

TECNOLOGÍAS PRÁCTICAS PARA OPTIMIZAR LA UTILIZACIÓN DE ALIMENTOS EN RUMIANTES¹

R.A. Leng*, B.S. Choo y C. Arreaza

*** University of New England
Armidale, Australia**

Las tasas de crecimiento y la producción de leche de rumiantes en los países en desarrollo son generalmente bajas y a menudo representan solo el 10% del potencial genético del animal. Las razones de esa baja productividad son complejas, pero en orden de prioridad ellas pueden ser:

- La naturaleza desbalanceada de los nutrientes que provienen de la digestión de los forrajes disponibles cuando estos son ofertados sin suplementos.
- La incidencia de enfermedades y parasitismo.
- Muchas veces las condiciones climáticas desfavorables.

El uso de un genotipo de alto rendimiento en estas situaciones es muchas veces irrelevante, porque se enfrenta al contraste de una alimentación pobre. Por otra parte, la resistencia de algunas razas a las enfermedades y las altas temperaturas es una consideración importante a tener en cuenta.

Las investigaciones en nutrición han mostrado que se pueden lograr altos incrementos en la productividad y la eficiencia animal realizando pequeños cambios en el balance de nutrientes de la dieta básica (Leng, 1991). Estos incrementos se salen del marco de estudios de laboratorio, ya que han sido observados también en condiciones de

producción a nivel de fincas pequeñas (NDDDB, 1989) y sin alteración de otras prácticas de manejo. Ello ilustra el alto impacto potencial que tienen las estrategias de alimentación bajo estas condiciones.

El aumento de la producción de carne y leche es solo un beneficio. El mejoramiento de las condiciones físicas del animal tiene un impacto sobre los niveles reproductivos. La edad a la pubertad de las novillas decrece y el intervalo interpartal de las vacas adultas disminuye.

El incremento en la eficiencia de la utilización de los forrajes por los animales, unido al perfeccionamiento de los niveles reproductivos, producen un incremento en producción de hasta 5 veces sin alteraciones de los recursos de la dieta básica. Esto se complementa con la identificación y el suministro de nutrientes catalíticos críticos deficientes en la dieta y el posterior balance de la disponibilidad de nutrientes con los requerimientos de los animales.

En general, los suplementos requeridos son una fuente de nitrógeno fermentable, minerales para los organismos del rumen y de proteína que no se degrada en el rumen y pasa rápidamente al tracto inferior para incrementar el suministro de aminoácidos al organismo.

¹ Traducción del capítulo "Practical technologies to optimise feed utilisation by ruminants", publicado en el libro **Legume trees and other fodder trees as protein sources for livestock** (Eds. Andrew Speedy & Pierre-Luc Pugliese). FAO. Roma, 1992

En muchos países estos suplementos están disponibles. En otros existe la necesidad de identificar fuentes alternativas, las cuales deben suministrarse en forma y cantidad apropiadas.

En muchas áreas pastoriles del mundo, el recurso básico es el pasto, el cual resulta generalmente bajo en proteína total y N fermentable. Frecuentemente se hace difícil localmente identificar una fuente de proteína pasante. Se necesita desarrollo e investigación para producir, de forma económica, suplementos en los centros de altas densidades de poblaciones de rumiantes. En las regiones dedicadas a pastoreo, particularmente en las áreas semiáridas, los árboles forrajeros, las semillas y las vainas representan, en grado máximo, una fuente potencial de alimentos proteicos que pueden ser usados como suplemento para proveer nitrógeno soluble, proteína pasante y una fuente de minerales. Al ser usados crean un ambiente en el rumen que provoca una mejor fermentación y digestión de los forrajes de baja calidad.

En adición a esto, en las zonas secas estos suplementos representan la mayor fuente de vitamina A.

LOS RECURSOS FORRAJEROS EN LOS PAÍSES EN DESARROLLO

La producción de cultivos y la ganadería en los países en desarrollo se han duplicado en los últimos 30 años; sin embargo, la demanda de alimentos se ha incrementado en un plano aun mayor, lo que ha provocado que aumenten las importaciones de alimentos en un 10% aproximadamente cada año. En estos países los incrementos en producción animal se producen mediante el aumento del número de animales. Los niveles de producción individuales se mantienen bajos o se han elevado en una menor extensión (Jackson, 1981).

La demanda de alimentos para el consumo humano en el tercer mundo tiende a aumentar y teniendo en cuenta que las áreas de cultivo están casi todas utilizadas en el presente, se prevé que los pastos cultivados escasearán en estos países. Es por ello, que el rumiante tendrá que depender básicamente de forrajes ricos en carbohidratos complejos, los cuales no se digieren por las enzimas intestinales y, por consecuencia, requieren de una digestión fermentativa. Estos incluyen forrajes y residuos de cultivos que no pueden ser usados por animales monogástricos; no obstante, pueden ser empleados eficientemente por los rumiantes. La habilidad de los rumiantes de convertir los materiales residuales en productos útiles, además de su posibilidad de ser usados como animales de carga y trabajo, les asegura que permanezcan como una especie importante en el futuro que se avizora.

