

CONCEPTOS ACTUALES SOBRE LA UTILIZACION DEL NITROGENO EN RUMIANTES

J. A. García Tobar¹

Los dogmas del tranquilo
pasado no se adecuan al
tormentoso presente.

A. Lincoln

RESUMEN

A la luz de los actuales conocimientos sobre el tema se consideran las limitaciones de los sistemas de evaluación de las fuentes dietéticas de nitrógeno y de expresión de los requerimientos de nitrógeno de los rumiantes, más comunmente utilizados (P.B., proteína bruta y P.D. proteína digestible). Se analizan y discuten los actuales conceptos básicos sobre utilización de nitrógeno. Se pone especial énfasis en la consideración del rol complementario de los aminoácidos de origen microbiano y los aminoácidos dietéticos no degradados. Los factores que afectan las proporciones de aminoácidos de uno y otro origen son revisados. Se señalan las limitaciones de muchas de las cuantificaciones hoy aceptadas como válidas. Por último se evalúa el posible impacto de una mejor comprensión de los mecanismos de utilización del nitrógeno en rumiantes sobre la producción.

INTRODUCCION.

Los rumiantes domésticos, como grupo, han aportado significativos beneficios al hombre. Muchos de estos beneficios se derivan del hecho que la compleja microbiota ubicada en su tracto digestivo permite, a estos animales, convertir alimentos de limitado o escaso valor para otras especies en valiosos productos.

La capacidad de los microorganismos ruminales de sintetizar proteína a partir de nitrógeno no protéico (NNP) fue reconocida hace ya casi un siglo (Zuntz, 1891, citado por Stangel, 1963).

¹ Profesor titular, Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
Director, G.A.P. Consultores Agropecuarios, Buenos Aires, Argentina.

Loosli et al (1949) demuestran que, merced a esta capacidad de la microbiota ruminal, corderos alimentados con dietas libres de nitrógeno protéico pueden crecer normalmente. En 1966 Virtanen publica los resultados de un trabajo, hoy clásico, mediante el cual comprueba que vacas lecheras alimentadas con dietas semi purificadas, conteniendo más del 99% del nitrógeno en forma de NNP, producen leche normalmente, en términos de calidad y cantidad.

Por otra parte una serie de trabajos demuestra que la digestibilidad de la proteína a la microbiota ruminal es alta (75 - 80%) al igual que su calidad (valor biológico = 80% aproximadamente) (Hungate, 1966).

Este mismo autor (Hungate, 1966) concluye que la composición en términos de aminoácidos, de las bacterias y protozoarios ruminales se mantiene constante aún cuando el rumiante reciba dietas de características muy disímiles. Ello resulta en una marcada constancia en las proporciones de aminoácidos que llegan a la porción glandular del tracto digestivo.

La influencia de estos hallazgos básicos, unido al hecho de que en sistemas pastoriles de producción vacuna u ovina la energía suele ser el primer limitante, determinaron que, en la práctica, se prestase relativamente poca atención a aspectos cuantitativos y cualitativos de la utilización del nitrógeno en rumiantes. Baste citar, como ejemplo que tanto en los Estados Unidos de Norteamérica (National Research Council, 1975, 1976, 1978) con en el Reino Unido (M.A.F.F., 1976) se ha preferido expresar los requerimientos de los rumiantes y el valor nutritivo de los alimentos en términos de proteína bruta (P.B.) o proteína digestible (P.D.).

En los últimos años, sin embargo, una serie de eventos y hallazgos científicos y técnicos llevan a cuestionar la validez de éste enfoque, quizás demasiado simplista a la luz de los actuales conocimientos y ante la necesidad de alimentar animales con potenciales de producción siempre creciente.

REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES

Aún cuando sean difíciles de cuantificar resulta obvio que, conceptualmente, es correcto evaluar los requerimientos de nitrógeno de los rumiantes en términos de aminoácidos.

El tema ha recibido considerable atención en la última década (Oldham, 1980) y la conclusión final es que la información disponible para expresar requerimientos de nitrógeno en términos de aminoácidos es muy limitada. Pese a ello no se cuestiona la validez conceptual del enfoque y se concluye que será necesario prestar mayor atención al tema si se desea minimizar las pérdidas de nitrógeno dietético en relación a la producción de proteína y/o maximizar y/o optimizar la producción.

LIMITACIONES DE LA PROTEINA BRUTA O PROTEINA DIGESTIBLE

Desde el punto de vista de la producción los sistemas de evaluación de alimentos y de expresión de requerimientos deben ser capaces de establecer relaciones insumo (alimento): producto válidas.

En tal sentido los sistemas de uso hay más generalizados (PB y PD) permiten establecer tales relaciones (gráfico N° 1), sin embargo, no son capaces de explicar ciertas diferencias en las respuestas, tal como, a modo de ejemplo, se ilustra en el gráfico N° 2.

