

**CEBA DE BOVINOS CON PUNTA DE CAÑA Y PLANTA DE MAÍZ
SUPLEMENTADOS CON BLOQUE PROTEICO
DE UREA O CONCENTRADO**

M.A. Galina¹, G. Ruiz¹ y M.A. Ortiz²

¹ Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM,
Departamento de Ciencias Pecuarias. FES. Cuautitlán
UNAM km 3.5 Carretera Teoloyucan-Cuautitlán Estado de México, México 54000
E-mail miguelgalina@correo.unam.mx

² University of Aberdeen, Scotland angelesortiz@hotmail.com

Se realizó un experimento durante 120 días en 60 becerros de 257 (± 7) kg de peso alimentados con una mezcla de punta de caña (80%) y planta entera de maíz (20%). Ambos forrajes eran de baja calidad, ya que tenían menos de 10% de PC y más de 30% de FC. Los tratamientos fueron: T1 dieta base suplementada con bloques proteicos y T2 dieta base suplementada con un alimento concentrado. Se estabularon cuatro animales fistulados para medir la cinética ruminal mediante la técnica de las bolsas de nailon. La ganancia fue de 725 (± 54) y 708 (± 75) g/día durante los 120 días para T1 y T2, respectivamente. En T1 la mayor parte de la dieta (94%) estuvo formada por los forrajes y en T2 solo alcanzó el 67%. El consumo voluntario aparente en ambos tratamientos fue del 3%. La digestibilidad de la MS en T1 fue de 79,2% y difirió significativamente de T2 (58,7%). La cinética del N en ambas dietas fue relativamente baja. La tasa de digestibilidad verdadera para la celulosa y la hemicelulosa fue mayor en T1 (52,23 y 38,16%) que en T2 (44,22 y 34,21%). De acuerdo con los resultados se concluye que si los bovinos son suplementados adecuadamente, pueden crecer satisfactoriamente alimentados con forrajes de baja calidad.

Palabras clave: Caña de azúcar, engorde, maíz, suplementos

Sixty steers averaging 257 (± 7) kg were used in a 120 days experiment and fed with a mixed forage composed by sugar cane tops (80%) and whole maize plant (20%). Both maize and cane tops were low quality forages, with less than 10% of CP and more than 30% of CF. Two treatments were compared: T1 basal diet supplemented with protein blocks and T2 basal diet supplemented with concentrates. Four fistulated animals were allotted in pens to estimate the ruminal kinetics using the nylon bags technique. The average daily gains were 725 (± 54) and 708 (± 75) g/day during the experimental period for T1 and T2 respectively. In treatment T1 most of the diet (94%) was formed by forage, whereas it reached only the 67% in T2. The apparent voluntary intake in both treatments was about 3%. The dry matter digestibility on T1 reached 79,2% and was significantly greater than in T2 (58,7%). The nitrogen kinetics in both diets was relatively low. The true rate of digestibility for cellulose and hemicellulose was greater in T1 (52,23 and 38,16%) compared with T2 (44,22 and 34,21%). It was concluded that adequate supplementation provides good growth performance in steers fed with low quality forages.

Key words: Sugar cane, fattening, maize, supplements

Los rumiantes tienen la habilidad de utilizar los forrajes como única fuente de alimento. Desde el punto de vista de la morfología vegetal, los tejidos de las plantas contienen una cantidad importante de materia orgánica (35-80%) en las paredes celulares, que les confiere su integridad estructural, contrariamente a lo que ocurre en las semillas. En los bovinos es posible la utilización, como nutrimento, de esas estructuras fibrosas de los forrajes, a través de

una degradación de las paredes celulares por los microorganismos del rumen capaces de fermentar los polisacáridos, que no son sustrato para la hidrólisis de las enzimas de los mamíferos (Jung y Allen, 1995). Al maximizar la presencia de bacterias ruminales se incrementa significativamente la síntesis de proteína microbiana con paso al duodeno y se produce una reducción del reciclaje de N en el rumen, lo que permite aprovechar el potencial para

mejorar la productividad de los rumiantes (Koenig, Newbold, McIntosh y Rode, 2000). Recientemente se han obtenido altas tasas de eficiencia en la fermentación cuando los rumiantes se alimentan con forrajes de baja calidad y se suplementan con nutrientes críticos y nitrógeno no proteico (Galina, Guerrero, Serrano, Morales y Haenlein, 2000; Ortiz, Haenlein y Galina, 2002). La energía necesaria para un importante desarrollo microbiano puede provenir de las paredes celulares de los forrajes fibrosos, cuando se mejora la celulólisis mediante la suplementación con una dosis adecuada de carbohidratos fermentables (Galina, Guerrero y Haenlein, 2002).

Los alimentos altos en fibra y bajos en proteína, acompañados de los residuos de cosechas, son los forrajes de mayor abundancia para los rumiantes en los trópicos (Fernández, Croom, Tate y Johnson, 1990; Preston, 1995). En trabajos previos se han obtenido mejoras en las tasas de producción cuando estos forrajes han sido suplementados adecuadamente, lo cual ha favorecido una eficiente fermentación ruminal con un aporte de nutrientes esenciales hacia el intestino delgado (Leng, 1990; 1991; Preston, 1995; Galina, Pineda, Rosado, Aguilar, Puga, Rubio y Murillo, 1997). Otras investigaciones han buscado optimizar la relación simbiótica entre los microorganismos ruminales y el animal huésped (Ørskov, 1994). Un incremento en la población microbiana celulolítica, particularmente las especies *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus flavefaciens* y *R. albus*, puede tener dos funciones: por una parte aumentar la energía de la dieta accesible al rumiante, lo que incrementa la digestibilidad de los forrajes ricos en fibra y permite a su vez un aporte superior que el señalado en la tablas convencionales de alimentos (INRA, 1988; Ørskov, 1994; Russell y Wilson, 1996; Martin, 1997); y por la otra, al incrementar el flujo ruminal se produce un aumento en la cantidad de nutrientes, debido a un mayor volumen de MS ingerida, lo cual posibilita un consumo voluntario aparente muy por encima de los márgenes conocidos (INRA, 1988; Ortiz *et al.*, 2002).