La necesidad creciente de tierra para la producción de cultivos indica que los rumiantes continuarán usando fundamentalmente residuos de cosecha, subproductos industriales y pastos de áreas relativamente infértiles. Las características comunes de estos alimentos son su baja digestibilidad, el escaso contenido de proteína y bajos componentes minerales.

PRODUCTIVIDAD ANIMAL DE LOS RECURSOS ALIMENTICIOS DISPONIBLES

Un concepto erróneo que se encuentra en la literatura científica lo es la afirmación de que la baja productividad de los rumiantes se debe a la pobre densidad energética (baja digestibilidad) de los alimentos forrajeros. Existe abundante evidencia que muestra que la baja productividad se debe principalmente a una pobre utilización de los alimentos como consecuencia de un déficit de nutrientes esenciales en la dieta. Estos nutrimentos deficitarios pueden ser aquellos que resultan imprescindibles para el crecimiento de la microflora del rumen o los que se necesitan

para balancear los productos de la digestión que son absorbidos para cubrir los requerimientos. Estos planteamientos se discuten en detalle en un trabajo publicado por Leng (1991). La ineficiente utilización de los nutrientes trae aparejada consigo un incremento en el calor metabólico, el cual ejerce una importante influencia en la producción de los animales del trópico. El estrés de calor, unido a las altas temperaturas ambientales y la humedad, provocan un descenso en el consumo de forrajes de baja calidad en los países tropicales (Leng, 1989). Este consumo puede incrementarse regularmente (aunque no siempre) hasta 80-100 g/kg^{0.75}/día al utilizarse una fuente de proteína sobrepasante que corrige el balance de nutrientes (fig. 1).

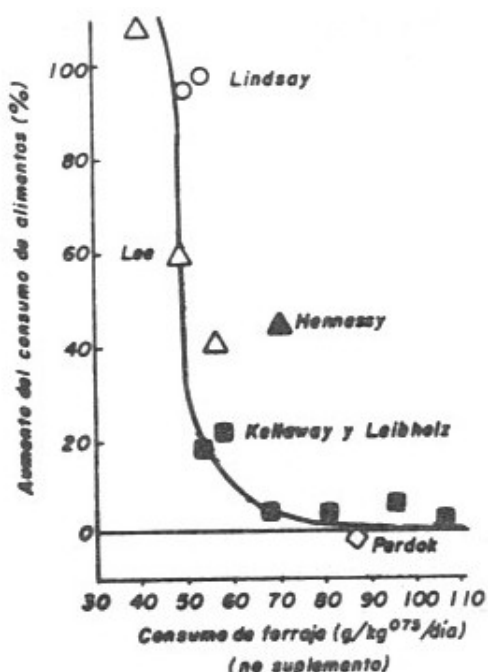


Fig. 1. Consumo de forrajes de baja digestibilidad suplementados o no con proteína pasante o proteína pasante más urea (Lindsay y Loxton, 1981; Lindsay *et al.*, 1982; Hennessy, 1984; Perdok, 1987; Kellaway y Leibholz, 1981).

En los trópicos, el ganado no necesita contrarrestar el estrés de frío, por lo que requiere menos alimentos para su

mantenimiento. Si ellos son capaces de procesar los nutrientes necesarios para el proceso de oxidación y mantenimiento de la temperatura corporal, entonces serían más eficientes que los animales de clima templado. La energía sobrante, sin embargo, debe ser suplementada con proteína para asegurar una apropiada relación proteína-energía en los nutrientes absorbidos. Por esta razón, los requerimientos en aminoácidos son mayores para el ganado de los trópicos, incluso con el mismo tipo de alimento, en relación con los animales de los países templados.

MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE LOS RUMIANTES CON FORRAJE DE BAJA DIGESTIBILIDAD

Los fundamentos y conceptos en los cuales se centrara la siguiente discusión fueron revisados por Preston y Leng (1987) y Leng (1989; 1991). El concepto básico es que los rumiantes alimentados con forrajes de baja calidad requieren de una suplementación con nutrientes altamente deficientes para optimizar la productividad. Los suplementos requeridos deben:

- Corregir la deficiencia de nutrientes para los microorganismos del rumen.
- Incrementar la proporción de proteína (aminoácidos absorbidos) con relación a la energía (AGV) disponible de la digestión, lo que se corresponde más cercanamente con los requerimientos de los animales.

