SUPLEMENTACIÓN DE BOVINOS ALIMENTADOS CON FORRAJE DE POBRE CALIDAD CON FUENTES DE PROTEÍNAS DE DIFERENTES TASAS DE DEGRADACIÓN RUMINAL

Susmira Godoy de León* Claudio F. Chicco**. 1991. Zootecnia Tropical, 9 (2):131-144.

*CENIAP -Instituto de Investigaciones Zootécnicas Maracay, Venezuela.

** Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Suplementación proteica](#)

RESUMEN

Con la finalidad de determinar el efecto de la suplementación de bovinos con forrajes de pobre calidad y urea, se realizaron dos experimentos con toretes mestizos Cebú, utilizándose en el primer experimento las combinaciones de ajonjolí, ajonjolí-algodón y algodón, y en el segundo, ajonjolí y ajonjolí-carne, todos en una equivalencia nitrogenada. En cada experimento se utilizaron siete bovinos/tratamiento y los animales suplementados recibían 1 Kg. de concentrado con 10% de urea y entre 50 y 55% de cada fuente proteica o sus combinaciones. La duración del período de alimentación fue de 112 días con pesaje cada 28 días. La digestibilidad de las raciones se realizó con cuatro ovinos/tratamiento en jaulas metabólicas con colección total de heces y orina. En los dos experimentos todos los tratamientos suplementados con proteína preformada fueron significativamente superiores ($P < 0,01$) a los de urea y los de forraje solamente, siendo el tratamiento de ajonjolí-carne, numéricamente superior a todos los demás. Los parámetros digestivos (digestibilidad, balance y retención de nitrógeno) mantuvieron tendencias similares a las ganancias de peso con valores significativamente superiores ($P < 0,05$) para los suplementos con proteína verdadera.

INTRODUCCIÓN

La suplementación nitrogenada de bovinos alimentados con forrajes de alto contenido de elementos estructurales debe aumentar la capacidad de fermentación del sustrato basal, incrementar la tasa de flujo de la digesta y propiciar una más alta disponibilidad de nutrientes (14). Las fuentes de nitrógeno rápidamente fermentescible, así como las de tasa de degradación más lenta, parecerían ser los principales componentes dietéticos que mejoran la eficiencia del sistema (8). En este sentido, la combinación de nitrógeno no proteico, como la urea, y de proteínas de tortas de oleaginosas y las de origen animal, brindan las mejores posibilidades (15).

Una fuente de nitrógeno fácilmente fermentescible (urea) asegura un nivel de amoníaco ruminal adecuado, generalmente superior a 150 Mg./l de licor ruminal (1). Las proteínas verdaderas que son degradadas lentamente en el rumen, pueden proveer aminoácidos y péptidos para el crecimiento microbiano a la par de ser sobrepasantes para su utilización en el intestino (7).

Tomando en consideración la tasa de degradación de las diferentes fuentes de proteínas, las harinas de ajonjolí y de algodón, así como la de carne, son fuentes contrastantes, cuyo uso, en forma restringida pudiera demostrar los efectos deseables de un sistema de suplementación biológicamente eficiente (9).

Consecuentemente, el objetivo de la investigación realizada a través de dos experimentos, fue el de evaluar comparativamente las harinas de algodón, ajonjolí y carne como fuentes proteicas, en sistemas de suplementación restringida de bovinos alimentados con forrajes de pobre calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Experimento 1: 35 toretes mestizos Cebú, de 261 Kg. de peso promedio, fueron asignados a los siguientes tratamientos:

- Forraje (F)
- Forraje-urea (FU)
- Forraje-urea-ajonjolí (FUA)
- Forraje-urea-ajonjolí-algodón (FUAJAL)
- Forraje-urea -algodón (FUAL)

Los suplementos eran ofrecidos a razón de 1 Kg./animal/día y contenían 50% de harinas de ajonjolí, y la sustitución en equivalente de nitrógeno del 50 y 100% por harina de algodón. Con excepción del suplemento FU

