

## PROTEINA SOBREPASANTE EN RUMIANTES

### —REVISION DE LITERATURA—

José I. Arango G. Zoot\*, Luz Consuelo Arias T. Zoot\*, Jesús Chamorro M. Zoot. M.S.\*\*.

#### Catabolismo y Anabolismo del Nitrogeno Proteico y no Proteico en el Rumen

En la alimentación práctica de los rumiantes, el tipo de alimento que aporta el nitrógeno dietético varía ampliamente; especialmente con la naturaleza de éste, tales como: proteína preformada de origen animal y vegetal con su respectivo nitrógeno no proteico, los niveles de nitrógeno no proteico en los alimentos para rumiantes varían ampliamente y comprende una extensa gama de compuestos naturales como nitratos, aminos, amoníaco, úrea, ureidos, nitrógeno amídico, purinas, pirimidinas, ácidos nucleicos y alcaloides.

Por otro lado están la úrea, biuret, sulfato de amonio y otros compuestos. Estas fuentes de nitrógeno se pueden clasificar con base en su tasa de degradación en el rumen en tres fracciones: la primera fracción contiene la proteína rápidamente soluble, porción soluble en agua, presumiblemente nitrógeno no proteico; la segunda contiene las fracciones insolubles de lenta y rápida degradación y la tercera una fracción indigerible. Pichard y Van

Sorst, 1977, citado por Loerch etc. al (22), lo cual se puede observar en la Fig. 1.

Las diferentes fuentes de nitrógeno que llegan al rumen en alguna proporción son degradados por un complejo enzimático proveniente de bacterias y protozoarios, los cuales las transforman a péptidos, aminoácidos, ácidos grasos volátiles, radicales carbonados, amoníaco, CO<sub>2</sub> y energía; otra parte del nitrógeno dietético pasa en alguna proporción sin ser degradada a través del rumen.

El nitrógeno amoniacal aunque no es el único, es la fuente principal de nitrógeno para el crecimiento bacterial. Según Chalupa (7), la mayor importancia de la degradación de proteína conformadas en el rumen, está en aportar nutrientes nitrogenados no amoniacales, tales como: péptidos y aminoácidos, los cuales son tomados por algunas cepas de bacterias para su crecimiento.

El amoníaco liberado en el retículo-rumen no es completamente utilizado en

\* Unive. Nal. de Colombia, sede Medellín.  
\*\* A.A. 1778, Medellín.

la medida que se produce, para el amonio ruminal existen tres alternativas; absorción a través de la pared ruminal a la sangre y reciclaje o eliminación, flujo al abomaso como tal y conversión a proteína microbiana. Johnson (18).

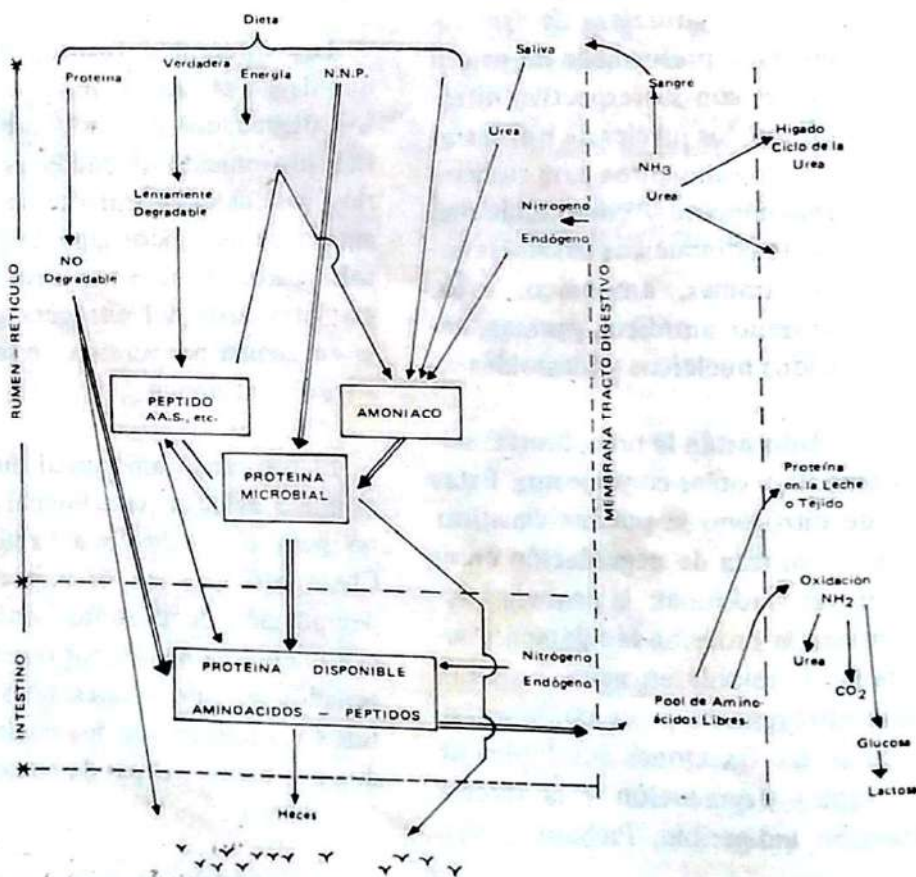
Es importante aclarar la existencia de un ciclo intra-ruminal a partir del catabolismo y anabolismo del nitrógeno microbiano. El rompimiento de la célula microbiana es llevada a cabo por autólisis, ataque por bacteriofagos y fagocitosis por protozoarios. Este proceso se incrementa en la medida que su permanencia en el rúmen es mayor, Hogan (16). Chalupa (7), determi-

no que aproximadamente el 30% de la proteína microbiana se degrada allí mismo.

Los microorganismos del rumen tienen una capacidad limitada para sintetizar proteína microbiana, el nivel de amonio y el suministro de energía disponible son los principales factores nutricionales, pero no los únicos, para una adecuada síntesis de proteína microbiana.

Existen varios factores que se deben tener en cuenta para mejorar la síntesis bacteriana, tales como: Composición de la dieta, nivel de ingestión y frecuencia alimenticia — los cuales no serán tratados en este documento.

FIGURA 1  
CATABOLISMO Y ANABOLISMO DEL NITROGENO PROTEICO Y NO PROTEICO EN EL RUMEN



Henderichx (15), Church (8), Verite (38), Johnson (18), Werner y Yokoyama (41).