Para lograr una mayor eficiencia fermentativa microbiana se ha recomendado la presencia constante de una base de N amoniacal como urea, pollinaza, sulfato de amonio o cualquier fuente de nitrógeno no proteico (Oltjen, Slyter, Kozak y Williams, 1968; Leng, 1990; Preston, 1995; Zinn, Barajas, Montaña y Sean, 1996), acompañada de

carbohidratos fácilmente fermentables como la melaza (Preston, 1995; Russell y Wilson, 1996). Otros elementos que complementan la óptima fermentación microbiana son el azufre y el fósforo, además de los álcalis que modifiquen el pH hacia la neutralidad (cal), unido a sustancias buffer, como el cemento (Russell, Young y Jorgensen, 1979; Noller, White y Wheeler, 1980; Wheeler, Noller y White, 1981a; 1981b; Russell y Wilson, 1996). La productividad se puede complementar con proteína de sobrepaso, carbohidratos de baja degradabilidad (almidón) que escapen a la fermentación ruminal, grasa animal que aporte un incremento energético por kilogramo de MS, además de ácidos grasos de cadena larga que aumenten el NADPH (Leng, 1990; Ørskov, 1991; 1998). Con la mezcla de ellos se incrementa la absorción de nutrientes y aumenta la productividad hasta en 10 veces más con relación a la obtenida por métodos convencionales (Leng, 1990).

Con anterioridad se han realizado estudios sobre los efectos individuales de cada uno de los elementos utilizados en la propuesta; sin embargo, pocas investigaciones han medido los efectos ruminales de una mezcla compleja (Galina *et al.*, 1997) o administrada en forma de bloques de urea, utilizados con buenos resultados en bovinos (Kunju, 1986).

Asimismo, se han efectuado una serie de trabajos para estudiar el efecto de los activadores de la fermentación en la cinética ruminal, en animales suplementados diariamente. Por otro lado, se ha estudiado poco el bloque como activador, por lo que el objetivo del presente trabajo fue medir las interacciones en la ceba en términos de efectos ruminales y productividad, cuando se emplea un alimento de aporte continuo de nitrógeno no proteico en forma de bloque, mediante un ensayo mixto de crecimiento con la medición de la cinética ruminal en bovinos fistulados.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó un estudio en el rancho "Suchitlán", localizado en Comala, Colima, México, a los 19°23' latitud Norte, 103°41' longitud Oeste, y a 1 400 msnm. El clima, según Köppen, se clasifica como el tipo Aw1 (w), con una época de lluvia de julio a octubre y 1 000 mm de precipitación pluvial anual. La duración de las lluvias es de 8 a 9 meses, con una temperatura promedio de 25°C (García, 1973).

El experimento se desarrolló durante 120 días en 60 becerros de 257 (± 7) kg de peso, para medir el efecto de la suplementación con un bloque proteico formado por 48% de melaza, 12% de rastrojo de maíz, 8% de pollinaza, 5% de cal, 9% de pulidura de arroz, 2% de salvado de trigo, 2% de sebo de res, 5% de urea, 6% de sal, 0,5% de sulfato de amonio, 0,5% de sales minerales y 2% de harina de pescado, alimentados con una mezcla de punta de caña (80%) y planta entera de maíz (20%). El primer tratamiento (T1) incluyó 30 becerros (254 \pm 4) alimentados con la dieta base y suplementados con cinco bloques proteicos de 10 kg *ad libitum*. En el segundo tratamiento (T2) se sometieron 30 becerros (260 \pm 9) a la misma dieta, pero suplementados con 3 kg/día de un alimento concentrado formado por 40% de maíz; 25,9% de salvado de trigo; 25,8% de cebada; 6% de soya; 1,2% de fósforo; 1% de sal de mar y 0,1% de sales minerales. Después de 2 meses, se estabularon cuatro animales fistulados para medir la cinética ruminal, utilizando la punta de caña como el forraje de referencia, mediante la técnica de las bolsas de nailon (Ørskov, Hovell y Mould, 1980).

Los análisis químicos proximales se realizaron de acuerdo con los procedimientos de la AOAC (1995). La determinación de los contenidos de la fibra se hizo según la metodología sugerida por Van Soest y Wine (1967). La energía se determinó mediante la bomba calorimétrica (Hill, Seals y Montiegel, 1958).

Las bolsas de nailon medían 12 x 8 cm, con una porosidad de 1 600 hoyos/ cm², en las cuales se introdujeron 3 g de punta de caña; se tomaron muestras a las 0, 8, 12, 24, 48, 72 y 96 horas hasta que se observó el efecto de asentamiento de la curva de desaparición de la porción potencialmente digestible del forraje. La tasa de desaparición *in situ* se calculó por medio de las ecuaciones de Mehrez y Ørskov (1977) y Singh, Makkar y Neggi (1992). Las bolsas se incubaron en el rumen y la tasa de desaparición se calculó por el modelo exponencial $p = a + b(1^{ct})$ de Ørskov y McDonald (1979). La tasa de paso se midió por el método de cromo (Uden, Colucci y Van Soest, 1980) administrado a través de la cánula; las muestras de heces se tomaron en períodos. Los datos se introdujeron en el modelo de dos compartimentos de Grovum y Williams (1973). En las muestras del líquido ruminal se midió el pH con un potenciómetro portátil, el NH₃ mediante la técnica del ión

específico y los AGV por cromatografía de gases. La digestibilidad aparente se midió a través de la colección total de heces cada 2 horas.

La digestibilidad *in vivo* se determinó por las diferencias entre lo ofertado y lo rechazado, con un 10% de restricción para permitir un llenado ruminal; se realizó una colección total de heces para medir MS, N y MO (AOAC, 1995), FDN, celulosa y hemicelulosa (Goering y Van Soest, 1975). El balance de N se midió en las muestras de orina y de heces (AOAC, 1995). Para impedir la pérdida de nitrógeno, se agregó a las muestras 10 mL de HCl.

La tasa de desaparición *in situ* y la cinética de la digestión por unidad de tiempo de la MS, FDN, celulosa y hemicelulosa de cada observación, se calculó por el método de Waldo, Smith y Cox (1972) de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} dA/dt &= -k_d \cdot A - k_p \cdot A \\ dB/dt &= -k_p \cdot B \end{aligned}$$

A = cantidad potencialmente digestible del nutriente en el rumen

B = cantidad indigestible del nutriente

k_d = tasa constante de digestión

k_p = tasa de paso constante

t = tiempo en horas

La digestibilidad verdadera se calculó por la ecuación de Allen y Martens (1988).

$$(k_d/(k_d+k_p))$$

El punto final de la fermentación se definió como la fracción indigestible a las 72 h (Smith, Goering y Gordon, 1972).

Los resultados se calcularon por el procedimiento señalado por Singh *et al.* (1992).