(33,5% PC; 1,49 EME, Mcal/Kg.) todos los demás eran isoproteicos (47,7% PC) e isoenergéticos (2,00 EME, Mcal/Kg.), según cálculos (Cuadro 1)

Experimento 2: 32 toretes mestizos Cebú. de 298 Kg. de peso promedio, alimentados con forraje seco, de alto contenido de elementos estructurales, fueron asignados aleatoriamente a los siguientes tratamientos:

- Forraje (F)
- Forraje-urea (FU)
- Forraje-urea-ajonjolí (FUAJ)
- Forraje-urea-ajonjolí-carne (FUAJC)

Los suplementos eran ofrecidos a nivel de 1 Kg./animal/día y contenían 55% de harina de algodón y la sustitución equivalente de 50% del nitrógeno por harina de carne. A excepción del suplemento FU (34,05% PC y 1,58 EME, Mcal/Kg.) los demás eran isonitrogenados (FUAJ, 48,86%; FUAJC, 48,63% PC) e isoenergéticos (FUAJ, 2,13% ; FUAJC; 2,23 EME, Mcal/kg, según cálculos (Cuadro 2).

Cuadro 1. Composición de los suplementos (porcentaje)

Ingredientes	TRATAMIENTOS ¹			
	FU	FUAJ	FUALAJ	FUAL
Harina de algodón	-	-	27,5	55
Harina de ajonjolí	-	50	25	-
Heno molido	60	-	-	-
Urea	10	10	10	10
Tusa de maíz	7	17	12,5	7
Melaza	15	15	15	15
Afrechillo de trigo	5	5	7	10
Minerales ²	3	3	3	3
TOTAL	100	100	100	100
Proteína cruda (%) (N x 6,25)	33,5	47,4	47,7	47,7
EME (Mcal/Kg.) ³	1,49	2,01	2,12	2,13
¹ FU = forraje-urea; FUALAJ = forraje-urea-ajonjolí- FUAJ = forraje-urea-ajonjolí; FUAL = forraje-urea-ajonjolí- ² Suplemento mineral contenía (%): Ca (16,5); P (10,5); Na (11,3); S (0,45); Mg. (1,0); Zn (0,5); Mn (0,4); Fe (0,3); Cu (0,1); I (0,008); Co (0,002) ³ Energía metabolizable estimada por cálculo ⁴ Equivalente nitrogenado de 5,75 %				

Los animales fueron mantenidos en corrales semitechados y alimentados con forraje seco (*Panicum maximum*) cosechado mecánicamente como heno en pie y suministrado a voluntad.

La duración del período de alimentación fue de 112 días, con registros semanales de consumo de forraje, durante tres días consecutivos. Los registros de cambio de peso se realizaban cada 28 días, previo 18 horas de ayuno.

Cuadro 2. Composición de los suplementos (porcentaje)

Ingredientes	TRATAMIENTOS ¹		
	FU	FUAJ	FUAJC
Harina de ajonjolí	-	55	27,5
Harina de carne	-	-	20
Urea	10	10	10
Melaza	10	10	10
Afrechillo de trigo	20	20	20
Tusa de maíz	7	2	9,5
Heno molido	50	-	-
Minerales ²	2,8	2,8	2,8
Azufre	0,2	0,2	0,2
TOTAL	100	100	100
Proteína cruda, % (N x 6,25)	34,05	48,86	48,63
EME (Mcal/Kg.) ³	1,58	2,13	2,23
¹ FU = urea; FUAJ = ajonjolí-urea; FUAJC = ajonjolí-urea-carne. ² Suplemento mineral contenía (%): Ca (16,5); p (10,5); CI (17,4); Na (11,3); S (0,45); Mg. (1,0); Zn (0,5); Mn (0,4); Fe (0,3); Cu (0,1); I (0,008); Co (0,002). ³ Energía metabolizable estimada por cálculo.			

