



## ALTERNATIVAS DE MANEJO PARA EL ENGORDE DE VACUNOS EN SISTEMAS PASTORILES

*Juan C. Elizalde*

Ing. Agr., M.S., Ph.D., P.A.S., Dipl. A.C.A.N.  
Departamento de Producción Animal  
Facultad De Ciencias Agrarias Balcarce, Univ. Nac.  
Mar del Plata  
Unidad Integrada Facultad - INTA EEA Balcarce

### RESUMEN

Una gran proporción de la producción animal de los rumiantes en el mundo proviene de la utilización de pasturas y pastizales donde los animales obtienen entre el 50 y el 90% del alimento consumido. Sin embargo, la producción animal obtenida en pasturas de alta calidad no siempre se asemeja a la que potencialmente podría esperarse debido a limitaciones tanto de cantidad como de calidad del forraje aprovechable. Los forrajes consumidos en pastoreo pueden tener limitaciones en su aprovechamiento. En general, presentan bajos contenidos de materia seca y en general tienen tasas de dilución y de pasaje de líquidos más elevadas que aquellas registradas con forrajes secos pudiendo limitar la digestión del material consumido. El nitrógeno de los forrajes frescos es más soluble y más degradable que el de los forrajes secos conduciendo a mayores pérdidas ruminales de nitrógeno a iguales consumos de nitrógeno. Cuando el contenido de proteína de los forrajes de alta calidad supera el 14 - 16% de la materia seca, ocurren pérdidas ruminales de nitrógeno (como nitrógeno amoniacal,  $N-NH_3$ ).

Las leguminosas tienen contenidos de proteína más elevados y niveles de fibra más reducidos generando diferencias en el proceso digestivo y en la eficiencia de utilización de los nutrientes. Las leguminosas generan menores demandas energéticas para mantener los tejidos viscerales, responsables de las variaciones en la eficiencia de utilización de la energía entre especies. Esto es generado por el menor peso de las vísceras en leguminosas debido al menor consumo de fibra en leguminosas. Estos procesos pueden explicar la mayor eficiencia de utilización de la Energía Metabolizable de los tréboles respecto del ryegrass y el mayor contenido de grasa respecto a la proteína en la energía ganada en leguminosas respecto de gramíneas.

Una alternativa para mejorar el perfil nutricional de animales alimentados con forrajes puede lograrse a través de la suplementación energética o el encierro a corral. Estas tecnologías pueden permitir elevar la concentración energética de la dieta para incrementar la ganancia de peso o la carga animal. Sin embargo, el objetivo a lograr está afectado por una serie de factores que pueden alterar el resultado esperado (sustitución de forraje por suplementos, calidad del forraje obtenido, etc.).

En este contexto, se necesita generar más información tendiente a profundizar el conocimiento del proceso digestivo en forrajes frescos y la interacción con otras prácticas tecnológicas tales como la suplementación o el empleo de variedades mejoradas por algún carácter de calidad.

### INTRODUCCION

Los forrajes que se cultivan en áreas templadas del mundo son los alimentos que más contribuyen a la producción mundial de alimentos provenientes de rumiantes. La contribución de los forrajes para satisfacer los requerimientos de los animales puede variar desde un 50% de la dieta total en áreas con planteos lecheros de estabulación hasta un 90% en áreas con planteos preponderantemente pastoriles (Reid and Jung, 1982; Leaver, 1985). Los rumiantes en pastoreo forman parte de ecosistemas complejos y por ende, la investigación con la producción de rumiantes se ha enfocado hacia factores tales como conservación de ecosistemas, efectos de sobrepastoreo, interacción planta-animal, etc. Por esto, la investigación referente al valor nutritivo de los forrajes ha sido siempre subestimada aunque se conoce que la producción animal en pasturas de alta calidad es muy variable y generalmente menor a la esperada de acuerdo a la calidad del Poppi and Mc Lennan, 1995). Sin embargo, es posible identificar algunas causas de las ineficiencias de los procesos digestivos y metabólicos que limitan la utilización de los nutrientes presentes en los forrajes aunque con algunas restricciones. Estas se derivan del hecho de que es imposible identificar las causas de una determinada performance estudiando la variación de un sólo componente químico debido a que difícilmente el cambio de uno de ellos no altere la proporción de otros.

Esta revisión intenta discutir el conocimiento actual de la digestión y metabolismo en rumiantes alimentados con forrajes frescos de alta calidad enfocado al consumo, la digestión del nitrógeno y de la materia orgánica y utilización de los nutrientes por el animal. Se destacan las diferencias en la composición química, procesos digestivos y eficiencia de utilización de los nutrientes halladas con distintas especies forrajeras. Esto permitiría desarrollar algunas herramientas tecnológicas a los fines de mejorar la eficiencia digestiva y nutritiva de los forrajes frescos (Beever, 1994).

### CONSUMO DE MATERIA SECA

Los forrajes frescos son consumidos con una gran cantidad de agua celular (interna) que es eliminada durante la ingestión, rumiación y fermentación. El agua interna es diferente del agua externa (rocío) porque su liberación está unida a la digestión y esto podría tener algún efecto sobre el consumo de materia seca (Butris and Phillip, 1987). Este efecto está relacionado con el contenido de agua de la planta y cuando es más elevado que el 80% algunas restricciones en el consumo de forraje podrían ocurrir. En la Tabla 1 se observa el efecto del secado del forraje sobre el consumo de materia seca, la digestibilidad y la tasa de pasaje del forraje.

Los animales consumieron más y digirieron más materia seca cuando el forraje fue ofrecido en estado seco. El forraje fresco tuvo una mayor tasa de pasaje de sólidos lo cual no se tradujo en un mayor consumo de materia seca. Esto podría deberse al hecho que los altos contenidos de agua pueden elevar la tasa de pasaje pero no elevar al mismo tiempo los consumos de materia seca. Desafortunadamente Por otra parte las elevadas tasas de pasaje en forrajes frescos mas que el volumen ruminal pueden explicar variaciones de consumos entre forrajes. Las elevadas tasas de pasaje de la digesta y los reduci-



dos volúmenes ruminales observados en leguminosas respecto de gramíneas (Tabla 2) ligados a las elevadas tasas de digestión explicarían el mayor consumo de las leguminosas respecto de las gramíneas. Es probable que existan diferencias entre leguminosas y gramíneas en cuanto al efecto del agua interna sobre el consumo de materia seca dado que la mayor tasa de digestión de las leguminosas favorecería la eliminación del agua interna. Sin embargo, esta diferencia no ha podido ser demostrada hasta el presente.