La tasa de desaparición media se determinó por la ecuación de Kempton (1980).

$$t_{1/2} \text{ (h)} = \text{En } 2/k$$

$t_{1/2}$ = velocidad media

En 2 = Logaritmo natural de (0,693)

k = Tasa de desaparición

La digestibilidad se calculó por:

$$Y_{ij(t)} = \mu + \rho_i + \gamma_j + \tau_t + E_{(ij)}$$

$Y_{ij(t)}$ = Digestibilidad *in vivo* de MS, MO, FDN, celulosa y hemicelulosa. Digestibilidad o desaparición *in situ* MS, FDN, celulosa y hemicelulosa.

μ = efecto general de la media

ρ_i = i-efecto del renglón (animal)
 γ_j = j-efecto de la columna (período)
 τ_t = efecto del tratamiento que aparece en la j- renglón/columna
 E_{ijt} = error aleatorio en la unidad renglón/columna (ij)

Se utilizó un cuadrado latino (4 x 4) para los datos de los bovinos canulados cuando se introdujeron en sus establos individuales; para la ceba se empleó un diseño completamente al azar. Las diferencias entre medias fueron evaluadas por la prueba de Tuckey ($P < 0,05$). Todos los análisis estadísticos se realizaron con el paquete SAS (1996).

RESULTADOS

En la tabla 1 se resumen las características químicas de los forrajes y suplementos de las dos observaciones; ambos forrajes correspondían a alimentos de baja calidad, debido a que contenían menos de 10% de proteína y más de 30% de fibra cruda.

Los animales del experimento 2 (suplemento concentrado) tuvieron un crecimiento promedio de 708 (± 75) g/día durante los 120 días de la observación, similar al de los animales engordados con el bloque proteico, que fue de 725 (± 54) g/día (tabla 2); aparentemente ambos grupos tuvieron iguales

incrementos de peso con una dieta pobre en nitrógeno. No obstante, se observó que en el caso del bloque la mayor parte de la dieta (94%) la formaron los forrajes de la mezcla de punta de caña y planta de maíz; mientras que en el grupo suplementado con el concentrado, solo el 67% de la dieta fue forraje, lo que se manifestó en un aumento del costo por día, además de una dependencia hacia el alimento, que en este caso tuvo un efecto sustitutivo, mientras que en el bloque fue solamente fermentativo. El consumo voluntario aparente en ambos tratamientos fue del 3%. Los carbohidratos fermentables en T1 se mantuvieron por debajo de 6 g/kg de MS, mientras que en T2 alcanzaron alrededor de 8 g/kg MS.

Se encontró una mayor digestibilidad ($P < 0,01$) de la materia seca cuando se utilizó el bloque (79,2%) comparado con la dieta de concentrado (58,7%). La cantidad de materia seca aparentemente consumida por ambos grupos fue similar, pero la proporción de ácido acético en la dieta de bloque fue superior a la del concentrado, situación inversa a la de la proporción de ácido propiónico. El NH_3 del bloque fue, a su vez, mayor que el del concentrado comercial (tabla 3).

Tabla 1. Composición química proximal (base en MS) de la punta de caña, la planta de maíz, el bloque y el concentrado.

	Punta de caña	Planta de maíz	Bloque	Concentrado
Materia seca, %	89,69	80,65	93,12	90,53
Ceniza, %	5,08	9,8	18,89	5,60
Extracto etéreo, %	2,70	3,08	9,88	4,07
Proteína cruda (N x 6,25), %	3,68	8,10	26,13	19,83
Fibra cruda, %	39,04	35,81	25,00	12,56
Fibra detergente neutra, %	78,17	68,82	57,84	68,40
Fibra detergente ácida, %	40,73	45,75	16,66	13,16
Contenido celular, %	24,83	31,17	62,15	31,59
Celulosa, %	32,90	26,67	28,01	7,84
Hemicelulosa, %	37,27	27,18	21,18	55,23
Lignina, %	11,54	9,48	4,90	4,86
Extracto libre de nitrógeno, %	40,10	47,94	40,10	60,80
Total de nutrientes digestibles, %	56,48	69,70	98,75	85,10
Energía metabolizable* Mcal	2,19	2,21	3,05	3,07
Energía digestible* Mcal	2,77	3,06	3,71	3,74
Energía total* Mcal	3,45	3,82	4,53	4,67

*Mcal/kg de materia seca

Tabla 2. Peso mensual de los animales con la dieta de punta de caña (80%) y planta de maíz (20%) suplementada con bloque (T1) o concentrado (T2).

Días	0	30	60	90	120	Media	DS
PV kg, T1	254	276	295	319	341	297±34,32 ^a	
PV kg, T2	260	273	299	314	345	298±33,67 ^a	
Suplementación en kg/d T1	0,600	0,700	0,750	0,750	0,800	0,720 ^b	
Suplementación en kg/d T2	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000 ^a	
Forraje de la dieta, kg, T1	7,023	7,858	8,250	8,950	9,710	8,583±1,071 ^a	
Forraje de la dieta, kg, T2	5,712	5,762	5,828	6,325	6,960	6,117±0,530 ^b	
Total MSI, kg, T1	7,623	8,558	9,000	9,700	10,501	9,076±1,096 ^a	
Total MSI, kg, T2	8,712	8,762	8,828	9,325	9,960	9,117±0,530 ^a	
CVA, % base seca, T1	3,0	3,1	3,0	3,0	3,0	3,02±0,44 ^a	
CVA, % base seca, T2	3,3	3,2	2,9	2,9	2,8	3,02±0,21 ^a	
CF g/d, T1	4,62 ^b	3,93 ^b	3,42 ^b	3,03 ^b	2,78 ^b	3,55 ±0,73 ^b	
CF g/d, T2	7,19 ^b	7,93 ^b	8,14 ^b	8,12 ^b	8,02 ^b	7,88 ±0,39 ^a	
Ganancia día T1 g		733	633	800	733	725±54 ^b	
Ganancia día T2 g		433	866	500	1,033	708±75 ^a	

MSI: Materia seca ingerida

CVA: Consumo voluntario aparente

CF: Carbohidratos fermentables

a,b Diferencia significativa (P<0,05)

La cinética ruminal de la punta de caña en las bolsas de nailon se muestra en la figura 1. La tasa de degradación fue significativamente superior en el ambiente ruminal de los animales alimentados con el bloque, particularmente entre las 24 y las 48 horas, cuando ocurre la mayor parte de la fermentación del forraje. En la figura 2 se observa la acción del bloque en el pH ruminal, que se mantuvo por encima de 6,5; mientras que el efecto acidofílico del concentrado por su rápida fermentación se manifestó en un

ambiente ruminal significativamente más ácido que en el tratamiento del bloque. La cinética del NH₃ se presenta en la figura 3; los niveles de nitrógeno no proteico en T1 se mantuvieron altos (por encima de 40 mg/L de líquido ruminal) durante las 12 horas de la observación; mientras que en T2 hubo un aumento en las primeras 2 horas posteriores al consumo y descendió posteriormente a 20 mg/L. No obstante, el pico en el T2 fue de 181 mg/L y de 84 mg/L en T1.

