

EL USO DE LAS FUENTES DE NITRÓGENO NO PROTEICO EN RUMIANTES

Néstor E. Obispo*. 2005. Revista Digital CENIAP HOY N° 8, Maracay, Aragua, Venezuela.

*Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP) del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Maracay, Venezuela.

www.produccion-animal.com.ar

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

INTRODUCCIÓN

La producción con rumiantes, en los países tropicales, depende de la disponibilidad de la biomasa forrajera, abundante en el período de lluvia y es en extremo escasa durante la sequía. Cuando el forraje es disponible, en la mayoría de los casos, existen problemas con la calidad, lo que compromete el aporte de nutrientes para los animales.

Los niveles de proteína de los pastos en las sabanas bien y mal drenadas, se sitúan en valores promedios de 5,31 y 9,13%, respectivamente (Baldizan y Chacón, 1998). Estos valores se encuentran alrededor de una línea crítica, que compromete la actividad de los microorganismos presentes en el rumen, especialmente cuando los valores de PC son inferiores a 7% (McCullum III, 1997). Con el avance de la madurez, los forrajes incrementan su contenido de lignina, lo cual ocasiona un mayor descenso de la degradabilidad de los elementos contenidos en la pared celular, lo que reduce la disponibilidad energética para el animal hospedero (Van Soest y Wine, 1967; Parra *et al.*, 1972; Minson, 1981).

Entre los factores que más limitan la utilización eficiente del forraje con fines productivos en el trópico los siguientes se han sugerido los siguientes (Leng, 1990):

- a) Baja disponibilidad de los nutrientes para sostener un crecimiento microbiano eficiente.
- b) La proporción de los componentes celulares solubles en relación con los carbohidratos de la pared celular afecta en forma directa la población de la microbiota ruminal.
- c) Las características físicas y químicas del forraje determinan la proporción de alimento digerido en la fermentación ruminal y de aquellos nutrientes de la dieta que escapan de la misma los cuales son disponibles para la digestión y su absorción en el tracto gastrointestinal posterior.

Los pastos contienen compuestos nitrogenados de origen proteico y no proteico, que pueden variar dependiendo de la madurez de la planta (Church y Fontenot, 1979; Jarrique *et al.*, 1981). En el caso de los pastos de pobre calidad (mucho fibra y poca proteína), el contenido total de este nitrógeno (N) no siempre resulta completamente utilizable a nivel digestivo, ya que parte de este N se encuentra incrustado en la pared celular indigestible (Pichard y Van Soest, 1977; Van Soest, 1982), lo que puede reducir el aprovechamiento del nitrógeno ingerido.

La disponibilidad de energía y nitrógeno constituyen importantes limitantes para los procesos digestivos del rumiante. Cuando la disponibilidad de N soluble, requerido por las bacterias del rumen, está comprometida y pudiera no estar presente en concentraciones adecuadas en los forrajes, se pueden utilizar fuentes de nitrógeno no proteico (NNP). Estas fuentes, cuando son adicionadas en las raciones como suplementos, propenden a incrementar la digestibilidad del forraje y por ende su consumo (Preston y Leng, 1990; Preston y Leng, 1986).

En los rumiantes, los requerimientos proteicos son aportados por la proteína microbiana y la dietaria que escapa de la degradación ruminal. Si el requerimiento microbiano por N no es satisfecho y no hay crecimiento microbiano, se reduce la producción de proteína en el rumen. Cuando esta deficiencia es corregida, el consumo se incrementa debido a una mayor tasa de fermentación y generación de proteína microbiana en el rumen (Ørskov, 1976).

La productividad del rumiante a pastoreo va a depender básicamente del consumo y digestibilidad de los forrajes. Los forrajes de pobre calidad representan mucho volumen para el rumen y poca respuesta productiva (Thornton y Minson, 1972).

EL CONSUMO VOLUNTARIO DEL FORRAJE

El control de la cantidad de alimentos consumidos es, junto con el de los gastos energéticos, una parte integral de la regulación del balance energético del animal (Jarrique *et al.*, 1981). El máximo nivel de consumo va a depender en último término del equilibrio adecuado de nutrientes en los productos de la digestión. Por lo tanto, una corrección del balance de nutrientes va a promover un mayor consumo y con ello un aumento en la eficiencia energética total (Forbes, 1993; Preston y Leng 1989).