Por otra parte, resultan conceptualmente cuestionables sistemas que asignan valores nutritivos fijos a los alimentos, sin considerar nivel de alimentación o tipo de animal al que son suministrados, que otorgan un valor fijo y arbitrario al NNP, que no consideran las interacciones energía - proteína y que no tienen en cuenta posibles variaciones en la composición de los compuestos nitrogenados que son absorbidos. (Burroughs et al., 1975; Verité et al., 1979; A.R.C., 1980).

ORIGEN DE LOS AMINOACIDOS ABSORBIDOS EN EL TRACTO GASTRO-INTESTINAL

La proteína que llega al duodeno de los rumiantes y en consecuencia los aminoácidos absorbidos, tiene dos orígenes, dietético o microbiano.

Este hecho ha sido reconocido hace ya tiempo, sin embargo, es sólo recientemente que se ha intentado definir y cuantificar los procesos que determinan y/o influyen la calidad y cantidad de esta proteína (Buttery y Lewis, 1932).

La importancia de tales definiciones y cuantificaciones resulta obvia si se desea conocer mejor la capacidad de las dietas para satisfacer los requerimientos del animal y mejorar así la eficiencia de producción.

DEGRADACION DE LA PROTEINA DIETETICA EN EL RUMEN

La cantidad de proteína de origen dietético que llega al abomaso resulta de la diferencia entre la cantidad de proteína aportada por la dieta y la proteína que es degradada en el rumen.

Por otra parte la cantidad de proteína degradada en el rumen afecta la concentración de amoníaco y eventualmente la síntesis de proteína bacteriana.

A su vez la cantidad de proteína dietética degradada en el rumen depende de la tasa de hidrólisis y del tiempo de permanencia. Se ha podido comprobar que la tasa de hidrólisis de una determinada proteína, en el rumen, se halla altamente correlacionada con su solubilidad.

Los valores de degradabilidad (dg) varían considerablemente entre alimentos y aún un mismo alimento en función del tratamiento a que éste haya sido sometido (A.R.C., 1980) (cuadro N° 1).

La velocidad de pasaje, que sabemos afectada por el nivel de consumo y tamaño de partícula, también afecta dg. (Donaldson et al., 1980).

Más limitante resulta el hecho de que no existe aún un método idóneo para determinar, en la práctica y con un aceptable margen de error la dg. de la proteína de los alimentos (Cottrill, 1980).

SINTESIS DE PROTEINA BACTERIANA EN EL RUMEN

Si bien una consideración exhaustiva de los muchos factores que afectan la síntesis de proteína en el rumen escapa a los objetivos de esta presentación, resulta conveniente realizar una rápida revisión de los mismos.

Existe abundante evidencia experimental que indica que la disponibilidad de nitrógeno y de materia orgánica digerible o energía son los dos principales factores que determinan la cantidad y tasa de síntesis de proteína microbiana en el rumen (García Tobar y Hollar, 1974, Okorie et al., 1977, Hagemeister et al. 1980) (Gráficos N°3 y 4).

La naturaleza de la fuente de energía influye la síntesis de proteína bacteriana ya que la tasa de crecimiento bacteriano se ve afectada por la disponibilidad de energía (Oldham et al., 1977).

La concentración de amoníaco necesaria en el rumen a fin de asegurar una tasa máxima de síntesis de proteína microbiana ha sido estudiada por diversos autores. Los valores obtenidos varían considerablemente y es probable que exista cierta interacción entre concentración óptima de amoníaco y pH ruminal (Miller, 1980).

La principal conclusión, sin embargo, es que la máxima eficiencia de síntesis microbiana se da con valores de amoníaco ruminal relativamente bajos y que esta eficiencia decrece cuando las concentraciones de amoníaco son muy bajas o muy altas (Buttery y Lewis, 1980).

Un gran número de las especies bacterianas que forman la microbiota ruminal utiliza amoníaco como fuente de nitrógeno y para ciertas especies constituye la única fuente que son capaces de utilizar (Hungate, 1966).

Por otra parte sabemos que los aminoácidos son rápidamente desaminados en el rumen (Chalupa, 1976).

Pese a ello, en condiciones prácticas los microorganismos del rumen obtienen entre 25 y 50% del nitrógeno que requieren de compuestos diferentes del amoníaco (Oldham, 1980). Es más, la presencia de aminoácidos preformados aumenta la síntesis de proteína microbiana (gráfico nº5).

Resulta también conveniente destacar la importancia de que los microorganismos ruminales dispongan simultáneamente de cantidades adecuadas de nitrógeno, energía suficiente y otros elementos indispensables, aunque cuantitativamente menos importantes (v.gr.: azufre), si se desea obtener una alta tasa de síntesis de proteína (Hungate, 1966).

La situación ideal es aquella en que la liberación de amoníaco y aminoácidos de la dieta coincide con la tasa de fermentación de la fuente de energía.

El nivel de consumo, la frecuencia de alimentación y la velocidad de pasaje del alimento a través del retículo-rumen han sido también mencionados como factores capaces de modificar la eficiencia de síntesis de proteína bacteriana en el rumen (Buttery y Lewis, 1980).

La síntesis de proteína bacteriana ha sido considerada como equivalente a 30 grs. de nitrógeno por kg. de materia orgánica digerida en el rumen (A.R.C., 1980). Sin embargo, esta es considerada una generalización arbitraria ya que, por las razones que antes señaláramos, este valor resulta muy variable (cuadro nº2).