Digestión fermentativa del rumen

La digestión fermentativa anaeróbica en el rumen provee células microbianas (las cuales suministran la proteína (P) al animal) y AGVs (E) (la mayor fuente de sustrato oxidable). La escasez de nutrientes en el rumen causa una baja eficiencia en el crecimiento microbiano y por ende una baja relación P/E. El déficit de cualquier nutriente requerido para el

crecimiento microbiano provoca una relación P/E baja en los nutrientes absorbidos. Si se asegura una digestión microbiana en el rumen sin limitaciones de nutrientes mediante la suplementación, automáticamente mejora la relación P/E en los nutrientes disponibles para el animal.

El suministro de un alimento proteico en el cual la proteína resulta insoluble, o lo que es lo mismo, no se degrada por los microorganismos del rumen, es la mejor forma de suplementación para ajustar la relación P/E. Esta relación parece ser el principal factor que

controla la eficiencia de la utilización de los alimentos y el desglose de los nutrimentos en varios componentes de producción (Leng, 1991).

La proporción de proteína microbiana en relación con los AGV producidos y los efectos de la suplementación que provee de un ambiente óptimo para el crecimiento eficiente de los microorganismos, se hace menos importante donde la proteína sobrepasante es completamente digerida en el rumen (tabla 1).

Tabla 1. Los efectos sobre la relación P/E en los nutrientes absorbidos de la suplementación con proteína pasante en ganado con una pobre u óptima población microbiana en el rumen. Los valores están calculados para una novilla que digiere 4 kg de MS en el rumen (Leng, 1982).

Ambiente ruminal	Proteína pasante (g/d)	Células microbianas producidas (g/d)	Proteína microbiana (g/d)	AGV producido (MJ)	P/E proteína (g/MJ)
Deficiente	0	830	500	41	12
Suplementos	0	1 630	1 010	30	33
Deficiente**	400	830	500	41	22
Suplementos	400	1 680	1 010	30	47

* Relación de la proteína microbiana más la proteína de la dieta con la energía de los AGV

** Aunque se considera que el ambiente ruminal no cambia con la adición de harina proteica, en realidad puede haber sido mejorado pero no optimizado hasta el punto en que si se hubiera utilizado bloques de miel urea. La relación P/E es, por lo tanto, sub-estimada

Se discuten todos estos cálculos teóricos para hacer énfasis en las grandes variaciones que pueden ocurrir en la relación P/E (desde 12 hasta 50), en los nutrientes absorbidos por los rumiantes alimentados con dietas desbalanceadas y balanceadas con suplemento a un mismo nivel de alimentación. En una dieta suplementada con altos niveles de proteína pasante, los microorganismos del rumen no necesitan de un crecimiento altamente eficiente debido a que la digestibilidad es óptima.

Las normas de alimentación: ¿Son ellas realísticas?

La conexión de la relación P/E con la eficiencia de la utilización de los alimentos

tiene un gran efecto en las ganancias, la producción de leche y los resultados reproductivos. Los niveles de producción que se obtienen cuando la relación P/E se incrementa han sido muy superiores a lo predicho por las normas de alimentación actuales, las cuales se basan en la energía metabolizable de los alimentos (fig. 2). Esto ilustra las marcadas diferencias que se obtienen cuando los suplementos ricos en proteína son suministrados al ganado alimentado con dietas bajas en energía.

La aplicación del concepto básico de nutrición balanceada puede mejorar en 2 ó 3 veces el crecimiento animal y mucho más que 6 veces la eficiencia del crecimiento animal por encima de los estimados previos (un rango de 2-10 veces). Aunque las ganancias de peso en

el ganado alimentado con dietas basadas en forrajes son bajas, en comparación con los que se alimentan con dietas de granos, los primeros también podrían ser eficientes para convertir los alimentos en ganancia de peso vivo.

Se acepta que la baja producción del ganado vacuno en los países en desarrollo es el resultado de una pobre base alimenticia y de una baja eficiencia de conversión de los alimentos. Esto no es sostenible por más tiempo y debe darle ímpetu a aquellos que desarrollan la producción animal en los países

del tercer mundo, donde la aplicación de nuevas tecnologías de alimentación ha traído consigo efectos en el mejoramiento de la reproducción, incrementos del por ciento del rebaño en producción y también incrementos de la rentabilidad del rebaño. Los beneficios de una reproducción mejorada pueden incluso reflejarse directamente en las ganancias de peso vivo o en los rendimientos de leche *per se*. Sin embargo, el reto que queda es desarrollar los suplementos necesarios y utilizarlos con los animales en diferentes sistemas de producción.

