

Influencia del suministro de concentrado separado o mezclado con silaje de maíz, elaborado con o sin urea, sobre las ganancias de peso y la fermentación ruminal en bovinos¹

Influence of the offer of concentrate separated or mixed with maize silage, with or without urea, on liveweight gain and rumen fermentation of cattle

Luis Manuel Abalos
Humberto Njaim
Angele Serra
Jorge Combellas

Resumen

Se realizaron dos ensayos con la finalidad de evaluar dos estrategias de suministro de nitrógeno (N) degradable sobre la fermentación ruminal y las ganancias de peso de bovinos consumiendo una dieta de silaje de maíz y concentrado. En ambos experimentos se utilizó un arreglo factorial 2x2 donde los factores fueron el uso de silaje sin aditivos (O) o con 0.5% de urea en base fresca agregado durante el ensilaje (U) y la oferta de 1.3 kg/día de concentrado ofrecido separado (S) o mezclado con el silaje (M). El concentrado tenía 25.3% de proteína cruda (PC) y las fuentes de N eran harina de residuos de la molinería del maíz, harina de ajonjolí y urea. El silaje sin urea tenía 7.3% de PC y la adición de urea incrementó este valor hasta 12.6%, elevándose el N amoniacal del silaje de 0.18 a 1.14%. Las dietas se ofrecieron en puestos individuales entre las 07:00 y las 09:00 h. El primer experimento fue un ensayo de alimentación con un diseño completamente aleatorizado, donde se utilizaron 20 animales de 140 kg de peso (PV) inicial y tuvo una duración de 77 días. En los tratamientos OS, OM, US Y UM los consumos totales fueron de 2.39, 2.64, 2.44 y 2.42 kg MS/100 kg PV/día y las ganancias de peso de 0.54, 0.54, 0.44 y 0.54 kg/día sin diferencias entre ellos. El tiempo dedicado al consumo fue de 349 min/día en promedio sin diferencias entre los tratamientos, ocurriendo el 50 y 75% de esta actividad aproximadamente durante las 5 y las 9 h después de ofrecer los alimentos. El segundo

Recibido: 25-10-94 • Aceptado: 20-04-95

1. Este trabajo fue financiado parcialmente por el Organismo Internacional de Energía Atómica, Agency Research Contract N° 4929/RB

2 Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Apartado 4579, Maracay, Venezuela.

experimento se realizó con 4 vacas secas fistuladas en el rumen, mediante un diseño en cuadrado latino 4x4 con períodos de 17 días. La adición de urea incrementó apreciablemente la concentración de N amoniacal en el licor durante las 6 h siguientes al suministro de los alimentos, pero no hubo diferencia con el silaje sin urea el resto del día, durante el cual cayó a niveles críticos. Ninguno de los factores evaluados influenciaron la tasa ni la extensión de la digestibilidad *in sacco* del silaje.

Palabras claves: bovinos, silaje de maíz, urea, suplementación, digestión ruminal, ganancias de peso.

Abstract

Two experiments were carried out to evaluate the influence of two strategies of nitrogen (N) supply on rumen fermentation and liveweight (LW) gain of cattle consuming a diet of maize silage and concentrate. In both trials a factorial arrangement 2x2 was used and the factors were the offer of silage without additives (O) or with 0.5 % urea on fresh basis (U) and the supplementation of 1.3 kg/day concentrate separated (S) or mixed with the silage (M). The concentrate had 25.6 % crude protein (CP) and the sources of N were maize meal, sesame meal and urea. The silage without urea had 7.3% CP and the addition of urea increased its content to 12.6%, raising silage ammonia N from 0.18 to 1.14%. The diets were offered in individual pens between 07:00 and 09:00 h. The first experiment was a feeding trial with a complete randomized design, 20 animals of 140 kg initial LW and lasted 77 days. On Treatments OS, OM, US and UM total intakes were 2.39, 2.64, 2.44 and 2.42 kg DM/100 kg LW/day and LW gains were 0.54, 0.54, 0.44 and 0.54 kg/day without differences between them ($P > .05$). Consumption time was 349 min/day on average with no differences between treatments. Between 50 and 75% of this activity occurred during the first 5 and 9 h after feeding. The second experiment was carried out with 4 rumen fistulated dry cows, using a latin square 4x4 with 17 day periods. The addition of urea increased rumen ammonia N concentration during the first 6 h after feeding, but there were no differences during the rest of the day, when the values fell to critical levels. The factors evaluated had no effect on the rate or extent of digestibility *in sacco*.