## PROTEINA SOBREPASANTE

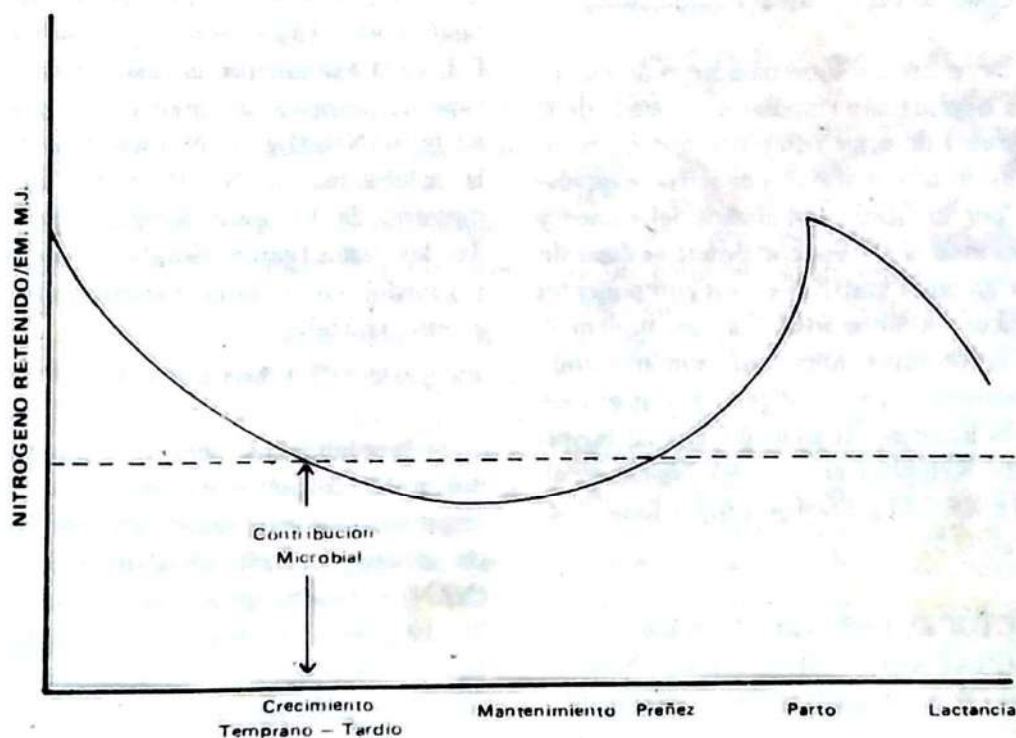
## PROTEINA SOBREPASANTE

Es bien sabido que los requerimientos proteicos de los rumiantes están relacionados con el estado fisiológico del animal, como se puede observar en la Fig. 2, citado por Orskov (29) el flujo de potencia de aminoácidos de la población microbial incorporada a la proteína tisular, es capaz

de aportar suficiente proteína para mantenimiento, crecimiento lento y etapa inicial de preñez, pero no para el crecimiento rápido, etapa final y primeras semanas de lactancia, esto bajo condiciones en las cuales el suministro de energía metabolizable y nitrógeno no sea limitante para el crecimiento microbial. Condiciones que en la mayoría de los casos no se da en zonas tropicales.

FIGURA 2

### EFFECTO DE LA CONDICION FISIOLOGICA SOBRE LA POSIBLE RETENCION DEL NITROGENO EN RELACION A LA ENERGIA



Orskov, 1970 citado por Orskov (29)

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
BIBLIOTECA ROBLEDO

Si la proteína requerida por el animal no es llenada por síntesis microbial, entonces el flujo intestinal de aminoácidos de origen dietético debe aumentarse, bien sea, aumentando el contenido de proteína en la dieta o por la adición de fuentes proteicas de baja degradación ruminal; esta última alternativa parece ser mejor debido a que un suministro adicional de proteína fermentable a nivel ruminal está asociado con mayores pérdidas energéticas, una mayor carga ruminal y una disminución del consumo de la dieta básica, Taminga (35) y Leng (23). Como tal es de gran importancia conocer qué se entiende por proteína sobrepasante, los factores que la afectan, las implicaciones de índole metabólico y digestivo y algunas pautas de cómo se debe evaluar dicho concepto.

De proteína sobrepasante o de escape a la degradación ruminal se entiende de la proteína de origen dietético que no es —o lo es en una cantidad pequeña— degradada por los microorganismos del rumen y llega intacta al duodeno donde es digerido por enzimas gástricas en sus componentes básicos —aminoácidos— la cual suplementa la proteína microbial, suministrando aminoácidos para la digestión y absorción en el intestino delgado del animal hospedero: Kempton et. al. (19); Waller et. al. (39); ARC (1); Preston (30) y Leng R.A. et. al. (23).

#### FACTORES QUE AFECTAN LA DEGRADACION DE LAS PROTEINAS DE LOS ALIMENTOS EN EL RUMEN

La degradación depende principalmente de las propiedades físicas de las materias primas, tales como solubilidad de la proteína en el rumen, procesos físicos de las materias primas, características

inherentes a las materias primas, del tiempo de retención a nivel ruminal y de características en sí del rumen como pH ruminal. Verite (38), Thwis (37), Taminga (35), Werner y Yokoyama (41). ARC (1), Sattler and Roffer (32), Nocek et. al. (25) y Netemeyer et. al. (26).

Es bueno aclarar que por solubilidad se entiende la habilidad de la proteína para entrar en solución en el medio ruminal, Bull et. al. (4) y Sattlerand Roffer (32). Existen una serie de factores que afectan la solubilidad tales como el tamaño de la partícula del alimento y la densidad, exposición a calor o a agentes químicos y fuerza o integridad de la pared celular, la cual provee una protección a la cantidad de proteína existente allí dentro. Sattlerand Roffer (32), Stern D.M. y Sattler D.I. (33) examinaron la relación entre el flujo de nitrógeno no amoniacal al duodeno (g NAN/100 g. de N. dietético) "y" y la solubilidad de N. (0/o) "x" de 34 muestras de diferentes fuentes nitrogenadas, las cuales fueron medidas en corderos y ganado. Los autores encontraron la siguiente relación:

$$y = 97 + 0.04 x \quad (r = 0.02)$$

Si la solubilidad fuera un buen indicador de la degradación proteica ruminal; una relación inversa significativamente entre el flujo del nitrógeno no amoniacal (NAN) y la solubilidad del nitrógeno debió haberse observado. La solubilidad no es un buen indicador de la suplementación nitrogenada al intestino delgado, especialmente entre alimentos, pero si se puede tener cierta utilidad en muestras del mismo alimento.