En atención a las características del alimento, el consumo decrece cuando el animal se alimenta de forrajes con un alto contenido de fibra. Esto hace que se recargue la capacidad del rumen (mucho volumen) y se incremente el tiempo de permanencia de esta fibra en el tracto digestivo (Jung y Allen, 1995; Mertens, 1994; NRC, 1985).

En rumiantes consumiendo forrajes altos en fibra y bajos en proteína, la suplementación con proteína sobrepasante (PS) ha resultado en mejoras en el consumo e incrementos en la ganancia de peso. Esto ha sido relacionado con una mayor disponibilidad de aminoácidos para el animal que ayuda a sobreponer la carga metabólica de compuestos cetogénicos sobre los gluconeogénicos (Forbes, 1986; Godoy *et al.*, 1993; Obispo *et al.*, 2001) con consecuentes mejoras en el balance proteína-energía (Combellas, 1986; Obispo *et al.*, 2001) de los productos absorbidos. Similarmente, dietas deficientes en uno o más minerales, vitaminas, reducen en forma variable el consumo de alimentos (Forbes, 1986).

En rumiantes al destete, el consumo de pastos toma importancia significativa, y va a depender mucho de la calidad, clase y cantidad aprovechable del mismo (Gibb y Treacher, 1980). A medida que el animal crece, y se adapta al nuevo alimento, el consumo de forraje aumenta progresivamente, hasta alcanzar un nivel donde se estabiliza y se hace constante, lo que permite cubrir en parte alguno de los requerimientos nutritivos del animal (Combellas, 1980). En general, los rumiantes han de incrementar la ingestión de MS para compensar la menor digestibilidad y concentración energética de la dieta (Balcells *et al.*, 1987), lo cual señala una relación inversa entre el consumo y la digestibilidad (NRC, 1985).

El crecimiento estacional de los pastos, como se indicó anteriormente, ocasiona que los suplementos concentrados desempeñen un papel importante en la dieta de los rumiantes, permitiendo elevar de forma aditiva el consumo total de energía y proteína del animal. Sin embargo, la suplementación de las dietas pueden deprimir la ingestión de forrajes al actuar el alimento concentrado como un sustituto más que como un suplemento (Forbes, 1986). La magnitud de esta sustitución va a depender de la calidad y cantidad del pasto ofrecido, así como de la cantidad y tipo de suplemento.

SUPLEMENTACIÓN PROTEICA

La suplementación alimenticia en los rumiantes es una alternativa válida para corregir y mejorar la disponibilidad de los nutrientes limitantes, tanto para los procesos fermentativos en el rumen, como por su aporte para la digestión propia del animal (enzimática). Con esta práctica se pueden obtener mejores eficiencias en el uso de los pastos de bajo valor nutritivo y mejorar las ganancias de peso.

Lo que se desea con la suplementación es obtener una relación entre energía y proteína que favorezca un mayor crecimiento microbiano en el rumen, y una buena absorción de los ácidos orgánicos, con aumento la digestibilidad de la fibra, extracto libre de nitrógeno para poder cubrir la demanda nutritiva del animal (De León Godoy y Chicco, 1991b).

El efecto de la suplementación debería observarse sobre el consumo voluntario, digestibilidad, o en la eficiencia con que el animal utiliza los productos de la digestión (De León Godoy y Chicco, 1991b; Riquelme, 1984). El consumo voluntario y digestibilidad están relacionados con las tasas de degradación y remoción del material alimenticio que llega al rumen, aunque también, la tasa de degradación también depende de las características intrínsecas de cada forraje y de la cantidad, tipo y actividad de los microorganismos presentes (Conrad *et al.*, 1964).

La utilización de ciertas fuentes NNP en el rumen, como es el caso de la urea, pueden verse limitada en sus efectos por deficiencias de estas fuentes durante ciertos períodos del día, especialmente debido a la alta tasa fermentativa de este producto. Esta tasa, por lo general, alcanza su pico máximo a las dos horas después del consumo (Ørskov, 1982).

En el caso de la suplementación con proteínas preformadas como tal, al igual que con en el uso de las fuentes de NNP, las respuestas productivas han resultado un tanto variables. Por ejemplo, se han observado que unos pocos gramos por día de proteína sobrepasante pueden dar respuestas de diferentes magnitudes, las cuales no pueden ser explicadas a través de análisis en las tablas tradicionales usadas para la formulación de dietas, aunque siempre las mejores respuestas están asociadas a forrajes de baja calidad (FAO, 1995). A pesar de lo variable de las respuestas, en ambos casos, lo importante de la suplementación nitrogenada radica en que la misma ha de dirigirse a resolver, en primera instancia, los problemas carenciales del ecosistema ruminal.

