

PROTEÍNA METABOLIZABLE Y LA NUTRICIÓN DE BOVINOS PARA CARNE

M.V. Roberto J. Mac Loughlin. 2007. Buenos Aires, Argentina.
 Basado en el modelo 1 de Nutrient Requirements of Beef Cattle:
 Seventh Revised Edition: Update 2000. National Research
 Council 2000. Washington, D. C.: National Academy Press.
www.produccion-animal.com.ar

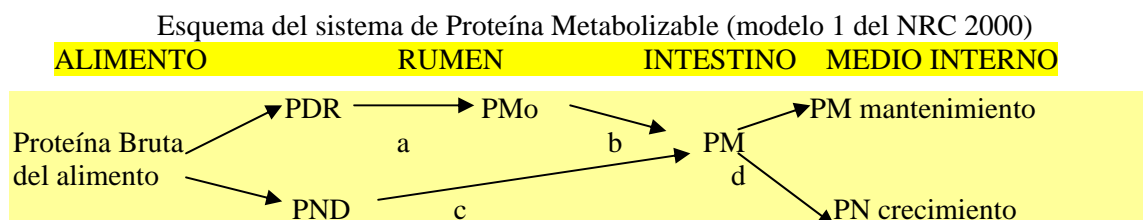
Volver a: [Fisiología digestiva, manejo del alimento](#)

INTRODUCCIÓN

En la edición previa de Nutrient Requirements of Beef Cattle (National Research Council, 1984) se expresan los requerimientos de proteína en base a Proteína Bruta (PB). En el año 1985, el Subcomité que estudia la Utilización del Nitrógeno en Rumiantes (National Research Council, 1985) presentó una revisión sobre el tema donde propone expresar los requerimientos de proteína en términos de Proteína Absorbida, criterio este adoptado por el Subcomité para la Nutrición del Ganado Lechero (National Research Council, 1989). Desde entonces el término Proteína Absorbida se ha considerado sinónimo de Proteína Metabolizable (PM), sistema que tiene en cuenta la degradación ruminal de la proteína y separa los requerimientos entre necesidades de los microorganismos ruminales y del animal. La PM se define como la proteína verdadera absorbida en el intestino provista por la Proteína Microbiana (PMo) y la Proteína No Degradable en Rumen (PND).

Hay básicamente dos razones para usar el sistema de PM. La primera es que se dispone de más información que en el año 1984 acerca de los dos componentes del sistema (PMo y PND). La segunda razón es que el sistema basado en Proteína Bruta, erróneamente asume que todos los alimentos tienen similar grado de degradación ruminal, y que todas las dietas tienen igual eficiencia de conversión de PB a PM. El cambio del sistema de PB a PM fue adoptado en Nutrient Requirements of Dairy Cattle (National Research Council, 1989), y Agricultural and Food Research Council (1992). La PB del alimento puede ser calculada a partir de la suma de PND y PDR (Proteína Degradable en Rumen). Dividiendo las necesidades del animal de PM por un valor entre 0,64 y 0,80, dependiendo de la degradabilidad de la proteína del alimento, se obtiene el requerimiento de PB. Los coeficientes 0,64 y 0,80 se aplican cuando el 100 % de la proteína del alimento es degradable ó no degradable respectivamente.

En el siguiente gráfico se resumen los pasos que sigue la PB del alimento en el sistema de PM.



PDR = Proteína Degradable en Rumen
 PND = Proteína No Degradable
 PMo = Proteína microbiana
 PM = Proteína Metabolizable
 PN = Proteína Neta ó Retenida
 PVE = Peso Vivo Equivalente

a = 13 % del TND
 b = PMo * 0,64
 c = PND * 0,80
 d = eficiencia de PM a PN
 > / = 300 Kg PVE: 49,2
 < 300 Kg PVE: 83,4 - (0,114 * PVE)

La PB del alimento está compuesta por 2 fracciones, PDR y PND. En el rumen, la fracción degradable (PDR) es utilizada para la síntesis de PMo, la que una vez en el intestino es absorbida como PM. La PMo se considera un 80 % proteína verdadera, y de esta se digiere un 80 % (PM proveniente de la PMo = PMo * 0,64).

La fracción no degradable de la PB del alimento (PND) pasa sin modificaciones por el rumen, y al llegar al intestino se absorbe como PM, asumiéndose una digestibilidad del 80 % (PM proveniente de la PND = PND * 0,80).