Otros métodos, como solubilidad de las materias primas en diferentes solventes

y su relación con degradabilidad, han sido realizados. Krishnamoorthy et. al. (20) reportan que el nitrógeno insoluble varía entre alimentos y entre solventes, lo cual podría ser debido a la diferencia en composición química de los solventes y al tipo de material nitrogenado que ha sido solubilizado.

Loerch et. al. (22) reportaron una interacción solvente-fuente proteica, indicando diferencia significativa en la solubilidad entre fuentes proteicas dependiendo del solvente usado.

La solubilidad en sí no asegura una degradación y las velocidades de estos dos procesos no son necesariamente iguales, Bull et. al. (4). Con esto se puede ver claramente que una evaluación in vitro sin tener en cuenta una evaluación in vivo no aporta mucho sobre las características de un alimento bajo condiciones específicas.

Algunas diferencias en la solubilidad y degradación en el rumen de proteína de origen animal puede ser debidas al estado vegetativo, presencia de inhibidores en el tejido o diferencia en la estructura proteica. Según el estado vegetativo se pueden presentar diferencias en el estado proteico de la planta. La cantidad de proteína digerida en el intestino delgado y el nitrógeno retenido disminuye cuando la cantidad de celulosa bruta aumenta, lo cual es debido a un aumento en la edad de la planta, Grenet et Demorquilly y (13) y es diferente según la especie, Dulphy y Bechet (10).

All y Stobbs (2) utilizaron el método de infusión ruminal de la bolsa de nylon, midieron el grado y la rata de degradación de la proteína y la materia seca del *Panicum*

*maximum*, y de las leguminosas, *Leucaena leucocephala* y *Desmodium intortum* en novillos pastando *Panicum maximum*.

Para el *Panicum maximum*, el 42.90% de la proteína desapareció después de 12 horas de incubación, mientras que solamente 16.10% de la *L. Leucocephala* y 4.90% del *D. intortum* fue degradada. La diferencia entre *D. intortum* y *P. maximum* se mantuvo para períodos más largos de incubación, pero en el caso de la *L. leucocephala* ocurren otras circunstancias muy diferentes. Como se puede observar en la Fig. 3 (a) bajo incubaciones cortas (12 horas), se encontró diferencia con respecto al *P. maximum*, pero para incubaciones mayores a 24 horas se encontraron datos similares. Este retardo en el desdoblamiento de la *L. leucocephala* en el rumen es de gran valor práctico debido a que su tiempo de retención en el rumen es por lo general menor que el de las gramíneas; esto implica que una cantidad considerable de proteína no degradada puede evacuarse desde el rumen para ser hidrolizada en el intestino delgado.

Otros dos aspectos importantes a recalcar de este trabajo es que la rata de desaparición de la materia seca (MS) fue diferente para los tres forrajes, como se puede observar en la Fig. 3(b) siendo más rápido para la *L. leucocephala* y menor para el *D. intortum*; el otro aspecto es la relación entre la desaparición de la proteína y la materia seca, observándose en la Fig. 3(c) diferentes relaciones para los tres forrajes. Para estados iniciales de digestión, la desaparición de la proteína excede a la materia seca en la gramínea, pero para el caso de la leguminosa la relación fue inversa. Fig. 3.

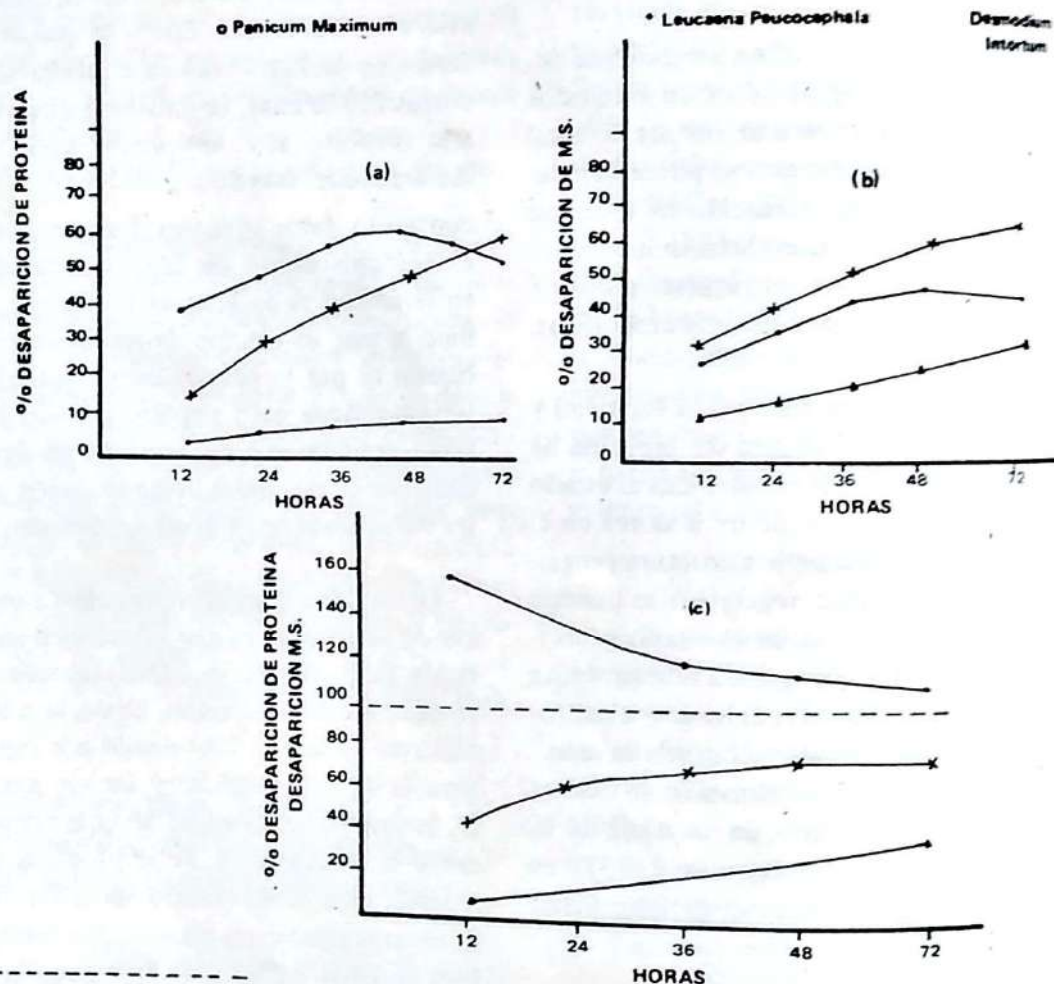
FIGURA 3. :

a) DIFERENCIA ENTRE TRES FORRAJES EN LA RATA DE DESAPARICION DE LA PROTEINA EN EL RUMEN.

b) DESAPARICION DE M.S. EN TRES FORRAJES SUSPENDIDOS EN EL RUMEN.

c) RELACION PROTEINA/MS DESPARECIDAS EN DIFERENTES TIEMPOS INCUBACION.

