

## CAPÍTULO XXII

### SUPLEMENTACIÓN PROTEICA EN BOVINOS DE DOBLE PROPÓSITO

- I INTRODUCCIÓN
- II ANIMALES EN CRECIMIENTO POST DESTETE
- III VACAS EN LACTACIÓN
- IV CONCLUSIONES
- V LITERATURA CITADA

Jorge Combellas

## I. INTRODUCCION

La suplementación nutricional constituye un alto porcentaje de los costos directos en la explotaciones de leche y doble propósito en Venezuela y dentro de ella el componente proteico se caracteriza por su elevado precio en comparación con las fuentes energéticas. La suplementación proteica en bovinos de doble propósito ha sido una línea prioritaria en el Instituto de Producción Animal durante los últimos diez años, y se ha hecho especial énfasis en dos grupos fisiológicos: el animal en crecimiento postdestete y la vaca en producción de leche.

A continuación se hará un breve resumen sobre las vías de utilización del nitrógeno (N) en el alimento con la finalidad de introducir los objetivos de las líneas de investigación relacionados con la suplementación nitrogenada en bovinos de doble propósito que se han desarrollado en el Instituto. Mas detalles sobre estos aspectos se pueden conseguir en algunas publicaciones especializadas en el tema (1,2,3).

Las fuentes de N del alimento se pueden clasificar en dos grandes grupos: las proteicas y las de N no proteico (NNP). Las fuentes proteicas son degradadas parcialmente en el rumen y esta fracción sumada al equivalente proteico del NNP constituye la denominada proteína degradable en el rumen (PDR). La fracción restante pasa al intestino sin ser degradada en el rumen y se denomina proteína sobrepasante (PS). La PDR es transformada por los microorganismos ruminales principalmente a amonio y en menor proporción permanecen los compuestos intermedios de su digestión, como los péptidos y los aminoácidos, y todos ellos pueden ser utilizados por otros microorganismos del mismo ecosistema ruminal (bacterias, protozoarios y hongos) para la síntesis de proteína de sus cuerpos.

La proteína microbiana constantemente sale del rumen a otros compartimientos del sistema digestivo donde es digerida por las enzimas del animal y los aminoácidos liberados son en gran parte absorbidos a nivel del intestino. Esta es la principal fuente proteica de los rumiantes y cubre en sistemas de producción como los nuestros cerca del 80% de los requerimientos de proteicos del bovino.

La simbiosis entre los microorganismos del rumen y el bovino ha sido aprovechada por el hombre para utilizar fuentes económicas y no convencionales de N como las excretas de aves y la urea para sustituir fuentes de proteína verdadera mas costosas. Sin embargo, la síntesis de proteína microbiana tiene sus límites en función de la cantidad de materia orgánica fermen-

table en el rumen (MODR) consumida por el animal, variando algo según el tipo de alimento: pastos, pajas, concentrados, ensilajes, etc. Aproximadamente se sintetizan 200g de proteína microbiana por cada kg de MODR.

La relación entre los requerimientos proteicos del rumiante y sus necesidades de materia orgánica utilizable (energía) no es constante a lo largo de su vida, habiendo etapas en las cuales los primeros se incrementan a niveles tales que la proteína de origen microbiano es incapaz de suplirlos. Estas son las primeras etapas del crecimiento hasta los 300 kg de peso aproximadamente, al final de la gestación y durante la lactación, en especial a altos niveles de producción de leche. En estos casos la proteína requerida que no puede ser satisfecha por la proteína microbiana debe ser suplida por la proteína sobrepasante. La división de la proteína del alimento en dos grandes grupos, PDR y PS, y la cuantificación de los requerimientos de los mismos es la base de los nuevos sistemas que se han impuesto en el mundo desarrollado de la década del ochenta. Desafortunadamente, los parámetros en los cuales se basan esos sistemas se han originado en países templados con alimentos distintos a los nuestros y no necesariamente pueden ser transferidos, lo cual obliga a la realización de experiencias en nuestras condiciones para poder elaborar recomendaciones prácticas.

Otro aspecto a considerar en la suplementación proteica son las necesidades de los microorganismos del rumen. Hay situaciones donde los niveles necesarios para maximizar la síntesis de proteína microbiana son insuficientes para optimizar la utilización y el consumo del alimento base ingerido por el animal, el pasto en nuestras condiciones, y se deben suplir cantidades mayores de PDR con esta finalidad.

En la actualidad no hay un parámetro práctico que nos permita cuantificar a nivel de finca si la PDR consumida por el animal es suficiente por ejemplo para maximizar esos procesos, pero se han desarrollado indicadores a nivel de laboratorio con esta finalidad mediante el uso de animales fistulados. El más utilizado es la concentración de N amoniacal en el rumen, y Leng (4) ha señalado que con pajas de cereales la concentración de este metabolito en el líquido ruminal debe ser no menor de 200 mg/l. En experiencias similares realizadas en el IPA (Cuadro 1) suministrando bloques melaza-urea a bovinos fistulados en el rumen consumiendo henos de un pasto nativo (*Trachypogon* sp.) y de estrella (*Cynodon plectostachyus*) de calidad intermedia, se observó un incremento en el consumo del primero al elevar los niveles de N amoniacal en el rumen pero no sucedía lo mismo en el caso de la estrella. Resultados anteriores obtenidos por Alvarez et al. (8) también

en este Instituto con una dieta a base de pasto elefante y tusa de maiz tratada con NaOH demuestran que los niveles requeridos de N amoniacal son inferiores con pastos tropicales. Además, Torrealba y Combellas (7) observaron en animales pastoreando swazi y guinea que estos niveles estaban por encima de 180 mg/l y la utilización del pasto no mejoraba al suplementar la dieta con gliricidia o bloques multinutrientes. Los resultados de suplementación en pajas de cereales, muy abundantes en la literatura y originados en areas templadas y en paises tropicales asiáticos, no pueden ser extrapolados a los sistemas de producción a base de pastos tropicales, de calidad inferior a los templados pero muy superior a las pajas de cereales.

Cuadro 1. Influencia de la suplementación con fuentes de N degradable sobre el consumo y algunos parámetros digestivos de bovinos.

