38949 PN-AAS-236

Desarrollo de sub-sistemas de alimentación de bovinos con rastrojo de frijol (**Phaseolus vulgaris**, L.). II. Balance metabólico a varios niveles de energía y proteína suplementaria*

E. LOZANO, A. RUIZ, M. E. RUIZ**

ABSTRACT

In order to effectively develop cattle feeding systems based on the use of common black bean crop residue, a nitrogen balance and digestibility study was conducted using 15 Romo Sinuano bull calves averaging 150 kg in liveweight (LW) and 12 months of age. During 35 days, the animals were gradually adapted to management in individual cages and feeding regimes consisting of bean straw ad libitum, *blackstrap molasses and a protein supplement containing 92 per cent crude protein (CP). The latter two feed ingredients were varied such that at the end of the adaptation period 13 treatments resulted from the modified factorial combination of the following levels: 0, 100, 200, 300, and 400 g CP/100 kg LW/day (variable X_1) and 0, 0.5, 1.0, 1.5, and 2.0 kg of molasses, as fed,/100 kg LW/day (variableX_2). Daily records of feed intake were kept. In addition, feces and urine were collected during 7 days. The chemical analyses were conventional. Bean straw consumption, in the absence of both protein and molasses supplementation, was 1.82 kg/100 kg LW/day. The intake tended to increase with additions of X_1 and slightly diminish as X_2 increased. The maximum value for total dry matter consumption was 3.7 kg/100 kg LW/day. The variable X_1 was transformed to Z (total CP intake, g/100 kg LW/day) considering the N contributed by all feed ingredients. Absolute N retention increased nearly linearly due to direct effects of both variables Z and X_2 according to the function: $Y_1 = -13.65 + 0.13Z + 4.38X_2 - 0.00002Z^2 - 0.006ZX_2$ ($R^2 = 0.99$, $P \leq 0.01$), where Y_1 = g N retained/100 kg LW/day. The efficiency of this retention is described by the function $Y_2 = -14.36 + 0.21Z + 9.37X_2 - 0.0002Z^2 - 0.03ZX_2$, ($R^2 = 0.93$ $P \leq 0.01$), where Y_2 = N retention as % of the N consumed. At an intake of 365 g CP/100 kg LW/day, the efficiency of retention was 33 per cent regardles of the molasses level. At higher CP intakes, the efficiency increased when molasses was absent or fed at low levels but decreased when molasses was fed at high levels. This result could be attributed to the laxative effect imparted by the molasses, decreasing the CP digestibility. This was supported by the CP digestibility data showing improvement as CP consumption was increased although the extent of it was attenuated by increments in molasses intake. Since 60 per cent of the supplementary CP was of non-protein nature (urea) the increases noted in apparent CP digestibility are explainable by an increase of the N solubility in the rumen. It is concluded that in cases like this the evaluation of N sources should be based on N retention parameters. The relatively high intakes obtained and the data on N retention allow the conclusion that the common bean crop residue is a roughage that could utilized advantageously in ruminant feeding.*

* Recibido para publicación el 11 de junio de 1979.

** Estudiante graduado, Asistente de Investigación y Nutricionista, respectivamente, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

Best Available Document

For Research Purposes Only. Reproduction Of This Item May Constitute Copyright Infringement

Introducción

ES práctica del pequeño productor que, paralelamente a la actividad ganadera, desarrolle algún tipo de actividad agrícola, caracterizada generalmente por la producción de granos básicos para autoconsumo y venta. De estos cultivos resulta un volumen considerable de residuos de cosecha que bien podrían ser utilizados en la alimentación animal. De los diferentes cultivos que realiza el pequeño productor, destacan las leguminosas de grano que ocupan un lugar predominante en la dieta del campesino latinoamericano (8).

El valor nutritivo del rastrojo de frijol y su potencial para la producción de carne y leche son ignorados; por consiguiente el desarrollo de sistemas apropiados de alimentación con este material implica la generación secuencial de información básica, partiendo desde estimaciones de disponibilidad y caracterizaciones físicas y químicas, hasta llegar a pruebas de producción (16).

La producción de este residuo, su composición física y química, como también su digestibilidad *in vitro* y aceptación por parte del animal fueron determinados en un experimento previo (18). Con base en este trabajo se concluyó que los animales realizan un consumo adecuado de este residuo (2,4% del peso vivo), siempre y cuando se le suplemente de tal manera que el contenido de proteína cruda de la ración ofrecida sea por lo menos de 8 por ciento. Estos resultados demostraron que no existen barreras de aceptabilidad del material por parte del ganado bovino.

Uno de los posibles ingredientes en raciones a base de rastrojo de frijol es la urea; sin embargo, la eficiencia con que los rumiantes usan este suplemento depende de una serie de factores tales como la cantidad y calidad de proteína verdadera en la dieta (3) y la naturaleza y cantidad de carbohidratos fácilmente fermentables (2, 9). Por tal motivo, se planteó el presente trabajo con el propósito de evaluar el balance de nitrógeno de toretes alimentados a base de rastrojo de frijol suplementado con proteína cruda y melaza.