Ally Stobbs (2).



Ally y Stobbs (2)

-Melord 1975 citado por All y Stobbs (2) afirman que la lenta desaparición de la proteína y la materia seca del *D. intortum* es causada, posiblemente por algún tanino como constituyente de la leguminosa.

Los taninos son complejos de polímeros fenólicos, los cuales están presentes en plantas dicotiledóneas como las leguminosas; la función en la planta no se conoce, pero sirve como protector al ataque microbial. Se sabe que existen dos tipos de taninos según su estructura, hidrosolubles principalmente en las vainas de las frutas y las agallas de la planta; y los condensados, los cuales son los que se encuentran en el forraje, siendo este último indigerible. Los taninos prefieren unirse a las proteínas, posiblemente debido a la fuerte afinidad de los grupos fenólicos pa-

ra unirse, por medio de puentes de hidrógeno, a los oxígenos del carbonilo de enlace peptídico, McLead (24).

Los principales efectos que causa el tanino es ser astringente, mermando la lubricación en la boca por la coagulación de la proteína de la saliva y de la mucosa epitelial; en el intestino puede mermar la permeabilidad de la pared, disminuyendo el paso de nutrientes; de otro lado merma la actividad de las enzimas pancreáticas y la tripsina, pero no la pepsina y en parte esto se explica por el pH existente, ya que los taninos son más estables a pH neutros, McLead (24).

La diversidad de procesos físicos, mecánicos y calor que se realizan en la fabricación de concentrados puede influir di-

**CUADRO No. 1: EFECTO DEL PROCESAMIENTO DEL ALIMENTO EN EL SITIO DE DIGESTION DE LA PROTEINA DEL SORGO**

Alimento	Metodo de Procesamiento			
	Molido	Reconstituido	Hojuelas	Micronizado
Ingestión g/día	390	390	370	360
Abomaso g/día	190 <sup>bc</sup>	80 <sup>d</sup>	140 <sup>cd</sup>	230 <sup>b</sup>
Digestión ruminal o/o	51 <sup>bc</sup>	79 <sup>d</sup>	62 <sup>cd</sup>	36 <sup>b</sup>
Digestión Post-ruminal	79	80	77	77

b, c, d, P < 0.05

Potter et. al. 1971 citado por Chalupa (6)

rectamente en la degradación en el rumen y en el sitio de digestión tanto para el almidón como de la proteína. Los métodos de procesamiento como el molido reconstituido, hojuelas y micronizado, pueden aumentar o disminuir la degradación de la proteína a nivel ruminal.

Cuando el sorgo se sometió a los diferentes métodos de procesamiento antes mencionados se pudo observar que la cantidad de proteína de origen del sorgo que llegó del molido y micronizado que para los otros dos procesos, Potter et. al. 1971 citado por Chalupa (6); además presentaron una menor digestión a nivel ruminal, lo cual se puede observar en la Tabla 1, esto es debido en su mayoría a un aumento en la velocidad de paso por una fuerte disminución del tamaño de la partícula.

Hudson et. al. (7) determinaron el efecto del calentamiento en la degradación de la materia seca, nitrógeno total, nitrógeno proteico y digestibilidad a nivel abomasal de dieta básica similares más harina de soya extraída con solvente y harina de la misma fuente tratada con aire forzado a 149°C por cuatro horas, observando que la proteína tratada con calor fue degradada a una rata más lenta por los microorganismos del rumen y aumentó significativamente la cantidad de materia seca y nitrógeno a nivel abomasal  $P > 001$ ) Cuando se midió la digestibilidad a nivel abomasal se concluyó que entre los tratamientos no hubo diferencia significativa: 88.60/o de harina de soya calentada contra 88.90/o harina de soya extraída con salvente.

Con estos datos se puede concluir que desde el punto de nutrición de rumiantes

es preferible tratar las tortas oleaginosas con un adecuado proceso de calor y un tamaño de partícula pequeño que nos asegure una utilización de estas fuentes proteicas como fuente de proteína verdadera a nivel abomasal y no como fuente de amoníaco a nivel ruminal.

Para el caso del forraje, la ventaja que se adquiere al moler o peltizar, depende fundamentalmente de la calidad del forraje. La ingestión de forrajes de baja calidad se incrementa gracias al molido, mientras que los forrajes de buena calidad permanecen inalterados. Terapia y Sharma (36).

Es bueno recalcar que a temperaturas muy elevadas (150°C) se presenta una reacción entre los grupos carboxilo de los carbohidratos solubles o hemicelulosa y los grupos aminos de los aminoácidos péptidos y proteína denominada reacción de Maillar o de empardeamiento y el producto resultante es resistente a los agentes digestivos, Butler y Bailey (5). ARC (1), Kempton et. al. (19). Según Goering y Van Sorst 1967 citado por Butler y Bailey (5) la reacción del empardeamiento se empezó a presentar en el proceso de secado de forrajes cuando este alcanzó un 530/o de humedad y una temperatura entre 40 – 60°C acelerándose después de los 60°.

En el Cuadro 2 se puede observar cómo al aumentar la temperatura a partir de 65°C disminuye el nitrógeno soluble y la digestibilidad del nitrógeno. En el caso de la retención del nitrógeno cuando la temperatura aumenta se presenta un incremento en la retención hasta 130°C a partir de la cual se observa una disminución.



**CUADRO No. 2: EFECTO DE LA TEMPERATURA DE DESECACION SOBRE LA SOLUBILIDAD Y DIGESTIBILIDAD DEL NITROGENO EN ALFALFA SECA Y DADA A CORDEROS**

Tº de Desecación	N soluble	Digestibilidad del N (º/o0	Retención de N g/día
65	43	69	6,0
130	40	68	7,4
160	40	66	6,9
180	34	52	3,9

Goereing y Waldo 1974, Tomado de Kempton et. al. (19).

El tiempo de permanencia del alimento, en particular en el retículo-rumen, es importante para determinar la degradación proteica. Dicho tiempo está relacionado con la tasa de disminución en el tamaño de la partícula, el nivel de ingestión, la forma física de la dieta y el tiempo de rumia.