## SITIOS DE DIGESTIÓN DEL NITRÓGENO Y DE LA MATERIA ORGÁNICA

A partir de los experimentos realizados por Beever et al. (1986 a,b), y Elizalde et al. (1992, 1994, 1996 y 1998), la cantidad de materia orgánica (MO) aparentemente o realmente digerida en rumen (MOADR y MORDR, respectivamente) sería una proporción constante del consumo de MO digestible (CMOD) (Tabla 4). Por otra parte la proporción de MO digestible que es fermentada en rumen no fue modificada por el agregado de suplementos (Elizalde et al., 1999b; Garcia et al., 2000). Considerando que el 90% del CMOD es digerido en rumen, la cantidad de MO que escapa no degradada en rumen puede tener una menor significancia nutricional que en situaciones de alimentación con henos, concentrados o forrajes de baja calidad donde una mayor cantidad de MO es capaz de escapar a la degradación ruminal (Hogan et al., 1969). Por otra parte, la elevada cantidad de MO digestible digerida en rumen proveniente del forraje puede determinar que la suplementación energética realizada con el objetivo de aumentar la cantidad de MO digerida no siempre arroje los resultados esperados. En la Figura 3 se observa que el agregado de grano de maíz aumentó la proporción de MO digerida en rumen en una dieta basada en trebol rojo de mediana calidad pero no en una dieta en alfalfa de alta calidad. En efecto, en dietas de forraje alta calidad, la principal limitación para aumentar la cantidad de MO digerida en rumen a través de suplementos radica en la intrínseca y elevada proporción de MO digestible del forraje digerido en rumen.

El efecto del consumo de materia seca sobre la digestibilidad total y sitios de digestión en forrajes frescos han arrojado resultados contradictorios. En algunos experimentos en los que se han usado tipos similares de animales, un incremento del consumo de materia seca causó una leve reducción de la digestibilidad total de la MO (82% a un 80% al pasar de bajos a altos consumos (Beever et al., 1985) pero no en otros experimentos (Beever et al., 1986 a; Elizalde et al., 1999b). Es más probable que la caída en calidad origine disminuciones en consumo a que ocurra el caso inverso (Hogan et al., 1969; Beever et al., 1986a) debido a disminuciones importantes en la digestibilidad de la pared celular y a un aumento en el contenido de la misma.

Una fracción importante del N de los forrajes frescos es soluble e instantáneamente degradado en rumen. La tasa de degradación de la fracción potencialmente digestible es elevada (Beever et al., 1986 a; Elizalde et al., 1999b) y no siempre relacionada con la velocidad de degradación de la MO. Un forraje con alto contenido de N podría tener un efecto importante sobre la disponibilidad relativa del N y de la MO degradados y generar desbalances entre la degradación del N y de la MO que pueden variar hasta con las horas del día (Figure 2). A partir de la Figura 2 se puede observar que las especies

forrajeras y sus tasas de degradación afectan la relación entre la cantidad de N y MO degradados. Si se asume un valor de 25 a 35 g de N microbiano sintetizado por kg de MOADR, es claro que las ineficiencias en el proceso digestivo ocurren dependiendo de las especies, períodos del año y horas del día y que éstos necesitan ser controlados en cierta extensión.

Elevados consumos de materia seca pueden reducir la cantidad de nitrógeno degradado en rumen y, consecuentemente, elevar la cantidad digerida en intestino delgado en tréboles pero no en gramíneas. Estos cambios en los sitios de digestión podrían explicar el hecho de que los tréboles tienen mayor absorción de N por cada Mcal de Energía Metabolizable consumida (Beever and Siddons, 1986). El mayor flujo de N a intestino podría provenir de un incremento en el flujo de N dietario (lo cual es improbable debido a la PB altamente degradable) o una mayor síntesis de PB microbiana (Beever et al., 1986a, Peyraud et al., 1986).

## FLUJO DE NITRÓGENO A DUODENO

Las ineficiencias en la degradación del N podrían afectar no sólo el flujo de N no amoniacal para ser absorbido en intestino delgado sino también la cantidad de Nitrógeno no amoniacal convertido a urea. En este aspecto las especies forrajeras tienen una gran influencia en la cantidad de N consumido, las transacciones de N en rumen con la consecuente concentración de amoníaco y la cantidad de N transformado en producto (Tabla 6). Los corderos que pastorearon leguminosas tuvieron consumos más elevados de MO y de N, mayores flujos de N no amoniacal a intestino delgado y mayores ganancias de peso que los corderos que consumieron gramíneas. Sin embargo, las transacciones ruminales alteraron considerablemente la cantidad de N no amoniacal que arribó a intestino delgado en relación al N consumido. Las leguminosas tuvieron elevadas pérdidas de N en rumen (baja relación NNA/CN) confirmado por la elevada concentración de NH<sub>3</sub> ruminal en trebol blanco y en alfalfa.

Los elevados flujos de N no amoniacal observados en leguminosas estuvieron asociados con altos consumos de materia seca y mayores cantidad de MOADR con respecto a gramíneas. En sólo dos experimentos (Beever et al. 1986a; Ulyatt et al., 1988) las leguminosas proveyeron entre un 10 a 20% más de NNA por kg de MOADR debido a la mayor eficiencia de síntesis de proteína microbiana en con respecto a las leguminosas. Cuando los flujos de NNA a intestino son expresados por kg de MOADR o por kg de MO digestible consumidos, las diferencias entre gramíneas y leguminosas desaparecen. Esto indicaría que la eficiencia del uso del N degradado en rumen es similar en gramíneas y en leguminosas y que en éstas el mayor contenido de proteínas del forraje es el determinante de las mayores pérdidas de N en rumen. Esto también se ha verificado para gramíneas cortadas en distintos estados fenológicos (Elizalde et al., 1992). En este aspecto, existiría un límite a la utilización del N degradado de los forrajes impuesto por la cantidad de MO digerida en rumen y ese límite es bastante difícil de mejorar sustituyendo forrajes de alta calidad por suplementos (Elizalde et al., 1999c; Garcia et al., 2000).

Un aspecto importante en la captación del N degradado en rumen es la capacidad de síntesis proteica por parte de la flora microbiana. Bajas eficiencias de síntesis de proteína microbiana fueron observadas en dietas con silajes (Gill et al., 1989). Con forrajes frescos la síntesis



de proteína microbiana es elevada comparada con otros alimentos (Tabla 7). La cantidad de N microbiano sintetizado por kg de MOADR para los forrajes frescos utilizados por Corbett and Pickering (1983) tuvieron una media de 37 g de N/kg OMADR, la cual es 25 % más elevada que el valor medio de 30 g/kg sugerido por el Agricultural Research Council (1980). Otros autores (Berzaghi et al., 1995; Elizalde et al. 1997, 1999b) hallaron valores elevados de eficiencia de síntesis microbiana con o sin el agregado de suplementos. Garcia et al. (2000) halló valores de eficiencia de síntesis microbiana similares a dietas con forrajes procesados. Por lo tanto, con la información disponible hasta el presente no se puede concluir que las pérdidas ruminales de N se deban a una reducida eficiencia de síntesis microbiana sino más bien a un exceso de N degradado en relación a la MO degradada. En ese aspecto la suplementación será beneficiosa en reducir la pérdida de N si puede reducir las pérdidas de N (menor concentración de proteína del suplemento respecto del forraje). Pero la suplementación sólo se traducirá en un aumento de la respuesta productiva sólo si es capaz de aumentar el consumo de energía (adición de nutrientes) y que aumente a su vez el flujo de N a duodeno.