LAS FUENTES DE NITRÓGENO Y EL AMBIENTE RUMINAL

Las bacterias del rumen degradan la proteína dietaria a formas más simples de N tales como amonio, aminoácidos y péptidos para incorporarlos dentro de la proteína bacteriana (Figura 1). Un nivel óptimo de nitrógeno en el ambiente ruminal tiende a favorecer un buen crecimiento microbiano, particularmente de las bacterias celulolíticas, y mejora la degradación del componente fibroso del alimento (De León Godoy y Chicco, 1991). Por otro lado, la fracción que escapa a la degradación microbiana en el rumen debe tener una alta digestibilidad a nivel del intestino delgado para su aprovechamiento por el animal (Figura 2).

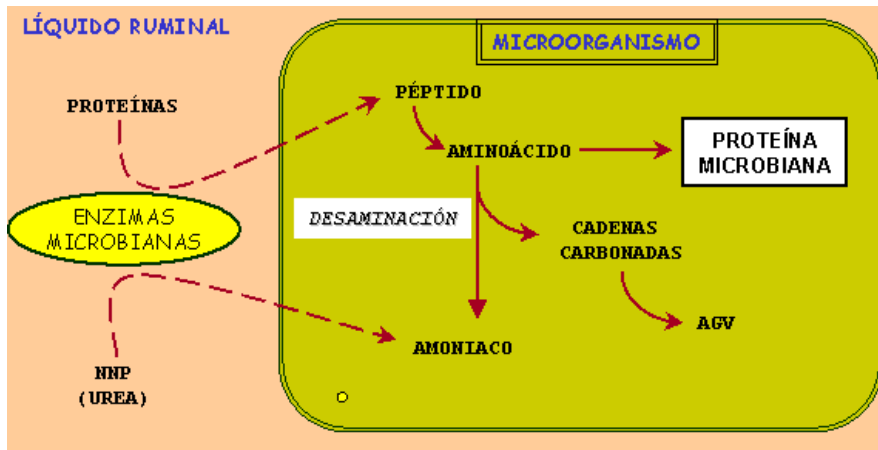


Figura 1. Utilización de las diferentes fuentes de nitrógeno por los microorganismos del rumen (Nava y Díaz, 2001).

El nivel de amoníaco en el rumen es importante para una eficiente fermentación microbiana (Figuras 1 y 2). La concentración de amonio en el rumen, por lo tanto, pudiera ser usada para diagnosticar la deficiencia de N fermentecible en la dieta (Preston y Leng, 1986). El nivel crítico de amonio en el rumen para una eficiente actividad microbiana en un momento dado, dependerá de la solubilidad de la fuente. Se ha establecido una regla empírica de que la concentración de amonio debe ser al menos de 5 mg/100 mL de licor ruminal. Sin embargo, valores más altos puede que sean necesarios para una óptima fermentación de los alimentos fibrosos (Satter y Slyter, 1974). De acuerdo con lo anterior, las concentraciones de amoníaco en el rumen deberían estar por encima del nivel crítico por prolongados períodos cuando se trata de dietas abundantes en componentes fibrosos, los cuales son los que se degradan más lentamente. Esto es importante a considerar cuando se desean establecer planes de suplementación.

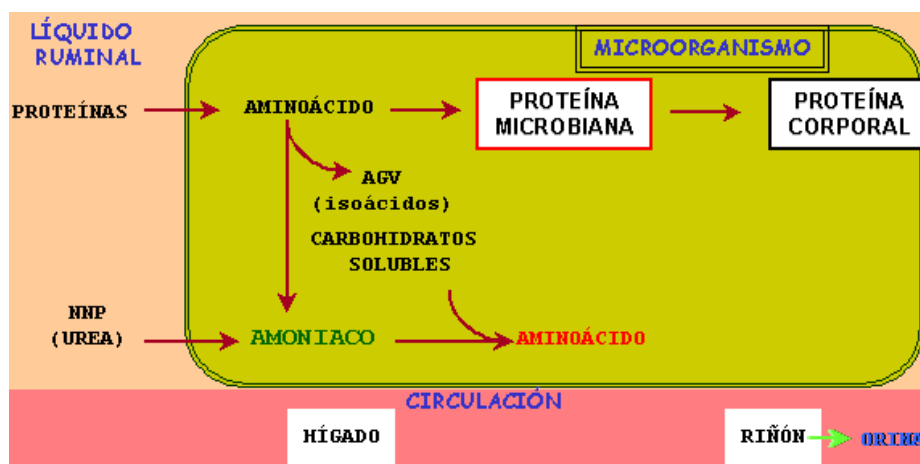


Figura 2: Rutas metabólicas más importantes del N en el rumiante y microbios del rumen (Nava y Díaz, 2001).