Tabla 3. Consumo voluntario, digestibilidad aparente y proporciones molares de AGV en la dieta de 80% de punta de caña con 20% de planta de maíz, suplementada con bloque proteico (T1) o concentrado (T2).

	T1	T2
Consumo (kg/d)		
Materia seca	9,076 ^a	9,117 ^a
Materia orgánica	8,259 ^a	8,205 ^a
Digestibilidad aparente (%)		
Materia seca	79,2 ^a	58,7 ^b
Materia orgánica	70,4 ^a	54,0 ^b
NH ₃ ruminal valor máximo (mg/L)	18,1 ^a	8,4 ^b
Proporciones de AGV en el rumen (moles/100 mL)		
Acetato	79,2 ^a	68,2 ^b
Propionato	14,5 ^b	19,0 ^a
Butirato	6,4 ^b	8,6 ^a

a,b Diferencias significativas entre dietas (P<0,01)

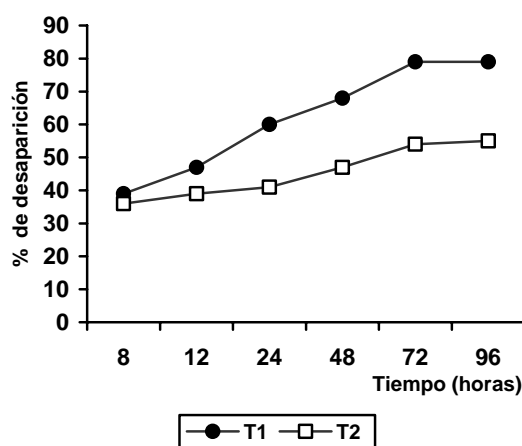


Fig. 1. Cinética de la desaparición *in situ* de la dieta de 80% de punta de caña con 20% de planta de maíz suplementada con concentrado comercial o bloque proteico.

En la tabla 4 se resume la cinética del nitrógeno; en ambas dietas fue relativamente bajo el nitrógeno ingerido (181 g/día para la dieta del concentrado y solamente 84 g/día para la del bloque), debido al bajo tenor de este nutriente en los forrajes ofertados. No obstante, la tasa de nitrógeno retenido permitió casi igualar la cantidad utilizada por ambas dietas, que se manifestó en ganancias similares, ligeramente superiores a los 700 g/día en ambos tratamientos (tabla 2).

En la tabla 5 se observa la cinética ruminal de la degradabilidad del forraje; la tasa de digestión fue superior para el bloque (0,042) comparada con la del concentrado (0,037), lo que conllevó a un mayor tiempo medio de desaparición.

En la tabla 6 se resumen los datos de digestibilidad de la FDN; hubo una mayor tasa de digestibilidad verdadera en el ambiente ruminal del bloque (55,32), superior a la del concentrado (48,33). Ello implicó un título máximo de desaparición de la FDN de 51,35 para el bloque, comparado con un 47,20 para el concentrado.

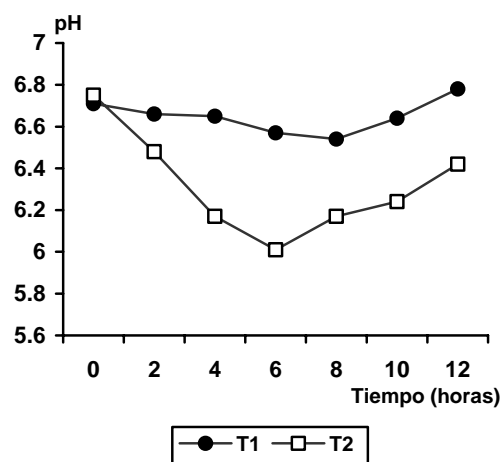


Fig. 2. Cinética del pH ruminal en la dieta de 80% de punta de caña y 20% de planta de maíz suplementada con concentrado o bloque.

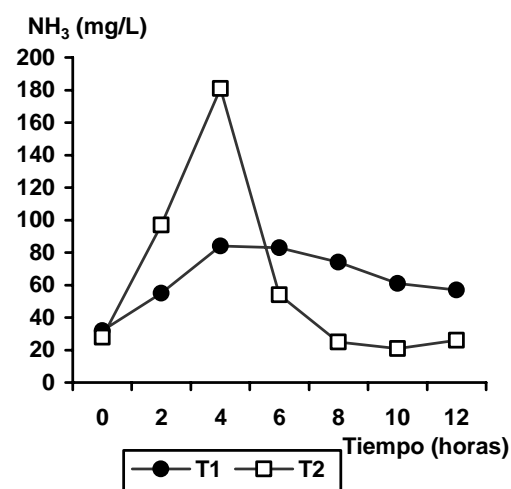


Fig. 3. Cinética del amoníaco en la dieta de 80% de punta de caña con 20% de planta de maíz suplementada con bloque o concentrado.

La tasa de digestibilidad verdadera para las fracciones de FDA (celulosa y hemicelulosa) mostró un mejor ambiente fermentativo en el caso del bloque, que permitió una mejor utilización de la fibra de los forrajes (tabla 7).

Tabla 4. Consumo de materia seca, metabolismo del nitrógeno y digestibilidad *in vivo*.

Variables	T1	T2
Nitrógeno ingerido (g/d)	84,73 ± 7,5 ^b	181,7 ± 7, ^a
Nitrógeno fecal (g/d)	10,2 ± 2,1 ^b	29,5 ± 7,7 ^a
Nitrógeno urinario (g/d)	14,6 ± 4,5 ^b	28,7 ± 3,4 ^a
Nitrógeno retenido (g/d)	59,9 ± 2,4 ^b	73,5 ± 1,4 ^a
Digestibilidad del nitrógeno (%)	70,6 ± 1,14 ^a	55,8 ± 2,11 ^b
Consumo voluntario (kg/día)	9,076 ± 118 ^a	9,117 ± 94 ^a
Digestibilidad <i>in vivo</i> (%)		
Materia seca	63,2 ± 8,4 ^a	68,7 ± 9,4 ^a
Materia orgánica	55,4 ± 13,4 ^a	59,7 ± 11,2 ^a
Fibra detergente neutra	79,14 ± 7,5 ^a	73,11 ± 9,5 ^b
Celulosa	77,17 ± 9,0 ^a	71,14 ± 13,1 ^b
Hemicelulosa	78,56 ± 5,8 ^a	70,17 ± 9,4 ^b

a,b Medias con letras diferentes indican diferencias (P<0,05) entre columnas

Tabla 5. Partes potencialmente digestibles o indigestibles, tasa de digestión, tasa de paso, digestibilidad verdadera y tiempo medio de desaparición *in situ* de la FDN en las dietas experimentales.