La mayor pérdida de N en rumen en leguminosas se debe a su mayor contenido proteico (Mac Rae and Ulyatt, 1974; Beever et al., 1985; Cruickshank et al., 1992). Los flujos duodenales de NNA en relación al consumo de N (NNA/CN) pueden relacionarse con el contenido de N del forraje con el objetivo de predecir las pérdidas ruminales de N. Se han obtenido varias relaciones de este tipo para diferentes especies forrajeras o estados de crecimiento (Figure 3) que sugieren que las pérdidas ruminales de N comienzan a ocurrir cuando el contenido de N del forraje es de alrededor de 2,55 a 3,0% de la MO (14.3 - 16.7% PB). Sin embargo la estimación de los flujos duodenales en relación a la MOADR, o al consumo de MO digestible o al consumo de N es más difícil de evaluar mostrando gran variación independientemente de las variables consideradas. Algunos experimentos han relacionado las pérdidas ruminales de N o los flujos de NNA sólo con el consumo de N (Ulyatt and Egan, 1979) mientras que otros incluyeron los componentes de la digestión de la MO (consumo de MO digestible, Cruickshank et al., 1992). Debido a la variación en estas relaciones, predecir el flujo de NNA a partir de la digestión de la MO son más imperfectos y son sólo útiles para comparaciones dentro de cada especie.

Puede concluirse que aunque los forrajes frescos tienen elevados contenidos de PB, tienen altas pérdidas ruminales de N, éstas provienen de un exceso del N degradado (y por ende del mayor contenido proteico) más que de una reducida eficiencia de síntesis microbiana. Esto tiene un impacto importante sobre la nutrición nitrogenada del animal puesto que el aporte de proteína bacteriana sería elevado aún cuando las pérdidas ruminales sean altas. En efecto, las leguminosas tienen elevados consumos de N, elevadas pérdidas ruminales de N pero también tienen elevados suministros de aminoácidos absorbibles por el animal comparadas con las gramíneas. De este modo, el problema del N en forrajes frescos para ser de doble enfoque: la reducción de las pérdidas ruminales de N y/o el aporte de aminoácidos. Las gramíneas (mejoran la recuperación del N degradado en rumen debido a los menores consumos de N (mejor relación entre el flujo de N y el N consumido). Este efecto es similar cuando un suplemento con bajo contenido proteico suscite al forraje disminuyendo el consumo de N (Berzaghi et al., 1995; Elizalde et al., 1997). El efecto sobre de la suplementación sobre la disminución

de las pérdidas ruminales de N no siempre implica una mejora en el flujo de N a intestino delgado si es que no aumenta el consumo de MO digestible (Van Vuuren et al., 1993; Elizalde et al., 1997; Garcia et al., 2000). Sin embargo, las gramíneas en general, aportan menos N al intestino delgado producto de su menor consumo, menor contenido de proteínas. A los fines de aportar más aminoácidos en intestino delgado, las leguminosas permiten lograr elevados aporte más elevados que las gramíneas. Esta diferencia no implica que las leguminosas provean todos los nutrientes requeridos para elevadas producciones animales. Sin embargo, permiten una mayor aporte por kg de MS consumida respecto de gramíneas aunque la eficiencia de utilización ruminal del N sea menor (Poppi and Mc Lennan, 1995).

Otro aspecto importante en la utilización de los forrajes con alto contenido proteico es el destino del N absorbido a través de las paredes del rumen dado que debe ser eliminado en forma de urea. En este contexto, es importante destacar que las leguminosas aun cuando generaron la mayor ganancia de peso también tuvieron las mayores pérdidas de N-NH<sub>3</sub> en rumen.

---

## DETOXIFICACIÓN DEL AMONIACO

---

El amoníaco pueden difundir a través de las paredes ruminales o fluir al duodeno y ser absorbido en tracto posterior pero en ambas situaciones es recuperado por la vena porta. Las pérdidas de N en rumen representan más del 75% de las pérdidas del tracto total. Para vacas lecheras consumiendo trebol blanco y raigrás, la cantidad de N-NH<sub>3</sub> absorbido previo al duodeno puede alcanzar 150 g/d más una cantidad adicional de 50 g perdidos a través del flujo y posterior absorción en intestino. La cantidad de NH<sub>3</sub>-N absorbido sugiere una tasa de aparición de NH<sub>3</sub> en sangre portal de alrededor de 8.5 g h<sup>-1</sup>. Además esta cantidad puede fluctuar dentro del día de acuerdo al patrón de flujos duodenales impuesto por el pastoreo. (Corbett and Pickering, 1982). Symonds et al. (1981) y Wilton et al. (1988) establecieron que el hígado parece capaz de remover cantidades considerables de NH<sub>3</sub> circulante aunque esta capacidad no es infinita. De acuerdo a Symonds, el hígado podría eliminar 12 g de N-NH<sub>3</sub> en vacas lecheras, por encima de este nivel, el NH<sub>3</sub> puede alcanzar la circulación periférica y causar diferentes desordenes. La mayoría de esos desordenes fueron resumidos por Visek (1984) aunque fueron obtenidos en estudios in vitro o en experimentos diseñados para evaluar los efectos de la toxicidad con urea sobre la salud y la reproducción (Chalmers et al. 1971; Fernandez et al., 1988). Estos estudios demostraron los efectos negativos del NH<sub>3</sub>-N sobre la utilización de glucosa mediados a través de una reducción en la secreción de insulina, aunque en estos experimentos, la concentración de NH<sub>3</sub> ruminal fue de 120 mg/dL es decir, mucho más elevada que las concentraciones de NH<sub>3</sub> ruminal observado en condiciones de pastoreo. Estos experimentos demostraron la toxicidad del NH<sub>3</sub> la extrapolación a experimentos de pastoreo es difícil de sustentar. Sin embargo demostraron que el efecto del amoníaco sobre el metabolismo está relacionado con el metabolismo energético y, probablemente con el estatus energético del animal. Aunque el hígado sea capaz de detoxificar todo el amoníaco proveniente del sistema digestivo y de la degradación proteica corporal, la eliminación de NH<sub>3</sub> puede traer aparejado efectos sobre el metabolismo del nitrógeno.

---

## METABOLISMO HEPÁTICO DEL

---



## NITRÓGENO EN DIETAS ALTAS EN FORRAJES

Desafortunadamente no existen demasiados experimentos realizados en forrajes y diseñados para evaluar la dinámica a través del hígado y otros tejidos espláncnicos de las transacciones del N. En el experimento de Pippard et al. (1992) con novillos en crecimiento alimentados con heno con o sin el agregado de urea (menos del 1% del PV) y después de un período de adaptación, la cantidad de urea producida por el hígado fue más alta que la estimada a partir de la cantidad de amoníaco absorbida a partir de la vena porta (Tabla 8). Esto demuestra que el hígado fue capaz de detoxificar todo el amoníaco proveniente de la absorción gastrointestinal y también fue capaz de eliminar el exceso de nitrógeno proveniente del metabolismo proteico del animal. Las fuentes de este nitrógeno extra al amoníaco absorbido a partir del tracto digestivo pueden provenir de la desaminación de aminoácidos, reduciendo así la cantidad de aminoácidos disponibles para el animal. Un animal en crecimiento que recibe pocos aminoácidos provenientes del rumen puede estar más afectado por el exceso de NH<sub>3</sub> debido a que la excreción del mismo en el hígado puede demandar un gasto extra de aminoácidos que no estarían disponibles para crecimiento. Esto podría ser la causa de la baja eficiencia utilización del nitrógeno en animales alimentados con silaje de gramíneas con alto contenido proteico ofrecidos como única dieta (Wilton et al., 1988). Estos autores trabajando con animales en crecimiento hallaron que la capacidad de detoxificación del amoníaco fue más baja en animales alimentados con heno de gramíneas (70%) y concentrados (30%) que con dietas basadas en silajes. Al mismo tiempo los silajes de gramíneas tuvieron un menor aporte de nitrógeno después de las transacciones hepáticas disponible para el animal comparado con forrajes secos reduciendo aún más la cantidad de nitrógeno útil para el animal. Esto demuestra que independientemente del flujo de nitrógeno no amoniacal y la absorción del nitrógeno los ensayos con silajes no pueden transferidos al escenario de los forrajes frescos. Esto se debe a que en general, en los forrajes frescos, la absorción del nitrógeno en forma de aminoácidos es sustancialmente mayor que en los silajes y sería susceptible de tener menor déficit de aminoácidos.