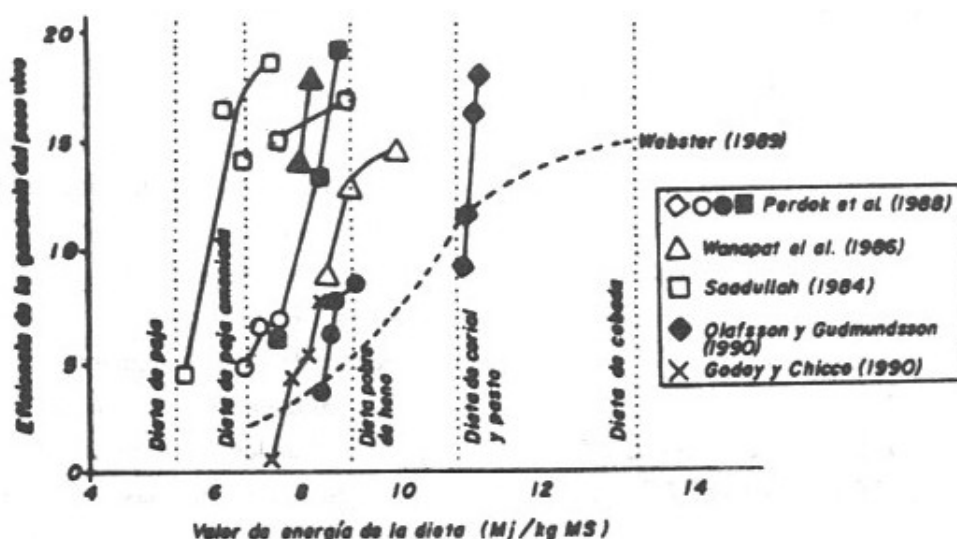


Fig. 2. Relación esquemática entre la calidad de la dieta (energía metabolizable/kg de MS) y la eficiencia de conversión del alimento (g de ganancia de peso vivo/MJ EM) (tomado de Webster, 1989). Las relaciones fueron encontradas, en la práctica, en ganado alimentado con paja sola o paja tratada con amoníaco, con incrementos en el nivel de suplementación en Australia (Perdok *et al.*, 1988). Tailandia (Wanapat *et al.*, 1986) y Bangladesh (Saadullah, 1984). También se muestran relaciones desarrolladas recientemente para ganado alimentado con ensilaje y suplementado con proteínas de pescado (Olafsson y Gudmundsson, 1990) y pastos tropicales suplementados con harina de semillas de algodón (Godoy y Chicco, 1990).

APLICACIÓN DE LAS NUEVAS ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN

No obstante a que los principios de la alimentación con proteína pasante para aumentar la productividad se conocen hace

muchos años, su aplicación ha sido lenta por los siguientes motivos:

- El deseo de muchos científicos de permanecer utilizando las normas de alimentación establecidas durante 20 años, las cuales parecen ser totalmente

- inapropiadas para la mayoría de los sistemas de alimentación.
- Las constantes polémicas acerca de los mecanismos de acción de la suplementación con proteína, lo cual ha opacado los principales resultados.
- La incapacidad de los científicos de comunicarse con los productores y a su vez la poca fe de estos últimos en los científicos.
- La escasez de proteína, minerales y nitrógeno no proteico en las áreas ganaderas.

Sin embargo, la aplicación extensiva del uso de suplementos altos en proteína pasante ha tenido lugar en la India, a través de las iniciativas del Departamento (Junta) Nacional de Leche de la India (NDDB). Por las mismas razones expuestas anteriormente, el progreso fue lento inicialmente (el desarrollo comenzó en el año 1980), pero va de forma acelerada en estos momentos, lo que se manifiesta en que la mayoría de las fábricas de pienso de la India se dedicarán a la producción de

suplementos con proteína pasante en los próximos 5 años. En el presente se están utilizando alrededor de 2001 de alimento proteico no pasante en la alimentación diaria de vacas lecheras, propiedad de los campesinos de la parte central de la India. En muchas ocasiones esto está acompañado del uso de los bloques de miel-urea para proveer un amplio espectro de nutrientes para los microorganismos del rumen (NDDB, 1989).

La producción de leche mensual de una cooperativa lechera del distrito Kedah de la India, la cual cambió del método tradicional de alimentación al nuevo método de suplemento con un 30% de proteína de alta capacidad pasante, aparece en la figura 3. Se muestra la recolección de la leche de los 5 años previos al cambio y la de 26 meses posteriores a la introducción del nuevo sistema de alimentación. Las investigaciones en la localidad confirman que las respuestas en producción de leche hacia los nuevos suplementos están en concordancia con los incrementos observados en la leche recolectada (Leng y Kunju, 1988).