Variables	T1	T2
Fibra potencialmente digestible (b) %	69,17 ± 4,6 ^a	61,14 ± 3,6 ^a
Parte soluble (a) %	5,07 ± 0,3 ^a	5,14 ± 0,9 ^a
Parte indigestible (100-(a+b)) %	25,76 ± 7,4 ^b	33,72 ± 4,7 ^b
Tasa de paso (k _p /h)	0,083 ± 0,012 ^b	0,079 ± 0,003 ^b
Tasa de digestión (k _d /h)	0,042 ± 0,040 ^b	0,037 ± 0,002 ^b
Digestibilidad verdadera k _d /(k _d +k _p) (%)	51,14 ± 3,15 ^a	46,24 ± 2,65 ^a
Tiempo medio de desaparición (horas)	26,34 ± 1,22 ^a	21,14 ± 2,47 ^a

a,b Medias con letras diferentes indican diferencias (P<0,05) entre columnas

Tabla 6. Fracción digestible e indigestible, tasa de digestión, tasa de paso, digestibilidad verdadera y tiempo medio de desaparición de la FDN en las dietas experimentales.

Variables	T1	T2
Fibra potencialmente digestible (b) %	69,24 ± 3,4 ^a	61,14 ± 3,4 ^a
Fase espera (Lag), horas	3,12 ± 1,2	3,33 ± 1,3
Fibra indigestible (a) %	27,24 ± 1,7 ^b	35,53 ± 3,2 ^b
Tasa de paso (k _p /h)	0,085 ± 0,003 ^a	0,080 ± 0,003 ^a
Tasa de digestión (k _d /h)	0,047 ± 0,003 ^a	0,039 ± 0,002 ^a
Digestibilidad verdadera k _d /(k _d +k _p) (%)	55,32 ± 1,18 ^a	48,33 ± 2,17 ^b
Tiempo medio de desaparición (horas)	23,21 ± 1,14 ^a	20,11 ± 2,09 ^b
Remanente de la porción potencialmente digestible, %	81,31 ± 1,1 ^b	88,24 ± 1,1 ^b
Título máximo de desaparición de FDN	51,35 ± 3,1 ^a	47,20 ± 3,1 ^a

a,b Medias con letras diferentes indican diferencias (P<0,05) entre columnas

DISCUSIÓN

El crecimiento de los animales fue similar en ambos tratamientos y coincide con lo reportado por Galina, Ørskov, Pérez-Gil y Ortiz (2002) al emplear un suplemento de consumo lento de urea con punta de caña, así como con lo obtenido en estabulación al utilizar punta de caña (70%) mezclada con planta de maíz suplementada con un granulado de urea (Ortiz, Galina y Carmona, 2002). En todos estos casos se ha demostrado la capacidad de la punta de caña como forraje fibroso cuando es suplementado con tratamientos que mejoren la fermen-

tación ruminal. Por otro lado, se ha corroborado la pobreza de la punta de caña cuando se usa sola (Galina *et al.*, 2002), ya que ocasiona ganancias de peso mínimas o pérdidas cuando las condiciones fisiológicas del animal no le permiten utilizar adecuadamente sus reservas de grasa (Ørskov, 1999). El alto contenido de paredes celulares (FDN) de la punta de caña explica los resultados y confirma observaciones previas que mostraron la desnutrición, ya que garantiza solo el mantenimiento o ganancias mínimas cuando el animal tiene reservas de grasa corporal (Chowdhury y Ørskov, 1994).

Tabla 7. Fracciones potencialmente digestibles e indigestibles. Tasa de digestión, tasa de paso, digestibilidad verdadera y tiempo medio de desaparición *in situ* de la celulosa y hemicelulosa en las dietas experimentales.

Variables	Celulosa	
	T1	T2
Fibra potencialmente digestible (b) %	55,14 ± 5,12Aa	49,12 ± 6,17Aa
Fracción soluble	6,11 ± 1,1Aa	9,14 ± 1,1Ab
Fibra indigestible (a) %	38,75 ± 1,17Aa	41,74 ± 2,20Aa
Tasa de paso (k_p /h)	0,047 ± 0,002Aa	0,059 ± 0,002Aa
Tasa de digestión (k_d /h)	0,065 ± 0,001Aa	0,055 ± 0,001Aa
Digestibilidad verdadera $k_d/(k_d+k_p)$ %	42,23 ± 1,37Bb	44,22 ± 1,14Aa
Tiempo medio de desaparición (horas)	27,22 ± 2,05Bb	21,34 ± 2,05Aa

Variables	Hemicelulosa	
	T1	T2
Fibra potencialmente digestible (b) %	49,19 ± 1,84Ab	45,14 ± 3,24Ac
Fracción soluble	3,11 ± 1,7ba	8,11 ± 1,2Ba
Fibra indigestible (a) %	47,71 ± 3,27Aa	46,75 ± 2,24Aa
Tasa de paso (k_p /h)	0,024 ± 0,002Bb	0,029 ± 0,002Bb
Tasa de digestión (k_d /h)	0,068 ± 0,001Aa	0,062 ± 0,001Aa
Digestibilidad verdadera $k_d/(k_d+k_p)$ %	38,16 ± 1,85Aa	34,21 ± 2,34Bb
Tiempo medio de desaparición (horas)	29,22 ± 2,17Aa	22,14 ± 2,09Bb

Aa,Bb Medias con letras diferentes indican diferencias ($P < 0,05$) entre columnas

Las necesidades de proteína para el crecimiento de los animales experimentales se cubrieron al corregir el desbalance nutricional de los forrajes fibrosos, mediante la adición de una fuente de nitrógeno no proteico (urea y sulfato de amonio) para las bacterias ruminales (Silva y Ørskov, 1988; Leng, 1990). La proteína de baja degradabilidad ruminal de la harina de pescado probablemente provee de los aminoácidos claves para el huésped, además de los carbohidratos fermentables del maíz que han demostrado ser muy importantes para la utilización de los forrajes fibrosos por los rumiantes (Poppi y McLennan, 1995; Galyean, 1996). En el presente estudio, a través de la fermentación, la mezcla de punta de caña y maíz proporcionó los requerimientos de mantenimiento; mientras que el crecimiento fue el producto de la energía proveniente de la mayor digestibilidad de las paredes de los forrajes fibrosos, acompañada de una mayor producción de proteína bacteriana.