La digestibilidad de las raciones se realizó con ovinos (cuatro/ tratamiento), mantenidos en jaulas individuales, adaptados a las raciones experimentales por un período de 15 días y, posteriormente, se realizó la colección total de heces y orina durante siete días consecutivos.

La ración era ofrecida dos veces al día (mañana y tarde) y estaba constituida por el mismo heno utilizado en la prueba de alimentación de los bovinos, molido a través de un tamiz de 2,5 cm de diámetro y los suplementos eran suministrados en cantidades equivalentes al porcentaje del peso vivo de los toretes.

Diariamente se tomaban muestras del forraje ofrecido y se medía el rechazo, así como la totalidad de las heces y el volumen de la orina. De las heces y la orina se tomaban muestras equivalentes al 20% de la colección total, que se mantenían a 4°C, y para fines de análisis, fueron mezcladas para constituir una muestra compuesta.

Las muestras de forrajes (ofrecido y rechazado) de la prueba de alimentación y digestibilidad y las de heces, fueron analizadas por nitrógeno (N), según el método de Kjeldahl (2), fibra detergente neutra (FDN) y ácida (FDA), lignina y celulosa por el procedimiento de Van Soest y Wine (17), fósforo por Fiske y Subarrow (4) y calcio por espectrofotometría de absorción atómica (19). En las muestras de orina se determinó únicamente el nitrógeno.

La composición química del forraje consumido se calculó por diferencia cuantitativa entre los componentes del material ofrecido y rechazado.

El índice de conversión del suplemento se calculó como cantidad consumida entre la diferencia de peso de los animales suplementados y los no suplementados.

Los datos experimentales fueron sometidos a análisis de varianza y los promedios fueron comparados entre sí por el método de amplitudes múltiples de Duncan.

RESULTADOS

Experimento 1. En el Cuadro 3 se presenta la composición química del forraje ofrecido, rechazado y consumido. El contenido de proteína cruda (PC) y de los elementos estructurales de la pared celular indican la baja calidad del forraje en oferta, el cual, por selectividad del animal, cambió la calidad de la ingesta de la proteína de 2,67 a 3,15% y de la fibra detergente neutra (FDN) de 77,23 a 76,46%. Para los demás componentes no se registraron diferencias apreciables en la calidad del forraje ofrecido y del ingerido.

En el Cuadro 4 se presentan los cambios de peso, consumo de forraje y conversión de alimento de los grupos de animales sometidos a los diferentes tratamientos experimentales. Los animales alimentados únicamente con forraje, tuvieron una pérdida de peso de 192 g/animal/día, mientras que los suplementados con urea mantuvieron el peso (1,7 g/animal/día) y los alimentados con niveles sustitutivos equivalentes, de ajonjolí, ajonjolí-algodón y algodón, ganaron 150, 137 y 165 g/animal/día, respectivamente, siendo las diferencias significativas ($P < 0,05$) únicamente entre los tratamientos forraje-urea y los suplementos a base de proteínas preformadas y no entre estos últimos.

Cuadro 3. Composición química del forraje ofrecido, rechazado y consumido por los bovinos

Fracciones Químicas (%)	FORRAJE ¹				
	Ofrecido		Rechazado		Consumido ²
PC	2,67	0,75	1,44	0,52	3,15
FDN	77,23	0,64	79,00	2,42	76,46
FDA	59,39	0,81	59,89	3,31	59,18
Celulosa	42,75	0,47	44,66	3,34	41,91
Lignina	11,68	0,84	11,91	0,91	11,57
Ceniza	7,08	0,84	5,49	0,99	7,76
Ca	0,29	0,09	0,23	0,06	0,32
P	0,27	0,07	0,30	0,05	0,24

¹PC =proteína cruda (N x 6,25); FDN=fibra detergente neutra; FDA =fibra detergente ácida; Ca = calcio; P = fósforo
²Valores calculados por diferencia de la composición química del forraje ofrecido y rechazado ajustado al consumo.

Cuadro 4. Cambios de peso en bovinos alimentados con forrajes de pobre calidad y con sustitución progresiva de la harina de ajonjolí por harina de algodón en suplemento con urea.