Materiales y métodos

Se utilizaron un total de 15 toretes con un peso y edad promedio de 150 kg y 12 meses, respectivamente. Dichos animales fueron desparasitados interna y externamente, dosificados con vitaminas A, D y E, según recomendaciones del NRC (14), y alojados en jaulas metabólicas. Luego de un período de 15 días de adaptación al manejo en jaulas y consumo de rastrojo de frijol, tanto los animales como los tratamientos se distribuyeron utilizando un diseño irrestricto al azar, con dos variables (proteína y melaza) y cinco niveles dentro de cada variable, de acuerdo a un arreglo factorial modificado, según se presenta en el Cuadro 1.

Dado que sólo se contaba con 15 animales para estudiar 13 tratamientos, la prueba se realizó en dos fases de 27 días cada una. Durante la primera fase, se aplicaron los tratamientos I al VII y, durante la segunda, los tratamientos restantes. De esta manera, algunos animales fueron utilizados dos veces lográndose así dos repeticiones y un sólo período de recolección por tratamiento.

Los primeros 20 días de cada fase se utilizaron para adaptar a los animales a los niveles de suplementación planeados, los cuales se lograron por medio de la administración de una mezcla de melaza y un suplemento proteico, constituido por 78,5 por ciento de harina de carne, 20,5 por ciento de urea, 0,5 por ciento de sal y 0,5 por ciento de harina de hueso, en base fresca. Dicho suplemento contenía 91,5 por ciento de proteína cruda, de la cual 60 por ciento era aportada por urea. El rastrojo (4,8% PC) fue ofrecido tal cual se obtiene del campo, sin límites de consumo. También se ofreció a discreción agua fresca y minerales traza.

El período de recolección de heces y orina se realizó durante los últimos siete días de cada fase. Tanto las muestras de heces y orina, como las de alimento fueron analizadas para determinar su contenido de PC por el método de microKjeldahl y el contenido de humedad por deshidratación al vacío (1).

Cuadro 1.—Arreglo de tratamientos.

X_2 \ X_1		Proteína cruda suplementaria, g/100 kg PV/día				
		0	100	200	300	400
Melaza al natural kg/100 kg PV/día	0,0	I	IV	II	V	III
	0,5	VI	IX	VII	X	VIII
	1,0	XI		XII		XIII
	1,5					
	2,0					

For Research Purposes Only Reproduction Of This Item May Constitute Copyright Infringement

Resultados y discusión

Consumo de alimentos

Aunque no fue propósito del trabajo el evaluar el consumo de alimento, se considera conveniente hacer alguna mención al respecto. Cabe destacarse que los suplementos fueron consumidos en su totalidad en todos los tratamientos, lográndose así los niveles de suplementación inicialmente planeados.

En ausencia de suplementación, el consumo de materia seca (MS) fue de 1,82 kg/100 kg de peso vivo (PV). Este consumo se consideró satisfactorio para el tipo de material en estudio, y es el resultado de la alta selectividad que ejerce el animal en favor de las vainas, cuando se le presenta rastrojo de frijol a discreción. La explicación a este comportamiento está dada por los resultados obtenidos por Ruiz *et al.* (18), quienes encontraron que el consumo de las vainas era mayor que el de los tallos, considerándose que esta preferencia estaba dictada por factores de aceptabilidad, aunque las vainas son más digeribles que los tallos (56% *vs.* 48%).

El consumo de MS total alcanzó 3,7 kg de MS/100 kg de PV cuando la suplementación fue máxima. Este aumento en el consumo de MS se debió principalmente al consumo del suplemento, aunque el consumo de rastrojo de frijol tendió a aumentar conforme aumentó el nivel de suplementación proteica. En contraste, la melaza causó ligeras disminuciones en el consumo de rastrojo. Estos resultados están sujetos a comprobación ya que el número de animales empleados en el trabajo se considera muy bajo como para poder evaluar el consumo voluntario de alimentos en forma confiable, especialmente si se consideran también las condiciones de restricción de movimiento de los animales en las jaulas metabólicas.

Balance de nitrógeno.

En estudios estrictos de balance metabólico es necesario tomar en cuenta la ingestión total de N. Consecuentemente, se transformó X_1 (g de PC suplementaria/100 kg PV/día) a Z (g de PC total consumida/100 kg PV/día). Esta transformación fue lineal, dado que el consumo de PC total se mantuvo en relación directa con el consumo de PC suplementaria (r=0,95). Como resultado de un consumo similar de rastrojo, en función del nivel de proteína suplementaria, el aporte de N del rastrojo fue de solamente 96, 107, 95, 120 y 108 g/100 kg PV, para los niveles correspondientes de 0,100, 200, 300 y 400 g de PC suplementaria.