Es importante recalcar que a una mayor tasa de pasaje de la proteína asociada a un menor tiempo de retención en el rumen por un cambio en el tamaño de la partícula, se presenta un cambio en el sitio de digestión de la fibra, cerca del 30 al 40º/o ocurre en el intestino delgado. Ulyatt et. al. 1974 citado por Merterns y Ely (25), ocasionando una alteración en la relación de los ácidos grasos volátiles y una reducción de la grasa en la leche, Welch (40), siendo este efecto menos drástico cuando la dieta básica es forraje.

El tiempo de retención en el rumen se incrementa cuando la ingestión de alimen-

to disminuye, Merterns y Ely (25) y la tasa de degradación es mayor. En la Tabla citada por Ganev et. al. (12) se puede observar cómo al suministrar diferentes suplementos (harina de pescado, harina de girasol, harina de cacahuete y harina de soya), se presenta una disminución generalizada en el porcentaje de degradación del suplemento cuando se dió a libre voluntad.

Cuadro 3: Degradación efectiva en el porcentaje de la proteína de la harina de pescado (H.P.), harina de girasol (H.G.), harina de cacahuete (H.C.), y harina de soya (H.S.) en el rumen de corderos con dietas básicas diferentes.

De dicha tabla es bueno anotar que la degradación de un suplemento es afectado por la dieta básica, siendo este efecto más marcado en la cebada que en los pastos. La dieta básica tiene un efecto además por la producción y absorción de ácidos grasos volátiles y el intercambio de

bicarbonato a través del epitelio ruminal, Wheeler (42) trabajando con corderos a los cuales suministró raciones básicas de heno de alfalfa o trigo concluyó que el pH de la digesta del grupo que consumía trigo, fue menor en los sitios del tracto gastro-intestinal (TGI) comparado con el grupo que consumía heno de alfalfa.

Lo anterior es corroborado por los datos de Ganev et. al. (12) en el cual determina el efecto de diferentes pH ruminales por medio de diferentes dietas básicas en la rata de degradación de varias fuentes proteicas incubadas *in situ* por medio de

la bolsa de nylon en corderos. En el Cuadro 4, se puede observar que la rata y el grado de degradación de la materia seca (M.S.) y del nitrógeno depende de la dieta básica, existiendo una interacción dieta básica-materia prima para las fuentes vegetales; no así para las fuentes animales. Si la dieta básica es forraje seco, existe un ambiente propicio para la digestión celulolítica, para una adecuada actividad proteolítica de los microorganismos; como tal la proteína vegetal puede ser expuesta a una mayor degradación. Cuando la alimentación básica es generalmente bajo y el material celulolítico de la proteína vegetal parece permitir una propiedad protectora.

CUADRO No. 3: DEGRADACION EFECTIVA EN EL PORCENTAJE (°/o) DE LA PROTEINA DE LA HARINA DE PESCADO (HP.), HARINA DE GIRASOL (H.G.) HARINA DE CACAHUETE (H.C.) Y HARINA DE SOYA (H.S.), EN EL RUMEN DE CORDEROS CON DIETAS BASICAS DIFERENTES.

Dieta	Suplemento	Degradación °/o	
		Alimento Restringido	A Libre Voluntad
Cebada	H.P.	73	67
	H.G.	80	72
	H.C.	82	72
	H.S.	66	57
Pasto	H.P.	60	56
	H.G.	78	75
	H.C.	75	70
	H.S.	71	66

Ganev et. al (12).

**CUADRO 4: EFECTO DEL TIEMPO DE INCUBACION EN LA DESAPARICION DEL N ( 0/o) DESDE LA BOLSA DE NYLON INCUBADA EN EL RUMEN DE CORDEROS ALIMENTADOS CON CEBADA (C) O FORRAJE SECO (F)**

Tiempo de Incubación Horas	HARINA DE SOYA		HARINA DE C.		HARINA DE G.		HARINA DE P.	
	C	F	C	F	C	F	C	F
3	22,9	38,4	27,5	36,1	32,6	52,1	42,8	41,3
6	30,6	50,6	40,9	60,8	43,7	64,0	47,2	47,3
9	39,7	59,2	49,8	65,2	54,4	77,5	55,2	50,3
15	47,4	78,7	65,9	89,7	65,7	84,5	62,0	55,6
24	61,7	89,0	82,0	95,1	79,9	91,9	71,5	68,0

Ganev et. al. (12).

Cuadro 4: Efecto del tiempo de incubación en la desaparición del N (0/o) desde la bolsa de nylon incubada en el rumen de corderos alimentados con cebada (C) o forraje seco (F).

#### **IMPORTANCIA DE LA PROTEINA SOBREPASANTE O DE ESCAPE A LA DEGRADACION RUMINAL EN LA PRODUCCION ANIMAL**

Como se puede observar en el gráfico 1 el nitrógeno resultante para la digestión y metabolismo en el abomaso o intestino está compuesto básicamente de cuatro fuentes: nitrógeno endógeno, amoníaco, péptidos y aminoácidos preformados no degradados a nivel ruminal.

Los compuestos proteícos que salen del rumen son sometidos en el abomaso a

la acción de ácido clorhídrico y pepsina y en el intestino delgado a la acción de tripsina, quimotripsina y peptidasas siendo desdoblados hasta aminoácidos disponibles para la absorción, después que los aminoácidos son absorbidos, el camino a seguir dependerá de la disponibilidad de energía y el balance entre aminoácidos esenciales y no esenciales, Munro 1951 citado por Black (3) y del balance hormonal, Leath 1964 citado por Black (3).

La porción de proteína que alcanza el intestino delgado de importancia en este artículo es la proteína, péptidos y aminoácidos preformados no degradados en el rumen, la cual presenta diferencia con respecto a su utilización no sólo debido a la magnitud de la degradación en el rumen sino también a su composición de aminoácidos y su rata de absorción ARC (1).

Con respecto a esto último Swarting y Kaufmann 1978 y Hagemeister y Kaufmann 1979 citado por Hagemeister et. al. (14) determinaron la digestibilidad verdadera de diferentes suplementos proteicos por medio de infusiones abomasa-

les. En el Cuadro 5 se resumen los resultados obtenidos, como se puede observar, la digestibilidad fluctúa entre materias primas desde 75% para la harina de girasol hasta 93% para harina de algodón.