El mayor consumo de aminoácidos en hígado debido a la absorción de amoníaco puede ser limitar la disponibilidad de aminoácidos si la cantidad absorbida pueden estar en deficiencia en relación al requerimiento o en relación a la cantidad de energía absorbida. Un flujo reducido de aminoácidos, una alta producción de urea por el hígado y una elevada utilización de la glucosa por los tejidos espláncnicos fue detectada en animales que consumían una dieta de 75% de heno de alfalfa: 25% concentrados respecto de aquellos alimentados con 25% heno de alfalfa: 75% concentrados (Reynolds et al., 1991a,b). Estos autores hallaron que las dietas en base a forrajes tendieron a disminuir la cantidad de aminoácidos y de glucosa disponible para el animal. Aunque la cantidad de energía necesaria para la detoxificación del amoníaco no causó un sustancial aumento del gasto energético, ocurrió una reducción en la cantidad de aminoácidos disponibles para el animal. Si esto genera una deficiencia o no de aminoácidos, dependerá del consumo de N y de energía en relación al potencial de crecimiento del animal. Es de esperar que cuanto mayor sea el requerimiento proteico (animal en crecimiento) o cuanto menor sea la energía disponible

para crecimiento, mayor sea el efecto negativo de la detoxificación del NH<sub>3</sub> en términos de energía o de disponibilidad de aminoácidos. Archibeque et al. (2000) hallaron que en la medida que aumenta el nivel de fertilización la retención de N (como porcentaje del digerido) disminuye pero que este efecto depende de la especie forrajera. Es probable que el efecto negativo del NH<sub>3</sub> sobre la nutrición proteica disminuya cuando aumenta el consumo de materia seca (y por ende la síntesis de proteína microbiana) y el flujo de aminoácidos para ser absorbidos en intestino delgado. Y es probable que un aumento del consumo de N sin un aumento correspondiente de materia seca (fertilización) conduzca a una utilización ineficiente del N por parte del animal (Archibeque et al., 2000). Por lo tanto el enfoque debe ser integrado y en varias situaciones puede ocurrir que la excreción de N en términos energéticos o de demanda de aminoácidos sea compensada por el ahorro de otros gastos energéticos (mantenimiento de tejidos, requerimientos de órganos viscerales) que el mismo forraje provoca.

El efecto del aumento del gasto energético necesario para la detoxificación del NH<sub>3</sub> no está plenamente establecido. Mientras Reynolds et al (1991 a,b) no hallaron un incremento en el metabolismo hepático debido al incremento en la formación urea, otros autores (Huntington y Reynolds, 1987; Loble, 1996; Goetsch, 1998) hallaron un incremento en el gasto energético causado por la eliminación del NH<sub>3</sub>. Esto puede deberse al tipo de animal utilizado.

El aspecto a dilucidar es si los forrajes que provocan elevados consumos de nitrógeno tiene alguna otra ventaja desde el punto de ahorrar ineficiencias en el proceso de utilización de la proteína y energía del forraje. Como se comentó es bastante difícil en estudios con forrajes modificar un componente del mismo (contenido de pared celular) sin alterar otros componentes del mismo (contenido de N).

La principal diferencia en el uso de la energía entre dietas altas en forraje o altas en concentrados parece ser el menor flujo de glucosa en la vena hepática debido a una mayor utilización de glucosa por los tejidos viscerales en los animales alimentados con forrajes (Reynolds et al. (1991 a,b). Independiente de la capacidad del hígado para detoxificar el amoníaco, es claro que la cantidad de amoníaco absorbido puede tener un rol importante en el metabolismo energético y proteico en el animal. Cuánto incide en el animal y si el efecto es sobre el metabolismo del N o de la energía dependerá de las relaciones entre proteína-energía, de la cantidad de aminoácidos absorbidos y del gasto energético del animal. Muchos de los procesos productivos estarían limitados por los consumos de energía y es lógico pensar que una reducción de los gastos de energía permitiría lograr un aumento de la cantidad disponible para el animal. El gasto energético de la absorción de nutrientes y movimiento de la digesta es elevado en forrajes. Podría suceder, que un forraje con mayor contenido proteico aumente el gasto energético de la detoxificación del amoníaco pero si el gasto energético de los tejidos viscerales disminuye por menor flujo de digesta, el resultado final para el animal sea una mejora en la eficiencia de utilización de la energía. Esta consideración es importante cuando se comparan gramíneas vs leguminosas. Esto puede observarse en la Figura 2 en donde las mayores pérdidas de N consumido en treboles fueron compensadas por una mayor retención de N (en relación al N absorbido) en el tebol blanco respecto del raigrás.

De acuerdo a esto las leguminosas que en general tienen mayores pérdidas ruminales de nitrógeno (y con-



secuentemente mayor absorción de amoníaco ruminal deberían tener menor eficiencia de utilización de la energía metabolizable que las gramíneas como para compensar el mayor gasto de aminoácidos y de energía derivado de la detoxificación de la urea.

## UTILIZACIÓN DE NUTRIENTES Y EFICIENCIA DE UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA EN FORRAJES FRESCOS

Existe una carencia de información referida a la eficiencia de utilización de la energía en animales alimentados con forrajes frescos. Dos experimentos realizados con forrajes frescos (Rattray and Joyce, 1974; Cammell et al., 1986) demostraron que el trebol blanco tuvo una mayor eficiencia de utilización de la energía que aquellos alimentados con raigrás perenne. Cammell et al. (1986) que a elevados niveles de consumo de materia seca (más de 1,65 veces el mantenimiento del animal) el trebol blanco tuvo mayor eficiencia que el raigrás (Figure 4). Esta mayor eficiencia del trebol puede atribuirse al diferente patrón de nutrientes consumidos y absorbidos por el animal aun evaluados al mismo nivel de consumo de materia seca. Los tréboles ofrecen una mayor cantidad de nutrientes absorbidos y disponibles para animal aun cuando potencialmente pueden a su vez generar una mayor cantidad de amoníaco absorbida por el animal (Cruickshank et al., 1992). Es probable entonces que el efecto de las pérdidas de N de leguminosas pueden verse contrarrestado con un efecto favorable de estas sobre la eficiencia de utilización de los nutrientes.