Referencia y tratamientos	Consumo (kg MS/d)		DMS 48h % (%)	N-amoniacal (mg/l)
		Forraje Suplem.		
Heno Trachypogon (5)	4.25	-	35.5	7.4
+BM con HP	5.94	0.99	38.4	78.8
+ BM con s. algodón	6.77	1.19	38.9	141.7
Heno bermuda (6)	8.05	-	57.6	40.6
+ BM con HP	8.14	0.64	59.4	78.1
+ BM con s. algodón	8.57	0.45	61.3	71.2
Pastoreo (7)	-	-	61.2	184
+ BM	-	0.37	59.7	255
+ gliricidia (G)	-	0.72	61.6	196
+ BM + G	-	1.09	58.8	249

## II. ANIMALES EN CRECIMIENTO POSTDESTETE

Los bovinos son levantados en nuestro país fundamentalmente con dietas a base de pastos y ocasionalmente en sistemas intensivos se utilizan forrajes de corte o ensilados de maiz y sorgo. Estas dietas son en ocasiones deficientes en N y en estos casos puede haber una respuesta apreciable a la suplementación con este nutriente. Sin embargo, como se observará posteriormente, si la concentración de N de la dieta es adecuada no hay respuesta

a estos suplementos. Las experiencias realizadas en este Instituto se han reunido en dos grupos de acuerdo al tipo de N o proteína utilizado, PDR o PS.

**Suplementación con N degradable.** Las normas británicas de 1980 (1) fueron pioneras en la adopción del nuevo sistema de valoración proteica, y sirvieron de patrón para evaluar el efecto de diversos niveles de proteína degradable en el rumen. Los resultados obtenidos con bovinos en crecimiento se resumen en el Cuadro 2, evaluando distintos niveles de proteína degradable. Ofreciendo una fuente de proteína preformada como la fuente variable de proteína degradable (harina de ajonjolí) no se observaron respuestas en

Cuadro 2. Influencia de la suplementación con PDR sobre el consumo diario y la ganancia de peso de bovinos en crecimiento.

Referencia y tratamientos	Consumo (kgMS/100kg)		Ganancia de peso (kg/día)
	forraje	total	
<b>Forraje + conc. (9)</b>			
100% @ (con h. ajonjolí)	1.11	2.31	0.77
130%	1.07	2.28	0.73
160%	1.12	2.36	0.76
<b>Silaje de maíz + conc. (10)</b>			
83% (con urea)	1.23	2.36	1.03
103%	1.27	2.37	0.95
133%	1.23	2.34	0.83
<b>Forraje + conc. (11)</b>			
<b>Animales pequeños (160 kg)</b>			
75% (con urea)	1.44	2.39	0.54
100%	1.54	2.49	0.60
125%	1.49	2.51	0.56
<b>Animales grandes (231kg)</b>			
75% (con urea)	1.51	2.35	0.77
100%	1.61	2.43	0.84
125%	1.54	2.42	0.60

@ Porcentaje de los valores de PDR en las normas del ARC (1).

consumo ni ganancias de peso (9). En cambio, al elevar las ofertas de este nutriente variando las concentraciones de urea en el concentrado, se observó una disminución de las ganancias de peso en un ensayo (10) al sobrepasar los requerimientos en un 33% y hubo una tendencia a disminuir en otro al exceder en 25% los mismos(11). Estos resultados se explican por el rápido consumo del concentrado y la liberación instantanea de la urea, compuesto

de alta solubilidad en el rumen. El exceso de N amoniacal es absorbido a través de las paredes ruminales y eliminado en forma de urea en la orina con un costo energético que puede afectar los parámetros productivos y reproductivos.

Se han realizado otras experiencias para evaluar la adición de N fermentable (urea) al componente fibroso de la dieta (Cuadro 3), con la finalidad de evitar el consumo inmediato de urea al ofrecerlo en el concentrado con los efectos negativos antes señalados. En un ensayo realizado con forraje de corte (12) suplementado con 3 kg/día de concentrado, al añadir 50 g/día de urea sobre el pasto en el comedero no se incrementó el consumo ni la ganancia de peso de los animales. Pruebas más recientes con silaje de maíz, añadiendo urea durante el proceso de ensilaje, en el concentrado (13) o sobre el silaje al ofrecerlo a los animales (14) también demostraron que no hay diferencias entre éstos tratamientos. La adición de urea al silaje ocasionó un incremento

Cuadro 3. Efecto de la adición de urea al alimento fibroso sobre el consumo y la ganancia de peso en bovinos en crecimiento.

Referencia y tratamientos	Consumo (kgMS/100kg)		Ganancia de peso (kg/día)
	forraje	total	
Forraje + conc. (12)			
Sin urea	1.63	3.02	0.82
50g urea	1.64	2.92	0.82
Silaje de maíz + conc. (13)			
Sin urea	1.78	2.52	0.54
Con 0.5% urea en silaje	1.67	2.43	0.49
Silaje de maíz + conc. (14)			
Sin urea	1.69	2.34	0.61
Con 50g urea en comedero	1.67	2.30	0.68

en la concentración de N amoniacal durante las primeras horas después de ofrecer el alimento, pero luego las concentraciones se igualaron. La ausencia de efectos posiblemente se debe a que la mayor proporción del silaje es consumido pocas horas después de ofrecido (13) y el posible efecto mejorador de incrementar el N amoniacal en el rumen durante el día se pierde. La adición de urea en el silaje también tiene la desventaja de que las características del material se deterioran (13), aumentando el pH (4.1 vs 5.2), la concentración de butirato (0.2 vs 4.0%) y el porcentaje de N amoniacal en relación al N total (15.4 vs 56.5).

Otra vía de mejorar el suministro y la distribución de N degradable al rumen es mediante el uso de bloques multinutricionales recientemente introducidos al país. Su evaluación en el Instituto se comenzó en 1990 y hay pocos resultados hasta el momento. En una experiencia realizada con animales destetados pastoreando estrella en la época seca, se comparó un testigo solo con minerales, con el uso de bloques, gliricidia o la combinación de ambos (15). Las respuestas en ganancias de peso fueron pequeñas con el uso de bloques, mayores con el uso de gliricidia, y se observaron efectos aditivos al suministrar ambos suplementos a los animales (Cuadro 4). Los animales en el tratamiento testigo tuvieron solo pequeñas variaciones de peso. Estos resultados demuestran que la dieta seleccionada en estos pastizales posiblemente tiene suficiente N para cubrir sus requerimientos en función del consumo de energía, y la respuesta a los niveles de consumo de bloques cae dentro de los rangos esperados para una suplementación energética.