La PM originada de la PMo y la PND, una vez absorbida, cumple las funciones de mantenimiento y crecimiento (PN) del animal.

SÍNTESIS DE PROTEÍNA MICROBIANA (PMO)

La PMo puede aportar entre el 50 y 100 % de los requerimientos de PM en el ganado bovino para carne. La eficiencia en la síntesis de PMo en rumen es un factor crítico si se pretende cubrir los requerimientos proteicos en forma económica; por lo tanto la predicción de la producción de PMo es un componente importante en el sistema de PM.

Si la disponibilidad de amonio en rumen no es limitante, la producción de PMo está estrechamente relacionada con la energía disponible. Debido a la facilidad en la obtención de datos, se utiliza el Total Nutrientes Digestibles (TND) de la ración como indicador de la disponibilidad de energía para la síntesis de PMo.

Burroughs (1974) propuso una eficiencia del 13 % del TND ingeridos para la síntesis de PMo (13 gs de PMo por cada 100 gs de TND). Este valor es una buena generalización, pero no contempla todas las situaciones. En raciones con muy alta ó baja digestibilidad, por diferentes razones, la eficiencia es menor. Las raciones de alta digestibilidad están compuestas mayoritariamente por concentrados energéticos, lo que reduce el pH ruminal y el turnover bacteriano, produciendo una disminución de la eficiencia de conversión de la proteína y la energía a PMo. Como ajuste en la producción de PMo para raciones de alta digestibilidad, Russell y col (1992), utilizando la FDNe (Fibra Detergente Neutro efectiva) para predecir el pH ruminal, propuso disminuir la eficiencia en un 2,2 % por cada 1 % de FDNe por debajo del 20 %.

La síntesis de PMo también es menor cuando se suministran raciones con baja digestibilidad, principalmente debido a la baja tasa de pasaje ruminal, lo que conduce a un mayor gasto energético para el mantenimiento microbiano y a una menor eficiencia en la síntesis de PMo. Resultados de varios trabajos reportan, con raciones entre 49,8 y 64,7 % de digestibilidad, eficiencias en la producción de PMo de 7,82 y 11,4 %.

Varios otros factores pueden afectar la eficiencia en la síntesis de PMo. En relación con el amonio, algunos amino ácidos y péptidos preformados promueven una mayor síntesis de PMo. El tipo de carbohidratos (estructural vs. no estructural) en la ración puede afectar la producción de PMo, modificando las tasas de fermentación, pasaje, y el pH ruminal. El nivel de consumo de materia seca también es importante, ya que altera el pH y la tasa de pasaje.

El requerimiento de PDR (incluyendo el Nitrógeno No Proteico) se considera igual a la capacidad de síntesis de PMo. Esto asume que la pérdida de amonio debido al pasaje hacia el duodeno y a través de las paredes del rumen, se equilibra con el amonio reciclado. Dicho de otra manera, la deficiencia de amonio en el rumen estimula la toma del mismo a partir del ciclo de la urea; y a la inversa, el exceso promueve a absorción a través de la pared ruminal. De esta manera, considerando el requerimiento de PDR igual a la síntesis de PMo, se balancea ambos, el reciclaje y la absorción de amonio.

La sincronía entre la degradación de los carbohidratos y la disponibilidad de proteína en rumen, optimiza la utilización de PDR. En animales alimentados en base a forrajes, es común que la degradación de la PDR sea bastante más rápida que la disponibilidad de energía a partir de la Fibra Detergente Neutro (FDN); así como lo inverso ocurre con raciones donde los cereales son el principal ingrediente, pronta disponibilidad de energía con lenta degradación de la PDR. Parte de esta asincronía puede ser compensada debido al reciclaje de la urea, y por el aumento de la cantidad de comidas diarias tal como ocurre en animales en feedlot.

La utilización de Nitrógeno No Proteico (NNP) en raciones basadas en cereales, tiene buenos resultados debido a la rápida disponibilidad de energía a partir del almidón. Cuando la base de la alimentación son los forrajes de mediana a baja calidad, el uso de NNP muestra resultados contradictorios. En muchos casos las menores ganancias de peso cuando se utiliza urea en comparación a otra fuente de proteína natural, puede deberse más a un déficit de PND que a la falta de eficacia del NNP.