Glenn (1994) resumió los resultados obtenidos con leguminosas y gramíneas en cuanto a la composición de la ganancia de peso y a la eficiencia de utilización de la energía por los animales alimentados básicamente con silajes de alfalfa o de gramíneas (Tabla 9). El silaje de alfalfa produjo (a similares consumos de materia seca) mayores ganancias de peso y mayor deposición de energía por kg ganando que las gramíneas y por ende tuvo una mayor eficiencia de utilización de la Energía Metabolizable que el silaje de gramíneas. El silaje de alfalfa aunque tuvo una mayor deposición de proteína, produjo relativamente más deposición de grasa (como porcentaje de la cantidad total o de la energía ganada por kg de ganancia de peso) respecto al silaje de gramíneas. Debido a que los animales alimentados con alfalfa tienen menor llenado y tamaño visceral se genera un ahorro de energía (Energía metabolizable) debido al menor gasto (menor oxidación) de tejidos viscerales de menor tamaño. La cantidad de energía ahorrada quedaría disponible para propósitos productivos. Las diferencias en llenado pueden explicarse en términos de composición de forraje debido a que el llenado ruminal está altamente relacionado con el contenido de FDN (Figura 4). Desde esta perspectiva parecería que aunque las leguminosas son más ineficientes en la utilización del nitrógeno a nivel del animal, ellas podrían proveer un mejor perfil de nutrientes comparada con los silajes de gramíneas.

La digestión y metabolismo de los componentes de la pared celular parece tener un efecto un marcado efecto sobre la eficiencia de utilización de la energía. A iguales consumos de Energía Metabolizable el animal necesita consumir más materia seca en dietas basadas en forraje respecto de aquellas basadas en concentrados. Este mayor volumen de alimento genera por una parte, mayor volumen del tracto gastrointestinal y por otra, una

mayor proporción de la Energía Metabolizable o Digestible es utilizada con fines de mantenimiento. Reynolds et al. (1991 a,b) hallaron que un 75% del aumento en el consumo de oxígeno entre una dieta alta en forrajes respecto de una dieta elevada en concentrados fue explicada por el aumento de los tejidos viscerales aún cuando las dietas fueron ofrecidas a iguales consumos de Energía Metabolizable.

En cuanto al metabolismo del N las leguminosas tienen mayores pérdidas de N, pero retienen más N producto del mayor consumo del mismo. Huntington et al. (1988) utilizaron silaje de pasto ovillo con el de pasto ovillo y hallaron que la cantidad de nitrógeno que fluye a intestino delgado fue más elevada en alfalfa pero la cantidad de aminoácidos que quedan disponibles después del metabolismo del hígado fueron similares en ambos silajes. Estos datos sugerirían que una mayor cantidad de aminoácidos fue utilizada por el hígado en los novillos alimentados y que la mayor performance de la alfalfa sobre el pasto ovillo se debería a una mejor relación entre la provisión de nitrógeno y la cantidad de energía neta disponible. Por otra parte, los animales alimentados con siaje de alfalfa tuvieron una mayor concentración de aminoácidos esenciales en plasma respecto de los alimentados con silaje de pasto ovillo.

Existe escasa información acerca de los efectos de la alimentación con forrajes frescos sobre la composición de la ganancia en vacunos. Todos los ensayos realizados al respecto fueron conducidos en ovinos. A partir de los resultados presentados por Glenn puede demostrarse que la diferencia importante entre pasto ovillo y alfalfa es la menor cantidad de llenado del tracto gastrointestinal en alfalfa.

## CONCLUSIONES

Los forrajes frescos de alta calidad poseen procesos únicos de digestión y también existen importantes diferencias entre gramíneas y leguminosas en la composición química y en la eficiencia con que los nutrientes son utilizados. Las gramíneas ofrecen una perspectiva más conservadora en las transacciones de nitrógeno en el animal y desde este punto de vista son más eficientes en la utilización del mismo. Pero las leguminosas en general, y debido a diferencias en la composición química con las gramíneas, producen elevados consumos de materia seca, mayores consumo de nitrógeno, mayores cantidades de nitrógeno en forma de aminoácidos y generan mayores concentraciones de amoníaco absorbido. El bajo contenido de FDN de las leguminosas reduce el tamaño de órganos altamente demandantes en energía y de este forma, más nutrientes quedarían disponibles para la ganancia de peso. La mayor producción en los animales alimentados con leguminosas comparados con gramíneas es probablemente una consecuencia de una relación más favorable energía-proteína mas que de una mayor absorción de aminoácidos en las leguminosas. Al presente no existe una evidencia clara de que el hígado no sea capaz de detoxificar todo el amoníaco generado por el elevado consumo de proteínas en animales en pastoreo. Sin embargo, la reducción de la excreción de urea debería ponderarse puesto que es un proceso demandante de energía y porque además puede provocar una reducción en la disponibilidad de aminoácidos. El efecto general de los excesos de nitrógeno sobre el metabolismo puede ser más perjudicial en dietas donde la provisión de aminoácidos es baja o donde el costo del metabolismo oxidativo de los tejidos viscerales es elevado. Es evidente que se necesita más investigación para



controlar la degradación ruminal de la proteína y de la fibra, entender las relaciones energía(fibra): proteína y desarrollar estrategias de alimentación conducentes a una mejora en la utilización de los nutrientes.