Parámetros	TRATAMIENTOS ¹				
	F	FU	FUAJ	FUAJAL	FUAL
Peso inicial, Kg.	262	262	261	261	261
Peso final, Kg.	242	260	278	275	293
Cambio de peso, g/día.	-192 ^a	1,7 ^b	150 ^c	137 ^c	165 ^c
Consumo de forraje, Kg. MS/día	5,1 ^a	5,6 ^b	5,9 ^b	5,7 ^b	5,8 ^b
Consumo suplemento, Kg./día	-	1,0	1,0	1,0	1,0
Índice conversión ² suplemento	-	5,3	2,9	3,0	2,8
^{a, b, c} Promedios con distintas letras son significativamente diferentes entre sí (P 0,05) ¹ F = forraje; FU = forraje-urea; FUAJ = forraje-urea-ajonjolí; FUAJAL = forraje-urea-ajonjolí-algodón; FUAL = forraje-urea-algodón. Suplemento consumido ² índice conversión = ----- Cambio peso suplementados-cambio peso testigos					

El consumo de forraje se incrementó de 5,1 a 5,6 Kg./animal/día con la suplementación con urea (P<0,05), manteniéndose a niveles superiores al testigo con forraje (P<0,05) para todos los demás suplementos de base de ajonjolí, algodón y la combinación de ambos. Los índices de conversión de los suplementos, fueron de 5,3 para el tratamiento forraje-urea, y 2,9; 3,0 y 2,8 Kg./animal/día para los suplementos a base de ajonjolí, ajonjolí-algodón y algodón, respectivamente.

En el Cuadro 5 se presentan los datos correspondientes a la digestibilidad aparente de la MO y FDN y el balance de nitrógeno. La digestibilidad de la MO aumentó significativamente con la suplementación, siendo de 37,7% para el forraje únicamente y superior a 43,7% para los tratamientos suplementados, sin diferencias significativas entre estos últimos.

No se registraron diferencias significativas entre la digestibilidad de la FDN para los tratamientos bajo estudio.

La retención de nitrógeno, expresada como porcentaje del nitrógeno ingerido, fue negativa para el tratamiento de forraje (-62,5%) y se incrementó significativamente con la adición de urea (14,5%) y, aún más (P<0,05) con los suplementos de algodón, ajonjolí-algodón y algodón (27,9; 26,1 y 30,9% respectivamente).

Experimento 2. En el Cuadro 6 se presenta la composición química del forraje ofrecido, rechazado y consumido, que indica una mejor calidad del heno con 4,48% de PC y 72,48% de FDN. En este sentido no se observó un mayor grado de selectividad de los animales para mejorar la calidad de la ingesta, siendo los valores del material ofrecido similares a los del consumido, no reflejándose el hecho de que el forraje rechazado tenía un menor contenido de PC (3,97%) y un mayor nivel de elementos estructurales (FDN 75,95%). Esto indica que el nivel de oferta del forraje fue relativamente restringido, no permitiendo a los animales mayores posibilidades de selectividad, dejando como rechazo, solamente una pequeña proporción de la oferta de muy baja calidad.

En el Cuadro 7 se reseñan los valores correspondientes a los cambios de peso, consumo y eficiencia de uso de los suplementos. Los animales alimentados solamente con forraje perdieron peso, (-254 g/animal/día) y los suplementados con urea mantuvieron el peso (77 g/animal/día), siendo la diferencia entre ambos significativa (P<0,05). Los cambios de peso para los grupos suplementados con harinas de ajonjolí (233 g/animal/día) y harina de carne (301 g/animal/día) fueron significativamente superiores a los anteriores (P<0,05), sin ser diferentes entre sí.

Cuadro 5. Digestibilidad aparente de la materia orgánica (MO), fibra detergente neutra (FDN) y retención aparente de nitrógeno de raciones a base de forraje con suplementación de urea y niveles sustitutivos de harina de ajonjolí por algodón¹.