Las respuestas a los bloques son de esperar cuando se ofrece suficiente material alimenticio con una concentración muy baja de N. En el Cuadro 1 se observó que la respuesta animal en estas dietas es consecuencia principalmente de un incremento apreciable en el consumo del alimento base con la suplementación, y no a un incremento en la digestibilidad o utilización de ese material.

Cuadro 4. Influencia del bloque multinutricional sobre la ganancia de peso en bovinos en crecimiento.

Referencia y tratamientos	Consumo de Bloque (kg/día)	Ganancia de peso (kg/día)
Pastoreo estrella (15)		
+ minerales	-	0.20
+ BM	0.28	0.28
Pastoreo rastrojo sorgo (16)		
+ Minerales	-	0.63
+ BM	0.29	0.70

Leng (4) atribuye ese efecto a un mejor balance de nutrientes a nivel del metabolismo del animal y el cual puede limitar el consumo. Por lo tanto, si el consumo de forraje es limitado por la oferta del mismo, no se observarán respuestas significativas en los animales y eso se ha observado en experiencias realizadas con hembras de carne en pastizales de *Trachypogon* en la estación seca.

La literatura sobre bloques revisada por Preston y Leng (17) se ha generado con pajas de cereales en Asia. Una experiencia en este sentido se realizó al norte del estado Guárico suplementando animales en crecimiento pastoreando rastrojo de sorgo con bloques durante la estación seca con una carga de 1.1 animal/ha (16). Llama la atención que las respuestas al bloque fueron bastante pequeñas (Cuadro 4) y los resultados se han atribuido a la suplencia de N por otras especies, principalmente leguminosas, presentes en el rastrojo.

El uso de leguminosas arbustivas es otra práctica utilizada para suministrar PDR y ya antes se presentaron algunos resultados mostrando su superioridad sobre el bloque. El follaje de estas plantas suministra además minerales y materia orgánica de alta digestibilidad en comparación con las gramíneas (18). La más estudiada en el trópico es la leucaena (19,20), sin embargo, los estudios en el IPA se han dirigido hacia la evaluación de la gliricidia (mata ratón) por ser una planta ya existente en muchas fincas ganaderas donde es utilizada como cerca viva. Los resultados de tres experiencias realizadas en fincas de doble propósito del Estado Yaracay (Cuadro 5) demuestran las altas respuestas en ganancias de peso con este tipo de suplementos y son atribuidas en gran parte al aumento en la calidad energética de la dieta. En todas las pruebas se ofreció la gliricidia cortada, colgando las ramas en un corral a disposición de los animales por 2 a 3 horas. La principal limitante económica o social que es el corte y acarreo del material a los corrales puede ser reducida utilizando bancos de proteína con pastoreo restringido. Otra práctica sugerida recientemente por Dixon et al. (23) en

Cuadro 5. Influencia de la gliricidia sobre las ganancias de peso en bovinos en crecimiento.

Referencia y tratamientos	Consumo de gliricidia (kg/día)	Ganancia de peso (kg/día)
Pastoreo estrella (21)		
+ minerales	-	0.47
+ gliricidia (G)	0.60	0.65
Pastoreo estrella (22)		
+ minerales	-	0.40
+ G (2 días/semana)	0.37	0.44
+ G diaria	0.47	0.51
Pastoreo estrella (15)		
+ minerales	-	0.20
+ BM	-	0.28
+ G	0.46	0.36
+ BM + G	0.51	0.40

pajas de cereales y la cual consiste en ofrecer la leguminosa cada tres días para mantener un nivel adecuado de N fermentable resultó en ganancias inferiores al tratamiento con oferta diaria de gliricidia (22) en uno de los ensayos realizados en Yaracuy. Las diferencias son atribuibles a la restricción en el consumo de este material de mayor calidad energética. En esta experiencia también se evaluó la suplementación con harina de pescado como un segundo factor y no se observaron respuestas al mismo, demostrándose que no habían limitaciones de N en estas dietas.

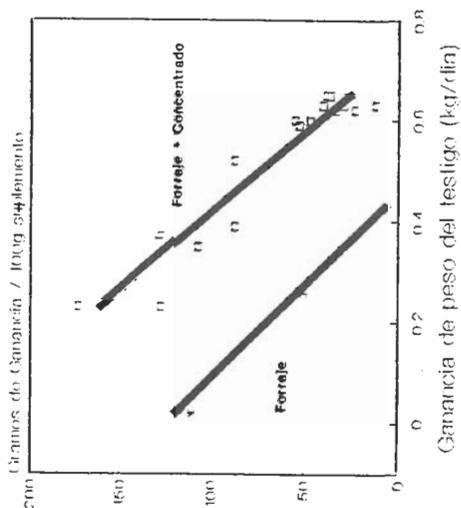
**Suplementación con fuentes de proteína sobrepasante.** En años recientes se ha dado énfasis en el Instituto al estudio de la suplementación con harina de pescado (HP) como fuente de proteína sobrepasante en bovinos en crecimiento, después de trabajos iniciales (23,24) donde se observaron respuestas en ganancias de peso por unidad de suplemento muy superiores a las obtenidas con cualquier otro suplemento empleado con anterioridad. Los resultados obtenidos hasta el momento se resumen en el Cuadro 6. En trabajos iniciales se evaluaron niveles crecientes de HP sin elevar los niveles de N del tratamiento control y se observaron respuestas apreciables con la HP (23,24,25,26). Al comparar los tratamientos con fuentes proteicas de distinta degradabilidad pero isonitrogenadas, la ventaja de la HP se mantiene pero las diferencias disminuyen (27,28,29).

Un análisis integral de la información resumida en el Cuadro 6 demuestra que las respuestas en ganancias de peso a la HP son muy variables. En la Figura 1 se han relacionado las respuestas en ganancias de peso por 100g de HP con las ganancias en el tratamiento control sin este suplemento. Se obtuvieron dos relaciones bien definidas en función de la dieta base: forraje solo o forraje más concentrado. La gráfica indica que las grandes respuestas a este suplemento ocurren en animales con ganancias de peso bajas, posiblemente debido a un desbalance de nutrientes en la dieta. Sin embargo, a medida que las ganancias aumentan en dietas sin harina de pescado las respuestas disminuyen apreciablemente. Las relaciones diferentes en función de la dieta basal pudieran explicarse por las respuestas variables a los suplementos proteicos en función del consumo de energía sugeridas por Balch (34). Al elevar la concentración y el consumo de energía con el concentrado, aumenta el potencial para ganar peso de los animales y se incrementan sus requerimientos proteicos, aumentando las respuestas a este nutriente a un mismo nivel de ganancia de peso.