Key words: cattle, maize silage, urea, supplementation, rumen digestion, liveweight gain.

Introducción

Los silajes de maíz en el trópico tienen bajos contenidos de proteína cruda, los cuales pueden limitar la función ruminal y disminuir la utilización

de la materia orgánica, el consumo y la respuesta productiva del animal. Leng (12) ha señalado que se requieren concentraciones de nitrógeno amoniacal

de 150 a 200 mg/l para maximizar el consumo en alimentos de baja calidad, y resultados obtenidos con anterioridad en este Instituto (2) han demostrado que estas concentraciones están a niveles de aproximadamente 100 mg/l durante más de la mitad del día aun utilizando suplementos con fuentes de nitrógeno (N) de alta degradabilidad.

El presente trabajo tuvo por objetivo evaluar dos alternativas de distribuir mejor el consumo de N du-

rante el día y observar su influencia sobre los niveles de amonio en el rumen y la utilización del silaje a nivel ruminal, y sobre las ganancias de peso de bovinos en crecimiento. La primera de ellas fue la adición de urea durante el proceso de ensilado a los niveles de 0.5% en base húmeda, recomendados en países templados (18) y la segunda, el mezclado del silaje con un concentrado con un alto nivel de N degradable.

Materiales y métodos

Dos silos bunker de 100 ton fueron llenados con follaje de maíz con grano en estado lechoso cosechado de una misma parcela. Uno fue llenado sin aditivos y el otro se ensiló con 0.5 kg de urea por 100 kg de material fresco. La urea en el último caso se adicionó esparciéndola sobre las capas del maíz cosechado a medida que se descargaban las carretas en el silo. Ambos silos se sellaron con laminas de polietileno negro y se abrieron después de tres meses de elaborado.

Se realizaron dos experimentos con un arreglo factorial 2x2 donde los factores fueron el tipo de silaje, con o sin urea, y la estrategia de suministro de concentrado, ofrecido separado o mezclado con el silaje. En el Experimento 1 se utilizó un diseño completamente aleatorizado para evaluar el efecto de estos tratamientos sobre el consumo y las ganancias de peso de bovinos con un peso inicial de 140±11 kg. Se utilizaron 20 animales, 12 Holstein x Brahman y 8 Pardo Suizos, los cuales se balancearon entre los tratamientos por raza,

sexo y peso. Los animales se alojaron en puestos individuales de 2m x 6m con piso de concreto y parcialmente techados, se pesaron semanalmente antes de ofrecer las raciones y se estimaron las ganancias diarias de peso (GDP) mediante un análisis de regresión simple.

Todos los animales recibieron 1.3 kg/día de un concentrado con 73.3% de harina de residuos de la molinería del maíz, 20% de harina de ajonjolí, 3% de mezcla mineral, 2% de urea, 1.5% de sal y 0.2% de azufre. El concentrado y el silaje se ofrecieron entre las 07:00 y 09:00 h en comederos separados o mezclando ambos alimentos en un comedero según el tratamiento. El silaje se ofreció *ad libitum* permitiendo un rechazo de aproximadamente 15% y el consumo de materia seca (MS) se estimó por diferencia después de corregir el material ofrecido y rechazado por sus contenidos de MS. El período de adaptación a las dietas fue de 7 días y la duración del ensayo fue de 77 días. Se tomaron tres muestras semanales del silaje ofrecido y recha-

zados, se secaron a 65 °C por 48 h y se acumularon en muestras mensuales, las cuales fueron molidas a través de una criba de 1 mm. Al terminar el ensayo se analizaron los contenidos de MS, PC y ceniza (1), fibra insoluble en detergente neutro (FIDN) (6), calcio (3) y fósforo (7). Muestras representativas del concentrado fueron tomadas al inicio del ensayo y realizados los análisis anteriores con excepción de la FIDN.

La conducta alimentaria de los animales se evaluó mediante observaciones realizadas durante un día de cada una de las tres últimas semanas del ensayo. Se realizaron mediciones cada 15 min de consumo, rumia y ocio en cada animal, y se calcularon los tiempos totales en cada actividad.