Parámetros	TRATAMIENTOS ²				
	F	FU	FUAJ	FUAJAL	FUAL
Digestibilidad (%):					
- MO	37,7 ^a	46,8 ^b	49,4 ^b	43,7 ^b	46,5 ^b
- FDN	37,4 ^a	42,5 ^a	39,9 ^a	39,4 ^a	38,7 ^a
Balance nitrógeno (N) ³ g/día:					
- N ingerido	2,4	7,6	13,9	13,8	12,9
- N local	3,1	3,8	3,9	4,2	3,7
- N urinario	0,8	2,7	5,7	6,0	5,6
Nitrógeno retenido:					
- g/día	- 1,5	1,1	4,3	3,6	3,6
- Porcentaje N ingerido	- 62,5 ^a	14,5 ^b	30,9 ^c	26,1 ^c	27,0 ^c

a, b, c Promedios con distintas letras son significativamente diferentes entre si (P<0,05)
¹ Digestibilidad realizada con cuatro ovinos/tratamiento.
² F = forraje; FU = forraje-urea; FUAJ = forraje-urea-ajonjolí; FUAJAL = forraje-urea-ajonjolí-ajodón; FUAL = forraje-urea-ajodón
³ Aporte de nitrógeno calculado como porcentaje del peso vivo de los bovinos de la prueba en alimentación.

El consumo de forraje aumentó significativamente en todos los tratamientos suplementados, independientemente del tipo de suplemento. La eficiencia de conversión fue de 3,0 para la urea, 2,1 para el algodón y 1,8 para la carne.

Cuadro 6. Composición química del forraje ofrecido, rechazado y consumido por los bovinos.

Fracciones Químicas (%)	FORRAJE				
	Ofrecido		Rechazado		Consumido ²
PC	4,48	1,38	3,97	1,35	4,51
FDN	72,48	7,74	75,95	8,49	72,39
FDA	51,56	6,27	53,67	6,61	51,26
Celulosa	34,72	4,66	40,10	7,09	33,95
Lignina	8,99	3,26	10,19	4,02	8,80
Ceniza	9,24	3,60	7,06	2,38	9,55
Ca	0,61	0,17	0,38	0,16	0,41
P	0,25	0,09	0,25	0,16	0,25

¹PC = proteína cruda (N x 6,25) ; FDN = fibra detergente neutra; FDA = fibra detergente ácida; Ca = calcio; P = fósforo.
²Valores calculados por diferencia de la composición química del forraje ofrecido y rechazado ajustado al consumo.

Cuadro 7. Cambio de peso y consumo de alimentos de bovinos , suplementados con urea y harina de ajonjolí y harina de carne.

Observaciones	TRATAMIENTOS ¹			
	F	FU	FUAJ	FUAJC
Peso inicial, Kg.	298	298	298	298
Peso final, Kg.	276,9	305,5	318	323,5
Cambio de peso, g/día	-254, ^a	77, ^b	233 ^c	301 ^c
Consumo de forraje, Kg. MS/día	6,2 ^a	6,9 ^b	6,8 ^b	6,9 ^b
Consumo concentrado, Kg./día	-	1,0	1,0	1,0
Consumo total, Kg./día	6,2	7,9	7,8	7,9
Índice conversión suplemento	-	3,0	2,1	1,8

a, b, c Promedios con distintas letras son significativamente diferentes entre si (P<0,05)
¹F = forraje; FU =forraje-urea; FUAJ = forraje-urea-ajonjolí; FUAJC = forraje-urea-ajonjolí-carne.
 Suplemento consumido
²Eficiencia conversión = -----
 cambio peso suplementados-cambio peso testigos

En el Cuadro 8 se resumen los datos de digestibilidad de la MO y FDN y de la retención de nitrógeno. La digestibilidad de la MO aumentó de 39,2 a 48,1% cuando el forraje se suplementó con urea ($P < 0,05$), registrándose incrementos adicionales ($P < 0,05$) cuando se incorporó la harina de ajonjolí (53,8%) y harina de carne (52,7%).