**cuadro 6** Influencia de la suplementación con harina de pescado (HP) sobre el consumo y la ganancia de peso de bovinos en crecimiento.

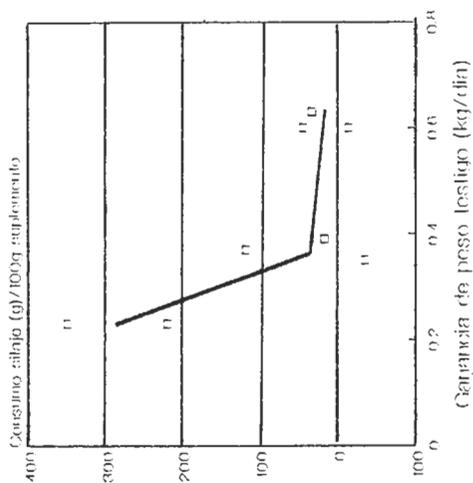
Referencia y tratamientos	Consumo (kgMS/100kg)		Ganancia de peso (kg/día)
	forraje	total	
Silaje de maiz + conc. (23)			
T1: 2kg/d con canavalia	1.31	2.52	0.63
T2: T1 + 0.3kg/d HP	1.37	2.71	0.75
T3: 2kg/d con h.soya	1.35	2.61	0.60
T4: T3 + 0.3kg/d HP	1.32	2.75	0.74
Forraje + conc. (24)			
T1: 1.9kg/d con canavalia	1.44	2.35	0.52
T2: T1 + 0.3kg/d HP	1.43	2.47	0.78
Silaje de maiz + conc. (25)			
1.5kg/d harina de maiz (HM)	1.22	1.71	0.23
HM con 10% HP	1.33	1.82	0.49
HM con 20% HP	1.57	2.02	0.61
Silaje de maiz + conc. (26)			
T1: 2kg/d HM	1.03	2.24	0.37
T2: T1 + 0.3 kg/d HP	1.23	2.48	0.75
T3: 1kg/d HM+H.soya+urea	1.58	2.18	0.39
T4: T3 + 0.3 kg/d Hp	1.61	2.31	0.65
Silaje de maiz + conc. (27)			
1.3: kg/d HM + urea	1.76	2.28	0.60
1.3: kg/d HM + H.soya	1.85	2.37	0.70
1.3: kg/d HM + HP	1.82	2.31	0.78
Forraje + conc. (28)			
2 kg/d: HM + urea	1.67	2.80	0.65
2 kg/d: HM + HP	1.69	2.79	0.81
2 kg/d: HM + HP + urea	1.56	2.67	0.80
Forraje + conc. (29)			
2 kg/d: sin HP	1.49	2.27	0.63
2 kg/d: 18.8% HP	1.59	2.35	0.74
2 kg/d: 37.7% HP	1.71	2.46	0.72
Silaje sorgo + 1.5kg/d conc. (30)			
T1: HM + h.ajonjolí + urea	1.92	2.65	0.62
T2: HP + residuos de cerveceria	1.78	2.50	0.69
T3: 0.5T1 + 0.5T2	1.91	2.55	0.67
Silaje de sorgo + (31)			
T1: minerales	1.54	1.54	0.02
T2: 0.3 kg/d HP	1.56	1.70	0.35
T3: 1.0 kg/d conc.	1.44	1.90	0.35
T4: T2 + T3	1.39	1.97	0.67
Forraje + (32)			
T1: minerales	2.58	2.58	0.26
T2: 0.3 kg/d HP	2.38	2.51	0.41
T3: 1.0 kg/d conc	2.25	2.80	0.59
T4: T2 + T3	2.18	2.61	0.75
Pastoreo de estrella + (22)			
Minerales	-	-	0.43
0.3 kg/d HP	-	-	0.45
Silaje de sorgo + (33)			
T1: 1kg/d conc.	1.37	2.33	0.21
T2: T1 + 0.3 kg/d HP	1.76	2.85	0.61

Figura 1. Influencia de la HP sobre las ganancias de peso de bovinos



Relación entre las respuestas en ganancia por litro de suplemento y las ganancias de peso del testigo.

Figura 2. Influencia de la HP sobre el consumo de silaje



Relaciones de este tipo son de interés práctico porque permiten predecir cuando se justifica el uso de fuentes de proteína sobrepasante, usualmente de alto costo. En las experiencias realizadas con silaje y concentrado como alimento base y donde se dispone de la información de consumo, se han graficado las respuestas en consumo de silaje por 100 g de HP (Figura 2). Los resultados demuestran que las altas respuestas en ganancias de peso son consecuencia de incrementos apreciables en el consumo. Otro aspecto resalante es que la HP no llega a ser sustitutiva del consumo de silaje como sucede con concentrados convencionales, y ello obedece a que en gran parte sobrepasa al rumen y no tiene efectos negativos sobre la utilización del material fibroso. La suplementación con HP no modifica las concentraciones de N amoniacal o de ácidos grasos volátiles en el rumen (Cuadro 7), lo cual apoya la hipótesis de que su influencia en los parámetros productivos se debe al suministro de nutrientes sobrepasantes al rumen y no al efecto de la proporción degradable en el rumen (30 a 40%) sobre el ambiente ruminal.

Cuadro 7. Influencia de la harina de pescado (HP) sobre la tasa de degradación de la materia seca del alimento fibroso (T%) y la concentración de N amoniacal (mg/l).