**CUADRO NO. 5: DIGESTIBILIDAD VERDADERA DE DIFERENTES SUPLEMENTOS PROTEICOS POR LA TECNICA DE INFUSION ABOMASAL**

Suplemento Proteico	Contenido Proteico o/o	Digestibilidad o/o
Harina de soya	52	84 ± 3
Harina de nuez	49	90 ± 1
Harina de Colza	42	88 ± 5
Harina de Algodón	42	93 ± 2
Harina de Girasol	37	75 ± 10
Harina de Linaza	36	80 ± 6
Harina de Pescado	75	90 ± 3
Harina de Bacalao	70	89 ± 5
Leche en polvo descremada	37	92 ± 4

Hagemeister et. al. (14)

El suministro en la dieta de fuentes proteicas de baja degradación ruminal ha presentado efectos confusos en el desarrollo animal, asociado a diferentes métodos de alimentación, diferentes estados fisiológicos y diferentes procesos en el tratamiento de las materias primas.

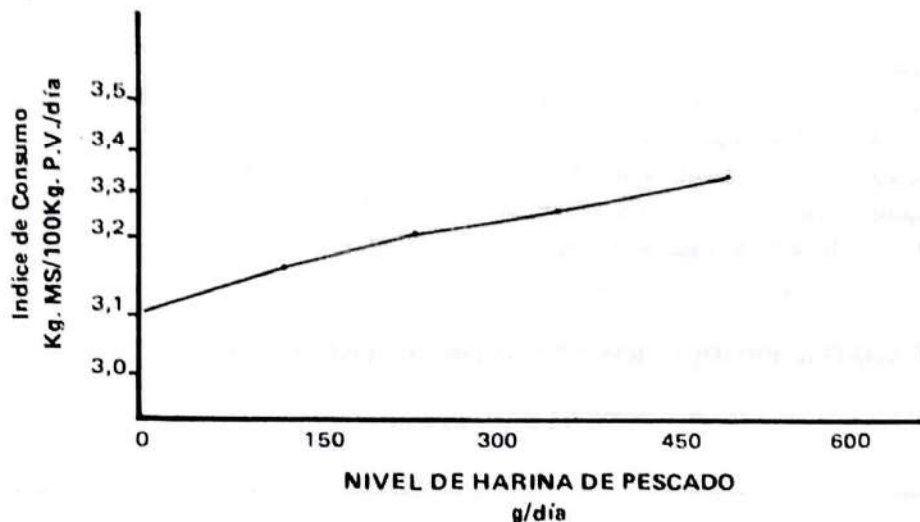
La determinación del efecto metabólico de una mayor concentración de aminoácidos en la producción no ha sido claramente identificado, debido a que los efectos

pueden ser directamente por la suplementación de aminoácidos limitantes, indirectamente por la suplementación de carbonos para la gluconeogénesis o por cambios en el balance hormonal, Clark (9). Lo que si está claro es que bajo condiciones tropicales con dietas básicas bajas en proteínas, el efecto principal de la proteína sobrepasante, está en incrementar la ingestión voluntaria de la dieta básica y su efecto en la función ruminal. Preston TR. (30) en animales alimentados

con dietas con base en melaza-úrea, encontró que una mayor cantidad de proteína sobrepasante; se presenta una mayor ingestión de alimento lo cual se puede observar en la Fig. 4.

Con un aumento en la ingestión voluntaria necesariamente se presenta un cambio en el estado energético del animal representando una mejora en la producción.

FIGURA 4  
EFECTO DE LA PROTEINA SOBREPASANTE  
EN EL CONSUMO VOLUNTARIO



Preston TR (30)

La utilización de suplementos proteícos de baja degradación ruminal, debe ser dirigido para las etapas de mayor deficiencia, la cual se ve claramente en la Fig. 2. La caseína ha sido una fuente de proteína en muchos estudios preliminares de infusiones post-ruminales, debido a que es la principal proteína de la leche y puede ofrecer un patrón ideal de aminoácidos para sintetizar proteína. Clark 1975 y Orskov 1977 citado por Oldham (28) utilizando infusiones abomasales de caseína en vacas de alta producción concluyeron que la respuesta promedio es del orden del 10 - 15% en producción proteica de leche, no teniendo claridad en cuanto a dosis y respuesta.

Rogers et. al. (31) en vacas empezando lactancia ( $32 \pm 13$  días) alimentadas con pasto *Lolium perenne* *Dactylis glomerata* y *Trifolium repens* a libre voluntad promediante 16 litros de leche/día fueron suplementadas con caseína sola o caseína tratada con formaldehído a razón de 1 kg/día obteniendo un aumento con este último suplemento 12% en producción diaria de leche y un 14% en la proteína de la leche. En otro ensayo Stobbs et. al. (34) con animales entre la quinta (5) y la octava (8) semana post-parto, con un nivel de producción promedio de 12 litros de leche/día y con una dieta básica con base en *Chlois gayana* altamente fertilizado con un nivel del 20% de proteína

cruda y caseína sin tratar y tratada como suplemento a razón de un (1) kilogramo por día, encontraron un aumento del 19.50/o en producción de leche para los animales consumiendo caseína protegida o de poca degradación a nivel ruminal, además se observaron incrementos significativos en los sólidos no grasos y alteraciones en la composición de los ácidos grasos. Flórez et. al. (11) compara la caseína protegida con formaldehído y la leguminosa *Leucaena leucocephala* como suplemento en vacas Jersey pastoreando pasto Rhodes (*Chloris gayana*), los resultados de este ensayo se pueden observar en el Cuadro 6. De los resultados podemos concluir que la leguminosa se comporta

de manera similar a la caseína protegida en cuanto a producción de leche, cantidad de sólidos no grasos y cantidad de proteína producida por día. Cuando se compara el control contra los diferentes tratamientos se presentó un efecto significativo para producción de leche, producción de grasa, gramos de sólidos no grasos por día y gramos de proteína por día, independientemente de si el tratamiento era caseína protegida o diferentes niveles de leguminosa.

Cuadro 6: Producción y composición de leche en vacas alimentadas con caseína-formaldehído vs *Leucaena leucocephala*.