La digestibilidad de la FDN fue significativamente superior ($P < 0,05$) en los suplementos que contenían proteínas preformadas en comparación al testigo con forraje.

La retención de nitrógeno fue negativa para el tratamiento de forraje (-26,6%) y positiva ($P < 0,05$) con la suplementación con urea (38,7%), registrándose incrementos adicionales ($P < 0,05$) con la incorporación de la harina de ajonjolí y harina de carne (51,0 y 49,7%).

Cuadro 8. Digestibilidad aparente de la materia orgánica (MO) y fibra detergente neutra (FDN) y retención aparente de nitrógeno de raciones a base de forraje con suplementación de urea y sustitución parcial de harina de ajonjolí por harina de carne¹.

Parámetros	TRATAMIENTOS ²			
	F	FU	FUAJ	FUAJC
Digestibilidad (%):	39,2 ^a			
- MO	35,5 ^a	48,1 ^b	53,8 ^c	52,7 ^c
- FDN		44,1 ^{ab}	48,4 ^b	46,2 ^b
Balanza nitrógeno (N) ³ g/día:				
- N ingerido	3,0	10,6	14,7	14,5
- N fecal	2,9	3,2	3,6	3,4
- N urinario	0,90 ^b	3,3	3,7	3,9
Nitrógeno retenido:				
- g/día	- 0,8	4,1	7,5	7,2
- Porcentaje N ingerido	-26,6 ^a	38,7 ^b	51,0 ^c	49,7 ^c

a, b, c Promedios con distintas letras son significativamente diferentes entre sí ($P < 0,05$)
¹ Digestibilidad realizada con cuatro ovinos/tratamiento.
² F = forraje; FU = forraje-urea; FUAJ = forraje-urea-ajonjolí; FUAJC = forraje-urea-ajonjolí-carne.
³ Aporte de nitrógeno calculado como porcentaje de peso vivo de los bovinos de la prueba de alimentación.

DISCUSIÓN

Los resultados reseñados en los dos experimentos indican que la suplementación restringida (1 Kg./animal/día) con urea y proteína preformada, produce respuestas productivas que podrían justificar la práctica del mejoramiento nutricional bajo ciertas condiciones, vinculadas básicamente con el tipo y función productiva del animal. La inclusión de urea al 10% permitió la autorregulación del consumo del suplemento, aproximadamente durante 24 horas, manteniéndose constante la concentración de amoníaco a nivel ruminal, requerido para la máxima eficiencia microbiana (16). La respuesta a la suplementación con urea ratifica, una vez más, la voluminosa información bibliográfica (11, 12, 13, 18) que señala que el nitrógeno no proteico, cuando es suministrado sin un aporte apropiado de hidratos de carbono fermentescibles, promueve respuestas limitadas en animales alimentados con forraje de alto contenido lignocelulósico.

La incorporación de fuentes proteicas derivadas de oleaginosas (harina de ajonjolí y algodón) y de productos animales (harina de carne) aumenta significativamente los parámetros productivos y digestivos de los animales (3), sin significativas diferencias entre las fuentes de origen vegetal. Esto sugiere que las diferencias en degradabilidad ruminal observadas por Godoy y Chicco (6) entre las harinas de ajonjolí y algodón, si bien fueron significativamente diferentes, no se reflejaron tanto en los procesos digestivos como en los productivos de los animales. La sustitución del equivalente nitrogenado del 50% de la harina de ajonjolí por carne, mejoró las ganancias de peso, alcanzándose los 300 g/animal/día que, si bien en el Experimento 2 fue significativamente diferente al ajonjolí (233 g/animal/día), la respuesta es de magnitud suficiente para permitir una más amplia generalización de su uso, bajo condiciones de restricción cualitativa del forraje. Esto concuerda con las observaciones de Gill y England (5), quienes encontraron que la suplementación de rastrojo y ensilaje de maíz con proteína de origen animal (harina de pescado) mejoraba la digestibilidad de la dieta basal, sugiriendo que algunos compuestos, particularmente aminoácidos, eran responsables de mantener una adecuada actividad microbiana. En estudios sobre degradabilidad de fuentes proteicas, la baja solubilidad registrada para la harina de carne, a nivel ruminal, haría suponer, además, que un porcentaje relativamente grande de la misma escapa la fermentación ruminal y provea aminoácidos directamente disponibles a nivel intestinal (10).