Referencia y tratamientos	T%	N amoniacal		
		0h	3h	9-10h
<b>Silaje de maíz + 30% conc. (35)</b>				
Harina de maíz (HM) + urea	57	104	315	107
HM + h. soya	64	163	200	84
HM + HP	61	99	170	90
<b>Forraje + 25% conc. (36)</b>				
HM + urea	85	140	300	58
HM + HP	84	150	142	70
HM + HP + urea	84	172	240	72
<b>Forraje + (37)</b>				
T1: minerales	65	120	111	54
T2: 0.3 kg/d HP	82	111	136	71
T3: 1.0 kg/d conc.	67	105	185	82
T4: T2 + T3	70	137	207	91

### III. VACAS EN LACTACION

Las vacas de doble propósito tienen en nuestro país niveles de producción relativamente bajos, en un rango que varía entre 2 y 10 kg/día, y los requerimientos proteicos en relación a los requerimientos energéticos son también bajos como se señaló con anterioridad. Proporcionalmente son inferiores que en animales en fases iniciales del crecimiento; requieren una concentración inferior de proteína en la dieta y la proporción requerida puede ser satisfecha casi en su totalidad por proteína de origen microbiano (PDR). Estas diferencias entre distintos estados fisiológicos son consecuencia del tipo de nutrientes que se deposita en los tejidos: en el crecimiento temprano hay un desarrollo muscular con una alta deposición de proteína y en menor proporción de grasa, mientras que una en vaca en lactación la leche tiene una alta proporción de grasa y lactosa y la proteína constituye una proporción menor de los sólidos totales. Además, a niveles bajos de producción de leche los requerimientos de mantenimiento son relativamente más altos que los de producción de leche, y los requerimientos para los procesos oxidativos del mantenimiento son principalmente energéticos.

A pesar de lo anterior, en los últimos años se ha producido una cantidad de información en países asiáticos donde se ha observado una alta respuesta en producción de leche a la proteína sobrepasante en dietas a base de pajas de cereales (4,17), información que se ha estado transfiriendo a nuestras condiciones y lo cual ha hecho necesario dedicar recursos hacia estos aspectos.

**Suplementación con fuentes de PDR.** El uso de bloques multinutricionales y de follaje de leguminosas con vacas en producción ha sido menos estudiado en el IPA y por ello se ha complementado la información con resultados obtenidos en otros países de América tropical. Su empleo en vacas de doble propósito se ha propagado rápidamente debido a un incremento apreciable en el precio de los concentrados originado a su vez por la eliminación de subsidios en las materias primas que los constituyen. Las evaluaciones del bloque en nuestras condiciones son escasas, y cuatro experiencias realizadas a pastoreo (Cuadro 8) demuestran que los incrementos en producción de leche o en ganancias de peso son pequeñas y posiblemente no justifiquen su uso. Se mencionó con anterioridad que la finalidad principal del bloque es el suministro de N degradable, y quizás este nutriente no es limitante en sistemas de alimentación a base de pasturas introducidas. Al igual que en el caso de los animales en crecimiento, posiblemente las

respuestas sean mayores bajo condiciones de pastoreo de rastrojos de cereales, pero se debe evaluar la práctica antes de hacer recomendaciones.

Cuadro 8. Influencia de los bloques multinutricionales sobre el comportamiento productivo de vacas de doble propósito a pastoreo.

Referencia y tratamientos	Producción de leche (kg/día)	Grasa (%)	Variación de peso (kg/día)
Pastoreo pará y pangola (38)			
Sin bloque	4.2	-	0.05
Con bloque	4.4	-	0.42
Pastoreo Brachiaria brizantha (39)			
Sin bloque	2.8	4.6	-0.21
Con bloque	3.1	4.6	-0.03
Residuos de Cosecha (40)			
Sin bloque	3.9	-	-
Con bloque	4.1	-	-
Pastizales naturalizados (40)			
Sin bloque	2.1	-	-
Con bloque	3.5	-	-

Las respuestas productivas a las leguminosas arbustivas (Cuadro 9) han sido superiores a las del bloque, variando los incrementos en la producción de leche entre 0.4 y 1.7 kg/día, y si bien se han utilizado animales de mayor potencial productivo donde las respuestas a los suplementos tienden a ser superiores, en parte el efecto se debe al mejoramiento en el nivel energético de la dieta. Esta es un área donde es necesario concentrar los esfuerzos de investigación, pues además de las ventajas ya citadas por Elliot (18), tienen otras adicionales en relación a suplementos convencionales: no requieren de la adquisición de insumos externos, mantienen la producción de follaje durante un período mayor que las gramíneas en la estación seca debido al mayor desarrollo de su sistema radicular, contribuyen mejor a la conservación del medio ambiente, y a la fijación de N y carbono.

Las leguminosas arbustivas pueden sustituir parcial o totalmente a los concentrados en explotaciones de doble propósito (43,45) con las ventajas para el productor que ello implica.

**Suplementación con fuentes de PS.** El efecto de la adición de harina de pescado como fuente de PS ha sido evaluado en un grupo de ensayos realizados en el IPA con animales estabulados, consumiendo ensilaje de maíz

Cuadro 9. Influencia de las leguminosas arbustivas sobre el comportamiento productivo de vacas de doble propósito a pastoreo.

Referencia y tratamientos	Producción de leche (kg/día)	Grasa (%)	Variación de peso (kg/día)
<b>MEDIANA PRODUCCION</b>			
Pastoreo rhodes (41)			
Sin leguminosa	9.6	4.9	-
2.0 kg/día leucaena	10.3	4.9	-
4.0 kg/día leucaena	10.3	4.9	-
Pastoreo bermuda (42)			
Sin leguminosa	9.2	-	0.10
6h/día leucaena	10.8	-	0.24
Pastoreo pará (43)			
Sin leguminosa	10.0	-	-
Con Cajanus cajan	10.4	-	-
<b>BAJA PRODUCCION</b>			
Pastoreo estrella (44)			
T1: Con gliricidia	5.1	3.2	0.83
T2: Con 1.3 kg/d conc.	5.3	3.3	0.72
T3: T1 + T2	5.3	3.3	0.85