Proc. Cornell Nutr. Conf. pp. 1-18.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 Agricultural Research Council. 1980. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock, Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal.
- 1 Beever, D.E. 1994. Ruminant animal production from forages: present position and futures opportunities.
- 3 Beever, D.E., D.S. Dhanoa, H.R. Losada, R.T. Evans, S.B. Cammell, and J. France. 1986a. The effect of forage species and stage of harvest on the process of digestion occurring in the rumen of cattle. *Br. J. Nutr.* 56:439.
- 4 Beever, D.E., H.R. Losada, S.B. Cammell, R.T. Evans, and M.J. Haynes. 1986 b. Effect of forage species and season on nutrient digestion and supply in grazing cattle. *Br. J. Nutr.* 56:209.
- 5 Beever, D.E., H.R. Losada, D.L. Gale, M.C. Spooner and M.S. Dhanoa. 1987. The use of monensin or formaldehyde to control the digestion of nitrogenous constituents of perennial ryegrass (*Lolium multiflorum* cv. Melle) and white clover (*Trifolium repens* L. cv. Blanca) in the rumen of cattle. *Br. J. Nutr.* 57:57.
- 6 Beever, D.E. and R.C. Siddons. 1986. Digestion and metabolism in the grazing ruminant. In: L.P. Milligan, W. L. Grovum, and A. Dobson (Ed.). *Control of Digestion and Metabolism in Ruminants*. p. 479. Academic Press, New York.
- 7 Beever, D.E., D.J. Thomson, M.J. Ulyatt, S.B. Cammell, and M.C. Spooner. 1985. The digestion of fresh perennial ryegrass (*Lolium perenne* cv. Melle) and white clover (*Trifolium repens* cv. Blanca) by growing cattle feed indoors. *Br. J. Nutr.* 54:763.
- 8 Butris, G.Y., and C.J.C. Phillips. 1987. The effect of herbage surface water and the provision of supplementary forage on the intake and feeding behavior in cattle. *Grass Forage Sci.* 42:259.
- 9 Cammell, S.B., D.J. Thomson, D.E. Beever, M.J. Haines, M.S. Dhanoa, and M.C. Spooner. 1986. The efficiency of energy utilization in growing cattle consuming fresh perennial ryegrass (*Lolium perenne* cv. Melle) or White clover cv. Blanca). *Br. J. Nutr.* 55:669.
- 10 Chalmers, M.I., A.E. Jaffray, and F. White. 1971. Movements of ammonia following intraruminal administration of urea or casein. *porc. Nutr. Soc.* 30:7.
- 11 Corbett, J.L. and F.S. Pickering 1982. Estimation of daily flows of digesta in grazing sheep. *Aust. J. Agric. Res.* 34:193.
- 12 Corbett, J.C.L. and F.S. Pickering 1983. Rumen microbial degradation and synthesis of protein in grazing sheep. In: G.E. Robards and R.G. Packham (Ed.). *Feed Information and Animal Production*. C.A.B. UK. p. 301.
- 13 Cottrill, B.R., D.E. Beever, A.R. Austin, and D.F. Osbourn. 1982. The effect of protein and non-protein nitrogen supplements to maize silage on total amino acid supply in young cattle. *Br. J. Nutr.* 48:527.
- 14 Cruickshank, G.J., D. P. Poppi and A.R. Sykes. 1992. The intake, digestion and protein degradation of grazed herbage by early weaned lambs. *Br. J. Nutr.* 68:349.
- 15 Frenandz, J.M., W.J. Croom, A.D. Johnson, R.D. Jaquette, and F.W. Eddens. 1988. Subclinical ammonia toxicity in steers: effects on blood metabolite and regulatory hormone concentrations. *J. Anim. Sci. Camb.* 66:3259.
- 16 Glenn, B.P. 1994. Grasses and legumes for growth and lactation. *Proc. Cornell Nutr. Conf.* pp. 1-18.
- 17 Gill, M., D.E. Beever, and Osbourn, D.F. 1989. The feeding value of grass and grass products. In: W. Holmes (Ed.). *Grass Its Production and Utilization*. pp. 89-129. Br. Grassld Soc. Blackwell Sci. Pub. London, U.K.
- 18 Hogar, J.P., R.H. Weston, and J.R. Lindsay (1969). The digestion of pasture plants by sheep. IV. The digestion of *Phalaris tuberosa* at different stages of maturity. *Aust. J. Agric. Res.* 20:925.
- 19 Huntington, G.B., G.A. Varga, B.P. Glenn, and D.R. Waldo. Net absorption and oxygen consumption by Holstein steers fed alfalfa or orchardgrass silage at two equalized intakes. *J. Anim. Sci.* 66:1292.
- 20 Leaver, J.D. 1985. Milk production from grazed temperate grassland. *J. Dairy Res.* 52:313.
- 21 Mac Rae, J.C., and M.J. Ulyatt. 1974. Quantitative digestion of fresh herbage by sheep. II. The sites of digestion of some nitrogenous constituents. *J. Agric. Sci.* 82:309.
- 22 Pasha, T.N., E.C. Prigge, R.W. Russell, and W.B. Bryan. 1994. Influence of moisture content of forage diets on intake and digestion by sheep. *J. Anim. Sci.* 72:2455
- 23 Peyraud, J.L. 1986. Etude de la digestion du trèfle blanc chez la vache laitière: influence de la saison et de l'age des repousses. *Repr. Nutr. Develop.* 26 (1B)333.
- 24 Pippard, C. J., M.A. Lomax, and D.E. Beever. 1992. Nitrogen metabolism across the liver of growing steers fed a high nitrogen grass pellet diet. *Proc. Nutr. Soc.* 52:105A
- 25 Poppi, D.P., G.J. Cruickshank, and A.R. Sykes. 1988. Fish meal and amino acid supplementation of early weaned lambs grazing Roa tall fescue or Huia white clover. *Anim. Prod.* 46:491.
- 26 Poppi, D. P. and S.R. Mc Lennan, 1995. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. *J. Anim. Sci.* 73:278.
- 27 Rattray, P.V., and J.P. Joyce (1974). Nutritive value of white clover and perennial ryegrass. IV> Utilization of energy. *N.Z. J. Agric. Res.* 17:401.
- 28 Reid R.L. and Jung, G.A. 1982. Problems of animal production from temperate pastures pp. 21-43. In: J.B. Hacker (Ed.) *Nutritional limits to animal production from pastures*. Farnham Royal Farm. Commonwealth Agric. Bureau.
- 29 Reynolds, C.K., H.F. Tyrrell and P.J. Reynolds. 1991a. Effects of diet forage-to-concentrate ratio and intake on energy metabolism in growing beef heifers: whole body energy and nitrogen balance and visceral heat production. *J. Nutr.* 121:994
- 30 Reynolds, C.K., H.F. Tyrrell and P.J. Reynolds. 1991b. Effect of diet forage-to-concentrate ratio and intake on energy metabolism in growing beef heifers: net tissue metabolism by visceral tissues. *J. Nutr.* 121:1004.
- 31 Robinson, P.H., S. Tamminga, and A.M. Van Vuuren .1986. Influence of declining level of feed intake and varying proportion of starch in the concentrate on rumen fermentation in dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 15:173.
- 32 Symonds, H.W., D.L. Mather, and K.A. Collins. 1981. The maximum capacity of the liver of the adult dairy cow to metabolize ammonia. *Br. J. Nutr.* 46:481.
- 33 Thomson, D.J., D.R. Waldo, H.K. Goering, and H.F. Tyrrell. 1991. Voluntary intake, growth rate, and tissue retention by Holsteins steers fed formaldehyde- and formic acid-treated alfalfa and orchardgrass silages. *J. Anim. Sci.* 69:4644.
- 34 Ulyatt, M.J. and A.R. Egan. 1979. Quantitative digestion of fresh herbage by sheep. V. The digestion of four herbage and prediction of sites of digestion. *J. Agric. Sci.* 92:605.



- 35 Ulyatt, M.J., D.J. Thomson, D.E. Beaver, R.T. Evans, and M.J. Haines 1988. The digestion of perennial ryegrass (*Lolium perenne* cv. Melle) and white clover (*Trifolium repens* L. cv. Blanca) by grazing cattle. *Br. J. Nutr.* 60:137.
- 36 Van Vuuren, A. M. , C. J. Van der Koelen, and J. Vroons de Bruin. 1986. Influence of level and composition supplements on rumen fermentation patterns of grazing cows. *Neth. J. Agric. Res.* 34:457.
- 37 Van Vuuren, A. M. , C. J. Van der Koelen, and J. Vroons de Bruin. 1993. Ryegrass versus corn starch or beet pulp fiber diet effects on digestion and intestinal amino acids in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 76:2692.
- 38 Verite, R., B. Remond, and M. Journet. 1984. Sites of organic matter and protein digestion in lactating cows fed fresh grass from spring to autumn. *Can. J. Anim. Sci. (Suppl.):*328.
- 39 Wilton, J.C., Gill, M. and M.A. Lomax. 1988. Uptake of ammonia across the liver of forage fed cattle. *Proc. Nutr. Soc.* 47:153 A.
- 40 Visek, W. J. 1984. Ammonia: its effects on biological systems, hormones and reproduction. *J. Dairy Sci.* 67:481.