El ambiente ruminal con respecto al pH fue más cercano a la alcalinidad cuando se utilizó el bloque comparado con la suplementación del concentrado; en el primer caso un pH alto favoreció tanto la reproducción de las bacterias

ruminales como las condiciones para la acción de sus enzimas celulolíticas, acompañado de tasas mayores de amoníaco que proveen el nitrógeno necesario para su multiplicación, por lo que los resultados se debieron probablemente a una mejor fermentación de los forrajes fibrosos. En el caso del concentrado, un pH bajo y una menor cantidad de amoníaco demostraron que el crecimiento se debió a un factor sustitutivo del concentrado, por lo que la fermentación pasó a un segundo plano (Meang, Chang, Yun y Choi, 1989; Madrid, Hernández, Pulgar y Cid, 1998). Ello también sugiere que el crecimiento bacteriano aumenta cuando se dan aminoácidos esenciales azufrados como leucina, lisina, treonina y triptófano, abundantes en la pollinaza (Zinn *et al.*, 1996). Por otro lado, en Cuba las investigaciones de Elías (1983) demostraron la importancia de los carbohidratos fermentables en cantidades menores que 6 g/kg de PV/día para proporcionar la energía imprescindible en la formación del ATP, sin presentar un efecto sustitutivo; dicho efecto aparece cuando se oferta por encima de este límite fisiológico, en el cual las bacterias dejan de digerir la celulosa, ya que su hidrólisis se inhibe debido a un aumento de la celobiosa por

una depresión del sistema enzimático (Silva, Greenhalgh y Ørskov, 1989).

Las ganancias de peso fueron similares; no obstante, en T1 se observó un consumo mayor de fibra, así como una mejor tasa de degradación de la MO, acompañada de una mayor proporción de acetato con niveles superiores de NH_3 , lo que se correspondió con un consumo continuo del bloque. Este suplemento proveyó cantidades superiores a los 39 mg de NH_3/L de líquido ruminal, lo que creó un ambiente ruminal favorable a la cinética bacteriana, como se ha sugerido con anterioridad (Leng, 1991). Por otro lado, la concentración de amoníaco estuvo por debajo de las necesidades bacterianas en el caso del concentrado, que actúa sustituyendo los forrajes (Ryu, 1989). Sudana y Leng (1986) demostraron que los suplementos deben proveer cantidades adecuadas de amoníaco para un crecimiento continuo de los microorganismos fibrolíticos y sacarolíticos.

La cinética ruminal del amoníaco, la retención del nitrógeno y la digestibilidad fueron mejores en T1 y el crecimiento diario fue mayor que 700 g/día, superior al obtenido con forrajes fibrosos de baja calidad, lo que indica la importancia de ofertar cantidades relativamente pequeñas de elementos claves que permiten una mejor utilización de la fibra (Juul-Nielsen, 1981; Ndlovu y Buchana-Smith, 1985; Silva y Ørskov, 1988). La mejora en el ambiente ruminal posibilitó una mejor fermentación, lo que explica los resultados al emplear el bloque en la presente observación comparado con el concentrado, en el cual el crecimiento fue el producto de la calidad nutritiva del suplemento debido a la cantidad de proteína y energía que aporta; este último tiene un efecto sustitutivo en la alimentación de los rumiantes, lo que se manifiesta en un mayor costo de producción, además de una dependencia de elementos que el productor tiene que adquirir fuera de su unidad de trabajo.

Una menor cantidad de nitrógeno en la dieta implica una baja cantidad de N-urinario y fecal;

sin embargo, la retención del N fue mayor en T1, lo que coincide con lo señalado por Van Soest (1982). Los aumentos de la digestibilidad del N fueron similares a los reportados por Galina et al. (2002). La digestibilidad del N fue superior a la observada en Africa (Kevalenge, Said y Kiflewahid, 1983) al emplear dietas fibrosas, pero está dentro de los parámetros informados por Ortiz (2000) y Ortiz et al. (2002).

El consumo voluntario aparente fue similar para ambas dietas (superior a 9 kg/día) y superior a lo reportado con anterioridad para una dieta fibrosa (INRA, 1988). La mayor digestibilidad de la dieta se debió a un aumento en la fermentación ruminal, evidenciado por la tasa de desaparición de la fibra, lo que demostró que el uso del bloque aumentó la digestibilidad por el incremento de la energía de la melaza (Elliot, Ferreiro, Priego y Preston, 1978; Galina et al., 2002).

Ferreiro y Preston (1977) y Ferreiro, Preston y Sutherland (1977) obtuvieron una digestibilidad del 61% con una dieta de 100% de caña, menor que la observada por Galina et al. (2002), que fue de 72 y 79%.

San Martín, Pezo, Ruiz, Vohnout y Pun (1983) encontraron una digestibilidad de la MS del 45% a las 48 h. La tasa de fibra indigestible de la celulosa fue de 38%, lo que sustenta una mejor fermentación ruminal para el bloque, mientras que en el concentrado fue aproximadamente de 42%.

La tasa de digestión fue mayor para el bloque que para el concentrado y la tasa de paso fue menor. La digestibilidad verdadera fue menor para el bloque (42%) que para el concentrado (44%), pero no se observó diferencia significativa. Allen y Martens (1988) plantearon que cuando se incrementa la tasa de paso, la digestibilidad disminuye, lo cual permite una mejor fermentación de las paredes celulares en los animales alimentados con bloque.

Los niveles altos de melaza-urea han sido utilizados con éxito en la ceba de bovinos (Anon, 1984; Huerta y González, 1987). Los

resultados del presente trabajo sugieren que si los bovinos se suplementan adecuadamente, pueden crecer satisfactoriamente con forrajes de baja calidad.

CONCLUSIONES

Las dietas fibrosas de los rumiantes se pueden manejar de diferentes formas; la digestibilidad y el consumo mejoraron con el bloque, que permitió ganancias de peso comparables con las de la suplementación con concentrado. Esto se debió probablemente a una mejor condición fermentativa del rumen como producto de un mejor pH, que posibilitó el aumento de las bacterias al proveerlas de aminoácidos esenciales, nitrógeno no proteico, azufre y fósforo, lo cual mejoró la degradación de las paredes celulares. La oferta continua de amoníaco permitió explicar mejor los resultados. La proteína de baja degradabilidad ruminal, los carbohidratos glucogénicos y los ácidos grasos de cadena larga pudieron contribuir también al crecimiento adecuado de los animales en condiciones económicamente buenas.