La retención de N, expresada como retención absoluta (Y_1 = g de N retenido/100 kg PV/día), como por ciento del N consumido (Y_2) y como por ciento del N absorbido (Y_3), se presenta en los Cuadros 2, 3 y 4, respectivamente. Los análisis de varianza mostraron un efecto altamente significativo ($P \leq 0,01$) de Z sobre lo stres parámetros mencionados. La melaza afectó en forma significativa ($P \leq 0,05$) la retención absoluta de N y a la retención expresada como por ciento del N absorbido ($P \leq 0,01$). La interacción melaza/proteína no afectó la retención absoluta de N, aunque sí se encontró un efecto sobre Y_2 y Y_3 ($P \leq 0,01$).

El análisis de regresión para retención absoluta de N concordó con el análisis de varianza. Los efectos de la suplementación energética y consumo de PC total sobre la retención absoluta de N, se describen en la función Y_1 (Figura 1); se puede notar que ésta aumenta conforme aumentan Z y X_2, predominando el efecto lineal de ambas variables, con una pequeña influencia de la interacción. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en otros trabajos (2, 4, 9, 10), los cuales indican mayores retenciones de N cuando se aumentan el nivel de PC y de energía consumidos. Es de destacar el hecho de que la PC tuvo un efecto de mayor magnitud sobre la retención absoluta que la melaza (Figura 1), indicando que en el rastrojo de frijol el contenido de PC es el factor más limitante. Por ejemplo, en ausencia de suplementación energética, a niveles crecientes de proteína consumida, se nota que la retención de N aumenta rápidamente, lo que podría conducir a la interpretación de que la energía

Cuadro 2.—Retención absoluta de N, g/100 kg PV/día, en toretes alimentados con rastrojo de frijol, suplementados con proteína y energía.

X_2 \ Z		Proteína cruda total, g/100 kg PV/día					Promedios
		96	207	295	420	508	
Melaza al natural kg/100 kg PV/día	0,0	1,1		26,4		49,5	25,7
	0,5		9,6		37,9		23,8
	1,0	1,6		24,6		49,2	25,1
	1,5		17,4		44,5		31,0
	2,0	7,1		30,8		50,4	29,4
Promedios		3,3	13,5	27,3	41,2	49,7	27,0

For Research Purposes Only Reproduction Of This Item May Constitute Copyright Infringement

Cuadro 3.—Retención total del N, % de N consumido, en toretes alimentados con rastrojo de frijol, suplementados con proteína y energía.

X_2 \ Z		Proteína cruda total, g/100 kg PV/día					Promedios
		96	207	295	420	508	
Melaza al natural kg/100 kg PV/día	0,0	5,2		33,8		35,5	24,8
	0,5		19,4		33,7		26,6
	1,0	6,3		32,0		36,4	24,9
	1,5		36,2		30,6		33,4
	2,0	20,9		32,1		31,1	28,0
Promedios		10,8	27,8	32,6	32,2	34,3	27,5

contenida en el rastrojo (celulosa) pudiera no estar asociada a su alto contenido de lignina (18); es decir, que la disponiiblidad de la celulosa, como fuente energética para el rumiante, sería adecuada.

Usando el mismo modelo matemático de la función Y_1 se obtuvieron las funciones que describen el efecto de Z y X_2 sobre Y_2 y Y_3. Dada la gran similitud hallada entre estas dos funciones, únicamente se muestra la correspondiente a la retención relativa al consumo (Y_2), la cual se muestra en la Figura 2.

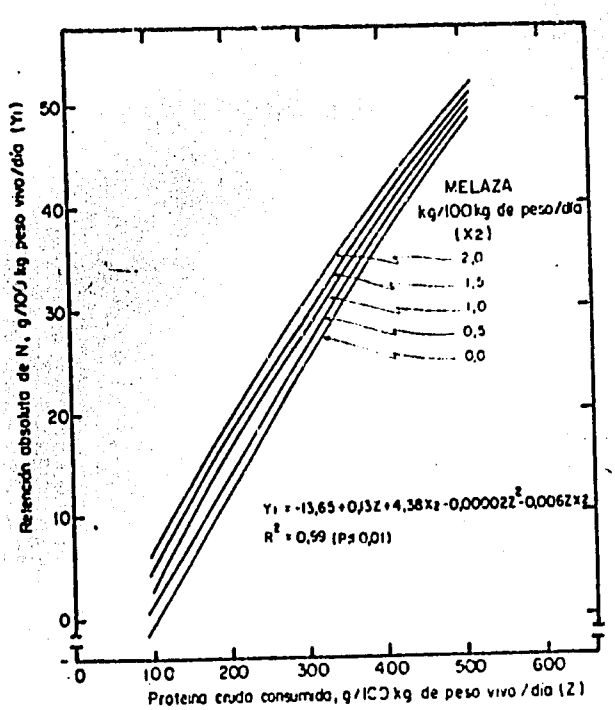

Fig. 1.—*Efecto del consumo P C total (N×6,25) y de melaza al natual, sobre la retención de N en animales alimentados a base de rastrojo de frijol.*