ORIGEN DE LOS COMPUESTOS NITROGENADOS DE LA DIGESTA DUODENAL

Los compuestos nitrogenados que pasan a la porción glandular del tracto gastrointestinal, desde el rumen, son bacterias, protozoos, alimento no degradado, proteínas endógenas, aminoácidos y nitrógeno no protéico.

Las variaciones antes señaladas en la degradabilidad de la proteína dietética y en la síntesis de proteína microbiana resultan en variaciones en las cantidades de proteína de la digesta duodenal y en el origen de esta proteína.

En base a los datos recopilados por Smith (1975) puede concluirse que, en promedio .6 (60%) aproximadamente de la digesta duodenal es de origen microbiano. Este dato sólo tiene valor orientativo ya que el rango es .32 - .99 y el coeficiente de variabilidad supera el 30%.

Desde el punto de vista cualitativo conviene destacar, por un lado, la ya mencionada constancia en la composición, en aminoácidos, de las proteínas de la microbiota.

Por otro, sin embargo, debe tenerse en cuenta que los alimentos que aportan proteína son en realidad, una mezcla de diferentes proteínas cuya degradabilidad puede ser variable. Existe, en consecuencia, la posibilidad que las proporciones de aminoácidos del alimento no degradado que llega al abomaso sean diferentes a las de la dieta (Mathers et al., 1979).

ABSORCION DE AMINOACIDOS DEL INTESTINO DELGADO

La diferencia entre la cantidad de aminoácidos, en la digesta, que llega al duodeno y la que llega a la porción terminal del íleo es considerada equivalente a la absorción aparente.

Existe información que indica valores promedio de .67 (67%) con un coeficiente de variabilidad del 10 - 12% (A.R.C., 1980).

Se registran también diferencias en la tasa de absorción de los diferentes aminoácidos, si bien estas no son de gran magnitud (Mac Rae y Reed, 1980).

A.R.C. (1980) ha propuesto un valor general de absorción de aminoácidos en el intestino delgado, para todas las dietas y todos los rumiantes domésticos, de 0,7.

RESUMEN PARCIAL

Conviene, a los fines de esta exposición y con el objeto de dejar claramente establecidos los fundamentos de lo que a continuación se tratará, resumir brevemente lo visto hasta el momento.

- Los requerimientos nutritivos de los rumiantes, en lo referente a nitrógeno y a nivel tisular son, esencialmente, requerimientos de aminoácidos.
- Los aminoácidos necesarios para satisfacer estos requerimientos, en especial los llamados esenciales (viz.: que no pueden ser sintetizados por el animal) deben ser absorbidos a nivel intestinal.
- Los aminoácidos absorbibles que llegan al intestino reconocen dos orígenes, proteína dietética no degradada en el rumen y proteína bacteriana sintetizada en el rumen a partir de sustrato provisto por la dieta.
- La degradabilidad de las proteínas de la dieta u otras fuentes de nitrógeno en el rumen, determina el aporte de nitrógeno con que contará la microbiota ruminal.
- La degradabilidad de las proteínas de la dieta determina el aporte de aminoácidos de origen dietético que llegan al intestino.
- Diversos factores, entre los cuales la disponibilidad de nitrógeno y de materia orgánica digestible o energía son los más importantes, determinarán la tasa de síntesis microbiana en el rumen.

ABSORCION DE AMINOACIDOS VS. REQUERIMIENTOS

Este contraste es de particular importancia para el nutricionista práctico. La pregunta clave a contestar resulta: ¿es el aporte de aminoácidos absorbibles que provee esta dieta, suficiente para satisfacer los requerimientos de este animal?

Más allá de la respuesta que la pregunta merezca resulta importante enfatizar el marco conceptual dentro del cual debe ser contestada. Sólo así podrán luego contestarse cada una de las preguntas que para cada situación particular se formularán.

Orskov (1970) ha desarrollado un modelo muy simple (gráfico n° 6) que ilustra la primera consideración al respecto.

Para ciertos estados fisiológicos o nivel de requerimientos resulta suficiente el aporte de nitrógeno que realiza la microbiota ruminal a través de su capacidad de síntesis de proteínas.

En otros casos, que suponen mayores requerimientos, la síntesis de proteína bacteriana es insuficiente y la diferencia debe ser cubierta por aminoácidos de origen dietético que deben llegar al abomaso como tales. Ello implica que no han sido degradados en el rumen.

Conviene recordar que este modelo no es estático. Factores del animal hacen variar los requerimientos y factores dietéticos, antes considerados, hacen variar la tasa de síntesis de proteína bacteriana en el rumen.

La información disponible ha permitido a Armstrong (1981) (citado por Lindsay y Armstrong, 1982) comparar los valores de absorción neta de aminoácidos en el intestino delgado de ovejas alimentadas con dietas de gramíneas con los requerimientos de aminoácidos para crecimiento y lactación en base a los datos del A.R.C. (1980) (cuadro n° 3). Esta estimación, pese a sus limitaciones, tendería a indicar que las dietas utilizadas son capaces de cubrir los requerimientos de aminoácidos de los animales considerados.