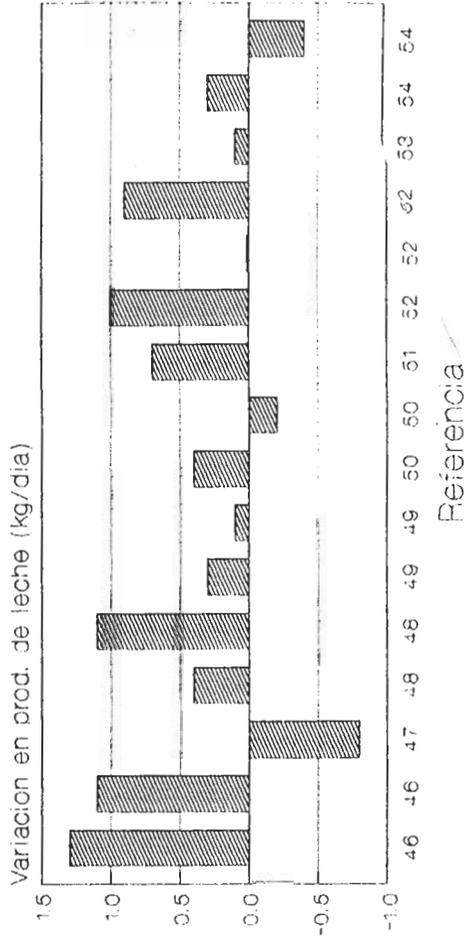
o forraje de corte, o a pastoreo (Cuadro 10). En todos ellos se evidencia la ausencia de respuestas significativas en producción de leche y un pequeño efecto mejorador en las ganancias de peso de las vacas. Estos resultados coinciden con otros obtenidos en el trópico americano con animales también a pastoreo o estabulados recibiendo HP u otras fuentes de PS, donde las respuestas en producción de leche a la adición de PS varía entre -0.5 y 1.0 kg/día. En la Figura 3 se presenta un resumen de las variaciones en producción de leche con este tipo de suplementos. Estos resultados contrastan con los obtenidos en Asia (17), donde se han observado respuestas de aproximadamente 1 kg/día en producción de leche por cada 100 g de HP suplementada. Esa información no es extrapolable a nuestros sistemas de producción con un alimento base de superior calidad desde el punto de vista proteico y donde la información existente demuestra que no se justifica el uso de proteína sobrepasante, generalmente de precios elevados, en vacas de mediana a baja producción de leche. No hay evidencias para explicar las respuestas observadas, pero quizás se debe a que el consumo de energía es el factor limitante para la producción de leche en estos sistemas. Los requerimientos de ami-

**cuadro 10** Influencia de la proteina sobrepasante sobre el comportamiento productivo de vacas de doble propósito a pastoreo.

Referencia y tratamientos	Producción de leche (kg/día)	Variación de peso (kg/día)
<b>MEDIANA PRODUCCION</b>		
Silaje + pastoreo (46)		
Sin suplemento	8.7	0.00
225 g/d HP	10.0	0.14
450 g/d HP	9.8	0.29
Silaje + pastoreo (47)		
Concentrado	9.1	-0.08
Concentrado + HP	8.3	-0.38
Silaje de maiz (48)		
Bajo conc. con urea	7.0	-0.16
Bajo conc. con HP	7.4	-0.11
Alto conc. con urea	8.6	0.08
Alto conc. con HP	9.7	0.29
Forraje (49)		
Bajo conc.	6.5	-0.28
Bajo conc. + HP	6.8	-0.26
Alto conc.	8.7	0.12
Alto conc. + HP	8.8	0.57
Pastoreo (50)		
Conc. con canavalina (cc)	8.6	-
cc + formaldehido y urea	9.0	-
cc + HP	8.4	-
Forraje (51)		
Concentrado	9.4	-0.34
Concentrado + HP	10.1	-0.50
Forraje (52)		
Torta de ajonjolí (TA)	11.1	-0.05
TA con formaldehido (TAF)	12.1	0.03
TAF + urea	11.1	-0.14
TAF + HP	12.0	0.38
<b>BAJA PRODUCCION</b>		
Pastoreo (53)		
Concentrado (1.6 kg/d)	4.0	0.18
Concentrado + HP (1.7 kg/d)	4.1	0.37
Pastoreo (54)		
Sin suplemento	3.0	-0.12
Melaza-urea-p.arroz (1.0 kg/d, MU)	4.5	-0.30
MU + h.algodón (0.5 kg/d)	4.8	-0.05
MU + h.algodón (1.0 kg/d)	4.1	-0.03

noácidos en estos casos pueden ser satisfechos a partir de la proteína microbiana sintetizada en el rumen y de las cantidades menores de proteína del alimento que escapa a la fermentación ruminal en estas dietas a base fundamentalmente de forrajes tropicales.

**Figura 3. Influencia de la adición de PS sobre la variación en la prod. de leche.**



Variación de la prod. de leche de dietas con proteína sobrepasante en relación al testigo en 9 ensayos de Latinoamérica.

#### IV. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos con animales en crecimiento demuestran que la proteína es un nutriente que usualmente limita las ganancias de peso. Estas deficiencias nutricionales se evidencian en particular en animales con un pobre comportamiento productivo, donde las respuestas a la suplementación con proteína sobrepasante o a fuentes que mejoren el nivel energético y proteico de la dieta como el follaje de leguminosas son apreciables. Ganancias de peso moderadas son el reflejo del consumo de dietas mejor balanceadas, donde el comportamiento animal está limitado por el consumo de energía. La respuesta a la suplementación con fuentes proteicas en estos casos es similar a las respuestas usuales con suplementos energéticos y muy inferior a la anteriormente señalada.

El siguiente paso es el desarrollo y evaluación de tecnologías sencillas para la implementación de estas prácticas de suplementación a nivel de finca, buscando minimizar el uso de los insumos externos y los requerimientos de mano de obra para estimular su adopción por el productor. Mayores tasas de crecimiento significan una mayor productividad y calidad de la carne, y menores lapsos de tiempo en alcanzar la edad productiva de los animales de reemplazo con el consecuente efecto mejorador en productividad de la leche durante la vida de la vaca.

Las experiencias realizadas con vacas en lactación demuestran por el contrario que la suplementación nitrogenada tiene poca influencia sobre la producción de leche a los niveles moderados que usualmente se obtienen en nuestro país. Las respuestas obtenidas con estos suplementos son similares a las de concentrados convencionales, lo cual indica que el consumo de energía o la glucosa son posiblemente los factores limitantes en estos sistemas de alimentación. Sin embargo, Orskov y Ryle (55) han señalado en base a calculos estequiométricos que la glucosa dificilmente puede limitar la producción de leche, siendo en consecuencia el consumo de energía el factor nutricional limitante en estos animales. Para incrementar el consumo de energía con los recursos disponibles en nuestro país la alternativa más obvia es mediante el incremento de la calidad energética y la ingestibilidad de los recursos fibrosos, principalmente a través de un mejor manejo de los mismos y luego mediante la introducción de genotipos forrajeros mejorados, pero ambos tópicos están fuera del contexto de este trabajo.