Los consumos de PC y de energía (melaza) tuvieron un efecto positivo sobre la retención de N relativa al consumo total de N, aumentándola hasta un

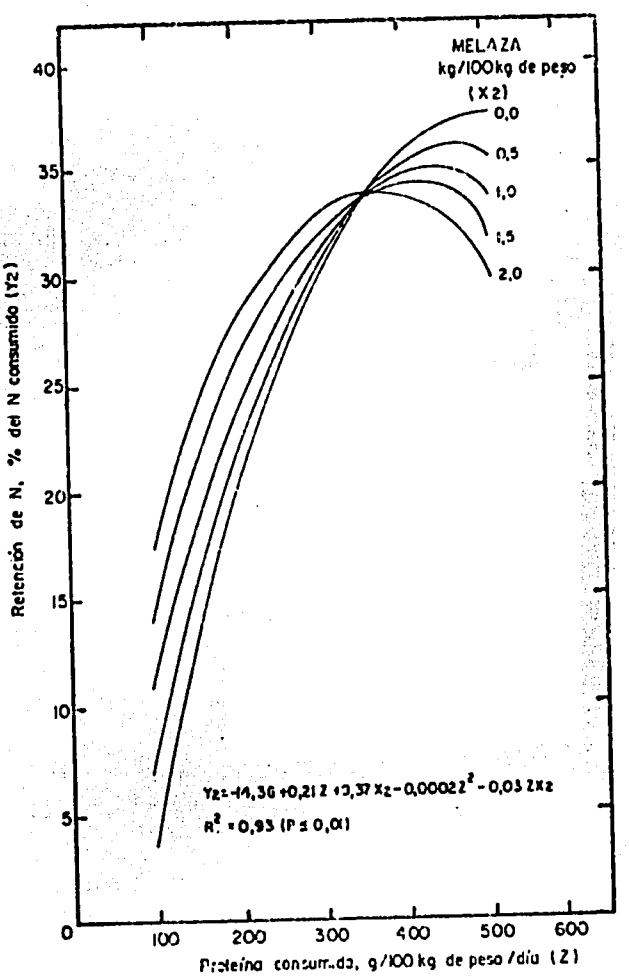

Fig. 2.—*Efecto del consumo de P C total (Z) y del nivel de melaza suplementaria (X_2) sobre la retención de N en animales alimentados a base de rastrojo de frijol.*

For Research Purposes Only Reproduction Of This Item May Constitute Copyright Infringement

Cuadro 4.—Retención total de N, % del N absorbido, en toretes alimentados con rastrojo de frijol, suplementados con proteína y energía.

X_2 \ Z		Proteína cruda total, g/100 kg PV/día					Promedios
		96	207	295	420	508	
Melaza al natural kg/100 kg PV/día	0,0	11,6	29,6	42,8	39,2	42,6	32,3
	0,5	15,4	42,5	40,1	40,8	43,0	34,4
	1,0	40,4		44,4		37,9	32,2
	1,5						41,6
	2,0						40,9
Promedios		21,8	36,0	42,4	40,0	41,2	36,3

punto a partir del cual la retención tiende a disminuir (Figura 2). La magnitud de la máxima retención disminuyó al incrementarse el nivel de melaza. Esto, a su vez, ocurre a niveles de PC cada vez más bajos.

Al nivel de 365 g de PC/100 kg PV/día, la retención relativa de N parece ser independiente del nivel de energía suplementaria. La explicación de este fenómeno escapa la comprensión del tema, aunque podría significar el punto de Y_2 en el cual se obtiene el óptimo estado nutricional tanto de los microorganismos del rumen, como del animal mismo. A este fin valdría recalcar que este parámetro (Y_2) es en realidad el indicador de cuán eficientemente se utiliza el N total ingerido.

Con niveles superiores a los 365 g de PC consumida/100 kg PV/día, la suplementación con melaza tuvo efectos negativos, haciendo disminuir la retención de N conforme se incrementaba la cantidad ofrecida al animal (Figura 2). Aparentemente, este comportamiento fue causado por la extremada rapidez de fermentación de la melaza en el rumen, impidiendo, de este modo, que niveles altos de N consumido sean retenidos, a pesar de que el animal continúa en capacidad de retener mayores cantidades según se desprende de la Figura 1. Por otro lado, si aunado a la rápida fermentación de la melaza está ocurriendo una disminución en el consumo de rastrojo (la otra fuente importante de carbohidratos en la dieta), la retención relativa de N estaría siendo limitada por una falta de carbohidratos más lentamente fermentables, que permitan una mayor eficiencia en la utilización del N recirculante (9, 11).