Otros autores, sin embargo, estiman que las dietas de forraje fresco proveen cantidades insuficientes de aminoácidos absorbibles y pueden así limitar la producción (Thomson, 1982). Explican en función de ello las respuestas obtenidas cuando se suplementan vacas lecheras con caseína de baja degradabilidad (trata da con formol) y las diferencias en producción de leche entre vacas alimentadas con gramíneas o leguminosas (gráfico n° 7).

SUPLEMENTACION ENERGETICA - SUPLEMENTACION PROTEICA

El consumo de forraje de un animal está influenciado por la calidad del forraje, la presión de pastoreo, el sistema de pastoreo, etc. Por otra parte existe una considerable estacionalidad en la producción de forraje que, al afectar la disponibilidad, influye sobre el consumo. De allí la afirmación, generalmente válida, de que en sistemas pastoriles la energía es la primer limitante de la producción. La validez de esta afirmación, sin embargo, no implica que ello sea siempre así ni que la energía sea la única limitante.

En regiones templadas las variaciones cuali y cuantitativas en la disponibilidad de forraje suelen ser menores.

En el caso de aquellos sistemas pastoriles más intensivos (viz.: producción de leche) una adecuada programación forrajera tiene por objeto proveer a los animales alimento en cantidad y calidad suficiente y reducir al mínimo las variaciones estacionales.

Pese a ello y con el objeto de aumentar la producción y/o paliar déficits en calidad o cantidad, se recurre a la suplementación energética.

Esta práctica, de probado valor, debe ser cuidadosamente aplicada y evaluada, desde el punto de vista nutricional y económico. El rango de respuestas obtenidas varía entre - 0.2 y 0.84 kg. de leche por kg. de suplemento energético suministrado. (Journet y Demarquilly, 1980).

Los efectos del consumo de suplementos energéticos son muchos, pero algunos de ellos, de particular interés en esta ocasión, son aquellos que resultan de una reducción de la tasa de síntesis de proteína bacteriana en el rumen (menor pH ruminal, menor consumo de nitrógeno, reducción en la tasa de pasaje del líquido ruminal).

La suplementación con nitrógeno únicamente o con un concentrado energético y protéico pueden resultar en sensibles mejoras en la producción de leche de vacas alimentadas en base a forrajes frescos.

La suplementación con proteína hasta alcanzar niveles de 16 - 18% resulta en aumentos en la producción de leche por diversas razones:

- un aumento en la cantidad de aminoácidos dietéticos estimula la síntesis de proteína bacteriana en el rumen (gráfico n°5);
- un aumento en la cantidad de aminoácidos dietéticos no degradados y de la síntesis protéica en el rumen aumenta la disponibilidad de aminoácidos en el duodeno;
- Un aumento del tenor protéico de la ración aumenta la digestibilidad de la ración y el consumo (gráfico n°8);
- la disponibilidad de aminoácidos a nivel tisular podría modificar el status endócrino (v.gr. mayor secreción de hormona del crecimiento, Oldham, 1980).

CONCLUSIONES

Una vez más y a modo de resumen formularemos ciertas premisas básicas, ya consideradas y a partir de las cuales se elaborarán las conclusiones.

- Los rumiantes, tienen requerimientos de aminoácidos, cuali y cuantitativamente definidos, aunque a la fecha nuestro conocimiento de los mismos sea limitado.

- Satisfacer plenamente estos requerimientos resulta condición necesaria, aunque no suficiente, para obtener máxima producción.
- Estos requerimientos son satisfechos a partir de los aminoácidos absorbidos en el intestino delgado.
- Los aminoácidos absorbidos en el intestino delgado provienen de la síntesis de proteína microbiana en el rumen y de la proteína dietética no degradada en el rumen.
- Existe un límite máximo a la síntesis de proteína microbiana en el rumen. Cuando los requerimientos del animal exceden la síntesis de aminoácidos absorbibles que ocurre en el rumen, comienza a depender, significativamente, de los aminoácidos absorbibles provistos por la proteína dietética no degradable en el rumen.
- Una dieta se considerará adecuada, en lo referente a nitrógeno, cuando resulte en la provisión, a nivel intestinal, de aminoácidos absorbibles en la cantidad y calidad suficientes para satisfacer los requerimientos del animal.
- La fracción nitrogenada de la dieta debe ser tal, en cantidad y calidad que:
 - . asegure una provisión de nitrógeno a las bacterias del rumen como para que alcancen una tasa máxima de síntesis de proteína;
 - . provea los aminoácidos asimilables, no degradables, suficientes para complementar, cuali y cuantitativamente la proteína de origen bacteriano.
- La evaluación protéica de los alimentos debe hacerse sobre la base de los criterios expuestos en el ítem anterior.

Lo dicho, en resumen de los conocimientos sobre el tema, a la fecha, constituye un sólido marco conceptual. El mismo es, esencialmente, la base sobre la cual diversos autores (Burroughs et al., 1975, Verité et al., 1979, A.R.C., 1980), han desarrollado y propuesto sistemas de evaluación de alimentos y formulación de raciones.