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación fue sustentada por fondos de PAPIIT 211701 UNAM y la Cátedra SB FES-Cuautitlán, UNAM.

REFERENCIAS

- Allen, M.S. & Martens, D.R. 1988. Evaluating constraints on fiber digestion by rumen microbes. **J. Nutr.** 188:261
- Anon. 1984. Molasses + 8 % urea. The supplement that saved North Queensland cattle in the big drought of 1982 and 1983. Beef Cattlemen's Union. Mackay region, Australia. 35 p.
- AOAC. 1995. Official methods of analysis. Association of Official Agricultural Chemistry. 16th ed. Washington D.C., USA. 600 p.
- Chowdhury, S.A. & Ørskov, E.R. 1994. Implication of fasting on the energy metabolism and feed evaluation in ruminants. **J. of Animal and Feed Sciences.** 3:161
- Elías, A. 1983. Digestión de pastos y forrajes tropicales. En: Los Pastos en Cuba. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p. 187
- Elliot, R.; Ferreiro, H.M.; Priego, A. & Preston, T.R. 1978. Rice polishing as a supplement in sugar cane diets: the quantities of starch (glucose polymers) entering the proximal duodenum. **Trop. Anim. Prod.** 3:30
- Fernández, J.M.; Croom, W.J.; Tate, L.P. & Johnson, A.D. 1990. Subclinical ammonia toxicity in steers. **J. Anim. Sci.** 68:1726
- Ferreiro, M.H. & Preston, T.R. 1977. Digestibilidad y consumo voluntario en tallo de caña descortezado con la adición de puntas. **Prod. Anim. Trop.** 2:93
- Ferreiro, M.H.; Preston, T.R. & Sutherland, T.M. 1977. Digestibilidad de tallo y puntas de caña madura y tierna. **Prod. Anim. Trop.** 2:104
- Galina, M.A.; Guerrero, M. & Haenlein, G.F.W. 2002. Effect of a controlled-released urea supplementation on growing kids feed corn stubble or alfalfa with a balanced concentrate. Ruminal fermentation, feed intake, digestibility and nitrogen balance. **Small Rum Res.** (In Press)
- Galina, M.A.; Guerrero, C.M.; Serrano, G.; Morales, R. & Haenlein, G. 2000. Effect of complex catalytic supplementation with non protein nitrogen on ruminal ecosystem of growing goats pasturing shrub land in Mexico. **Small Rum. Res.** 36:33
- Galina, M.; Ørskov, E.R.; Pérez-Gil, F. & Ortiz, R.M.A. 2002. Effect of slow intake urea supplementation on fattening of steers feed sugar cane tops (*Saccharum officinarum*) and maize (*Zea mays*) with or without SIUS. Ruminal fermentation, feed intake and digestibility. **Livestock Prod. Sci.** (In Press)
- Galina, M.A.; Pineda, J.; Rosado, J.; Aguilar, A.; Puga, D.C.; Rubio, C. & Murillo, J.C. 1997. Fattening of steers zebu+F1 cross feed high fermentable carbohydrate diet of a continuous

- non-protein nitrogen and by-pass protein supplement. **Adv. Agric. Res.** 6 (3):22
- Galyean, M.L. 1996. Protein level in beef cattle finishing diets: industry application, university research, and systems results. **J. of Animal Sci.** 74:2860
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 33 p.
- Goering, H.K. & Van Soest, P.J. 1975. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). United States Department of Agriculture. Agriculture Handbook No. 379. Agricultural Research Service. Washington, D.C.
- Grovum, W.L. & Williams, V.J. 1973. Rate of passage of digesta in sheep. Passage of marker through the alimentary tract and the biological relevance of rate-constant derived from the changes in concentration of markers in faeces. **Br. J. Nutr.** 30:313
- Hill, W.H.; Seals, J. & Montiegel, E. 1958. Destruction of animal and vegetable tissue by combustion in the Parr oxygen bomb. **Am. Ind. Hyg. Assoc. J.** 19:378
- Huerta, H. & González, H. 1987. Ceba de bovinos en pastoreo suplementados con urea. Sugerencias de investigación y transferencia. Sección ganado de carne. CRI. La Libertad. Instituto Colombiano Agropecuario, Colombia
- INRA. 1988. Alimentation de bovins, ovins and caprins. INRA. Paris, France. 880 p.
- Jung, H.G. & Allen, M.S. 1995. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **J. Anim. Sci.** 73:2774
- Juul-Nielsen, J. 1981. Nutritional principles and productive capacity of the Danish straw-mix system for ruminants. In: Maximum livestock production from minimum land. Bangladesh Agricultural University. p. 287
- Kempton, T.J. 1980. El uso de bolsa de nylon para caracterizar el potencial de degradabilidad de alimentos para rumiantes. **Prod. Anim. Trop.** 5:115
- Kevalenge, J.E.; Said, A.N. & Kiflewahid. 1983. Valor nutritivo de cuatro subproductos de cultivo comúnmente utilizados para la alimentación de ganado lechero por los productores de pequeña escala en Kenya. I. Componentes estructurales orgánicos y digestibilidad *in vitro*. **Prod. Anim. Tropical.** 8:175
- Koenig, K.M.; Newbold, C.J.; McIntosh, F.M. & Rode, L.M. 2000. Effect of protozoa and bacterial nitrogen recycling in the rumen. **J. Anim. Sci.** 78:2431
- Kunju, P.J.G. 1986. Urea molasses block lick: a feed supplement for ruminants. In: Rice and related feeds in ruminants rations. (Eds. Ibrahim and Schiere). Pudoc, Wageningen, Netherlands. p. 261
- Leng, R.A. 1990. Factors affecting the utilization of "poor quality" forage by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutritional Research Reviews.** 3:277
- Leng, R.A. 1991. Applications of biotechnology to nutrition of animals in developing countries. FAO. Rome, Italy. No. 90, 146 p.
- Madrid, J.; Hernández, F.; Pulgar, M.A. & Cid, J.M. 1998. Effect of citrus by-product supplementation on the intake and digestibility of urea + sodium hydroxide-treated barley straw in goats. **Small Rum. Res.** 28:241
- Martin, P.C. 1997. Forraje de caña en la alimentación del ganado vacuno. **Rev. cubana Cienc. agric.** 12:51
- Meang, W.J.; Chang, M.B.; Yun, H.S. & Choi, I. 1989. Dilution rates on the efficiency of rumen microbial growth in continuous culture. **Asian-Australian J. Anim. Sci.** 2:477
- Mehrez, A.Z. & Ørskov, E.R. 1977. An study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feed in the rumen. **J. Agric. Sci. Camb.** 8:645
- Ndlovu, L.R. & Buchanan-Smith, J.G. 1985. Utilization of poor quality roughages by sheep: effects of alfalfa supplementation on ruminal parameters, fiber digestion and rate of passages from the rumen. **Canadian J. of Anim. Sci.** 65:693
- Noller, C.H.; White, J.L. & Wheeler, W.E. 1980. Characterization of cement kiln dusts and animal response. **J. Dairy Sci.** 63:1947