Aunque la función Y_2 indica cambios muy marcados en la retención relativa de N al suplementar con N el rastrojo de frijol, se hace la salvedad que en el Cuadro 3, donde se presentan los valores observados, existen muy pocas diferencias entre los tratamientos que incluyen N suplementario. Es más, la diferencia que resalta es aquella entre el nivel con cero de suplementación nitrogenada (96 g de N total ingerido) y los demás niveles. Se podría derivar de esto que, en comparación con la eficiencia de retención de N suplementario, el N del rastrojo es de apenas 30 por ciento disponible. Ante tal situación y en consideración al bajo contenido de PC en el rastrojo, la suplementación de éste con N es crítica.

Digestibilidad de la proteína

Los datos sobre la digestibilidad de la PC en la ración se presentan en el Cuadro 5. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) debidas a los niveles de Z y X_2 observados, como también de la interacción de ambas variables. Las relaciones que existen entre Z y X_2 con la digestibilidad de la PC (DPC) están descritas en la función Y_4, la cual se presenta en la Figura 3.

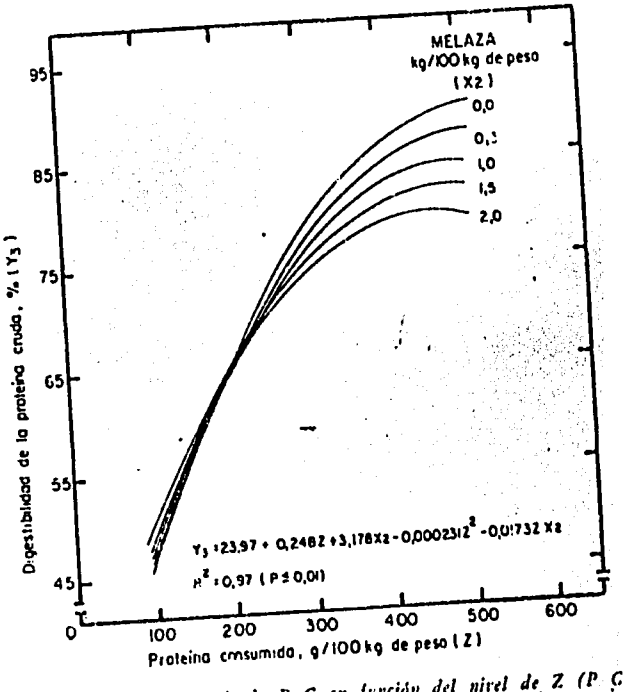

Fig. 3.—*Digestibilidad de la P C en función del nivel de Z (P C consumida) y X_2 en animales alimentados a base de rastrojo de frijol.*

5

For Research Purposes Only Reproduction Of This Item May Constitute Copyright Infringement

Cuadro 5.—Digestibilidad aparente de la proteína cruda, %, en toretes alimentados con rastrojo de frijol, suplementados con proteína y energía.

X_2 \ Z		Proteína cruda total, g/100 kg PV/día					Promedios
		96	207	295	420	508	
Melaza al natural kg/100 kg PV/día	0,0	44,6		79,0		88,3	70,6
	0,5		65,4		85,9		75,7
	1,0	46,9		79,6		84,8	70,4
	1,5		58,2		78,1		68,2
	2,0	51,8		72,8		80,7	68,4
Promedios		47,8	61,8	77,1	82,0	84,6	70,7

Pareciera que, hasta el nivel de aproximadamente 250 g de PC/100 kg PV/día, poca o ninguna influencia tiene la cantidad de melaza ingerida sobre la DPC, aunque sí es muy notable el efecto positivo de la PC total ingerida. Se propone que esto es debido a que el rastrojo *per se* no provée la cantidad de PC necesaria para que las bacterias del rumen puedan proliferarse adecuadamente para efectuar un nivel de digestión ruminal concordante. A través de la suplementación proteica (promoviendo un mayor consumo de PC) esta situación es subsanada lográndose así una mejor utilización de la PC en la ración.

Es necesario ejercer cautela en la interpretación de datos de DPC, especialmente cuando se utiliza nitrógeno no proteico (NNP) como fuente de PC, ya que el NNP es complementamente hidrolizado en el rumen y no aparece en las heces, por lo que su digestibilidad aparente es muy cercana al 100 por ciento (7). En el presente estudio, 60 por ciento de la PC suplementada estaba en forma de NNP (urea), lo que podría estar elevando los valores de DPC observados. Por otro lado, el suplementar el rastrojo de frijol con proteína verdaderas (40 por ciento en el presente estudio) podría haber mejorado las condiciones fermentativas y actividad sintetizadora en el rumen (3).