**CUADRO 6: PRODUCCION PROMEDIO Y COMPOSICION DE LA LECHE EN VACAS CON CASEINA-FORMALDEHIDO vs LEUCAENA LEUCOCEPHALA**

Característica	Control Rhodes 180/o PC	Caseina HCHO	Leucaena 2 kg/d	Leucocephala 4 kg/día
Producción de leche	9,6 <sup>a</sup>	10,1	10,3	10,3
Grasa o/o	4,9	5,0	4,9	4,9
Pdn grasa g/día	470 <sup>a</sup>	504	502	503
S.N.G. o/o	9,1	9,4	9,08	9,08
S.N.G. gr/día	873 <sup>a</sup>	927 <sup>b</sup>	933 <sup>b</sup>	933 <sup>b</sup>
Proteína	3,2	3,8 <sup>a</sup>	3,64 <sup>a</sup>	3,64 <sup>a</sup>
Proteína g/día	356 <sup>a</sup>	385 <sup>c</sup>	374 <sup>b</sup>	374 <sup>b</sup>

A. B. C. Para un valor con subíndice diferente existe diferencia significativa.

S.N.G. Sólidos no grasos

Flores et. al. (11)

En la producción de leche, es de vital importancia por medio de adecuados sistemas de alimentación, maximizar la producción y mejorar la eficiencia reproductiva. Con respecto a esto Hagemester et. al. (14) utilizando animales de alta producción (22 a 28 litros diarios) a los cuales se les suministró tres raciones, ración A control con un 16% de P.C., ración B con 16% de proteína cruda pero 30% de su proteína protegida y ración C con 19% de proteína cruda, evaluaron las características reproductivas, tales como: rata de concepción, servicios por concepción y días abiertos concluyendo que las tres características reproductivas fueron mejoradas con la ración B, como se puede observar en el Cuadro 7, además con niveles muy altos de proteína (19% PC) se presentan problemas reproductivos, dado

que se acentúa aún más el déficit energético por la eliminación del amoníaco sobrante.

Es indiscutible que el método y la calidad del alimento juegan un papel fundamental en la utilización o no, de la proteína sobrepasante. Animales consumiendo dietas tropicales como: forrajes, subproductos de cosechas y subproductos ricos en azúcares de baja concentración proteica, exhiben pobre apetito y baja productividad aún después de suplementar con nitrógeno no proteico y minerales. En tales situaciones la proteína sobrepasante es requerida para soportar adecuada ingestión y producción. Es bueno recalcar que dependiendo de las zonas ecológicas en nuestro país dependerá el manejo nutri-

**CUADRO 7: INFLUENCIA DEL CONTENIDO DE PROTEINA CRUDA Y PROTEINA PROTEGIDA EN LA FERTILIDAD DE VACAS LECHERAS**

Características	RACION		
	16 % PC	16% PC 30% PP*	19% PC
Número de vacas	19	20	20
Rata de concepción	56	69 <sup>a</sup>	44 <sup>a</sup>
Servicios por concepción	1,79	1,45 <sup>a</sup>	2,35 <sup>b</sup>
Días abiertos	97,5	83,7	102,1

\* 30% de la PC del alimento fue protegida – Harina de Soya

A. B. P. <0,05

PP: Proteína Protegida

Hagemester et. al. (14)

cional. Existen zonas en las cuales el principal problema no es aumentar la calidad sino tener cultivos que no garanticen un suministro continuo, para entrar luego a manipular la digestión ruminal y post-ruminal que nos garantice un aprovechamiento al máximo de los alimentos disponibles en las diferentes zonas ecológicas, expresada en una adecuada producción y rentabilidad económica.

Con la información anteriormente expuesta se hace imprescindible conocer la característica de degradación de las diferentes materias primas existentes en nuestro medio. Para esto es de vital importancia que las Universidades, con sus respectivas áreas de investigación, el ICA, en asocio con firmas particulares o productores, emprendan una labor con respecto a este tema.

### BIBLIOGRAFIA

1. Agricultural Research Council. (1980). The Nutrient Requirement of Ruminant Livestock. Unweil Brothers. The Gresham Press, 400 p.
2. ALL, T. and T. H. (1980). Solubility of the Protein of Tropical Pasture Species and the rate of Digestion in the Rumen. *Animal Feed Science and Technology*, 5: 183 - 192.
3. Black J.L. A. (1971). Theoretical Consideration of the Preventing Rumen Fermentation on the efficiency of Utilization of Dietary Energy and Protein in Lambs. *Br. J. Nutrition*. pp 25 - 31.
4. Bull, L.S. Poos, M.I. and Bull R.C. (1977) Protein Solubility and N.P.N. for dairy cows a Problem of Energy Metabolism in: Conference, Distillers Feed Research Council Proceedings (Coincinnati). Vol. 32.
5. Butler G. W. and Bailey R.W. (1973). Chemistry and Biochemistry of Herbaje. vol. 3 Ed. William Ltd., London, 295 p.
6. Chalupa W. (1978), Rumen Bypass Protection of Proteins and aminoacids *J. Dairy Sci (Hampaign)*. 58: 1198 - 1213.
7. Chalupa W. (1977). Manipulating Rumen Fermentation. *J. Anim. Sci (Albany)*. 46: 585 - 599.
8. Church, D.C. (1974). Metabolismo y Nutrición Nitrogenada de los Rumiantes. *Fisiología Digestiva y Nutrición de los Rumiantes*. Vol. 2, Ed. Acribia, Zaragoza, pp 211 - 241.
9. Clark H. J. ((1977). Milk Production, Nitrogen Utilization and Glucose Synthesis in Lactating cows infused post ruminally with Sodium Caseinate. *J. Nutri (Meryland)*, 107: 631 - 644.
10. Dulphy J. P. et Bechet, G. (1976). Influence du Stade de Vegetation et de L'espèce vétale sur le Comportement Alimentaire Méreyuqe de mountons Recevent de Fourrages Verts Haché *Ann Zootech (Versailles)*, 25 (40) 505 - 519.
11. Florez J. Stobbs T.H., Minson J.J. (1979). The influence of the Legume (*Leucaena leucocephala*) and formal Casein on the and Composition of Milk from Grazin Cows. *J. Agri. Sci (London)*, 92: 331 - 352.
12. Genev G., (1979). The Effect of Roughage of Concentrate Feeding and Rumen Retention Time on total Degradation of Protein in The Rumen *J. Agri Sci (London)*, 93: 651 - 656.
13. Grenet E. et, Demarquilly C. ((1977). Utilization de L'azote des Fourrages Verts de Vegetations le Mouth en Croissance: Influence du State de Vegetation de L. espèce Forragère de la Fertilization Azotée et de L. addition d'orge. *Ann Zootech (Verdalles)*, 26 (40): 481-501.
14. Hagemeister, H. Luppig W. and Kaufmann. W. (1980). Microbial Protein Synthesis an Digestion in the High - yielding dairy cow. *Studies on the Agriculture and Food Science Recent Advances in Animal Nutrition Conference for Feed Manufactures*. London, pp 67 - 84.
15. Henderichx H. K. (1976). Aspectos Cuantitativos del Uso del Nitrógeno no Proteico en la Alimentación de los rumiantes. *Rev. Cubana Cienc. Agric. (La Habana)*. 30 (1): 1 - 19.
16. Hogan, J. P. (1975). Symposium: Protein and Aminoacids. Nutrition in the hegh Producing cow. Quantitative Aspectos of Nitrogen Uniltization in Ruminants. *J. Dairy Sci (Champaign)*. 8 (8): 1164 - 1171.