En el Experimento 2 se utilizó un cuadrado latino 4x4 para evaluar la influencia de los tratamientos utilizados en el Experimento 1, sobre algunas características de la fermentación ruminal. Se utilizaron 4 vacas secas adultas de 461 kg de peso promedio con fistulas ruminales y los períodos experimentales fueron de 17 días, 14 de adaptación a las dietas y los 3 últimos para efectuar las mediciones. Los animales se alojaron en corrales individuales de 4m x 8m parcialmente techados, y el manejo alimenticio fue similar al del Experimento 1.

Muestras de licor ruminal fueron tomadas en cada animal el día 15 de cada período, inmediatamente antes de ofrecer las dietas y a las 1, 2, 3, 4, 6, 9, 12 y 24 h. Las muestras

se filtraron a través de un liencillo, se midió el pH y dos sub muestras de 30 cc se tomaron en frascos de plástico, se añadieron 8 gotas de ácido sulfúrico 97% y se almacenaron congeladas. Al terminar el ensayo se determinaron las concentraciones de N amoniacal y de ácidos grasos volátiles (AGV) siguiendo las metodologías descritas en el manual de la FAO (4). Una muestra fresca representativa de cada silaje se tomó al inicio del ensayo, se mezcló con 4 partes de agua destilada en una licuadora, se filtró a través de un liencillo y al líquido se midió el pH y se conservó y analizó siguiendo los mismos procedimientos descritos para las muestras ruminales. Las concentraciones de N amoniacal y AGV se expresaron como porcentaje de la MS del silaje.

La desaparición de la MS, MO y FIDN *in sacco* se estimó en muestras representativas de los dos silajes molidas a través de una criba de 3 mm, siguiendo la metodología descrita por Orskov *et al.* (14). El día 15 de cada período se introdujeron 10 bolsas en cada animal las cuales se sacaron a las 6, 12, 24, 48 y 72 h. La tasa de digestión de las mismas fracciones químicas se estimó como el T1/2 mediante la metodología descrita por Kempton (11).

Las mediciones evaluadas en los dos experimentos se sometieron a un análisis de varianza para determinar el efecto sobre ellas de la adición de urea al silaje y de la estrategia de suministro de concentrado.

Resultados

Composición química

La composición química de los silajes utilizados en los dos experimentos se presenta en el Cuadro 1. La adición de urea incrementó el contenido de proteína cruda en más de 5% en relación al silaje sin este aditivo. Este aumento ocurrió principalmente en la fracción de N amoniacal del silaje, la cual aumentó de 0.18 a 1.14%, constituyendo el 56.5% del N total y elevando el pH de 4.1 a 5.2. La adición de urea también originó un incremento apreciable en el porcentaje de ácido butírico de 0.2 a 4.0%. Las otras fracciones analizadas no difirieron entre los dos silajes.

Experimento 1

El consumo de silaje de los animales en crecimiento no fue afectado ni por la adición de urea ni por la manera de ofrecer el concentrado (Cuadro 2). Los tiempos de consumo y rumia fueron de 349 y 473 minutos en promedio sin estar influenciados por los factores evaluados. En la Figura 1 se presenta el tiempo acumulado dedicado por los animales al consumo. Aproximadamente el 50 % del tiempo de consumo se realizó durante las 5 primeras horas después de ofrecer el alimento y el 75% ocurrió durante las primeras 9 h, con muy poca actividad de ingestión durante el período restante. Las ganancias de peso fueron similares entre los tratamientos con un valor de 0.54 kg/día en todos los animales con excepción del tratamiento de silaje con urea ofrecida separada donde las ganancias promedios fueron de 0.44

kg/día, pero sin diferencias estadísticas con los demás tratamientos.

Experimento 2

Los consumos por unidad de peso de los animales fistulados se presentan en la Cuadro 3. Los mismos fueron en promedio de 1.54 kg MS total por 100 kg de peso, valor inferior al de los animales en crecimiento, pero tampoco se presentaron diferencias entre tratamientos. El pH del licor ruminal varió entre 3.7 y 6.9, siendo elevado (P) por la adición de urea y no siendo afectado por la estrategia de suplementación. El suministro de urea al silaje también elevó marginalmente la concentración de N amoniacal, pero solo se alcanzó significación estadística 4 h después de ofrecer el alimento (Figura 2). En la misma figura se observa que entre 1 y 3 h después de la oferta de las dietas las concentraciones están por encima de 200 mg/l, y entre las 9 y las 24 h las concentraciones descienden a valores entre 85 y 101 mg/l en los tratamientos con y sin urea. Las proporciones de AGV también se presentan en el Cuadro 3, observándose un incremento significativo (P) del ácido butírico con la urea y de menor magnitud al ofrecer el concentrado mezclado. El suministro de urea al silaje elevó la proporción de ácido butírico durante casi todo el día a excepción de la última medición inmediatamente antes de ofrecer el alimento, y originó una disminución en las proporciones de ácidos acético y propiónico alcanzándose significación estadística