- Oltjen, R.R.; Slyter, L.; Kozak, A.S. & Williams, E. 1968. Evaluation of urea, biuret, urea phosphate and uric acid as NPN sources for cattle. *J. Nutr.* 94:193
- Ørskov, E.R. 1991. Manipulation of fiber digestion in the rumen. *Proc. of the Nutritional Society.* 50:187
- Ørskov, E.R. 1994. Recent advances in understanding of microbial transformation in ruminants. *Livestock Prod. Sci.* 39:53
- Ørskov, E.R. 1998. Feed evaluation with emphasis on fibrous roughages and fluctuating supply of nutrients. *Small Rum. Res.* 28:1
- Ørskov, E.R. 1999. Supplement strategies for ruminants and management of feeding to maximize utilization of roughages. *Preventive Veterinary Medicine.* 38:179
- Ørskov, E.R.; Hovell, F. & Mould, F. 1980. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. *Prod. Anim. Trop.* 5:213
- Ørskov, E.R. & McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci. Camb.* 96:499
- Ortiz, R.M. 2000. Efecto de un alimento complejo catalítico en asociación de forrajes y fuentes alternas de proteína en bovinos de engorda. Master Tesis. Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias. Universidad de Colima, Colima, México. 95 p.
- Ortiz, R.M.A.; Galina, M.A. & Carmona, M.M.A. 2002. Effect of a slow non-protein nitrogen ruminal supplementation on improvement of *Cynodon nlemfuensis* or *Brachiaria brizantha* utilization by Zebu steers. *Livestock Production Science.* (In Press)
- Ortiz, R.M.A.; Haenlein, G.F.W. & Galina, M. 2002. Effects on feed intake and body weight gain when substituting maize with sugar cane in diets for Zebu steers complemented with slow release urea supplements. *Indian J. of Animal Sci.* (In Press)
- Poppi, D. & McLennan, S. 1995. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. *J. of Anim. Sci.* 73:278
- Preston, T.R. 1995. Tropical animal feeding. A manual for research workers. FAO Animal Production and Health Paper 126. Rome, Italy. 305 p.
- Russell, J. & Wilson, D. 1996. Why are ruminal cellulolytic bacteria unable to digest cellulose at low pH?. *J. Dairy Sci.* 79:1503
- Russell, J.R.; Young, A.W. & Jorgensen, N.A. 1979. Effect of sodium bicarbonate and limestone addition to high grain diets on feedlot performance and ruminal and fecal parameters in finishing steers. *J. Anim. Sci.* 51:996
- Ryu, D.D. 1989. Enhancement of nutritive value of cellulosic feed resources by pretreatment and bioconversion. Biotechnology for livestock production. FAO, New York and London. p. 223
- San Martin, F.; Pezo, D.; Ruiz, E.M.; Vohnout, K. & Pun, H.H., 1983. Suplementación de bovinos con banano verde. I. Efecto sobre parámetros de digestión de la fibra en punta de caña. *Prod. Anim. Trop.* 8:232
- SAS. 1996. Statistical Analysis System. User's guide: Statistics, 6th Ed. SAS Institute Inc Cary, North Carolina, USA
- Silva, A.T.; Greenhalgh, J.F.D. & Ørskov, E.R. 1989. Influence of ammonia treatments and supplementation on the intake, digestibility and weight gain of sheep and cattle on barley straw diets. *Anim. Prod.* 48:99
- Silva, A.T. & Ørskov, E.R. 1988. The effect of five different supplements on the degradation of straw in sheep given untreated barley straw. *Anim. Feed Sci Tech.* 19:277
- Singh, B.; Makkar, H.P.S. & Negi, S.S. 1992. The kinetics of digestion in ruminants. A Review. *Indian J. Dairy Sci.* 46 (3):90
- Smith, L.W.; Goering, H.R. & Gordon, C.H. 1972. Relationships of forage composition with rates of cell wall digestion and indigestibility of cell wall. *J. of Dairy Sci.* 55:1140
- Sudana, I.B. & Leng, R.A. 1986. Effects of supplementing a wheat straw diet with urea or urea-molasses block and/or cottonseed meal on intake and liveweight changes in lambs. *Anim. Feed Sci. Tech.* 16:25

- Uden, P.; Colucci, P.E. & Van Soest, P.J. 1980. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. **J. Sci. Food Agric.** 31:625
- Van Soest, P.J. 1982. Nutritional ecology of the ruminants. (Ed. O & B Brooks). Corvallis, Oregon, USA. 374 p.
- Van Soest, P.J. & Wine, R.H. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. **J. Assoc. Off. Anal. Chem.** 50:50
- Visek, W.J. 1984. Ammonia. It's effects on biological systems, metabolic hormones and reproduction. **J. Dairy Sci.** 67:481
- Waldo, D.R.; Smith, L.W. & Cox, E.L. 1972. Model of cellulose disappearance from the rumen. **J. of Dairy Sci.** 55:125
- Wheeler, W.E.; Noller, C.H. & White, J.L. 1981a. Influence of rate reactivity of calcitic limestone and level of calcium addition on utilization of high concentrate diets by beef steers. **J. Anim. Sci.** 53 (4):1120
- Wheeler, W.E.; Noller, C.H. & White, J.L. 1981b. Comparison between limestone and cement kiln dusts of similar rates of reactivity used in high concentrate diets for beef steers. **J. Anim. Sci.** 52 (4):873
- Zinn, R.A.; Barajas, R.; Montaña, M. & Sean, Y. 1996. Protein and energy value of dehydrated poultry excreta in diets for feedlot cattle. **J. Anim. Sci.** 74:2331

Recibido el 8 de marzo del 2002
Aceptado el 15 de mayo del 2002