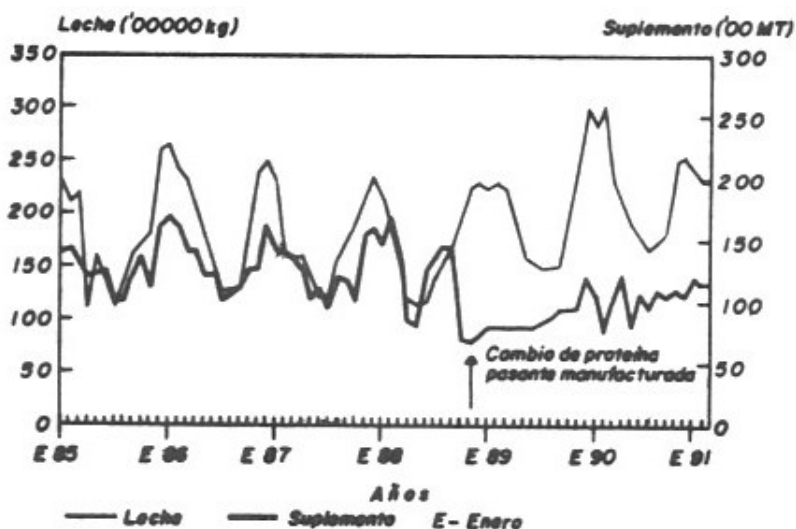


Fig. 3. Datos de la recolección de leche y las ventas de suplemento para la cooperativa lechera del distrito de Kedah en la India, cuando los conceptos tradicionales (1985-1987) y siguiendo (1ero. de diciembre de 1988) su reemplazo con peles elaborados con un 30% de proteína sobrepasante (datos proporcionados por NDDB).

Los efectos del cambio en la estrategia de alimentación parecen ser un incremento de un

30-50% en la producción de leche desde el 1ero. de diciembre de 1988 al 1ero. de

diciembre de 1989. Un aumento similar se observó posteriormente en 1989-1990 (datos no publicados), el cual puede provenir del efecto del mejoramiento de los parámetros reproductivos y del incremento de la proporción de vacas en ordeño como resultado del mejoramiento de la alimentación.

LA ESTRATEGIA APROPIADA

Para asegurar una utilización máxima de los recursos alimenticios locales en los países desarrollados, los suplementos apropiados son:

- Una combinación de minerales y una fuente de nitrógeno para los microbios del rumen.
- Suministro de proteína con una proporción sustancial de proteína pasante.

Cubrir los requerimientos con suplementos apropiados

En la mayoría de las áreas del mundo no es práctica la identificación de los micro y macro minerales que se encuentran deficientes en una dieta básica de forrajes, ya que estos varían de un sitio a otro y de un año a otro. El método más práctico es tratar de proveer a los animales de una mezcla de minerales, de forma que sea lo más económicamente posible. Un extracto concentrado de plantas, así como las mieles, pueden proveer estos tipos de mezclas, lo cual podría fortalecer las dietas en áreas donde el conocimiento local no abarca estas deficiencias específicas. Un ejemplo de esto lo constituye las mezclas de miel (tanto de caña como de remolacha) con aceite de palma concentrado, las cuales ofrecen fuentes beneficiosas de minerales. Estas mezclas son también altamente palatables para el ganado e importantes para encubrir fuentes de nutrientes poco palatables en los suplementos.

En los lugares donde los forrajes están maduros y secos, el follaje de los árboles u

otro tipo de forraje verde puede contribuir a incorporar minerales deficientes.

Las mezclas de sales minerales se encuentran comercializadas en la mayoría de los países. Usualmente tienen un alto contenido de sal y solamente cantidades menores de elementos trazas. En la práctica algunos materiales, como por ejemplo las mieles, son superiores a estas mezclas, ya que presentan una mayor cobertura de todos los minerales requeridos y además son fuentes valiosas de otros nutrientes (ej. Vitamina B) y una pequeña cantidad de energía fermentable. Además, debe puntualizarse que al suplementarse con harinas proteicas, estas frecuentemente proveen cantidades adecuadas de minerales esenciales como el fósforo.

Suplementación de los microorganismos del rumen con amoníaco/urea

El otro requerimiento de la flora microbiana es una fuente de nitrógeno no proteico (NNP), frecuentemente la urea. Esta se administra comúnmente junto con los minerales y su concentración en tales mezclas raramente excede el 10-15% de las mismas. Sin embargo, para un balance suficiente de amoníaco en el rumen en dietas de forrajes pobres en nitrógeno, es usual proveer un consumo de alrededor de 50-100 g de urea por vaca en los bloques de miel-urea.

Resultados obtenidos en la India sugieren que las mezclas de minerales con urea deben ofrecerse *ad libitum* en forma de bloques multinutricionales, lo cual le permite al animal cierto grado de selección. Existen indicaciones de que el animal puede aprender a controlar el consumo de urea hasta un nivel óptimo. En Indonesia, los efectos combinados de NNP con minerales en forma de bloques de miel-urea, han provocado un gran impacto en la producción de los rumiantes alimentados bajo un sistema de corte y acarreo de pastos tropicales (tabla 2) (Hendratno *et al.*, 1991).

Tabla 2. Efecto de la suplementación con bloques de miel-urea-minerales en las ganancias de novillos Friesian-Holstein, Ongole y carneros y cabras en un sistema de corte y acarreo de pastos en Indonesia (Hendratno *et al.*, 1991).