**Tabla 1.** Consumo, digestibilidad y tasa de pasaje de sólidos en carneros alimentados con forraje fresco o con forraje henificado de gramíneas<sup>1</sup>

	<u>Fresco</u>	<u>Seco</u>
DM , %	22.0	87.9
Consumo MS, g/kg <sup>75</sup>	84.5 <sup>a</sup>	94.5 <sup>b</sup>
Digestibilidad in vivo MS, %	63.3 <sup>a</sup>	68.6 <sup>b</sup>
Tasa de pasaje, %/h	4.5 <sup>a</sup>	3.2 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> El forraje estaba constituido por 87% de gramíneas, 2 % tréboles y 11% malezas y material muerto. El forraje fresco fue ofrecido congelado.

a , b Diferencias significativas, P<.05. Pasha et al., 1994

**Tabla 2:** Tasa de psaje, tasa de dilución y contenidos ruminales en animales en carneros alimentados con forrajes frescos de gramíneas (cebadilla australina o raigrás) o leguminosas (trebol blanco o alfalfa)

	<u>Gramíneas</u>	<u>Leguminosas</u>
Tasa de pasaje, %/h	7.5 - 14.6	10.5- 16.8
Tasa de dilución , %/h	11.4	14.1
Contenidos ruminales, g	415	335

Ulyatt et al. (1971), Cruickshank et al. (1992)

**Table 3.** Composición química y digestibilidad in vitro de raigrás y trebol blanco informados en varios experimentos.

	<u>Raigrás</u>	<u>Trebol blanco</u>
MO %	87 - 93	87 - 92
	% MS	
PB %	11.6 - 21.5	24.1 - 29
FDN %	44.0 - 50.5	25.2 - 33
DIVMO %	74.2 - 81.0	71.2 - 79.0

PB: Proteína Bruta, FDN: FibraDetergente Neutro, DIVMO: digestibilidad In vitro de la materia orgánica  
Beever et al. (1986 a,b, Ulyatt et al., 1988)



**Table 4:** Valores medios para digestibilidad in vivo de la materia orgánica (DIVMO), las proporciones aparentemente y realmente degradadas en rumen (MOADR y MORDR, respectivamente) y degradabilidad ruminal de el nitrógeno (DRN) en rumiantes alimentados con diferentes forrajes frescos.

	<u>DIVMO</u>	<u>MOADR</u>	<u>MORDR</u>	<u>DRN</u>
<b>Alfalfa</b>	82.0	73	95.1	89
<b>Trebol blanco</b>	80.0	56	89	85
<b>Raigrás</b>	82.0	64	95	83
<b>Phalaris</b>	75.0	69	95.1	89

Corbett and Pickering (1983), Beever and Siddons (1986)

**Tabla 5:** Digestión del nitrógeno en ovinos alimentados con forraje fresco y seco de raigrás.

	<u>Fresco</u>	<u>Seco</u>
<b>Nitrogeno, g/d:</b>		
<b>Consumido</b>	20.7	21.0
<b>En duodeno</b>	18.6 <sup>a</sup>	28.7 <sup>b</sup>
<b>En ileon</b>	5.9 <sup>a</sup>	9.0 <sup>b</sup>
<b>Desaparición intestino</b>	12.7 <sup>a</sup>	19.6 <sup>b</sup>

a,b: diferencias significativas, P<.05, Beever et al. (1974)

**Tabla 6.** Ganancia de peso, consumo de materia orgánica (MO) y de nitrógeno (N), concentración ruminal de amoniaco (NH<sub>3</sub>-N), flujo de N no amoniacal (NNA) a intestino delgado, y síntesis de proteína microbiana en corderos en pastoreo de diferentes especies forrajeras durante primavera

	<u>Cebadilla</u>	<u>Raigrás</u>	<u>T. blanco</u>	<u>Alfalfa</u>
<b>Gan. peso, g/d</b>	230 <sup>a</sup>	227 <sup>a</sup>	321 <sup>b</sup>	308 <sup>b</sup>
<b>MO consumida, g/d</b>	676 <sup>a</sup>	800 <sup>a</sup>	1.18 <sup>b</sup>	1.23 <sup>b</sup>
<b>N consumido, g/d</b>	20.3 <sup>a</sup>	28.4 <sup>a</sup>	44.5 <sup>b</sup>	54.7 <sup>b</sup>
<b>NH<sub>3</sub>-N, mg/dl</b>	21.1	41.8	47.3	73.2
<b>NNA a intestino, g/d</b>	19.8 <sup>a</sup>	22.0 <sup>a</sup>	30.7 <sup>b</sup>	31.7 <sup>b</sup>
<b>NNA a intestino/ N consumido</b>	.97 <sup>a</sup>	.78 <sup>b</sup>	.69 <sup>b</sup>	.69 <sup>b</sup>
<b>NNA a intestino, g/kg CMOD</b>	42.8	39.2	45.0	44.9
<b>N microbiano g/kg MOADR</b>	43.6	37.6	37.3	46.7

CMOD: Consumo MO digestible, MOADR: MO aparentemente digerida en rumen Cruickshank et al., 1992





**Tabla 7:** Eficiencia neta de la síntesis de proteína microbiana y participación de la masa microbiana en el aporte de nitrógeno a intestino delgado en diferentes forrajes frescos y en forrajes procesados (ensilajes)

<b>Microbial N:</b>	<b>(g N/kg OMADR)</b>	<b>% en el flujo de N a duodneo</b>
<b>Alfalfa</b>	<b>40.9</b>	<b>82.5</b>
<b>Phalaris</b>	<b>34.5</b>	<b>82.0</b>
<b>Raigrás</b>	<b>46.9</b>	<b>75.7</b>
<b>T. blanco</b>	<b>69.6</b>	<b>68.0</b>
<b>Silaje gramíneas</b>	<b>21.6</b>	<b>-</b>

Adapted from Beever and Siddons (1986), Gill et al. (1989)

**Table 8** Metabolismo del nitrógeno (N) en el hígado en novillos Holstein alimentados con pellets de gramíneas con (GR-U, 25 % PB) o sin (GR, 19 % CP) el agregado de urea.

	<b>GR</b>	<b>GR-U</b>	<b>SEM</b>
<b>Captación de NH<sub>3</sub>-N, g/d</b>	<b>42.9</b>	<b>72.8</b>	<b>1.56</b>
<b>Captación de N proveniente de aminoácidos, g/d</b>	<b>125.2</b>	<b>93.1</b>	<b>1.61</b>
<b>Producción de urea, g/d</b>	<b>76.0</b>	<b>114.7</b>	<b>2.56</b>
<b>N presente en urea no proveniente del N captado como amoníaco, g/d</b>	<b>33.0</b>	<b>41.9</b>	
<b>N requerido para balancear la producción de urea (% del captado como aminoácidos)</b>	<b>26</b>	<b>45</b>	

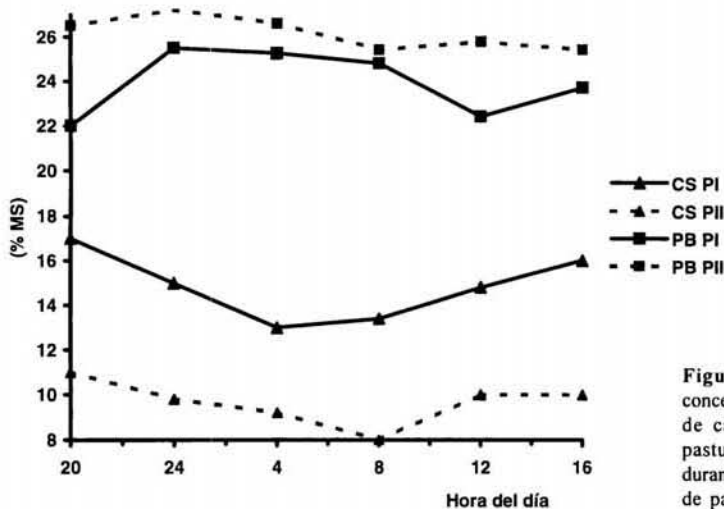
NH<sub>3</sub>-N: N amoniacal; Pippard et al. (1992)