Para el cálculo del aporte de PM por parte de la ración se asume que tanto la PND como la PMo verdadera tienen un 80 % de digestibilidad. La PMo verdadera resulta de considerar un contenido de 20 % de ácidos nucleicos en su composición. De esta forma se considera:

PM proveniente de la PND = Kg PND de la ración * 0,80 (80 % digestible)

PM proveniente de la PMo = Kg PMo * 0,80 * 0,80 (80 % Proteína verdadera y 80 % digestible).

Aclaración: la eficiencia en la producción de PMo de 13 % del TND es un valor promedio y no toma en cuenta las diferencias en la fermentación ruminal y digestión intestinal de los distintos cereales. Cuando el maíz grano entero seco y / ó el grano de sorgo quebrado son componentes cuantitativos importantes de la ración, la utilización de este modelo lleva a sobre estimar la energía disponible para los micro organismos ruminales, y por consiguiente los requerimientos de PDR.

REQUERIMIENTOS DE PM PARA MANTENIMIENTO

El Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) (1988), utilizando la técnica de balance nitrogenado, determinó que los requerimientos de PM para mantenimiento eran 3,25 gs PM / Kg PV^{0,75}. Este valor está en coincidencia con el obtenido por Smuts (1935), y Wilkerson y col (1993) de 3,8 gs PM / Kg PV^{0,75}. En la presente edición se utiliza como requerimiento de PM 3,8 gs PM / Kg PV^{0,75}.

REQUERIMIENTOS DE PROTEÍNA NETA PARA CRECIMIENTO (PN)

La PN es la Proteína que se retiene en la ganancia de peso.

La determinación del requerimiento de PN está en función a la Energía Retenida (ER), la cuál a su vez depende del Peso Vivo Equivalente (PVE) y la Ganancia diaria (Gd). La inclusión del PVE en el cálculo de ER permite estimar la proporción de proteína que compone la Gd a través de la fórmula $0,248 - 0,0264 * ENr$. A su vez se puede calcular las necesidades de PN con la siguiente ecuación

$$PN = Gd * (268 - (29.4 * (ER / Gd))) \quad r^2 = 0.96$$

Esta metodología permite estimar las necesidades de PN según la Gd y la etapa de crecimiento del animal.

CONVERSIÓN DE PM A PN

De acuerdo a los trabajos del INRA (1988), Ainslie y col (1993), y Wilkerson y col (1993), la eficiencia en la conversión de PM a PN para la ganancia de peso disminuye a medida que el peso vivo aumenta.

En esta edición del NRC 2000, para animales de menos de 300 Kg de Peso Vivo Equivalente (PVE), el cálculo de la eficiencia de PM a PN se realiza con la siguiente ecuación:

$$83.4 - (0.114 * PVE)$$

Para animales de 300 Kg ó más de PVE se utiliza 49.2.

Esta ecuación predice una eficiencia de conversión de PM a PN de 66.3 % para un ternero de 150 Kg, y de 49.2 % para un animal de 300 Kg.

PAUTAS PARA FORMULAR RACIONES CON EL SISTEMA DE PM

En la formulación de raciones para bovinos de carne siempre se deben balancear los requerimientos de:

Proteína Metabolizable (PM)

Proteína Degradable en Rumen (PDR)

Si hablamos de PM nos referimos a las necesidades proteicas del bovino para mantenerse y crecer. Cuando de PDR se trata, hacemos referencia primero a los requerimientos de proteína de los microorganismos ruminales y luego, mediante la producción de Proteína Microbiana (PMo), del animal.

Las necesidades de PND, surgen cuando la producción de PMo es insuficiente para cubrir los requerimientos de PM del bovino.

El déficit de PDR, aún cuando los requerimientos de PM puedan estar cubiertos, perjudica la productividad del animal, ya que la capacidad de fermentación ruminal de los carbohidratos, la síntesis de vitaminas, y la disponibilidad de minerales disminuye.

Cuando se está formulando una ración suelen darse algunas de las siguientes situaciones:

1. Los requerimientos de PM y de PDR están cubiertos: situación óptima.
2. Los requerimientos de PM están cubiertos, pero hay déficit de PDR: incorporar fuentes de proteína ricas en PDR hasta balancear. Esto produce un exceso de PM. Si es factible, disminuir las fuentes de PND para economizar proteína.
3. Hay déficit de PM y los requerimientos de PDR están cubiertos: se debe balancear la PM con ingredientes ricos en PND. Esto no siempre es posible, debido a la escasez de ingredientes con altas concentraciones de PND. Una alternativa cuando la cantidad de FDNe se encuentra por debajo del 20 % de la ración, es aumentar la cantidad de fibra y / ó el tamaño de picado de la misma para elevar el efecto estimulante de la rumia y salivación. De esta manera se incrementa el pH ruminal, la producción de PMo y los requerimientos de PDR (más económica y fácil de obtener) y por consiguiente disminuyen los de PND. Si ninguna de estas acciones es posible, se recomienda disminuir las expectativas sobre la ganancia diaria de peso.