Cuadro 1. Composición química de los silajes y el concentrado.

| | MS | Fracción química (% de la MS) | | | | | | | pE | |
|-----------------|------|-------------------------------|--------|------|-----|-----|-------|-------|------|------|
| | | PC | Ceniza | FIDN | Ca | P | A.Ac. | A.Bu. | | N/NH |
| Silaje | 24.5 | 07.3 | 10.0 | | 0.4 | 0.3 | 2.1 | 0.2 | 0.18 | 4.1 |
| Silaje con urea | 23.4 | 12.6 | 10.4 | 69.9 | 0.3 | 0.3 | 2.2 | 4.0 | 1.14 | 5.2 |
| Concentrado | 90.7 | 25.6 | 11.0 | - | 1.1 | 1.4 | - | | | |

A.Ac.: ácido acético, A. Bu.: ácido butírico.

Cuadro 2. Experimento 1. Consumo y ganancia de peso de los animales.

| | Tratamientos | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------|----------|-----------------|----------|------|---------|
| | Silaje sin urea | | Silaje con urea | | Sx | |
| | Separado | Mezclado | Separado | Mezclado | | |
| Concentrado: | | | | | | |
| Consumo diario de silaje | | | | | | |
| kg MS | | 2.54 | 2.97 | 2.65 | 2.69 | 0.245NS |
| kg MS/100 kg PV | | 1.67 | 1.88 | 1.67 | 1.67 | 0.077NS |
| Consumo diario total | | | | | | |
| kg MS | | 3.72 | 4.15 | 3.83 | 3.87 | 0.245NS |
| kg MS/100 kg PV | | 2.39 | 2.64 | 2.44 | 2.42 | 0.088 |
| Tiempo de consumo (min) | | 321 | 360 | 374 | 339 | 12.7 |
| Tiempo de rumia (min) | | 466 | 458 | 477 | 491 | 23.7 |
| Ganancia de peso (GDP, kg/día) | | 0.54 | 0.54 | 0.44 | 0.54 | 0.098NS |
| Conversión alimenticia (kg MS/kg GDP) | | 7.01 | 7.99 | 9.34 | 7.35 | 0.547NS |

NS P>.05

ca solo en este último (Cuadro 3). Los tiempos medios de digestión y los valores de desaparición de MS y FIDN en bolsas de nylon se presen-

tan en la misma tabla, no observándose efectos de los tratamientos en ninguna de las mediciones.