EL USO DE NNP COMO SUPLEMENTO

Las fuentes de NNP, como la urea, son usadas frecuentemente en dietas para cubrir los requerimientos de nitrógeno a nivel ruminal. Sin embargo, su uso tiene límites. Los excesos pueden afectar el consumo voluntario de alimentos y causar daños irreversibles, e incluso la muerte del animal (Church, 1974).

El uso del NNP debe ir aparejado con el consumo de carbohidratos de cierto grado de fermentecibilidad ruminal. Se ha observado que cuando las raciones son bajas en carbohidratos pueden ocurrir, con más frecuencias, síntomas de toxicidad con cantidades de urea tan bajas como 0.3 g/kg PV, particularmente en animales que no han sido acostumbrados al consumo de este producto. Cuando los animales reciben adecuadas cantidades de carbohidratos en su ración 1 a 2 g/kg PV de urea puede que no causen problemas de toxicidad si los animales han sido adaptados previamente al consumo de esta fuente (Church, 1974). De acuerdo con la ARC (1984), los requerimientos nitrogenados están íntimamente relacionados a la disponibilidad energética, por lo que puede adoptarse un valor de 32 g de N/kg de materia orgánica (MO) digerida en el rumen, o de 1,34g de N/Mj de EM, aunque al aumentar la digestibilidad de la MO los requerimientos de N tienden a reducirse (Orskov, 1976).

Con la inclusión de urea en las dietas de los rumiantes se ha logrado regularizar y mantener niveles altos de amoníaco (200 mg/L de amoníaco) que han mostrado ser favorables a un buen desarrollo de la flora ruminal (Orskov, 1982; Preston y Leng 1989; Combellas 1992), con mejoras en las tasas de consumo, degradación y digestibilidad de los alimentos fibrosos. Esta mejora en la función ruminal, permite balancear el déficit de proteína

e incrementar la eficiencia de utilización a nivel ruminal de los carbohidratos fermentecibles (Sansoucy, 1986; Saadulah, 1991).

La relación que existe entre la disponibilidad de carbohidratos fermentecibles y las fuentes de proteínas (o nitrógeno), ejerce un fuerte impacto sobre la producción de células microbianas, y finalmente sobre la nutrición del huésped. De acuerdo con Owens y Bergen, (1983), lo anterior se explica porque la mayoría de los microorganismos ruminales sintetizan proteína a partir del amoníaco proveniente de fuentes no proteicas (NNP) de origen alimenticio y de origen endógeno a través del reciclaje de urea vía la saliva o a través del epitelio del rumen en forma de amonio y mucoproteínas salivales y de la acción de bacterias proteolíticas presentes en el rumen (Figura 3).