BIBLIOGRAFÍA

1. ÁLVAREZ, F. J.; DIXON, M. R. y PRESTON, F. R. Ammonia requirements for rumen fermentation. En: Recent advances in animal nutrition in Australia (Eds. D. J. Farrell y P. Vohra). University of New England. Armidale, Australia. 1983. p. 9A.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official methods of analysis. 13a. ed. (Ed. W. Horwitz). George Banta Company Inc., Menasha, Wisconsin. 1980. 1018 p.
3. COOMBE, J. B. Rape and sunflower meals as supplements for sheep fed oat straw. Australian Journal Agricultural Research. 36: 717-728. 1985.
4. FISKE, C. A. y SUBARROW, I. Colorimetric determination of phosphorous. Journal of Biological Chemistry. 66: 375-400. 1925.
5. GILL, M. y ENGLAND, P. Effect of degradability of protein supplements on voluntary intake and nitrogen retention in young cattle fed grass silage. Animal Production. 39: 31-36. 1984.
6. GODOY DE LEÓN, S. y C. F. CHICCO. Degradación ruminal in situ de diferentes fuentes de proteína. Zoot. Trop. Vol. IX, No.1. 1991. p.
7. HENNESSY, D. W. The role of protein supplements in the nutrition of beef cattle grazing native pastures of the north coast of New South Wales. Proceedings Of the Australian Society of Animal Production. 14: 68-72. 1982.
8. KEMPTON, T. J.; NOLAN, J. V. y LENG, R. A. Principles for the use of non-protein nitrogen and by-pass proteins in diets of ruminants. World Animal Review. 22: 2-14. 1977.
9. LENG, R. A.; HILLARD, M. A. y NOLAN, J. V. Mechanism of action of by-pass proteins. Proceedings of the Australian Society of Animal Production. 14: 92-94. 1982.
10. LINDSAY, J. A. y LOXTON, I. D. Supplementation of tropical forage diets with protected proteins. En: Recent advances in animal nutrition in Australia. (Ed. D. J. Farrell). University of New England. Armidale, Australia. 1981. p. 1A.
11. LOOSLI, J. K. y MCDONALD, I. W. El nitrógeno no proteico en la nutrición de los rumiantes. Roma, FAO, 1969. 107 p.
12. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Urea and other nonprotein nitrogen compounds in animal nutrition. The National Academy of Sciences. Washington, D. D. 1976. 120 p.
13. PRESTON, T. A.; ELLIS, A.; WILLIS, M. S. y SOTHELAND, T. M. Intensive beef production from molasses and urea. 1967. Nature. 216: 721-727.
14. PRESTON, T. A. y LENG, R. A. Matching livestock production systems to available resources. International Livestock Center for Africa. Addis Abeba. 1986. 331 p.
15. SATTER, L. D. y ROFFLER, R. E. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. Journal of Dairy Science. 58: 1219-1237. 1975.
16. SATTER, L. D. y SLYTER, L. L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. British Journal of Nutrition. 32: 199-208. 1974.
17. VAN SOEST, P. J. y WINE, A. H. Method for determination of lignin, cellulose and silica. Journal of Animal Science. 26: 940. 1967. (Compendio)
18. VEITIA, J. L. Algunos aspectos de la suplementación nitrogenada en la alimentación de rumiantes en áreas tropicales. Boletín de Reseñas, Cuba. 4: 3-54. 1977.
19. WILLIS, J. B. The determination of calcium and magnesium in urine by atomic absorption spectroscopy. Analytical Chemistry. 33: 556-559. 1961.

Volver a: [Suplementación proteica](#)