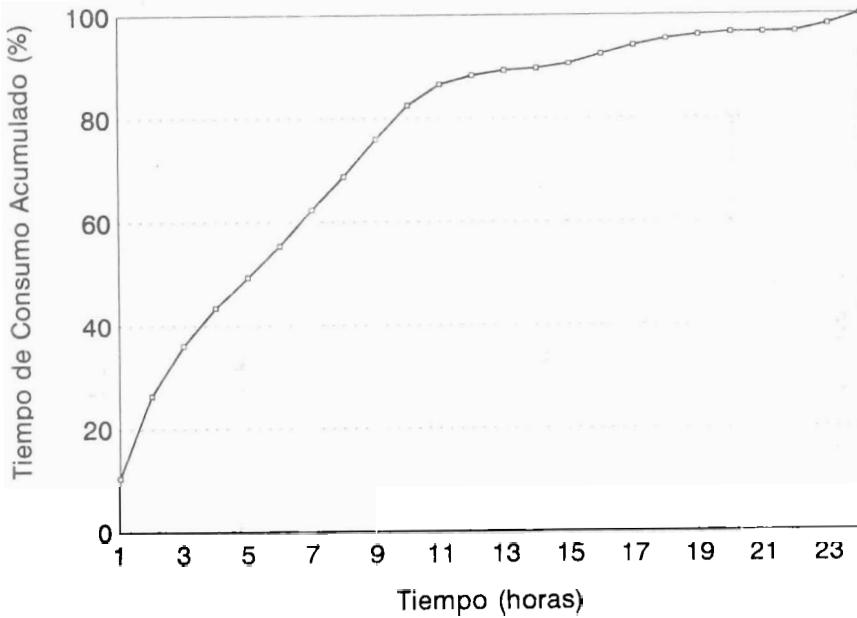


Fig.1. Tiempo de consumo acumulado durante el día

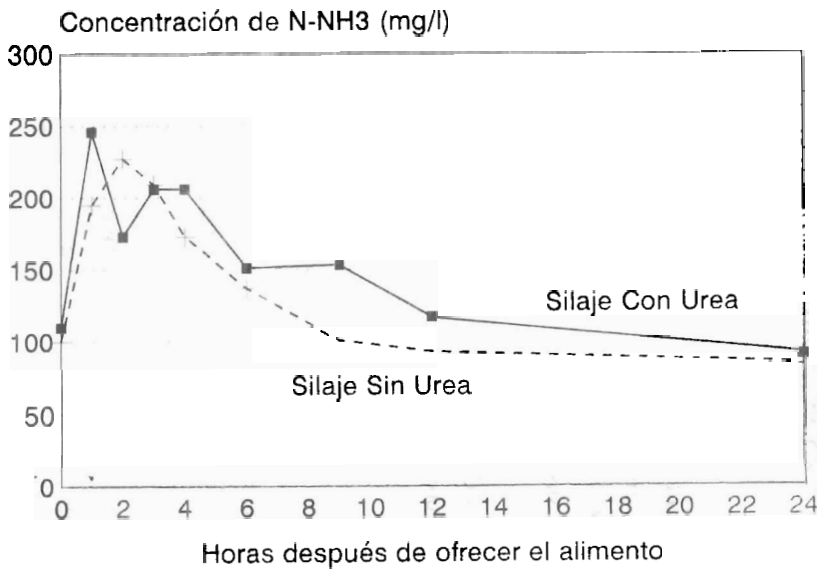


Fig. 2. Concentración de nitrógeno amoniacal (N-NH3) en el licor ruminal

Cuadro 3. Experimento 2. Consumo y características de la fermentación ruminal.

| Concentrado: | Tratamiento | | | | Sx | Significación | |
|--------------------------------|-----------------|----------|-----------------|----------|-------|---------------|-------|
| | Silaje sin urea | | Silaje con urea | | | urea | conc. |
| | Separado | Mezclado | Separado | Mezclado | | | |
| Consumo diario | | | | | | | |
| Silaje (kg MS/100 kg PV) | 1.31 | 1.16 | 0.98 | 1.16 | 0.485 | | |
| Ttotal (kg MS/100 kg PV) | 1.75 | 1.54 | 1.31 | 1.57 | 0.134 | | |
| pH | 6.7 | 6.8 | 6.8 | 6.9 | 0.029 | ** | |
| N amoniacal (mg/l) | 122 | 121 | 139 | 124 | 10.6 | | |
| AGV (proporciones molares) | | | | | | | |
| Acético | 73.4 | 73.2 | 72.8 | 71.6 | 0.60 | | |
| Propiónico | 15.8 | 15.7 | 14.9 | 14.1 | 0.51 | * | |
| Butírico | 10.8 | 11.1 | 12.3 | 13.3 | 0.48 | ** | ** |
| Tasa de digestión (T1/2, h) | | | | | | | |
| MS del silaje | 64.9 | 65.2 | 64.6 | 64.6 | 2.00 | | |
| Desaparición in sacco (48h, %) | | | | | | | |
| MS silaje | 58.6 | 57.0 | 57.8 | 58.5 | 1.2 | | |
| FIDN silaje | 49.2 | 46.8 | 47.8 | 49.4 | 1.7 | | |