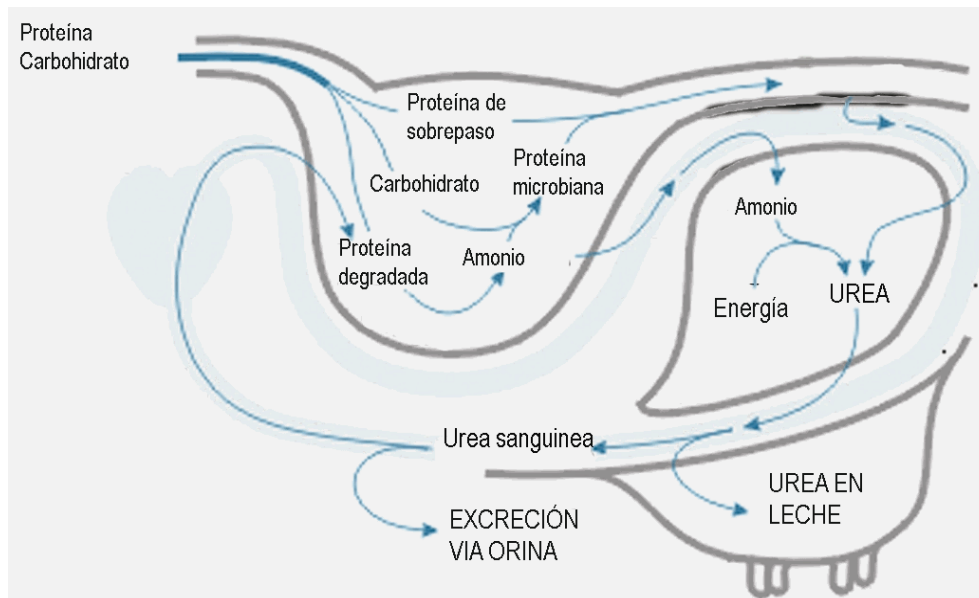


Figura 3. Diagrama del flujo de las fuentes nitrogenadas en el rumiante (Modificado de Godden, 2001).

Es importante señalar que el uso de este NNP por los microorganismos se hace posible siempre que exista el suministro de carbohidratos fácilmente disponibles y en conjunción con el aporte de cierto N en forma de aminoácidos y péptidos. La suplementación nitrogenada adecuada (en calidad y cantidad) genera un aumento o mantenimiento del consumo de la ración basal, lo cual produce un aumento en el consumo total de la ración, lo que se traduce en una mejor respuesta animal (Parra, 1984; Satter y Roffler, 1981).

El NNP es utilizado más eficientemente cuando se suministra en pequeñas cantidades varias veces al día, particularmente cuando las dietas son bajas en proteínas y relativamente altas en energía digestible. Ese mismo principio es aplicado al caso de la urea, la cuál debe suministrarse en cantidades que generen amoníaco en una proporción que no exceda la capacidad de los microbios para asimilarla. Por ejemplo, se señala que para el ganado lechero la urea no proporciona ningún beneficio en dietas que contengan más de 13% de proteína cruda. Este valor no se puede considerar como fijo, ya que son variables las condiciones de las dietas y los animales (Maynard et al., 1981; Slyter et al., 1979).

Cuando se suministra NNP, es igualmente importante asegurar un adecuado suministro de azufre en la dieta (10:1, nitrógeno:azufre), ya que los microorganismos del rumen lo requieren como elemento esencial para la síntesis de algunos aminoácidos azufrados (Church y Pond, 1977). En ganado de carne se recomienda la inclusión de 0,15% de la dieta (NRC, 1996), al igual que un adecuado balance entre otros elementos minerales (NRC, 1980).

Igualmente, los microorganismos del rumen necesitan pequeñas y equilibradas cantidades de aminoácidos para un crecimiento eficiente (Preston y Leng, 1989), lo cual se comprueba por el aumento de los microorganismos que degradan carbohidratos estructurales al proporcionar aminoácidos de cadenas ramificadas (Sniffen et al., 1983).

Los aminoácidos son esenciales para la síntesis de tejidos, proveen precursores glucogénicos, reparan las pérdidas de tejidos y reemplazan las secreciones proteicas que ocurren como consecuencia del trabajo desarrollado por el animal, satisfacen las mayores demandas que con relación a la energía total se establecen durante el mantenimiento (Preston y Leng, 1989) y estimulan el consumo voluntario de alimento y las ganancias de peso diario (NRC, 1985).

La proteína que se fermenta en el rumen se desperdicia en gran parte, ya que sólo de 30 a 60 g de proteína microbiana se vuelve disponible al animal por cada kg de proteína alimenticia que entra en el rumen (Preston y Leng 1989).

Cuando la proteína de origen bacteriano es insuficiente para cubrir los requerimientos de los tejidos en algunas etapas fisiológicas como el crecimiento y la lactancia y se presentan desbalances de los aminoácidos en el intestino, es necesario cubrir las deficiencias con proteína sobrepasante, con el fin de mejorar la calidad de los nutrientes absorbidos, favoreciendo así su utilización en la ganancia de peso (Orskov, 1976; ARC, 1984; Combellas, 1992).

En resumen, el consumo deficitario de proteínas trae como consecuencia una reducción en el apetito, disminución en la ingestión de pastos, disminución de la eficiencia de utilización del alimento, retraso del crecimiento y desarrollo muscular. En condiciones extremas se observan trastornos digestivos, anemias y edemas. (Church y Pond, 1977; NRC, 1985).