El efecto positivo de la proteína suplementaria sobre la digestibilidad de la PC total tiende a alcanzar un máximo para luego comenzar a disminuir (Figura 3). El punto de máxima respuesta está en función del nivel de melaza utilizado, disminuyendo el valor máximo a medida que aumenta la cantidad de melaza suplementada. Con respecto a la melaza, se encontró que su efecto se manifiesta a niveles de PC consumida superiores a 250 g/100 kg PV/día. A partir de este punto hay un decaimiento en la tasa de mejoramiento de la DPC con incrementos en el nivel de melaza (Figura 3). Esta disminución en la DPC puede ser el resultado del efecto laxante de la melaza (13) disminuyendo, así, el tiempo de retención de la PC en el tracto digestivo y su digestibilidad.

Digestibilidad de la materia seca.

En contraste a lo obtenido para la DPC, el análisis de regresión para la digestibilidad de la materia seca (DMS), mostró un efecto significativo lineal ($F \leq 0,05$) de la PC consumida y un efecto cuadrático altamente significativo ($P \leq 0,01$) de la melaza, según se muestra en la función Y_5 (Figura 4). Es evidente que la DMS sufre cambios muy pequeños cuando el nivel de X_2 no excede 1,0 kg/100 kg PV/día. En principio, esta observación parecida incongruente pues el 92 por ciento de la melaza es fermentada en el rumen según Geerken y Sutherland (6). Es decir, se debería esperar aumentos en la digestibilidad de la MS total al añadir un ingrediente tan digerible como la melaza. Sin embargo, también se conoce que adiciones de melaza pueden disminuir la digestibilidad de la fibra (15, 17), probablemente debido a cambios en la composición de la población bacteriana ruminal (5). Considerando los efectos de la adición de melaza a un nivel no superior al 1,0 kg, pareciera que los dos aspectos recién mencionados son de igual importancia y, consecuentemente, no hay cambios en los valores de DMS.

Con niveles superiores a $X_2 = 1$, se observa una tendencia definida hacia un mejoramiento de la DMS. Según Ruiz y Aragón (17), el decaimiento en la digestibilidad de una fuente de fibra como la punta de caña de azúcar, al añadir melaza, alcanza un punto asintótico después del cual no ocurren cambios adicionales en la digestibilidad de la fuente de fibra. Si la digestibilidad del rastrojo de frijol se mantuvo constante a partir de $X_2 = 1$, entonces al adicionar más melaza se estaría aumentando, por simple promedio matemático, la DMS total.

Con niveles bajos de melaza, la influencia positiva de la PC sobre la DMS es evidente (Figura 4). La relación directa entre estas dos variables se mantiene a niveles altos de X_2 aunque su importancia disminuye.

For Research Purposes Only. Reproduction Of This Item May Constitute Copyright Infringement

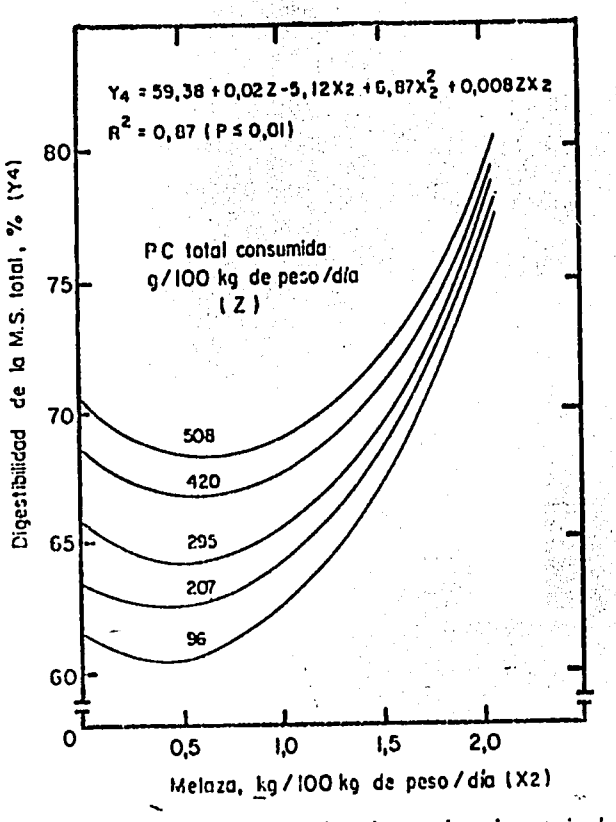

Fig. 4.—*Digestibilidad de la M S de raciones a base de rastrojo de frijol en relación al consumo de PC total y melaza suplementaria.*

Esto último probablemente es causado por una situación de aproximación a la capacidad fermentativa del rumen con referencia a los alimentos estudiados.