Quando se pretende traducir los conceptos nutricionales o normas prácticas de alimentación se debe cuantificar. El análisis de la información disponible indica que, hasta hoy, no se dispone de la información necesaria como para que tal cuantificación genere, a partir de los conceptos, una herramienta de trabajo práctica y sólida que permita un manejo más acertado de la alimentación de los rumiantes domésticos. De allí la limitada aceptación que en la práctica han tenido los sistemas recientemente propuestos.

Quien debe dictar normas de alimentación o formular raciones se encuentra hoy en la incómoda situación de tener que manejarse con una amalgama de sólida teoría, dudosas tablas de requerimientos y valores nutritivos para los alimentos y empirismo prácticamente obtenido (Cottrill, 1982)

Pese a ello la situación debe considerarse sólo pasajera ya que la investigación aportará la información necesaria para obviar las actuales limitaciones.

Con el paso del tiempo, sin duda, los coeficientes cambiarán mientras que los conceptos mantendrán su validez.

Justamente el objetivo de esta presentación ha sido ilustrar sobre y discutir el marco conceptual dentro del cual debe ubicarse el problema de la utilización del nitrógeno en rumiantes, teniendo como mira última u objetivo básico una mayor eficiencia de producción.

SUMMARY

Considering present knowledge on the subject the Limitations of most commonly used systems to evaluate dietary nitrogen sources and to express nitrogen requirements of the ruminant animal (C.P., crude protein and D.C.P., digestible crude protein) are considered. Present concepts on nitrogen utilization are analyzed and discussed. The complementary role of both bacterial aminoacids and non degradable dietary aminoacids is emphasized. Factors affecting the relative proportions of aminoacids of each origin are surveyed. Limitations of the many quantitative factors readily accepted and used are considered. The likely impact of a better understanding of the mechanisms involved in nitrogen utilization in ruminants on production is evaluated.

BIBLIOGRAFIA

- Agricultural Research Council (1980). The nutrient requirements of ruminant livestock. C.A.B., Londres.
- Burroughs, W., D.K.Nelson y D.R. Mertens (1975). J. Dairy Sci. 58:611
- Buttery, P.J. y D.Lewis (1982) En Forage protein in ruminant animal production. Brit. Soc. Anim. Prod., Thames Ditton.
- Chalupa, W (1976) J. Anim. Sci. 43:828
- Clay, A.B. y L.D. Satter (1979) J. Dairy Sci. 62 (Supl.1):75
- Cottrill, B.R. (1980) En Forage protein in ruminant animal production. Brit. Soc. Anim. Prod., Thames Ditton.
- Donaldson, E., N.W. Offer y J.K. Thompson (1980) Proc. of 4th. study conference of the Scottish Agricultural Colleges, Ed. J.F. Greenhalgh, pág. 68 COSAC, Aberdeen.
- García Tobar, J.A. y C.H. Boller (1974) Producción Animal 3:490
- Hagemaster, H., H. Luppig y W. Kaufmann (1980) En Recent advances in animal nutrition. Ed. H. Harsign. Butterworths, Londres.
- Hungate, R.E. (1966) The rumen at its microbes. Academic Press, New York.
- Lindsay, D.B. y D.G. Armstrong (1982) En Forage protein in ruminant animal production. Brit. Soc. Anim. Prod., Thames Ditton
- Loosli, J.K., H.H. Williams, H.E. Thomas, F.H. Ferris, y L.A. Maynard (1949) Science 110:144
- Journet H. y C. Demarquilly (1980). En Feeding strategy for the high yielding dairy cow. Ed. W.H. Broster y H. Swan. Granada Publishing, Londres.
- Mac Rae, J.C. y P.J. Reeds (1980) En protein deposition in animals. Ed. P.J. Buttery y D.J. Lindsay. Butterworths, Londres.
- Maeng, W.J., C.J. Van Soest, R.L. Baldwin y J.C. Morris (1976). J. Dairy Sci. 59:68

- N.A.F.F. (1976) Nutrient allowances and composition of feedingstuffs for ruminants. LGR 21, N.A.F.F., Pinner, Middlesex.
- Mathers, J.C., R.J. Thomas, N.A.H. Gray y I.L. JOHNSON (1979) *Proc. Nutr. Soc.* 38:12 A
- Miller, E.L. (1982) *En Forage protein in ruminant animal production.* Brit.Soc. Anim. Prod., Thames Ditton.
- National Research Council (1975) Nutrient requirements of sheep. N.A.S.? Washington.
- National Research Council (1976) Nutrient requirements of beef cattle. N.A.S. Washington
- National Research Council (1978) Nutrient requirements of dairy cattle. N.A.S. Washington.
- Okorie, A.U., P.J. Buttery y D. Lewis (1977) *Proc Nutr. Soc.* 36: 38A
- Oldham, J.D. (1980) *En recent advances in animal nutrition.* Ed. Haresign, Butterworths, Londres.
- Oldham, J.D. , P.J. Buttery, H. Swan y D. Lewis (1977) *J. Agric. Sci. Camb.* 89: 467
- Orskov, E.R. (1970) *En Proc. fourth Nutr. Conf. Feed Manufacturers.* Ed. H. Swan y D. Lewis. Churchill, Londres.
- Stangel, H.J. (1963) *Urea and non-protein nitrogen in ruminant nutrition.* 2nd. ed., Nitrogen Division , Allied Chemical Corp.
- Thomson, D.J. (1982) *En Forage protein in ruminant animal production.* Brit. Soc. Anim. Prod. , Thames Ditton
- Van Horn, H.H., C.A. Zometa, C. J. McCox, S.P. Marshall y B. Harris (1979) *J. Dairy Sci.* 62:1066
- Verité, R., H. Joubert y R. Jarrige (1979). *Livestock. Prod. Sci.* 6:349
- Virtanen, A.I. (1966) *Science* 153:1603.
-

