

5) METABOLISMO DE PROTEINAS EN LAS VACAS LECHERAS

Michel A. Wattiaux
Instituto Babcock

INTRODUCCION

Las proteínas proveen los aminoácidos requeridos para el mantenimiento de funciones vitales como reproducción, crecimiento y lactancia. Los animales no-rumiantes necesitan aminoácidos pre-formados en su dieta, pero los rumiantes pueden utilizar otras fuentes de nitrógeno porque tienen la habilidad especial de sintetizar aminoácidos y de formar proteína desde nitrógeno no-proteico. Esta habilidad depende de los microorganismos en el rumen. Además los rumiantes poseen un mecanismo para ahorrar nitrógeno. Cuando el contenido de nitrógeno en la dieta es bajo, urea, un producto final del metabolismo de proteína en el cuerpo puede ser reciclado al rumen en cantidades grandes. En los no-rumiantes, la urea siempre se pierde en la orina. Es posible alimentar vacas con fuentes de nitrógeno no proteico y obtener una producción de 580 gr. de proteína de leche de alta calidad y 4000 kg. de leche en la lactancia.

TRANSFORMACION DE PROTEINA EN EL RUMEN

Las proteínas de los alimentos son degradadas por los microorganismos del rumen vía aminoácidos para formar amoniaco y ácidos orgánicos (ácidos grasos con cadenas múltiples). El amoniaco también viene de las fuentes de nitrógeno no-proteico en los alimentos y de la urea reciclada de la saliva y a través de la pared del rumen. Niveles demasiado bajos de

amoniaco causan una escasez de nitrógeno para las bacterias y reduce la digestibilidad de los alimentos. Demasiado amoniaco en el rumen produce una perdida de peso, toxicidad por amoniaco y en casos extremos, muerte del animal.

El nivel de utilización de amoniaco para sintetizar proteína microbiana depende principalmente de la disponibilidad de energía generada por la fermentación de carbohidratos. En promedio, 20 gr. de proteína bacteriana es sintetizada de 100 gr materia orgánica fermentada en el rumen. La síntesis de proteína bacteriana puede variar entre 400 gr/día a aproximadamente 1500 gr/día según la digestibilidad de la dieta. El porcentaje de proteína en bacterias varia entre 38 y 55% (Cuadro 1). En general, las bacterias contienen mas proteína cuando las vacas consumen mas alimentos y, además, las bacterias, pegadas a partículas de alimentos, pasan más rápidamente del rumen al abomaso.

Usualmente una porción de proteína de la dieta resiste la degradación en el rumen y pasa sin degradación al intestino delgado. La resistencia a la degradación en el rumen varia considerablemente entre fuentes de proteína y esta afectada por varios factores. Usualmente las proteínas en un forraje son degradadas a un mayor nivel (60-80%) que las proteínas en concentrados o subproductos industriales (30-60%).

Una porción de la proteína bacteriana es destruida dentro el rumen, pero la mayoría entra el abomaso pegada a las partículas de alimentos. Los ácidos fuertes secretados en