*P<0.05, **P<0.01

Discusión

El silaje sin urea utilizado en estos ensayos tuvo un contenido de proteína de 7.3% (Cuadro 1) el cual es insuficiente para suplir los requerimientos de los microorganismos ruminales y de bovinos en crecimiento temprano. El suministro de urea al silaje elevó este valor a 12.6%, incremento de una magnitud semejante al obtenido en otros trabajos utilizando un nivel de suplementación con urea similar (8, 10, 20). Sin embargo, la incorporación de urea durante el proceso de ensilaje resultó en incrementos apreciables en los contenidos de N amoniacal y ácido butírico, que lo ubican dentro de la categoría de silajes malos según los criterios aplicados a silajes de países templados (5). Silajes con pH mayor de 4.9, más de 2.3% de ácido butírico y valores de N amoniacal superiores al 23% del N total son considerados como malos. La adición de urea no origina cambios tan marcados en países templados (18, 21) posiblemente por la mayor proporción de carbohidratos solubles en el maíz cultivado en esas latitudes. Parra et al. (19) han observado una proporción menor de granos en el maíz cosechado en el trópico, y es conocida la menor proporción de azúcares solubles en el follaje de gramíneas tropicales (9). Sin embargo, la fermentación butírica y la alta concentración de este ácido en el silaje con urea no afectó su consumo en este trabajo.

La tasa y extensión de la digestión del silaje a nivel ruminal, estimadas mediante el T1/2 y la desaparición de MS y FIDN, no fueron me-

jorados por la suplencia de urea durante el ensilaje (Cuadro 3). La incorporación de urea se realizó con el objetivo de mejorar la uniformidad de suministro de N al rumen e incrementar la actividad microbiana, con el consecuente efecto mejorador sobre la utilización del alimento y sobre la síntesis de proteína microbiana. Las mediciones de comportamiento de consumo permiten explicar en parte la ausencia de respuestas en los parámetros evaluados. Las dietas fueron consumidas casi en su totalidad pocas horas después de ofrecerlas, lo cual no permitió lograr el objetivo propuesto, de mejorar la concentración de N amoniacal durante el día y, en consecuencia, la función ruminal. Se observó un incremento de esta fracción durante las primeras 6 h en los tratamientos con urea en el silaje (Figura 2), pero las diferencias disminuyen apreciablemente durante el resto del día y la utilización del silaje no fue mejorada.

El uso de raciones completas mezclando el silaje con el concentrado tampoco mejoró el consumo y la utilización del silaje (Cuadros 2 y 3). Esta estrategia permite una mejor distribución durante el día en la ingestión del concentrado (17), disminuyendo el efecto negativo del almidón del suplemento sobre la utilización de la fibra y mejorando la suplencia de N degradable a los microorganismos ruminales. Sin embargo, el consumo de la ración total en pocas horas después de ofrecer el alimento también restringió el con-

sumo de concentrado y la consecuente liberación del N contenido en el mismo a este corto período, sin ventajas sobre el suministro del suplemento separado del silaje.

Las ganancias de peso no estuvieron influenciadas por los factores evaluados (Cuadro 2). Las dietas con silaje sin urea suministraban niveles de PC que posiblemente limitaron la obtención de mayores ganancias en los animales. Así, en el tratamiento de silaje sin urea ofrecido separado del concentrado el consumo de PC fue de 488 g/día, valor ligeramente inferior a los 520 g/día requeridos por estos animales según las tablas del NRC (1989). Sin embargo, la suplementación con urea originó una alta concentración de N amoniacal en el líquido ruminal durante las horas en que este nutriente no es limitante y no lo elevó en los períodos donde este baja a niveles críticos (Figura 2). Resultados similares fueron obtenidos por Ojeda *et al.* (15) con animales de mayor peso y menores requerimientos proteicos, y donde la adición de urea al silaje de maíz no mejoró las ganancias de peso de los animales. La mezcla del concentrado con el silaje tampoco aumentó las ganancias de peso de los animales. Estos resultados difieren de los obtenidos en una serie de estudios realizados en países templa-

dos revisados por Owen (16), donde el uso de raciones completas y el incremento en la frecuencia de suministro de alimento redujo las variaciones en la concentración de N amoniacal y aumentó las ganancias de peso. La ausencia de respuestas productivas a las raciones completas en el Experimento 1 posiblemente también se debe a la concentración de su consumo a un corto período de tiempo antes señalada.

Los resultados de este trabajo demuestran que el consumo de dietas a base de silaje de maíz y concentrado se realiza durante un corto período después de ofrecidas las mismas. Este factor limita el posible efecto mejorador de las estrategias evaluadas. La adición de urea durante el ensilaje incrementa su contenido de PC, pero su consumo en un corto intervalo de tiempo eleva la concentración de N amoniacal en ese período y no lo modifica durante la mayor parte del día, no incrementando la respuesta productiva de los animales. Un efecto similar se observa al comparar las dos estrategias de oferta del concentrado y donde el comportamiento de consumo impide la mejor distribución en la ingestión del concentrado, y la obtención de las mejoras que se han señalado al utilizar esta práctica.