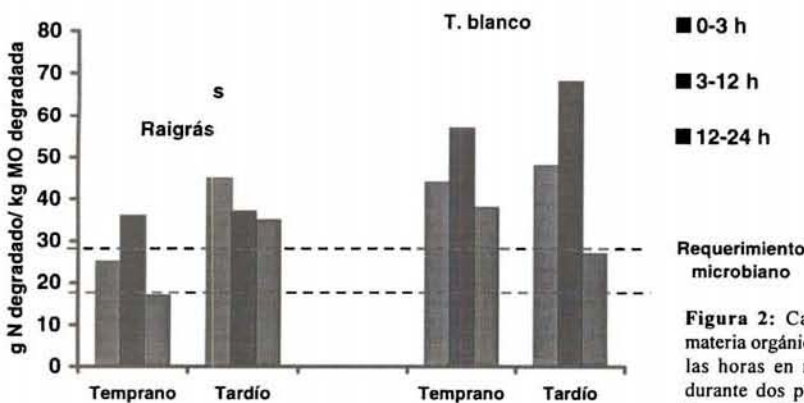
**Table 9:** Consumo de materia seca, ganancia de peso, peso de los contenidos gastrointestinales, composición de la ganancia y Energía Metabolizable por kg de forraje consumido en novillos alimentados con silajes de pasto ovillo y alfalfa tratados con formol

	Pasto ovillo	Alfalfa
Consumo MS (% PV)	1.93	2.14
Ganancia de peso, (kg/d)	.69	.82
Peso contenidos (% ganancia)	13.8	-1.5
PB (% ganancia)	17.0	19.1
Grasa (% ganancia)	11.1	17.6
Energía Metabolizable (Mcal/kg)	2.0	2.7

Valores medios de tres experimentos y dos niveles de consumo de materia seca. Adapted de Glenn (1994)



**Figura 1:** Variación diurna en la concentración de proteína bruta (PB) y de carbohidratos solubles (CS) en pasturas de raigrás perenne tomadas durante dos periodos durante la estación de pastoreo (I: temprano, II: tardío). Adaptado a partir de Van Vuuren et al. (1986).



**Figura 2:** Cantidad de nitrógeno y materia orgánica degradados a través de las horas en raigrás y trebol blanco durante dos periodos de crecimiento. Beaver and Siddons, 1986

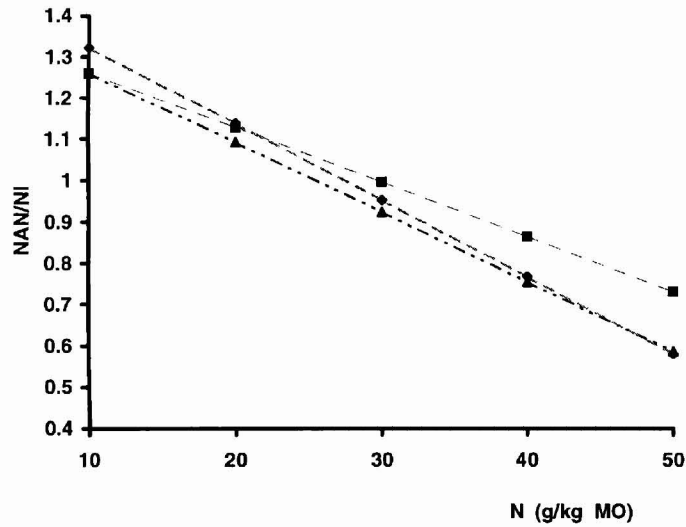


Figure 3: Relación entre el flujo duodenal de Nitrógeno No Amoniacal (como porcentaje del N consumido, NAN/NI) y el contenido de Nitrógeno del forraje (Beever et al., 1986b; Ulyatt et al., 1988 and Cruickshank et al., 1992).

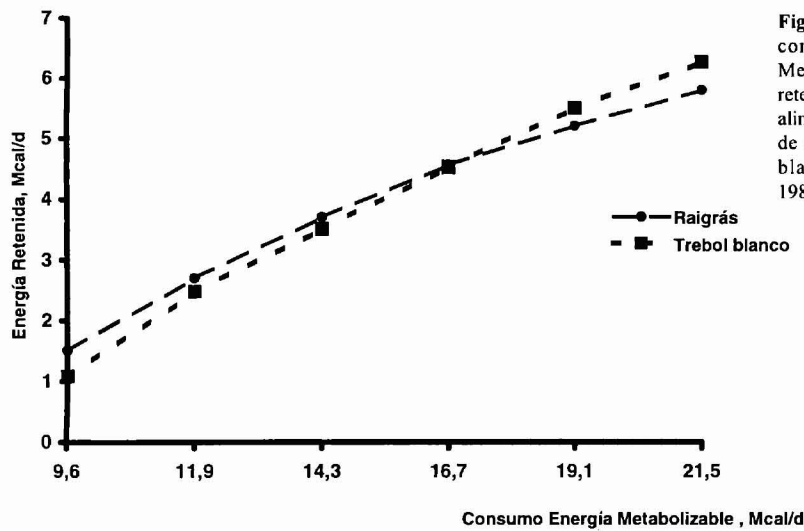


Figura 4: Relación entre el consumo de Energía Metabolizable y la energía retenida en novillos Holsteins alimentados con forraje fresco de raigrás perenne o trebol blanco. (Cammell et al., 1986).

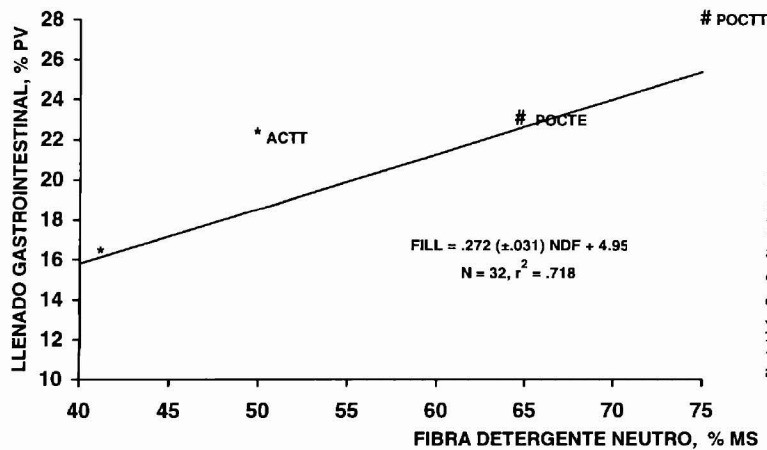


Figura 5: Llenado gastrointestinal y contenido de Fibra Detergente Neutro en silaje de alfalfa (A) y silaje de pasto ovillo (PO) en dos momentos de corte (corte temprano, CTE y corte tardío CTT en novillos Holstein (Thomson et al., 1991).