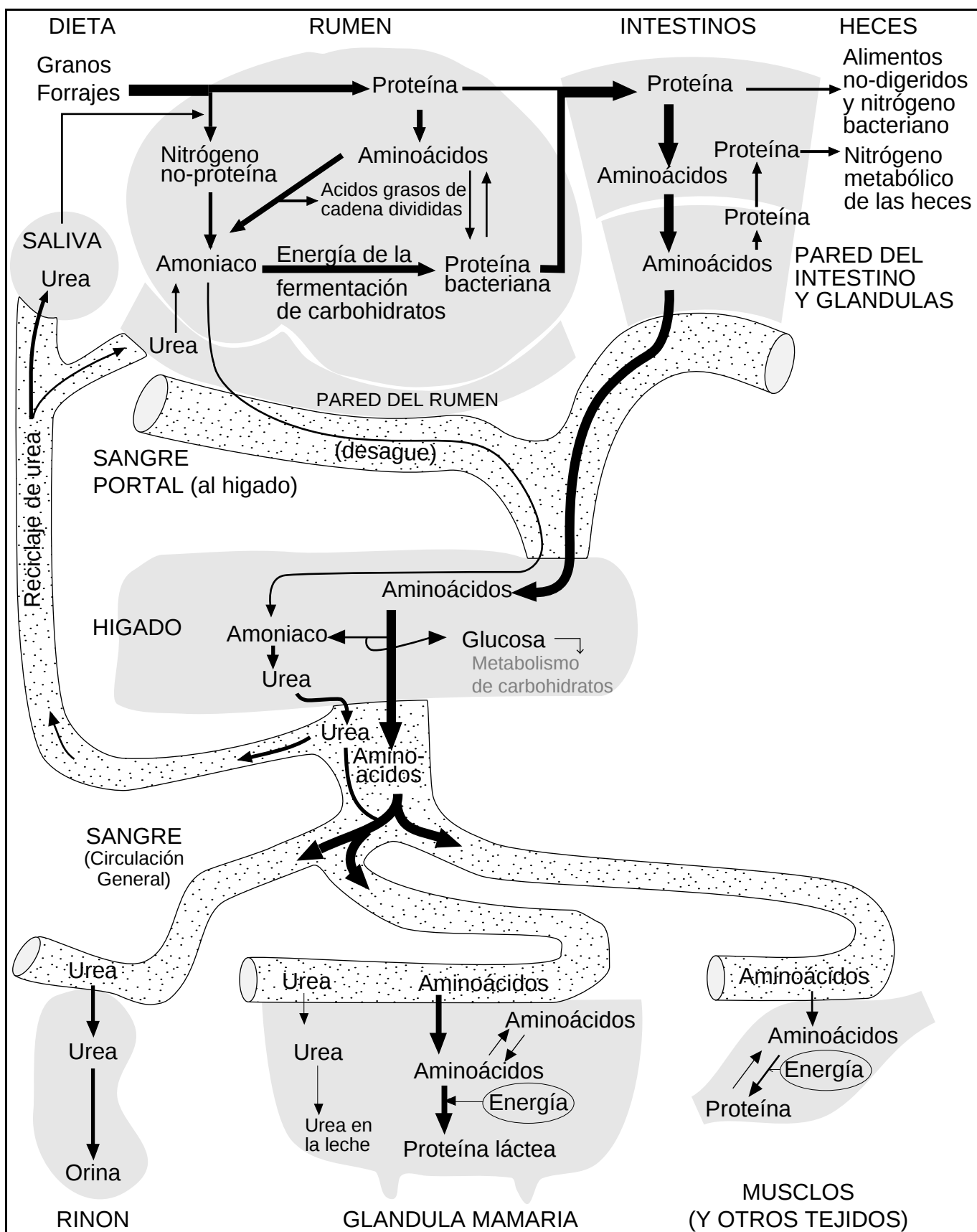


Figura 1: Metabolismo de proteínas en la vaca

Cuadro 1: Composición (%) y digestibilidad en el intestino (%) de microbios ruminales¹

	Bacterias		Protozoos
	Media	Rango	
Proteínas	47.5	38 - 55	-
Acidos nucleicos ²	27.6	-	-
Lípidos	7.0	4 - 25	-
Carbohidratos	11.5	6 - 23	-
Peptidoglican ³	2.0	-	-
Minerales	4.4	-	-
Proteína cruda	62.5	31 - 78	24 - 49
Digestibilidad	71.0	44 - 86	76 - 85

¹Adaptada de Ecología Nutricional del Rumiante. 1982. O & B Books Inc., 1215 NW Kline Place, Oregon 97330

²Acidos nucleicos = materia genética

³Peptidoglican = estructura compleja en la pared de las bacterias.

el abomaso para toda actividad microbiana y las enzimas digestivas comienzan a separar las proteínas para formar aminoácidos. Aproximadamente 60% de los aminoácidos absorbidos en el intestino delgado son derivadas de proteína bacteriana, y el 40% restante es de proteína no degradada en el rumen.

La composición de los aminoácidos en la proteína bacteriana es relativamente constante, sin más allá de la composición de la proteína en la dieta. Todos los aminoácidos, incluyendo los esenciales, están presentes en la proteína bacteriana en una proporción que aproxima a las proporciones de aminoácidos requeridos por la glándula mamaria para el síntesis de leche. Así la conversión de proteína de los alimentos a proteína bacteriana es usualmente un proceso beneficioso. La excepción es cuando se alimenta con proteína de alta calidad y el amoníaco producido en el rumen no puede ser utilizada debido a una falta de energía fermentable.

PROTEINA EN LAS HECES

Casi 80% de la proteína que alcanza el intestino delgado es digerido, el resto pasa a las heces. Otra fuente importante de nitrógeno en las heces son las enzimas

digestivas secretadas en el intestino y el remplazo rápido de las células del intestino (proteína metabólica de las heces). En promedio, por cada incremento de 1kg de materia seca ingerida por la vaca, hay un aumento de 33g de proteína corporal perdido en el intestino y eliminado en las heces. Las heces de rumiantes son un buen fertilizante porque son ricas en materia orgánica y especialmente ricas en nitrógeno (12.2-2.6% de nitrógeno o equivalente a 14-16% proteína cruda) comparado con las heces de animales no-rumiantes.

