION.

$$\text{N-NH}_3 \text{ (mg/100)} = 38.73 - 3.04(\% \text{ PC}) + 0.171(\% \text{ PC}^2) - 0.49(\% \text{ TND}) + 0.0024(\% \text{ TND}^2) \quad (r^2 = 0.92)$$

Si se hace un ejercicio para comprender mejor esta idea, suponga una ración que contenga 18% de PC y 66% de TND; aplicando la segunda ecuación se tiene:

$$\begin{aligned} \text{N-NH}_3 \text{ (mg/100)} &= 38.73 - 3.04(18) + 0.171(324) - 0.49(66) + 0.0024(4356) \\ &= 38.73 - 54.72 + 55.08 - 32.34 + 10.45 \\ &= 17.20 \text{ mg de nitrógeno amoniacal/100 ml de contenido ruminal.} \end{aligned}$$

Por otro lado, si se desea utilizar urea, como fuente de nitrógeno no proteico, en una ración para bovinos productores de carne, porque no se tengan más fuentes de proteína o, se quiera bajar de costo la ración, sin riesgo de intoxicación de los animales, se tiene la siguiente ecuación:

POTENCIAL DE FERMENTACION DE LA UREA (PFU) (Tritschler, Shirley and Bertrand. 1981).

$$\text{PFU} = \frac{0.1044 (\text{TND, \%}) - B}{2.81}$$

De donde:

- ◆ 0.1044, asume que por cada 100 g de TND (Total de Nutrientes Digestibles) del alimento en cuestión, se generan 10.44 g de masa proteínica de origen bacteriano
- ◆ TND = Total de Nutrientes Digestibles.
- ◆ B = Equivale al grado de degradabilidad de la proteína (porcentual) del alimento en cuestión, a nivel ruminal por acción bacteriana<sup>1</sup>.
- ◆ 2.81 = Representa el equivalente proteico de la urea.

Esta ecuación se puede usar para determinar si en una ración se puede usar urea como fuente de nitrógeno no proteico, con un margen de seguridad del 100%. El PFU debe de realizarse en cada una de las materias primas que constituyen la ración o la dieta de los animales; el siguiente ejercicio permitirá comprender mejor el uso de esta herramienta.1. Para conocer la degradabilidad de la proteína de los diferentes alimentos puede consultar: "Typical composition of feeds for cattle and sheep, 1992-93" Special report. Feedstuff. 1992. May 18. Pp 35. Suponga que se quiere hacer una ración para novillos, en engorda intensiva, y se cuenta con los siguientes alimentos para elaborarla:

- ◆ Rastrojo de maíz, que contiene 5.2% de PC y 55% de degradabilidad y, 52.5% de TND.
- ◆ Heno de alfalfa, que contiene 17% de PC y 72% de degradabilidad y, 63.6% de TND.

- ◆ Sorgo grano que contiene 10% de PC y 46% de degradabilidad y, 89% de TND. Sustituyendo en la ecuación con los valores del rastrojo de maíz se tiene:

$$PFU = \frac{0.1044 (52.5) - 5.2 (0.55)}{2.81} = \frac{5.48 - 2.86}{2.81} = \frac{2.62}{2.81} = 0.93$$

El resultado es un PFU positivo; quiere decir que por cada 100 g de rastrojo de maíz que se incluyan en la ración, se pueden usar 0.93 g de urea, o 9.3 g de urea por cada kilogramo de rastrojo de maíz a incluir en la dieta. El resultado es un PFU positivo; quiere decir que por cada 100 g de rastrojo de maíz que se incluyan en la ración, se pueden usar 0.93 g de urea, o 9.3 g de urea por cada kilogramo de rastrojo de maíz a incluir en la dieta.