Animales	N (g/día)	Ganancia		Incremento en producción (%)
		-BMUM	+BMUM	
Novillos Friesian-Holstein	156,3	210	560	166
	171,3	400	810	102
Novillos Ongole	161,0	333	526	57
	204,0	478	465	-2,7
	291,0	388	822	111
	110,0	183	403	120
Carneros (locales)	30,4	36	67	86
	31,5	140	316	126
Cabras	31,7	40	88	120
Cabritas	51,7	91	105	15

Basado en los datos recolectados por los servicios ganaderos de Java Central y Oriental

Suplementos de proteína sobrepasante

Frecuentemente resulta difícil, e inclusive muy caro, suministrar proteína sobrepasante al ganado de pequeños campesinos. También existe muy poca información acerca de las fuentes de proteína locales disponibles, particularmente sobre la protección de estas harinas proteicas de la degradación ruminal. Generalmente las tortas de aceite de semillas, las harinas de pescado que han sido secadas con fuego, y otras fuentes proteicas tratadas con calor, tienen una protección considerable de la degradación ruminal. El grado de protección aumenta en las harinas proteicas mediante el proceso de peletizado en presencia de glucosa o fructosa libre, como ocurre en las mieles (observaciones no publicadas).

Identificación de fuentes de proteína

Algunos países son afortunados por tener grandes cantidades de residuos de cultivos altos en proteína, la mayoría de los cuales presentan un aceptable grado de protección obtenido mediante métodos de procesamiento. Estos materiales pueden usarse directamente por el campesino o pueden ser procesados en los molinos existentes para la producción de suplementos, que pueden ser fortalecidos con minerales.

En muchos países con grandes extensiones de sabanas y áreas de pastos, donde los problemas de producción son esencialmente los mismos que en aquellos países que alimentan el ganado con residuos de cultivo, los recursos proteicos pueden estar no disponibles o quizás son difíciles de obtener.

La mayoría de los forrajes leguminosos, las legumbres, las hojas de los árboles y las frutas que pueden encontrarse en esas áreas, contienen una proteína altamente soluble, la cual se fermenta fácilmente en el rumen. Estos productos, si se usan como suplemento, suministran una fuente valiosa de amoníaco y minerales (ellos poseen alrededor de 0,5-1% de fósforo). Lo antes mencionado incrementa la producción del ganado que se alimenta con

forrajes pobres en proteína, pero cuando se suministra en pequeñas proporciones de la dieta, proveen muy poca proteína sobrepasante, ya que la misma se degrada rápidamente en el rumen.

La suplementación con miel-urea o con forraje de *Gliricidia* al ganado que pastaba *Brachiaria decumbens*, produjo similares incrementos de producción (tabla 3).

Tabla 3. Efecto de la suplementación en las ganancias de peso vivo de vacas (6 por grupo) que pastaban *Brachiaria decumbens* en la época lluviosa. Suplementos minerales ofertados con miel-urea al 10% o con forraje de *Gliricidia*.

Tratamientos	Amoniaco en rumen (g N/L)	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Ganancia de peso vivo (g/día)
Sin suplementación	50	194	244	580
+ <i>Gliricidia</i>	170	204	266	717
+ Miel/urea	250	203	269	751

Fuente: (ICA, 1988)

Esto indica el valor de un árbol forrajero con un alto nivel de proteína como estimulador del rumen, pero a la vez ilustra que esos efectos son limitados a reacciones o respuestas en el rumen.

CONCLUSIONES SOBRE LA SUPLEMENTACIÓN

La discusión anterior define y aclara las estrategias potenciales con que se cuenta para garantizar los suplementos que se requieren para un uso óptimo y eficiente de los forrajes de baja calidad en áreas marginales, donde escasean los recursos proteicos o nitrogenados. Las estrategias deben estar encaminadas a encontrar forrajes, semillas,

vainas, etc., que tengan un alto contenido proteico y mineral. Estos materiales pueden ser usados entonces como suplementos catalíticos que proveen al rumen de proteína soluble y minerales, o también la proteína puede ser tratada para su protección y convertirse en una fuente proteína sobrepasante. Se pueden usar también en combinación con los bloques de miel-urea, protegiendo la proteína de las hojas, y además como un recurso de proteína sobrepasante local cuando la proteína de las hojas no se protege. En este caso las hojas de los árboles ocupan un lugar preponderante, ya que los mismos presentan un sistema radicular profundo y garantizan un forraje fresco, particularmente en la época de seca.

Procesamiento de la proteína local para convertirla en proteína sobrepasante

Existe un cúmulo de técnicas de procesamiento adecuadas y efectivas para tratar las fuentes proteicas locales, que convierten a la proteína en un compuesto no fermentable en rumen, pero les permite conservar su digestibilidad en los intestinos. De forma general esto incluye tratamientos químicos con formaldehídos y aldehídos, taninos e incluso azúcares simples como la glucosa y la xilosa, que son agentes que cruzan los enlaces de la cadena proteica con aminoácidos. Estas reacciones químicas frecuentemente requieren que la fuente proteica sea calentada durante el procesamiento.