Una apreciación del valor de 61,3 por ciento de DMS, en ausencia de melaza y PC suplementaria (es decir, con consumo de PC total = 96 g/100 kg PV) permitiría clasificar el rastrojo de frijol como un forraje de buena calidad. Este valor es comparable al obtenido en condiciones *in vitro* para las vainas del rastrojo (18); esta similitud se hace comprensible si se toma en cuenta la alta selectividad que demuestra el bovino en favor de las vainas (18). Con adiciones moderadas de PC al rastrojo y con bajos niveles (o ausencia) de melaza, la DMS puede incrementarse hasta niveles superiores a 65 por ciento. Con alimentos con esta proporción de MS digerible se podría esperar un rendimiento animal comparable a los que pueden observarse con pastos tropicales de excelente calidad (12).

Conclusiones

Con base en los resultados de este estudio, se elaboraron las siguientes conclusiones:

1. El rastrojo de frijol sin tratamiento químico o físico es apetecido por el bovino.

2. El nutriente limitante en el rastrojo de frijol es la proteína. Consecuentemente, su suplementación con nitrógeno causa altos aumentos en retención de N y digestibilidad de materia seca.

3. La suplementación del rastrojo con melaza mejora la retención de N aunque en una magnitud claramente inferior al efecto de la proteína cruda suplementaria. Sólo con niveles de melaza superiores a 1,0 kg/100 kg de peso vivo/día se mejora la digestibilidad de la materia seca total de la ración.

4. La digestibilidad de la materia seca de raciones basadas en rastrojo de frijol es adecuada y permite proponer que este residuo sea usado en la alimentación de rumiantes.

Resumen

Para el desarrollo efectivo de sistemas de alimentación de bovinos, a base del residuo de la cosecha de frijol común, se realizó una prueba de balance de nitrógeno y determinación de digestibilidad usando 15 toretes Romo Sinuano, promedio 150 kg de peso vivo y 12 meses de edad. Durante 35 días, los animales se adaptaron gradualmente al manejo en jaulas individuales y al consumo *ad libitum* del rastrojo de frijol, un suplemento proteico conteniendo 92 por ciento de proteína cruda (PC) y melaza de caña. Estos dos últimos ingredientes se variaron de tal manera que al final del período de adaptación se contaron con 13 tratamientos resultantes de la combinación factorial modificada de los siguientes niveles: 0; 100; 200; 300 y 400 g PC/100 kg peso vivo/día (variable X_1) y 0; 0,5; 1,0; 1,5; y 2,0 kg de melaza al natural/100 kg de peso vivo/día (variable X_2). El período de recolección de heces y orina fue de 7 días. Además, se registraron los consumos diarios de alimento. Los análisis químicos fueron convencionales. El consumo de rastrojo sin suplementación proteica y energética fue de 1,82 kg/100 kg PV/día. Este consumo tendió a aumentar con adiciones de X_1 y a disminuir ligeramente con adiciones de X_2. El nivel de máximo consumo de materia seca (MS) total fue de 3,7 kg/100 kg PV/día. La variable X_1 se transformó a Z (consumo de PC total, g/100 kg PV/día) tomando en cuenta el aporte de N de todos los ingredientes alimenticios. La retención absoluta de N aumentó casi linealmente por efecto directo de ambas variables de acuerdo con la función $Y_1 = -13,65 + 0,13Z + 4,38X_2 - 0,00002Z^2 - 0,006ZX_2$, ($R^2 = 0,99$; $P \leq 0,01$), donde Y_1 = g N retenido/100 kg PV/día. La eficiencia con que ocurrió esta retención se describe con la función $Y_2 = -14,36 + 0,21Z + 9,37X_2 - 0,0002Z^2 - 0,03ZX_2$, ($R^2 = 0,93$; $P \leq 0,01$), donde Y_2 = retención de N, % del N consumido. Con un consumo de 365 g PC/100 kg PV/día, la eficiencia de retención de N es de 33 por ciento sin importar mayormente el nivel de melaza. Con mayores niveles de PC consumida, la eficiencia aumenta con ausencia, o bajos niveles, de melaza, pero disminuye con altos niveles

For Noncommercial Purposes Only Reproduction Of This Item May Constitute Copyright Infringement

de melaza atribuyéndose este resultado al efecto laxativo de este alimento, disminuyendo así la digestibilidad de la PC. Esto se corroboró al estudiar la digestibilidad de la PC, la cual aumentó con incrementos en PC total consumida, aunque la magnitud del aumento estuvo atenuada por incrementos en el nivel de la melaza. Dado que el 60 por ciento de la PC suplementaria era de origen no proteico (urea), los aumentos en digestibilidad aparente son explicables por la mayor solubilidad del N en el rumen. Ante estos casos, se concluye que la evaluación de fuentes nitrogenadas debe hacerse bansándose en parámetros de retención de N. Los relativamente altos consumos logrados y los datos de retención del N total permiten concluir que el rastrojo de frijol es un forraje que podría aprovecharse ventajosamente en la alimentación de rumiantes.