## V. LITERATURA CITADA

1. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. 1980 Agricultural Research Council, Commonwealth Agricultural Bureaux: Slough.
2. Orskov, E.R. 1982. Protein Nutrition in Ruminants. Academic Press: Londres.
3. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 1989. National Research Council, National Academy Press: Washington.
4. Leng, R.A. 1990. Factors affecting the utilization of 'poor quality' forages for ruminants particularly under tropical conditions. *Nutrition Research Reviews* 3:277-303.
5. Mata, D. y Combellas, J. 1991. Influencia de los bloques multinutricionales sobre el consumo y la digestión ruminal de bovinos estabulados consumiendo heno de *Trachypogon*. III Jornadas de Investigación y Extensión de la Facultad de Agronomía, Maracay. pp.196-198.
6. Mata, D. y Combellas, J. 1992. Influencia de los bloques multinutricionales sobre el consumo y la digestión ruminal de bovinos estabulados consumiendo heno de *Cynodon plectostachyus*. Informe Anual IPA 1990-1991, Maracay. pp. 61-62.
7. Torrealba, H. y Combellas, J. 1992. Efecto de la suplementación con *Gliricidia sepium* y bloques multinutricionales sobre la fermentación ruminal de bovinos en crecimiento. Informe anual IPA 1990-1991, Maracay pp.84-86.
8. Alvarez, F., Dixon, R.M. y Preston, T.R. 1984. Minimum rumen ammonia requirements for rumen digestion of NaOH- treated cows and *Pennisetum purpureum*. *Tropical Animal Production* 9:299-310.
9. Matheus, O. y Combellas, J. 1985. Comparación de tres niveles de proteína degradable en raciones para novillas. Informe Anual IPA 1984, Maracay. pp.50-51.
10. Pérez, N. y Combellas, J. 1987. Evaluación de tres niveles de proteína degradable en el rumen en raciones para novillas. 1. Ensilaje de maíz. Informe Anual IPA 1985-1986, Maracay. pp. 80-81.
11. Hidalgo, V. y Combellas, J. 1987. Evaluación de tres niveles de proteína degradable en el rumen en raciones para novillas. 2. Forraje elefante (*Pennisetum purpureum*). Informe Anual IPA 1985-1986, Maracay. pp.83-84.
12. Alvarez, F. y Combellas, J. 1983. Efecto de la adición de urea sobre el comportamiento de novillas alimentadas con dietas de forraje y concentrado. Informe Anual IPA 1982, Maracay. p.75.
13. Abalo, L.M., Njaim, H., Serra, A. y Combellas, J. 1991. Influencia de la urea y la estrategia de suministro de concentrado sobre parámetros productivos y de digestión ruminal de mautas consumiendo ensilaje de maíz. III Jornadas de Investigación y Extensión, Facultad de Agronomía, Maracay. pp.171-174.
14. Gil, A., Martínez, A. y Combellas, J. 1991. Efecto de la adición de urea antes o después del ensilado de maíz suplementado con harina de pescado o concentrado sobre la ganancia de peso de bovinos. III Jornadas de Investigación y Extensión, Facultad de Agronomía, Maracay. pp.181-184.
15. Arredondo, B. y Combellas, J. 1992. Influencia de la *Gliricidia sepium* y de los bloques multinutricionales sobre las ganancias de peso en becerros post-destete a pastoreo. Informe Anual IPA 1990-1991, Maracay. pp.82-83.

16. Ricca, R. y Combellas, J. 1992. Influencia de los bloques multinutricionales sobre las ganancias de peso de bovinos pastoreando rastrojo de sorgo. Informe Anual IPA 1990-1991, Maracay. pp.67-68.
17. Preston, T.R. y Leng, R.A. 1989. Ajustando los Sistemas de Producción Pecuarias a los Recursos Disponibles. CONDRIT: Cali.
18. Elliot, R. 1987. The use of green forage material to improve the nutritional status of animals fed low quality crop residues. En: Ruminant Feeding Systems Utilizing Fibrous Agricultural Residue -1986. (Ed.) R.M.Dixon, IDP: Canberra. pp.33-47.
19. Pound, B. y Martinez Cairo, L. 1983. *Leucaena*, its Cultivation and Uses. ODA: Londres.
20. Ruiz, E. y Febles, G. 1987. *Leucaena* (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Witt), una Opción para la Alimentación Bovina en el Trópico. EDICA: La Habana.
21. Hernandez,H. y Combellas, J. 1990. Efecto de la suplementación con mata ratón (*Gliricidia sepium*) sobre la ganancia de peso en becerros post-destete a pastoreo. Informe Anual IPA 1988-1989, Maracay. pp.72-73.
22. Seijas, J. y Combellas, J. 1992. Influencia de la harina de pescado y el follaje de *Gliricidia sepium* sobre las ganancias de peso de becerros post-destete. Informe Anual IPA 1990-1991, Maracay. pp.86-87.
23. Vasquez, W., Silva, E.J., Combellas, J. y Escobar, E. 1987. Evaluación de la harina de grano de canavalia y de la harina de pescado como suplementos proteicos en raciones para becerros post-destete. Informe Anual IPA 1985-1986, Maracay. pp. 36-37.
24. Silva, E.J., Vasquez, W., Combellas, J. y Escobar, E. 1987. Comparación de dos formas de suministro de granos de canavalia con y sin suplementación de harina de pescado en raciones para becerros. Informe Anual IPA 1985-1986, Maracay. pp.38-39.
25. Rattia, A. y Combellas, J. 1990. Efecto de la suplementación del ensilaje de maiz con harina de pescado en raciones para novillas. Informe Anual IPA 1988-1989, Maracay. pp. 66-67.
26. Calzadilla, O. y Combellas, J. 1989. Suplementación del ensilaje de maiz con harina de pescado en raciones para bovinos post-destete. Informe Anual IPA 1987, Maracay. pp.75-77.
27. Letta, P. y Combellas, J. 1987. Evaluación de la harina de pescado, la harina de soya y la urea como fuentes de nitrógeno en raciones para novillas en crecimiento. Informe Anual IPA 1988-1989, Maracay. pp.67-69.
28. Meléndez, A., Márquez, J. y Combellas, J. 1991. Influencia de la urea y la harina de pescado sobre la ganancia de peso y la fermentación ruminal de bovinos consumiendo pasto fresco. III Jornadas de Investigación y Extensión, Facultad de Agronomía, Maracay. pp.178-181.
29. Henríquez, C., Escobar, A., Combellas, J. y Parra, R. 1987. Suplementación con proteína no degradable en el rumen (PNDR) en novillas en crecimiento. Informe Anual IPA 1985-1986, Maracay. pp.97-89.
30. Reaño, A. y Combellas, J. 1991. Evaluación de tres suplementos de distinta concentración y degradabilidad proteica sobre el consumo de pasto fresco y la ganancia de peso de bovinos en crecimiento. III Jornadas de Investigación y Extensión, Facultad de Agronomía, Maracay. pp.190-192.
31. Zavarce, O. y Combellas, J. 1991. Evaluación de suplementos a base de harina de pescado y concentrados degradables en el rumen sobre el consumo de silaje de sorgo