En este sentido, Goering y Waldo (1974) encontraron efectos significativos en la producción animal en dietas con alfalfa, la cual fue secada a diferentes temperaturas.

En sentido general, se observa que a mayor temperatura de secado, mayor será la retención del nitrógeno por el animal. Más recientemente, Lewis *et al.* (1988) demostraron que un calentamiento moderado unido a una pequeña cantidad de xilosa, es un método efectivo para proteger la proteína de la harina de soya (tabla 4). La xilosa se puede producir mediante la hidrólisis ácida de algunos materiales fibrosos como lo son el bagazo y la corteza de semillas de algodón. Los efectos de la protección de la proteína de un forraje de alfalfa sobre la productividad de carneros se muestra en la tabla 5 (Arreaza *et al.*, datos no publicados).

Existe una gran necesidad de investigar en los métodos de protección de la proteína de los forrajes, hojas de árboles, semillas, frutas, vainas, etc., ya que los mismos se encuentran disponibles en todas las áreas de pastos del mundo, pero deben ser usados de un modo apropiado como fuentes de alimentos suplementarios.

Tabla 4. Efecto de la suplementación con harina de soya tratada o no con licor de sulfito a 200°F durante dos horas en las ganancias del ganado alimentado con dietas básicas de forraje + concentrado.

	Ganancias de PV (g/día)
No suplementado	591
Forraje + 7 % de harina de soya	673
Forraje + 9 % de harina de soya + 10 % licor de sulfito	823
Forraje + 8 % de harina de soya + 5 % licor de sulfito	841

LOS ÁRBOLES COMO FUENTE DE PROTEÍNA, NITRÓGENO SOLUBLE Y MINERALES EN LAS ÁREAS DE PASTIZALES

Cierta cantidad de autores se han referido al poco porcentaje de biomasa de pastos que actualmente es consumido por los animales en

pastoreo en zonas extensivas de las regiones áridas y semiáridas (Ellis y Swift, 1988). La mayoría de las tierras dedicadas a pastos están altamente lixiviadas y las pasturas contienen un bajo potencial para cubrir los requerimientos de nutrimentos de los rumiantes. Se calcula que solo alrededor del 10-30% de la biomasa de los pastos es usada

frecuentemente por los animales en pastoreo. Los árboles pueden producir una cantidad considerable de biomasa comestible. Por

ejemplo, el árbol *Prosopis juliflora* produce hasta 440 kg de vainas comestibles por año.

Tabla 5. Ganancia de peso vivo y producción de lana de ovejas alimentadas con paja de avena y alfalfa tratada o no con xilosa.

Tratamientos	Consumo de paja de avena (g MS/día)	Ganancia de PV (g/día)	Tasa de conversión alimentaria (g/día)	Crecimiento de la lana (g/día)
A x 0	690	44	22	9 ^a
A x 1	795	69	16	11 ^b
A x 2	693	50	20	9 ^a

A x 0 = 220 g MS/día alfalfa

A x 1 = 220 g MS/día alfalfa con 0,5% de xilosa

A x 2 = 220 g MS/día alfalfa tratada con 1% de xilosa

a,b Medias con superíndices diferentes difieren estadísticamente ($P < 0,05$)

Normalmente su producción promedia los 200 kg, con un contenido de alrededor del 16% de proteína cruda (Riveros, F., comunicación personal). La proteína de estas vainas es casi toda soluble. Compare esto con la biomasa usual de 250 kg de materia seca por hectárea proveniente de un pasto nativo de baja calidad de América del Sur. La combinación de los árboles con los pastos sería, obviamente, un desarrollo altamente deseado para la producción animal.

CONCLUSIÓN GENERAL

Las necesidades de investigar son obvias. Las investigaciones locales en regiones con densidad de ganado deben, inicialmente, identificar las fuentes actuales y potenciales de proteína que poseen. Deben establecerse entonces, mecanismos de cosecha y procesamiento de la proteína para la elaboración de concentrados, y si fuera necesario protegerla de la degradación ruminal. Finalmente, tienen que establecerse

los medios apropiados para el uso tanto de las proteínas/minerales procesados como no procesados, con el objetivo de optimizar la eficiencia de la producción animal.

GENERAL CONCLUSION

The research needs are obvious. Local research in centres of cattie density must initially identify actual or potential protein sources. They must then establish mechanisms for harvesting and processing the protein to concentrate it, if necessary, and protect it from rumen degradation. Finally, appropriate means for using both the processed and unprocessed protein/minerals to optimise the efficiency of animal production must be established.