17. Hudson L. W. (1970). Ruminant and Post-Ruminant Nitrogen Utilization by Lambs feed heated soybean Meal. *J. Anim. Sci* (Albany), 30 (4) 609 - 614.
18. Johnson R.R. (1978). Non - Protein Nitrogen Utilization in Ruminants Conference: Alternate Nitrogen Source for Ruminants, Atlanta, Georgia, Nov. 9 - 11 - 1977. Bulletin y - 130, National Fertilizer Development Center (Alabama) July, oo 10 - 15.
19. Kempton J. J. (1977). Nitrógeno no Proteico y Proteína Desviada. Principios para su Empleo en las Raciones de Rumiantes. *Rev. Mundial de Zootecnia* (FAO), 2: 1 - 9.
20. Krishnamorthy, U. (1982). Nitrogen Fractions in Selected Feedstuffs. *J. Dairy Sci* (Champaign), 65: 217 - 225.
21. Lee G. J. (1977). Changes in Composition and pH or Digest Along. The GIT of Sheep in Relation to scouring Induced By wheat Engorgement. *Aust. J. Agric* (Melbourne) 28: 1075 - 1082.
22. Loerch (1983). Effects of Dietary Protein Source an Energy Level on In Citu Nitrogen. Disappearance of Various Protein Source. *J. Anim. Sci.* (Albany), 36 (1): 206 - 216.
23. Leng R.A. (1977). Non - Protein Nitrogen and bypass Protein in Ruminant Diets A.M. R.C. Review. 33: 5.
24. McLead, M. N. (1974). Planta Taninins, their role in Forrage Quality Nutrition Abstracta and Reviews (Aberystwyth), 44 (11): 803 - 815.
25. Mertens, D.R. and Ely L. O. (1982). Relationships of rate and Extend of Digestion to Forrage Utilization a Dynamic Madel Evaluation. *J. Animal Sci* (Albany), 54 (4): 872 - 885.
26. Netemeyer D. I. ((1980). Effect of Particle Size of Soy Bean Meal on Protein Utilization in Steers on Lactation Cows *J. Dairy Sc* (Champaign) 6314: 574 - 583.
27. Nocek (1979). Ruminant Disappearance of Crude Protein and Dry Matter in Feeds an Combined Effects in Formulation Rations. *J. Dairy Sci* (Champaign), 62 (10): 1587 - 1598.
28. Oldham J. D. (1980). Amino - Acid Requeriments for Lactating in High Yielding dairy Cows. Studies in the Agricultural and Food Science. Recent Advance in Animal Nutrition, 14 the Nutrition Conference for Feed Manufactures Lond, pp 33 - 65.
29. Orkov E. R. (1980). Degradability of Protein Supplements and Utilization of Undegraded Protein by High Producing Dairy Cows Studies in the Agricultural and Food Science. Recent Advances in Animal Nutrition 14 the Nutrition Conference for Feed Manufactures. London, pp. 85 - 98.
30. Preston T.R. (1981). Sistemas de Producción Bovina para los Trópicos. Primer Curso Panamericano sobre Producción de Ganado de Carne en Zonas Tropicales. Julio 29 a Agosto 1 (Medellín), Pág. 303 - 317.
31. Rogers G.L. Effect of Protected Casein Supplements on Pasture in take, Milk yield and Composition of Cows in early Lactating. *Aust. J. Agric. Ris.* (Melbourne), 31: 1147 - 1152.
32. Sattler L. D. and Roffer R. E. (1975). Nitrogen Requirement and Utilization in Dairy Cattle. *J. Dairy Sci* (Champaign), 58 (8): 1219 - 1227.
33. Stern D. M. adn Sattier D. L. (1980), In Vivo stimation of Protein Degradability in the Rumen. Protein Requirement for Catrle, Proceedings of an International Symposium at Oklahoma State University No. 19 - 21, pg. 57 - 71.
34. Stobbs T. H. (1977). The Responsase of Dairy Cows Grazing a Nitrogen Fertilized Grass Pasture to a Supplement of Prolecter Casein. *J. Agric. Sci, Comb* (London), 89: 137 - 141.
35. Tamminga S. (1979) Protein degradation in the Forestomachs of Ruminants, *J. Anim. Sci* (Albany) 46 (6): 1618 - 1630.
36. Taparia A.L., and Sharma V.V. (1980). Some Factors Affecting Voluntary Food Intake in Buffaloes. I. Efeccts of Feeding Long, Chopped and Ground Roughage. *J. Agric Sci Camb* (London), 95: 147 - 157.
37. Thewis A. (1974). Metabolism de L. azote chez le Ruminant. *Annales de Gembloux* (Belgique) 80: 139 - 154.
38. Verite R. (1979). Apreciation of the Nitrogen Value of Feeds for Ruminants. Worshop in Ottawa, Canadá 12 - 14 March. International Development Research Center, pp 120.
39. Waller Distillers Feeds as Protein Source for Grawing Ruminants *J. Anim. Sci* (Albany).
40. Welch. J. G. (1982). Rumination, Particle Size and Passage From the Rumen *J. Anim. Sci* (Albany) 54 (4). 885 - 895.
41. Werner y Yokoyoma M. T. (1977). Productive Limits to rumen Fermentation *J. Anim Sci* (Albany). 46 (3) 573 - 584.
42. Wheeler E. V. (1980). Gastrintestinal Track pH Environment and the influence of Buffering Material on the Perfomance of Ruminants. *J. Anim. Sci.* (Albany), 51 (7): 224 - 235.



**SEILAM Ltda.**

**SERVICIO INTEGRADO DE  
LABORATORIO ANIMAL Y AMBIENTAL**

**INFORMACION CIENTIFICA:  
MARTHA LUZ MISAS R., MV., MSP**

**ASISTENCIA TECNICA, AVICULTURA  
PORCICULTURA, GANADERIA, ANALISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS**

**CONSULTA Y VACUNACION:  
CALLE 43 No. 68 - 32  
TELEFONO: 230 02 26**



**Sira Ltda.**

**servicios integrales de reproducción animal**

**SERVICIOS ESPECIALIZADOS DE REPRODUCCION ANIMAL**

**PROGRAMAS DE INSEMINACION ARTIFICIAL**

**EVALUACION REPRODUCTIVA DE HATOS**

**Apartado Aéreo 51274.**

**Tel.: 234 58 85**

**Medellín**

**PRUEBAS DE FERTILIDAD DE TOROS**

**CONGELACION DE SEMEN BOVINO**

**TRANSFERENCIA DE EMBRIONES**