Literatura citada

1. AOAC, 1984. Official Methods of Analysis (14th ed.). Association of Official Agricultural Chemists, Washington.
2. Cabeza, G., Letta, P y Combellas, J. 1992. Suplementación nitrogenada de silaje de maíz y sorgo para bovinos en crecimiento. 2. Influencia de la urea, la harina de soya y la harina de pescado. Revista de la Facultad de Agronomía (Maracay) 18:213-224
3. Fick, K., McDowell L., Milles, P., Wilkinson, N., Funk, J., Conrad, J. y Valdivia, R.

1979. Análisis por espectrofotometría de absorción atómica. En: Métodos de Análisis de Minerales para Tejidos de Plantas y Animales (2ª Ed.). Latin American Mineral Research Program. Univ. Florida, pp. 701-702
4. FAO, 1986. Better Utilization of Crop Residues and By-products in Animal Feeding: Research Guidelines. 2. A Practical Manual for Research Workers. FAO, Rome, 154 pp.
 5. Flynn, A. 1981. Factors affecting the feeding value of silage. En: Recent Advances in Animal Nutrition - 1981, (ed.) W. Haresing y D. Lewis. Butterworths, Londres. pp. 81-89
 6. Goering, H. K. y Van Soest, P.J., 1970. Forage Fiber Analysis. Agricultural Research Service, USDA Agricultural Handbook 379. ARS, USDA, Washington.
 7. Harris, W. D. y Popat, P. 1954. Determination of the phosphorus content of lipids. Journal of the American Oil Chemistry Society, 31:124-127.
 8. Huber, J. T., Sandy, C. E., Poland, C. E. S., Bryant, H. T. y Blaser, R. E. 1967. Varying levels of urea for dairy cows fed corn silage as the only forage. Journal of Dairy Science 50:1241-1247
 9. Jones, D. I. H. y Wilson, A. D. 1987. Nutritive quality of forage. En: The Nutrition of Herbívoros, (ed.) J. B. Hacker y J. H. Ternouth. Academic Press, Sydney. pp. 65-89
 10. Kamra, D. N., Singh, R. J., Jakhmola, R. C. y Srivastava, R. V. N. 1983. Effect of wilting and additives, straw, molasses and urea on the fermentation pattern of maize silage. Animal Feed Science and Technology 9:185-196
 11. Kempton, T.J., 1980. El uso de bolsas de nylon para caracterizar el potencial de degradabilidad de alimentos para el rumiante. Producción Animal Tropical 5:115-126.
 12. Leng, R. E., 1990. Factors affecting the utilization of "poor-quality" forages by ruminants particularly under tropical conditions. Nutrition Research Reviews 3:277-303.
 13. NRC. 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle (6th ed.). National Research Council, Washington, D. C.
 14. Orskov, E. R., Hovell, F. D. de B. y Mould, F. 1980. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. Tropical Animal Production 5:195-213.
 15. Ojeda, G., Arango, O., Ayala, C. y Acosta, L. 1975. Ceba en estabulación de bovinos para carne. Revista Instituto Colombiano Agropecuario 10:63-76
 16. Owen, J. B. 1978. Complete feeding for dairy cows. En: Recent Advances in Animal Nutrition - 1978. Butterworths, Londres. pp. 159-171
 17. Owen, J. B. 1984. Complete diet feeding for cattle. Livestock Production Science 11:269-285
 18. Phipps, R. y Wilkinson, M. 1985. Maize Silage. Chalcombe Publ., Marlow, U.K.
 19. Parra, R., Santos, J. y Parra, O. de. 1979. El potencial de la planta entera de maíz en la alimentación animal. Informe Anual IPA 1977-1978, Facultad de Agronomía, UCV. pp. 45-46
 20. Shirley, J. E., Brown, J. R., Toman, L. y Stroube, W. H. 1972. Influence of urea on the fermentation pattern and nutritive value of corn silage. Journal of Dairy Science 55:805-809
 21. Schumutz, W. G., Brown, L. D. y Thomas, J. W. 1969. Nutritive value of corn silage treated with chemical additives for lactation. Journal of Dairy Science 52:1408-1412