Literatura citada

1. BATEMAN, J. Nutrition animal; Manual de métodos analíticos. México, Herrero, 1971. 468 p.
2. BELL, M., GALLUP, W. y WHITEHAIR, C. Utilization by steers of urea nitrogen in rations containing different carbohydrate feeds. Journal of Animal Science 10: 1037-1044. 1951.
3. BURROUGHS, W., NELSON, D.K. y MERTENS, D. R. Evaluation of protein nutrition by metabolizable protein and urea fermentation potential. Journal of Dairy Science 58: 611-619. 1975.
4. DEVENDRA, C. Studies on the utilization of rice straw by sheep. IV. Effect of carbohydrate source on the utilization of dietary urea and nitrogen retention. Malaysian Agricultural Journal 50: 358-370. 1976.
5. ELIAS, A. Bacterias ruminales de animales alimentados con altos niveles de melaza-urea. I. Bacilos Gram-positivos. (Compendio). Producción Animal Tropical 3: 91-92. 1978.
6. GEERKEN, C. M. y SUTHERLAND, T. M. Rumen liquid volume, liquid outflow, and the onward passage of soluble carbohydrate from this organ in animals fed high molasses diets. Revista Cubana de Ciencia Agrícola (ed. en inglés) 3: 217-223. 1969.
7. HELMER, C. G. y BARTLEY, E. E. Progress in the utilization of urea as a protein replacer for ruminants: a review. Journal of Dairy Science 54: 25-51. 1971.
8. JAFFE, W. G. Las semillas de leguminosas como fuentes de proteína en América Latina. *In* Recursos proteínicos en América Latina. M. Béhar y R. Bressani (eds.). Guatemala, INCAP, 1971. pp. 228-241.
9. JOHNSON, R. Influence of carbohydrate solubility on non-protein nitrogen utilization in the ruminant. Journal of Animal Science 43: 184-191. 1976.
10. KROPP, J., JOHNSON, R., MALES, J. y OWENS, F. Microbial protein synthesis with low quality roughage rations: Isonitrogenous substitution of urea for soybean meal. Journal of Animal Science 46: 837-854. 1977.
11. LOOSLI, J. y McDONALD, I. El nitrógeno no proteico en la nutrición de los rumiantes. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estudios Agropecuarios No. 75. 1969. 107 p.
12. MINSON, D. J. The nutritive value of tropical grasses. Journal of the Australian Institute of Agricultural Science 37: 225-263. 1971.
13. MORRISON, F. B. Feeds and feeding, 22 ed. Ithaca, N. Y., Morrison. 1956. 1165 p.
14. NATIONAL RESEARCH COUNCIL, NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Nutrient requirements of domestic animals, Nº 4. Nutrient requirements of beef cattle. 5a. ed. Washington, D. C., National Academy of Sciences, 1970. 56 p.
15. ROSEMBERG, Y. y FLORES, M. Influencia de la melaza de caña sobre la digestibilidad y retención nitrogenada. (Compendio). Memoria ALPA 13: 45. 1978.
16. RUIZ, M. E. New animal feeding systems based on the intensive use of tropical by-products. *In* First international symposium, feed composition, animal nutrient requirements, and computerization of diets. P. V. Fonnesbeck, L. E. Harris y L. C. Kearl (eds.). Logan, Utah State University, 1976. pp. 660-666.
17. RUIZ, M. E. y ARAGON, M. A. Digestibilidad de la punta de caña *(Saccharum officinarum)* en bovinos. (Compendio). Memoria ALPA 15: en prensa 1980.
18. RUIZ, M. E., OLIVO, R., RUIZ, A. y FARGAS, J. Desarrollo de sub-sistemas de alimentación de bovinos con rastrojo de frijol *(Phaseolus vulgaris,* L.). I. Disponibilidad, composición y consumo del rastrojo de frijol. Turrialba 30(1): 49-55. 1980.
19. SCHNEIDER, B. E. y FLATT, W. P. The evaluation of feeds through digestibility experiments. Athens, de frijol. Turrialba 30(1) 49-55. 1980.

Notas y Comentarios

Publicaciones

Revista de ALEAS. La Asociación Latinoamericana de Educación Agrícola Superior (ALEAS), cuya actual sede es el Ecuador, ha iniciado en 1979 la publicación de un órgano oficial, *Revista de ALEAS*, destinada a servir de foro de discusión de los problemas de la educación agrícola de América Latina, así como también difundir conocimientos científicos referidos a la educación agrícola a nivel latinoamericano. Los editores son Jaime Rojas, como presidente, Julio Valle M., como Director y Michael F. L'Annunziata y Fausto Maldonado, como consultores científicos.

En el primer número hay tres artículos, y una información sobre el VIII Congreso Panamericano de la Enseñanza de la Ingeniería. Los artículos deben ser inéditos, aunque hay uno que ha sido publicado en *Desarrollo Rural en las Américas* (vol. 11, Nº 1, 1979). La dirección es: Universidad Técnica de Ambato, Casilla 334, Ambato, Ecuador.

For Research Purposes Only Reproduction Of This Item May Constitute Copyright Infringement