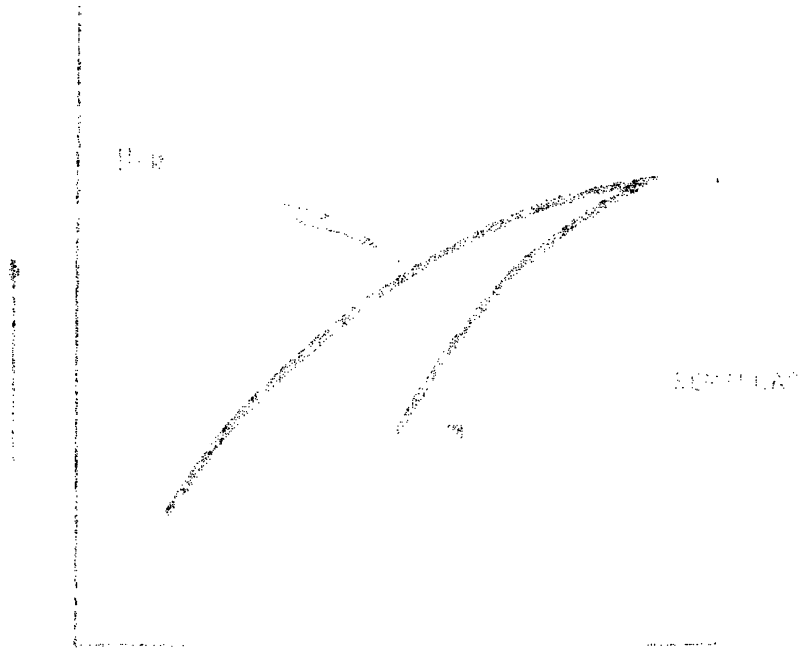
Plot

1. d. 10

0.01



Figure 1

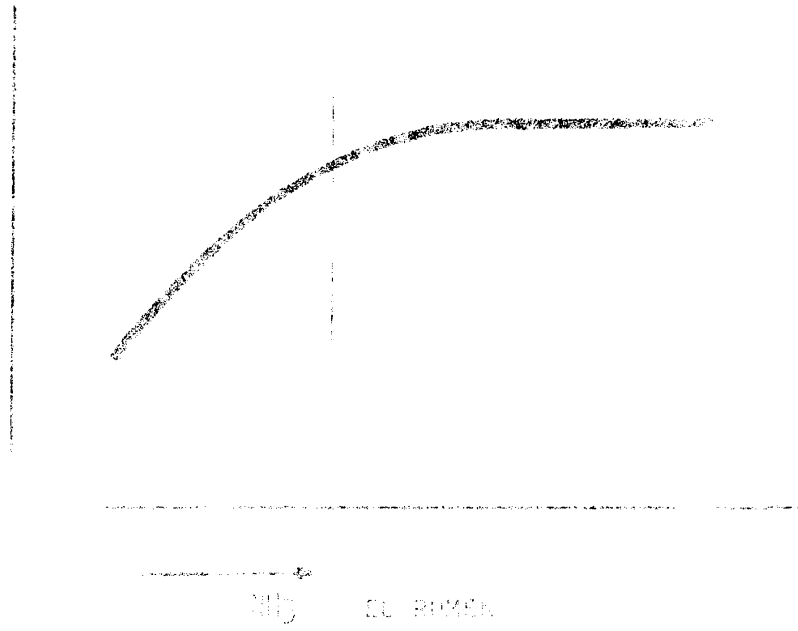


PROTEIN

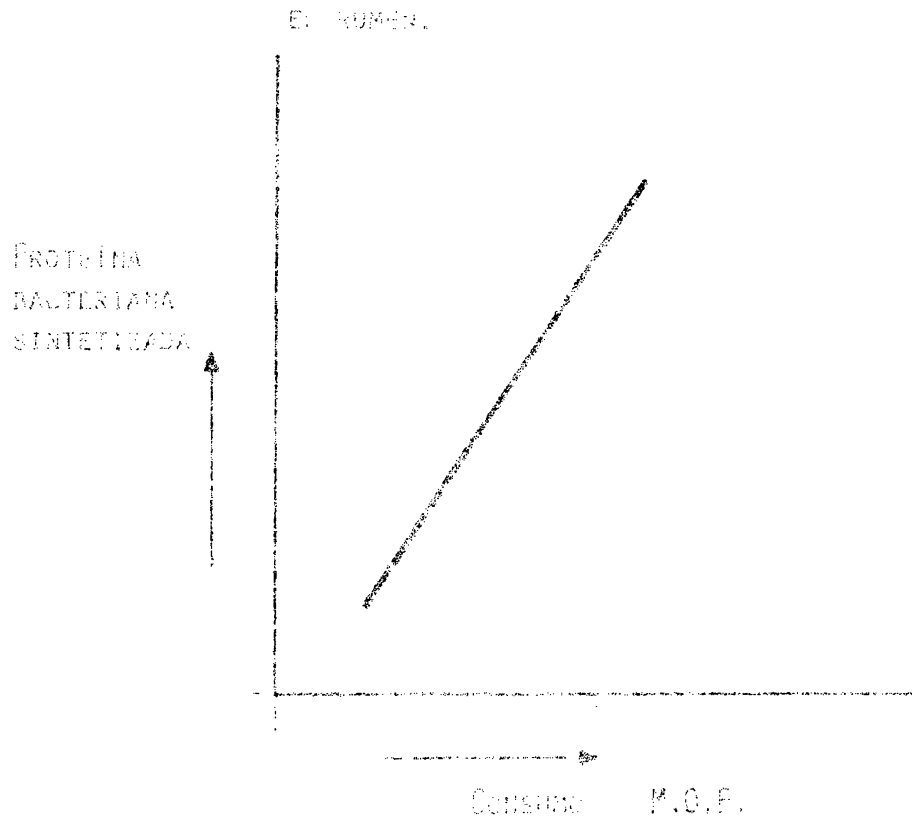
PROTEIN

PROTEIN

PROTEIN
MICROBIAL
SYNTHESIS



PROTEIN



ALANTADO DE HAGEMISTER (1980)

5

100%

100% (100% - 0%)