- y la ganancia de peso en bovinos. III Jornadas de Investigación y Extensión, Facultad de Agronomía, Maracay. pp.187-189.
32. Peralta, J., Priore, F. y Combellas, J. 1992. Influencia de la suplementación con harina de pescado y concentrado sobre el consumo y la ganancia de peso de bovinos en crecimiento consumiendo forraje de corte. Informe Anual IPA 1990-1991, Maracay. pp.53-54.
  33. Márquez, A. 1992. Influencia de la protección de la harina de yuca y de la suplementación con harina de pescado sobre el consumo y las ganancias de peso de bovinos en crecimiento post-destete. Trabajo de Grado, Facultad de Agronomía, Maracay. (en imprenta).
  34. Balch, C.C. 1967. Problems in predicting the value of non-protein nitrogen as a substitute for protein in rations for farm animal ruminants. *World Review of Animal Production* 3:84-91.
  35. Cabeza, G. y Combellas, J. 1990. Influencia de la urea, la harina de soya y la harina de pescado sobre las características de la fermentación ruminal de bovinos consumiendo ensilaje de maíz. Informe Anual IPA 1988-1989, Maracay. pp.69-70.
  36. Márquez, J. 1990. Influencia de la urea y la harina de pescado sobre las características de la fermentación ruminal en bovinos consumiendo pasto fresco. Trabajo de Grado, Facultad de Agronomía, Maracay.
  37. Priore, F., Peralta, J. y Combellas, J. 1992. Influencia de la suplementación con harina de pescado y concentrado sobre parámetros de la digestión ruminal en bovinos en crecimiento consumiendo forraje de corte. Informe Anual IPA 1990-1991, Maracay. pp.55-56.
  38. Becerra, J. y David, A. 1991. Variación del peso vivo y de la producción láctea de vacas mestizas (*Bos taurus* x *Bos indicus*) suplementadas con bloques de melaza-urea durante la estación lluviosa. *Livestock Research for Rural Development* 3:8-12.
  39. Rojas, H., Mata, D. y Combellas, J. 1992. Influencia de los bloques multinutricionales sobre la producción de leche de vacas de doble propósito pastoreando *Brachiaria brizantha*. Informe Anual IPA 1990-1991, Maracay. pp.66-67.
  40. Domínguez, C. 1991. II Research Coordination Meeting on Development of Feed Supplementation Strategies for Improving Ruminant Productivity on Small-holder Farms in Latin America through the Use of Radioimmunoassay Techniques. FAO/IAEA: Mexico City.
  41. Flores-Ramos, J.F. 1979. *Leucaena leucocephala* para la producción de leche: efecto de la suplementación con leucaena en vacas pastoreando. *Producción Animal Tropical* 4:53-58.
  42. Saucedo, G., Alvarez, F.J., Jimenez, M. y Arriaga, A. 1980. *Leucaena leucocephala* para la producción de leche en pastos tropicales con ganado de doble propósito. *Producción Animal Tropical* 5:40-44.
  43. Rosales, G., Escobar, A., Capriles, M. y Lopez, R. 1982. Utilización de harina de quinchoncho (*Cajanus cajan*) como suplemento para vacas en producción. Informe Anual IPA 1982, Maracay. pp.130-131.
  44. Arredondo, B. y Combellas, J. 1992. Efecto de la suplementación con *Gliricidia sepium* sobre el comportamiento productivo de vacas de doble propósito a pastoreo. Informe Anual IPA 1990-1991, Maracay. pp.88-89.

45. Molina, C.H, Molina, C.H., Molina, E.J. y Molina J.P. 1992. Evaluaciones realizadas en la granja El Hatico en la intensificación del doble propósito. II Taller de Trabajo de la Red Latinoamericana y del Caribe sobre la Caña de Azúcar y los Árboles Forrajeros. CIPAV/FAO: Buga, Colombia.
46. Salinas, A. y Figueroa A, J. 1972. Efecto de la adición de harina de pescado a dietas de ensilaje ad libitum y pastoreo restringido. Memoria Anual "Indio Hatuey", Cuba. pp.131-138.
47. Ugarte, J., Pereiro, M., Sevra, A. y Elias, A. 1978. Efecto de la suplementación proteica sobre la producción lechera de vacas con pasto restringido y ensilaje a voluntad. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas 12:209.
48. Delgado, L. y Combellas, J. 1989. Suplementación nitrogenada del ensilaje de maíz en raciones para vacas lecheras. Informe Anual IPA 1987, Maracay. pp.77-78.
49. García, O., Escobar, A. y Combellas, J. 1990. Efecto de la suplementación con harina de pescado sobre la producción y composición de la leche en vacas. Informe Anual IPA 1988-1989, Maracay. pp.63-64.
50. Castillo, J., González, R. y Rojas, D. 1990. Uso de la canavalia tratada en la alimentación del ganado mestizo lechero. Informe Anual IPA 1988-1989, Maracay. pp.65-66.
51. Pérez, E. 1990. Efecto de la suplementación con harina de pescado en la respuesta productiva de vacas cruzadas (Brahman x Holstein) sometidas a amamantamiento restringido. Trabajo de Grado, Facultad de Agronomía, Maracay.
52. Aparicio, R.M. 1992. Utilización de proteínas protegidas y de baja degradabilidad en combinación con nitrógeno no proteico en la suplementación de vacas lecheras. Tesis MSc, Facultad de Agronomía, Maracay.
53. Seijas, S. y Combellas, J. 1992. Suplementación de vacas de doble propósito a pastoreo con harina de pescado. Informe Anual IPA 1990-1991, Maracay. pp.45-46.
54. Anzola, H., Martínez, G., Gomez, F., Hernández, Y. y Huertas, H. 1990. Strategic supplementation of by-pass protein and fat to dual-purpose cattle in the colombian tropics during the dry season. Livestock Research For Rural Development 2:1-9.
55. Orskov, E.R. y RYLE, M. 1990. Energy Nutrition in Ruminants. Elsevier, Londres.