La suplementación con proteínas verdaderas (harinas de soya, harinas de pescado, harinas de semilla de algodón, harina de semilla de ajonjolí, etc.), generalmente ocasiona efectos favorables en el rendimiento animal, por su valor biológico, debido a que el nitrógeno se encuentra formando parte de los aminoácidos, conteniendo además sustratos de alto aporte energético (Oldham et al., 1977; Tamminga, 1979; Maynard et al., 1981).

En el rumiante, por los procesos fermentativos, parte de estos componentes nitrogenados están sujetos a una extensa degradación por acción de las enzimas de los microorganismos ruminales y sólo una parte de lo degradado es convertido en amoníaco y utilizado para la síntesis microbiana (Nolan y Leng, 1972; Mazanov y Nolan, 1976; Kennedy y Milligan, 1978).

La nutrición proteica de los rumiantes es, entonces, el resultado de un balance entre la degradación en el rumen de las distintas fuentes nitrogenadas, de la síntesis de la proteína microbiana y de aquellas fuentes no degradadas por los microorganismos ruminales. De ese balance van a depender los adecuados planes de suplementación proteica y mineral para optimizar los sistemas productivos.

En general, la suplementación de la dieta de los rumiantes con NNP es una posibilidad gracias a su relativo bajo costo, especialmente la urea, en contraposición con las fuentes de proteína preformada de origen animal o vegetal que, por lo general, son costosas.

RAZONES FRECUENTES CAUSANTES DE FALLAS EN LA SUPLEMENTACIÓN CON NNP

- ◆ Ausencia o un inadecuado período de adaptación a la fuente de NNP.
- ◆ Consumo intermitente de la fuente de NNP.
- ◆ Inadecuada suplementación con azufre.
- ◆ La ración ya es adecuada en proteínas.
- ◆ Oferta de la fuente de NNP en un poco apetitoso vehículo.
- ◆ Una ración no bien balanceada.
- ◆ Insuficiente cantidad de carbohidratos solubles.

EN SÍNTESIS

- ◆ Los microbios del rumen degradadores de la fibra necesitan, además de pequeñas cantidades de péptidos y aminoácidos, mayormente de NNP.
- ◆ Los rumiantes pueden fabricar carne y leche usando fuentes de NNP.
- ◆ Las fuentes de NNP son más económicas que las proteínas naturales.
- ◆ El suplemento eficiente con NNP requiere un más eficiente manejo de la alimentación que la suplementación con proteínas naturales.

BIBLIOGRAFÍA

- Agricultural Research Council (ARC). 1984. The nutrients requirements of ruminant livestock supplement. No.1. Agricultural Research Council. Commonwealth Agricultural Bureaux. London. 45p.
- Balcells, J., C. Castrillo, J. Guada, y M. Fondevila. 1987. Efecto de la dilución con paja de dietas destinadas al engorde de corderos sobre la ingestión voluntaria y el ritmo de ganancia en peso. I.T.E.A. Vol. Extra No. 7. II jornadas sobre Producción Animal. pp. 37-41.
- Baldizan, A y E. Chacón. 1998. Valor nutritivo de las forrajeras y otros recursos alimentarios en los llanos centrales de Venezuela. En: I curso sobre manejo de pasturas para la producción con rumiantes. Universidad Experimental Rómulo Gallegos. Edo. Guarico. 65p.
- Church, D. 1974. Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Edit. Acribia,. Zaragoza. España. 544p.
- Church, D. C. y J. P. Fontenot. 1979. Nitrogen metabolism. *In: Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants*. Vol 2. Ed. D.C. Church, O & B. Books, Inc. Oregon.
- Church, D. y Y. Pond. W. G. 1977. Bases científicas para la nutrición de los animales domésticos. Edit. Acribia. Zaragoza. España. 462p.
- Combellas, J. de. 1980. Parámetros productivos y reproductivos de ovejas tropicales en sistemas de producción mejorados. *Producción Animal Tropical*. 5(3) 290-297.