100%

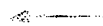
0%

Synthesis
excretion



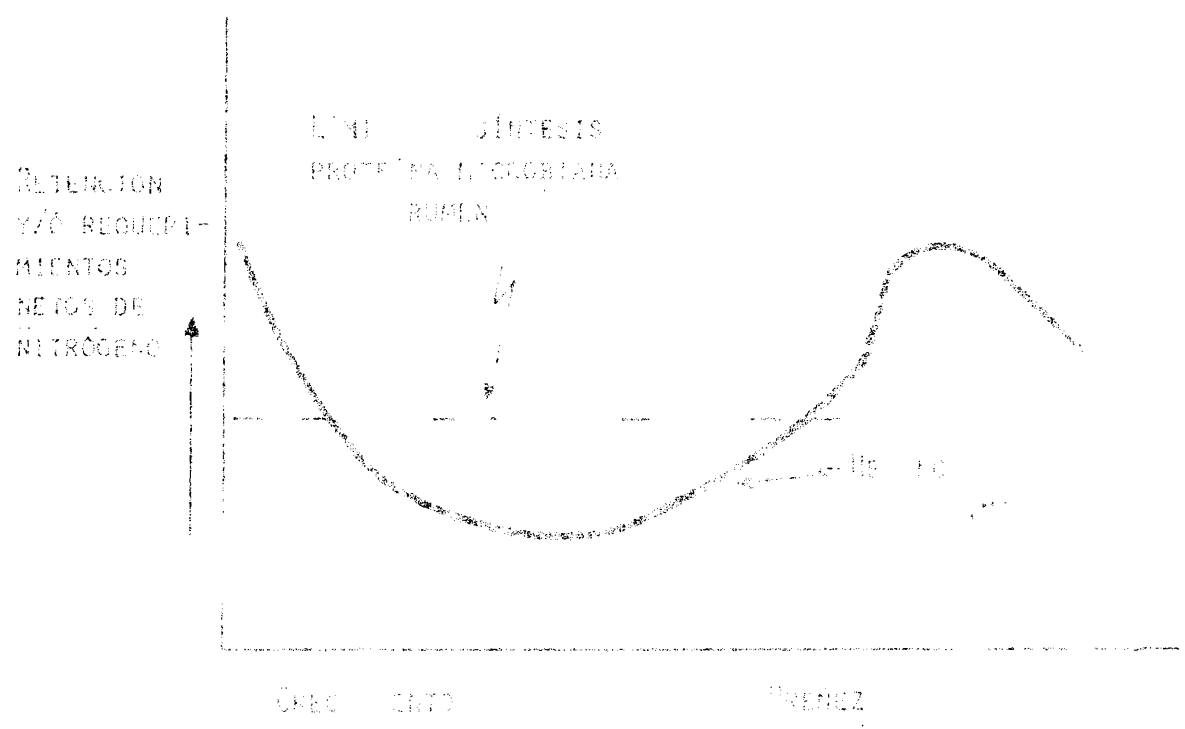
100%

100% UREA

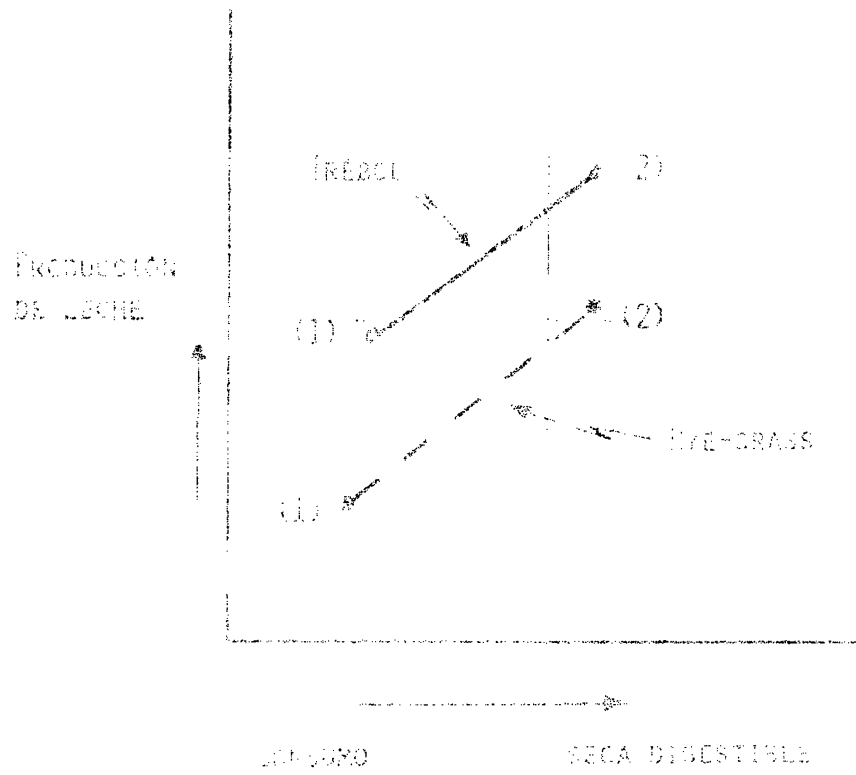


WATSON

RELATION ENTRE LE NIVEAU PHYSIOLOGIQUE
DE PRODUCTION ET LA RÉTENTION Y/O REQUÉRI-