METABOLISMO EN EL HIGADO Y RECICLAJE DE UREA

Cuando hay una falta de energía fermentable o cuando la proteína cruda en la dieta es excesiva, no todo el amoníaco producido en el rumen puede ser convertido a proteína microbiana. Un exceso de amoníaco pasa la pared del rumen y es transportado al hígado. El hígado convierte el amoníaco a urea que está liberada en la sangre. La urea en la sangre puede seguir uno de dos caminos:

- 1) Volver al rumen vía la saliva o a través de la pared del rumen.
- 2) Excreción en la orina por los riñones.

Cuando la urea vuelve al rumen está reconvertida a amoníaco y puede servir como una fuente de nitrógeno para el crecimiento bacteriano. La urea excretada en la orina significa una pérdida de nitrógeno para animal. Cuando las raciones son bajas en proteína cruda, la mayoría de la urea esta reciclada y poco se pierde en la orina. Sin embargo, mientras se incrementa la proteína cruda en la ración, menos urea esta reciclada y más de la misma es excretada en la orina.

SÍNTESIS DE PROTEINA DE LA LECHE

Durante la lactancia, la glándula mamaria tiene una alta prioridad para utilizar aminoácidos. El metabolismo de aminoácidos en la glándula mamaria es sumamente complejo. Aminoácidos pueden

ser convertidos a otros aminoácidos o oxidados para producir energía. La mayoría de los aminoácidos absorbidos por la glándula mamaria es utilizada para sintetizar proteínas de leche. La leche contiene aproximadamente 30g de proteína por kg., pero hay diferencias importantes entre razas y dentro la misma raza de vacas. La proteína principal en la leche es caseína y esta forma 90% de la proteína en la leche (Cuadro 2). Las caseínas contribuyen al alto valor nutritivo de muchos productos lácteos. Las proteínas de suero de leche también son sintetizadas de aminoácidos en la glándula mamaria. α -Lactalbumina es un enzima que tiene funciones en el síntesis de lactosa, y es importante en la formación de cuajadas en el proceso de hacer quesos. Algunas proteínas encontradas en la leche (inmunoglobulinas) juegan un papel en transmitir resistencia a enfermedades al ternero recién nacido. Las inmunoglobulinas son absorbidas directamente de la sangre y no sintetizada dentro la glándula mamaria y así su concentración en el calostro no es alto. La leche contiene complejos de nitrógeno no-proteico en cantidades muy pequeñas (por ejemplo urea: 0.08 g/kg.).

PROTEÍNAS Y NITROGENO NO-PROTEICO EN LA RACIÓN DE VACAS LECHERAS

Las recomendaciones para la concentración de proteína cruda en las raciones de vacas lecheras varían entre 12% por una vaca seca hasta 18% por una vaca en la primera parte de lactancia. Si la dieta de vacas que producen 20 a 25 kg. de leche contiene aproximadamente 16% de proteína cruda, la mayoría de forrajes y concentrados tienen proteína adecuada. Sin embargo, si la producción de leche aumenta, la proteína bacteriana en el rumen puede resultar insuficiente y fuentes de proteína resistentes a la degradación ruminal

Cuadro 2: Principales proteínas encontradas en la leche normal de vacas

Proteína	Concentración (g/kg)
..... Caseínas	
α -caseína	14.0
β -caseína	6.2
κ -caseína	3.7
γ -caseína	1.2
..... Proteínas de Suero	
Inmunoglobulinas ¹	0.6
α -Lactalbumina	0.7
β -Lactoglobulina	0.3

¹Aumenta drásticamente durante mastitis

pueden llegar a ser necesarias para proveer la cantidad requerida de aminoácidos. Fuentes típicas de proteína resistente a la degradación microbiana en el rumen incluyen granos de la industria cervecera, granos de destilería y proteínas de origen animal (subproductos de mataderos, harina de plumas y harina de pescado).

Por otro lado, el nitrógeno no-proteico puede ser especialmente utilizado cuando la ración contiene menos de un 12-13% de proteína cruda. La urea es probablemente la fuente mas empleada de nitrógeno no-proteico en las raciones lecheras. Sin embargo debe ser utilizado con cautela porque en exceso lleva rápidamente a intoxicación con amoniaco. Los alimentos que son mas exitosamente suplementados con urea son altos en energía, bajo en proteína y bajos en fuentes naturales de nitrógeno no-proteico. Una lista parcial de tales alimentos incluyen granos de cereales, melaza, pulpa de remolacha azucarera, heno de pasto maduro, y ensilaje de maíz. La urea no debe ser utilizada para suplementar alimentos ricos en nitrógeno altamente disponible. Tales alimentos incluyen harinas de semillas oleaginosas (soja, canola [colza], etc.), forrajes de leguminosas y gramíneas jóvenes. Además la urea debe ser limitada a no más de 150-200 g/vaca/día, bien mezclada con otros alimentos para mejorar la palatabilidad y agregada progresivamente a la ración para permitir la vaca a adaptarse.