Para el caso del heno de alfalfa se tiene un PFU negativo (= - 1.99); esto es, no se debe de agregar urea con la alfalfa. Para el caso del sorgo grano, se tienen una PFU positivo (= 1.67). Debe recordarse que los PFU's son asociativos; es decir, se pueden sumar positivos con negativos. Si se hace esto con el ejercicio en cuestión se tiene:

- ◆ Rastrojo de maíz = 0.93
- ◆ Heno del alfalfa = - 1.99
- ◆ Sorgo grano = 1.67
- ◆ Total = 0.61

Así, se tiene un PFU positivo con el uso de estos tres alimentos de este ejercicio. Algo más importante, es conocer en qué proporción van a entrar en la ración estos alimentos ya que esto va a hacer variar el PFU final de la ración. Continuando con el ejercicio anterior, suponga que se hace una ración para un novillo de 380 kg de peso, con una ganancia de 1.0 kg de peso/día y que consume 9.65 kg de materia seca, distribuidos de la siguiente manera: 6.00 kg de rastrojo de maíz; 2.00 kg de heno de alfalfa y, 1.65 kg de sorgo grano; el PFU final quedaría así:

- ◆ Rastrojo de maíz = 6.00 x 9.3 = 55.8 g de urea
- ◆ Heno de alfalfa = 2.00 x -19.9 = 39.8 g de urea
- ◆ Sorgo grano = 1.65 x 16.7 = 27.5 g de urea
- ◆ El total sería = 43.5 g de urea

Pueden agregarse 43.5 g de urea en los 9.65 kg de materia seca de la ración, si fuera necesario (0.45 % del total de la materia seca), sin ningún riesgo de intoxicación. Tanto las proteínas de la dieta como la masa bacteriana que salen del retículo-rumen, que también se le conoce como "proteína metabolizable", llegan al abomaso (estómago glandular de los rumiantes), para sufrir el ataque enzimático normal de cualquier animal mamífero, de tal manera que las proteínas se someterán a una digestión (degradación por efecto de las enzimas proteolíticas), rompiendo las grandes cadenas proteínicas hacia polipéptidos, péptidos, reduciendo cada vez más esas grandes cadenas de aminoácidos, hasta llegar a la unidad estructural de las proteínas, los aminoácidos. En esas condiciones, se puede llevar a efecto la absorción de estas estructuras.

#### LITERATURA CONSULTADA

- The ruminant animal. Digestive physiology and nutrition. 1988. Church D C. Editor. Prentice Hall. Englewood Cliffs. New Jersey. USA.
- Russell JB and Rychlik JL. Factors that alter rumen microbial ecology. 2001. Science. 292: 1119 – 1121. Dairy Herd Management. April 1997. pp 48.
- Recent advances in ruminant nutrition. 1977. Haresign W and Lewis D. Ed. Butterworths. England. 1977.
- The value of high quality forage in dairy cow diets. [www.canadianhay.com/secondary/cowfeed.shtml](http://www.canadianhay.com/secondary/cowfeed.shtml)
- Maynard LA, Loosli JK, Hintz HF y Warner RG. Nutrición animal. 4a ed. en español. 1981. McGraw Hill. México.
- Church DC y Pond WG. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 2a ed. Uteha Wiley. México. 2002.
- Feedstuffs. Reference issue. 2001. 73(29).
- Feedstuffs. Ingredient analysis table. 1988. edition. Feedstuffs. 1988. Reference issue. 70(30)
- Ruminant physiology. Digestion, metabolism, growth and reproduction. Cronjé P. Ed. CABI publishing. Wallingford Oxon, OX10 8DE, UK. 2002.
- Murray KR, Granner DK, Mayes PA y Rodwell VW. Bioquímica de Harper. 12a ed. Manual moderno. México. 1992.
- Jung H, Buxton D, Hatfield R, Mertens D, Ralph J and Weimer P. Improving forage fibre digestibility. 1996. Feed Mix. 4(6):30 – 34.
- Tritschler JP, Shirley RL and Bertrand JE. Feedlot performance, protein and fat gains of steers fed diets with varying urea fermentation potential. 1981. Agricultural Research Center, Jay and Animal Science Department, Gainesville, Fla. USA.
- [http://animal.ifas.ufl.edu/beef\\_extension/reports/1981/docs/tritschler](http://animal.ifas.ufl.edu/beef_extension/reports/1981/docs/tritschler)
- "Typical composition of feeds for cattle and sheep, 1992-93" Special report. Feedstuff. 1992. May 18. Pp 35.

Volver a: [Suplementación proteica y con NNP](#)