REFERENCIAS

- ARC. 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. Agricultural Research and Council. Commonwealth Agricultural Bureaux. Slough. England

- ELLIS, J.E. & SWIFT, D.M. 1988. Stability of African pastoral ecosystems: alternative paradigms and implications for development ***Journal of Range Management***. 41:450-459
- GODOY, S. & CHICCO, C. 1990. ***Annual Report***. FONIAP. Maracay. Venezuela
- GOERING, H.K. & WALDO, D.R. 1974. Processing effects on protein utilization by ruminants. In: Proceedings of the 1974 Council nutrition conference for feed manufacturers. Council University, Ithaca, New York
- HENDRATNO, N., NOLAN, J.V. & LENG, R.A. 1991. The importance of urea-molasses multi nutrient blocks for ruminant production in Indonesia. In: IAEA meeting
- HENNESSY, D.W. 1984. The role of protein in improving production of cattle grazing native pastures in sub-tropical New South Wales. Ph.D. Thesis. University of New England, Armidale, Australia
- ICA. 1988. ***Report***. La Libertad, Villaviecentio, Colombia
- JACKSON, M.G. 1981. A new livestock development strategy for India. ***World Animal Review***. 37:2-8
- KELLAWAY, R.C. & LEIBHOLZ, J. 1981. Effects of nitrogen supplements on intake and utilization of low quality forages. In: Recent Advances in Animal Nutrition in Australia. D.J. Farrell (Ed.), University of New England Publishing Unit, Armidale, Australia, pp. 66-73
- LENG, R.A. 1982. Modification of rumen fermentation. In: Nutritional Limits to Animal Production from Pastures. J.B. Hacker (Ed.), CAB. Farnham Royal. U.K. pp. 427-453
- LENG, R.A. 1989. Reducing methane emissions from ruminants in developing countries by using nutritional supplements. ***Report to the U.S. Environmental Protection Agency***
- LENG, R.A. 1991. Factors affecting the utilization of 'poor-quality' forages by ruminants particularly under tropical conditions. ***Nutrition Research Reviews*** 3 (in press)
- LENG, R.A. & KUNJU, P.J.G. 1988. A new approach on protein nutrition for ruminants. Report published by the NDDB, Anand, India
- LEWIS, M.; KLOPFENSTEIN, B.R. & WINOWISKI, T. 1988. Non-enzymatic browning with sulphite liquor reduces rumen degradation of soyabean meal. ***Beef Cattle Report*** (Nebraska) 1988:48-51
- LINDSAY, J.A. & LOXTON, I.D. 1981. Supplementation of tropical forage diets with protected proteins. In: Recent advances in animal nutrition in Australia. D.J. Farrell (Ed.), University of New England, Armidale, Australia, p. 1A (abstract)
- LINDSAY, J.A.; MASON, G.W.J. & TOLEMAN, M.A. 1982. Supplementation of pregnant cows with protected proteins when fed tropical forage diets. Proceedings of the Australian Society of Animal Production. 14:67-78
- N.D.D.B. 1989. ***Annual Report of the National Dairy Development Board***. NDDB, Anand, India
- OLAFSSON, B.L. & GUDMUNDSSON, O. 1990. Utilization of fisheries by-products as supplements fed with roughages to ruminants. Presented at 2nd Research Coordination Meeting on Development of feeding strategies for improving ruminant productivity in areas of fluctuating nutrient supply through the use of nuclear and related techniques, Oct 1990, Thailand, FAO/IAEA
- PERDOK, H.B. 1987. Ammoniated rice straw as a feed for growing cattle. Ph.D. Thesis, University of New England, Armidale, Australia
- PERDOK, H.B.; LENG, R.A.; BIRD, S.H.; HABIB, G. & VAN HOUTERT, M. 1988. Improving livestock production from straw-based diets. In: Increasing Small Ruminant Productivity in Semi-arid Areas. E.F. Thomson and F.S. Thomson (eds.), ICARDA, Syria. pp. 81-91

- PRESTON, T.R. & LENG, R.A. 1987. Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and subtropics. Penambul Books, Armidale
- SAADULLAH, M. 1984. Studies on utilisation of rice straw by cattle. Ph.D. Thesis, Royal Veterinary College, Copenhagen
- WANAPAT, M.; DUANGCHAN, S.; PONGPAIROTE, S.; ANAKEWIT, T. & TONGPANUNG, P. 1986. Effects of various levels of concentrate fed with urea-treated rice straw for purebred American Brahman yearling cattle. In: Ruminant feeding systems utilizing fibrous agricultural residues-1985. R.W. Dixon (ed.). Proceedings of the 5th Annual Workshop of the Australian-Asian Fibrous Agricultural Residues Research Network. IDP, Canberra. pp. 149-153
- WEBSTER, A.J.F. 1989. Bioenergetics, bio-engineering and growth. ***Animal Production***. 48:249-269

Recibido el 4 de octubre de 1994