- Combellas, J. de. 1986. Alimentación de las vacas lecheras en el trópico. Luna print. Maracay. 160p.
- Combellas, J. de 1992. Suplementación proteica de bovinos de doble propósito. En III ciclo de conferencias, producción de leche. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. pp.
- Conrad, H. R., A. D. Pratt y J. W. Hibbs. 1964. Regulation of feed intake in dairy cows. 1. Changes in the importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. *J. Dairy Sci.* 47:54-62.
- León Godoy S. de., y C. F. Chicco. 1991a. Suplementación con urea y niveles crecientes de harina de algodón en bovinos alimentados con forraje de pobre calidad. *Zoot. Tropical.* 9:105-129.
- León Godoy S. de., y C. F. Chicco. 1991b. Suplementación de bovinos alimentados con forraje de pobre calidad con fuentes de proteínas de diferentes tasas de degradación ruminal. *Zoot. Tropical.* 9:131-144.
- Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO). 1995. Evaluation of tropical feed resource for ruminant. Draft Working Paper for First FAO Electronic Conference on Tropical Feeds and Feeding Systems. 22p.
- Ferguson, J. D. 2001. Milk Urea Nitrogen. Center for Animal Health and Productivity, University of Pennsylvania (<http://cahpwww.vet.upenn.edu/mun/mun.html>).
- Forbes, J. M. 1986. The voluntary food intake of farm animals. Butterworth, London.
- Gibb, M., y Treacher, T. 1980. The effect of ewe body condition at lambing on the performance of ewes and their lambs at pasture. *J. Agricul. Sci.* 95(3):631-640.
- Godden, S. S. 2001. Milk Urea Nitrogen Testing. Vol. . No. 2. Ontario DHI fact finder, 41-006-98. [Online] Available: <http://www.westerndairyscience.com/html/WDDigest/WDD%201.2%20Winter%202000/html/1220aMilkUrea.html>
- Godoy S., C. F. Chicco y N. E. Obispo. 1993. Suplementación de bovinos en crecimiento y engorde con concentrados nitrogenados con y sin tratamiento con formaldehído. I. Ganancia de peso y digestibilidad. *Zoot. Tropical* 11(2):211-240.
- Jarrique, R., M. Journet y R. Verite, 1981. Nitrógeno. En: Alimentación de los rumiantes. Ed. I.N.R.A. Mundi-Prensa. Madrid. pp. 37-139.
- Jung, H. G. y M. S. Allen. 1995. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *J. Anim. Sci.* 73:2774-2790.
- Kennedy, P. M. y L. P. Milligan. 1978. Transfer of urea from the blood to the rumen of sheep. *Br. J. Nutr.* 4.
- Leng, R. A. 1990. Factors affecting the utilization of poor quality forages by ruminants particularly under tropical conditions. *Nutr. Res. Rev.* 3:277-303
- Loosli, J. K. e I. W. McDonald, I. W. 1969. El nitrógeno no proteico en la alimentación de rumiantes. *Estudios Agropecuarios.* N° 75. F.A.O. Roma. 107 pp.
- Maynard, L. A., J. K. Loosli, H. F. Hintz y R. G. Warner. 1981. *Nutrición Animal.* Ed. McGraw-Hill. México. 640 pp.
- Mazanov, A. y J. V. Nolan. 1976. Simulation of the dynamics of nitrogen metabolism in sheep. *Br. J. Nutr.* 35:149-174.
- McCollum III, T. 1997. Supplementation strategies for beef cattle. [On line] Available:<http://agpublications.tamu.edu/pubs/eanim/b6067.pdf>. [Octubre 15, 1997].
- Mertens, D. R. 1994. Regulation of forage intake. In: G. C. Fahey, Jr., M. Collins, D. R. Mertens, and L. E. Moser (Ed.) *Forage Quality, Evaluation, and Utilization.* pp 450-493. ASA-CSSA-SSSA, Madison WI.
- Minson, D. J. 1981. Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. In: *Nutritional limits to animal production from pastures proceedings of an International Symposium held at Sta. Lucia.* Ed. J.R. Hacker, Queensland, Australia. pp. 187-197.
- National Research Council (NRC). 1980. *Mineral Tolerance of Domestic Animals.* National Academy Press. Washington, D.C.
- National Research Council (NRC). 1985. *Nutrient Requirement of Sheep.* Sixth revised edition. National Academy of Sciences, Washington, DC, USA. 99pp.
- National Research Council (NRC). 1996. *Nutrient requirements of beef cattle.* Seventh revised edition. National Academy Press. Washington, D.C.
- Nava C. y A. Díaz. 2001. *Introducción a la Digestión Ruminal.* Departamento de Nutrición Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM. [Online]: http://www.veterin.unam.mx/fmvz/enlinea/Ruminal/digest_ruminal.htm.
- Nolan, J.V. y Leng, R.A. 1972. Dynamic aspects of ammonia and urea metabolism in sheep. *Br. J. Nutr.* 27:177-194.
- Obispo, N. E., P. Pares, C. Hidalgo, J. Palma y S. Godoy. 2001. Consumo de forraje y ganancia diaria de peso en bovinos de carne en crecimiento suplementados con fuentes proteicas. *Zootecnia Trop.*, 19:423-442.
- Oldham, J. D. P. J. Buttery, H. Swan y D. Lewis. 1977. Interactions between dietary carbohydrate and nitrogen and digestion in seep. *Br. J. Nutr.* 89:467-479.
- Ørskov, E. R. 1976. Factores que influncian la utilización del nitrógeno proteico y el no proteico (NNP) en rumiantes jóvenes. *Producción Animal Tropical.* 3: 95-102.
- Ørskov, E. R. 1976. The effect of processing on digestion and utilization of cereals by ruminants. *Proceedings Nutrition Society* 35:245-252.
- Ørskov, E. R. 1982. *Protein nutrition in rumiantes.* Academic Press, Inc. Londres.
- Owens, F. N. y W. G. Bergen. 1983. Nitrogen metabolism of ruminant animals: Historical perspective, current understanding and future implications. *J. Anim. Sci.* 57:498-518.
- Parra, R. 1984. Aspectos básicos de la nutrición nitrogenada de los rumiantes en el trópico. *En: I curso sobre alternativas para la intensificación del engorde de bovinos en el Trópico.* COLVEZA. Medellín. Colombia. 33p.
- Parra, R; J. Combellas y E. González. 1972. Composición y valor nutritivo de forrajes producidos en el trópico. 2. fracciones químicas que afectan la disponibilidad de los componentes fibrosos. *Agron. Trop.* 22: 219-230.
- Pichard, G. y P. J. Van Soest. 1977. Protein solubility of ruminant feeds. *Proceeding of Cornell Nutrition conference for feed manufacturers.* pp.91-98.