UTILIZACIÓN DE NITRÓGENO NO PROTEICO (NNP)

La urea es el exponente de NNP más conocido y de amplia utilización debido a su fácil obtención y costo. Contiene 45 % de nitrógeno lo que equivale a 281 % de PB ($45 * 6,25$), de la cual el 100 % es PDR. Estas características hacen de la urea una fuente de PDR de suma importancia para los microorganismos ruminales; no así como proveedora de PND.

El nivel de inclusión de NNP en la ración está determinado por el requerimiento de PDR, la que a su vez depende de la energía disponible en rumen. Cuando se compara la utilización de urea vs. otra fuente proteica natural (harina de girasol, soja, etc.), los resultados varían dependiendo de la concentración energética de la ración. Si el alimento es de baja calidad, suelen observarse respuestas menores ó nulas. Esto se explica por el hecho de que como la disponibilidad de energía en rumen es baja, también lo es la síntesis de PMo, y el requerimiento de PDR se cubre fácilmente con la PDR de la ración. En estos casos, el agregado de NNP aporta poco ó nada a los requerimientos del animal, ya que el déficit de PM se debe a la falta de PND y no a la PDR.

Cuando se compara la adición de NNP vs. proteína natural, a un alimento de alta concentración energética, los resultados suelen ser más consistentes, no encontrándose diferencias en la productividad. La gran disponibilidad de energía en rumen incentiva la producción de PMo y el requerimiento de PDR.

En la bibliografía se recomienda no incluir más del 1 % de urea en la ración, ó hasta el 25 % del total de la proteína para evitar intoxicación por exceso de amonio en rumen. Sin embargo existen numerosos trabajos donde se ha llegado a niveles de incorporación de hasta 3 % base materia seca sin que se observen síntomas de toxicidad. Es probable que los diferentes resultados estén asociados con la alta ó baja digestibilidad de la ración base con que se hicieron los ensayos. En donde existe coincidencia para evitar intoxicaciones por urea es en el manejo de la ración: calidad de la urea (apelmazamiento), mezclado, acostumbramiento gradual, etc.

BIBLIOGRAFÍA

- Agricultural Research and Food Council. 1992. Nutritive requirements of ruminant animals: Protein. Nutr. Abstr. Rev. Ser. B 62: 787 – 835.
- Ainslie S. J., D. G. Fox, T. C. Perry, D. J. Ketchen, and M. C. Barry. 1993. Predicting amino acid adequacy of diets fed to Holstein steers. J. Anim. Sci. 71:1312 – 1319.
- Burroughs, W., A. H. Trenkle, and R. L. Vetter. 1974. A system of protein evaluation for cattle and sheep involving metabolizable protein (amino acids) and urea fermentation potential of feedstuffs. Vet Med. Small Anim. Clin. 69 : 713 – 722.
- Institut National de la Recherche Agronomique. 1988. Alimentation des Bovins, Ovins, et Caprins. R. Jarrige, ed. Paris: Institut de la Recherche Agronomique.
- National Research Council. 1984. Nutrient requirements of beef cattle. Sixth Revised Ed. Washington, D. C.: National Academy Press.
- National Research Council. 1985. Ruminant nitrogen usage. Washington, D. C.: National Academy Press.
- National Research Council. 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. Sixth Revised Ed. Washington, D. C.: National Academy Press.
- Russel, J. B., J. D. O Connor, D. J. Fox, P. J. Van Soest, and C. J. Sniffen. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. J. Anim. Sci. 70: 3551 – 3561.
- Smuts, D. 1935. The relation between the basal metabolism and the endogenous nitrogen metabolism, with particular reference to the maintenance requirement of protein. J. Nutr. 9: 403 – 433.
- Wilkerson V. A., T. J. Klopfenstein, R. A. Britton, R. A. Stock, and P. S. Miller. 1993. Metabolizable protein and amino acid requirements of growing beef cattle. J. Anim. Sci. 71: 2777 – 2784.

[Volver a: Fisiología digestiva, manejo del alimento](#)