MENT DE NITRÓGENE.



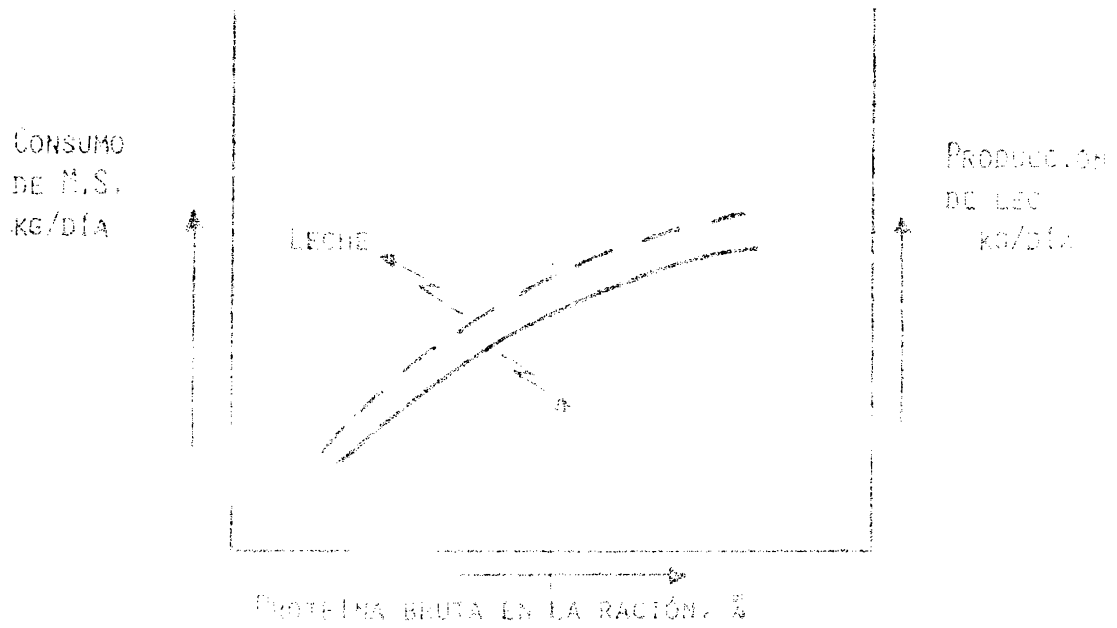
ADAPTATION PRODUIT



(2) = SUÑO

ADAPTADO DE THOMPSON.

GRAFICO Nº 8 RELACIÓN ENTRE EL TENOR DE PROTEÍNA BRUTA DE LA RACIÓN Y EL CONSUMO Y LA PRODUCCIÓN DE LECHE.



ADAPTADO DE SATTAR, L.