- Preston, T. y R. Leng. 1986. Supplementation of diets based in fibrous residues and by products. Elsevier Press. Amsterdam. pp. 373-413.
- Preston, T. y R. A. Leng. 1990. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre nutrición de rumiantes en el trópico. Segunda edición. CONDRIT, Cali, Colombia.
- Preston, T.R. y R. A. Leng. 1989. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre nutrición de rumiantes en el trópico. Consultorías para el Desarrollo Rural Integrado en el Trópico (CONDRIT). Ltda. Cali, Colombia. Pp.312
- Riquelme, E. 1984. Suplementación y efectos asociativos en dietas basadas en sub-productos agrícolas. Memorias del seminario sobre utilización de subproductos agroindustriales en la alimentación de rumiantes. Colegio de Posgraduados. México pp 1-24.
- Saadulah, A. 1991. The importance of urea-molasses block and bypass protein in animal production the situation in Bangladesh. En: International Symposium on nuclear and related techniques in animal production and health Vienna- 145-151.
- Sansoucy, R. 1986. Fabricación de bloques de melaza urea. Revista Mundial de Zootecnia. 166p.
- Satter, L. D. y L. L. Slyter. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein in vitro. Br. J. Nutr. 32:199-208.
- Satter, L. D. y R. E. Roffler. 1981. Influence of nitrogen and carbohydrate inputs on rumen fermentation. In: Haresign, W. and D.J.A. Cole (eds), Recent Developments in Ruminant Nutrition, Butterworths: London, pp. 115-139.
- Slyter, L. L. L. D. Satter y D. A. Dinius. 1979. Effect of ruminal ammonia concentration on nitrogen utilization by steers. J. Anim. Sci.. 48:906-912.
- Sniffen, C., J. Russell y P. Van Soest. 1983. The influence of carbon source, nitrogen source and growth factors on rumen microbial growth. Proceeding Cornell Nutrition Conference for feed manufacture. 26-33.
- Tamminga, S. 1979. Protein degradation in the forestomach of ruminants. J. Anim. Sci. 49:1615-1630.
- Thornton, R. F, y D. J. Minson. The relationship between apparent retention time in the rumen, voluntary intake, and apparent digestibility of legume and grass diets in sheep. Australian J. Agricul. Res., 24: 889 – 898.
- Van Soest, P. J. 1982. Nutritional Ecology of the ruminants. O. & B. Books, Inc., Corvallis. Oregon. USA. 374p.

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