

Efecto de la melaza, estado fisiológico del pasto y tamaño del material cosechado sobre el ensilado de pasto guinea (*Panicum maximum*, Jacq.)

Alfredo Caraballo*, María Betancourt y Jazmín Florio

¹Investigadores Ganadería INIA Zulia. INIA Zulia-Campo Experimental La Cañada. Km. 25 Carretera Maracaibo-Perijá del estado Zulia. ²Investigadora Ganadería INIA-Barinas. Campo Experimental Ciudad Bolivia. Carretera Barinas-San Cristóbal. Troncal 5 Km. 7 del estado Barinas.

Recibido: 04-04-06 Aceptado: 30-11-06

Resumen

Un experimento fue conducido en una finca comercial localizada en el municipio Rosario de Perijá del estado Zulia, Venezuela, donde el clima y la vegetación corresponden a la de un bosque seco tropical (bs-T), para estudiar el efecto de la adición de niveles de melaza (NM): 0; 2 y 4%, estado fisiológico del pasto (EP): prefloración y postfloración, y tamaño de la partícula del pasto cosechado (TP): 2,5 y 8,5 cm., sobre la calidad del ensilado de pasto guinea (*Panicum maximum*, Jacq) con miras a mejorar la oferta de forraje de buena calidad a los rebaños bovinos en las épocas de sequía. Se utilizó un diseño experimental de Bloques al Azar con tres repeticiones y un arreglo factorial de tratamientos 2x2x3. Se construyeron 36 mini silos tipo Bunker de paredes portátiles de 3,5 t cada uno. Se determinó en el ensilado los porcentajes de materia seca (MS), proteína cruda (PC), calcio (Ca), fósforo (P) y digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO). Los factores estudiados afectaron la composición química y digestibilidad del ensilado. La EP afectó ($P < 0,01$) MS, PC, Ca, P y DIVMO; mientras que MS fue afectada por la interacción EP x TP ($P < 0,01$), Ca por EP x TP ($P < 0,05$); DIVMO por NM ($P < 0,01$) y EP x TP x NM ($P < 0,05$). Los resultados confirman que con el ensilaje no se logra mejorar el valor nutritivo de los forrajes frescos, pero si mantener ese valor, ensilando el pasto en estado de prefloración (edad del rebrote 28 días), cosechado y troceado en partículas de 2,5 cm. aproximadamente y adicionándole 2% de melaza a la biomasa ensilada, para obtener un ensilado con 20,2% MS; 12,19% PC; 0,29% Ca; 0,27% P y 63,45% DIVMO, aunque la adición de melaza incrementa la DIVMO.

Palabras clave: Calidad del ensilado; ensilaje: *Panicum maximum*; silo tipo Bunker.

* Autor para la correspondencia. E-mail: acaraballo@inia.gob.ve

Effect of molasses, physiological state of grass and size of harvested material on silage guinea grass (*Panicum maximum*, Jacq.)

Abstract

An experiment was in a farm located at the Municipality Rosario de Perija, state of Zulia, Venezuela, in a zone of life classified as tropical dry forest (fd-T), to study the effect of the addition of molasses (NM): 0; 2 and 4%, physiological state of grass (EP): preflowering, post flowering and particle size of harvested grass (TP): 2.5 and 8.5 cm., on quality of silage guinea grass (*Panicum maximum*, Jacq), in order to improve the supply of high quality forage to the bovine herds in drought season. Experiment was out as randomized complete block design with three replications and a factorial arrangement of treatments 2 x 2 x 3. Thirty six Bunker type portable minisilos were constructed of 3.5 MT each. The percentage of dry matter (MS), crude protein (PC), calcium (Ca), phosphorus (P) and *in vitro* organic matter digestibility (DIVMO), were determined EP affected ($P < 0.01$) MS, PC, Ca, P and DIVMO, whereas MS was affected by interaction of EP x TP ($P < 0.01$), Ca by EP x TP ($P < 0.05$); DIVMO by NM ($P < 0.01$) and EP x TP x NM ($P < 0.05$). Results confirm that silage does not improve the quality of fresh forages, but it does maintain its quality when ensiling the pasture in state of preflowering (28 days regrowth), harvested and cut in particles of 2,5 cm and adding 2% of molasses to the ensiled biomass, to obtain a product with 20.2% MS; 12.19% PC; 0.29% Ca; 0.27% P and 63.45% DIVMO.

Key words: Bunker type silo; *Panicum maximum*; Silage; silage quality.

Introducción

En el trópico y subtropico los pastos y forrajes se producen abundantemente durante la época de lluvia, en la cual se ha llegado a obtener hasta el 80% de la producción anual, por lo que parte de los mismos no pueden ser utilizados por los animales y permanecen en el campo disminuyendo su valor nutritivo a medida que maduran, se hace necesario entonces su corte o quema, con miras a utilizar los nuevos rebrotes en condiciones en que sea óptimo su valor nutritivo. Dicha situación ha ocasionado por muchos años en los sistemas de producción ganadera, una alta dependencia del alimento concentrado para la alimentación animal durante el período de escasez de forraje. El alimento concentrado comercial, elaborado principalmente con materias primas, es cada día mas costoso y en muchos casos es una práctica no rentable por los bajos niveles de producción.

La poca disponibilidad de forrajes origina muerte de animales, pérdida de peso, retardo en el crecimiento, todo lo cual se traduce en un bajo número de animales seleccionados para sacrificio, al tener que esperar éstos mas de cuatro años para ir a matadero. Por otro lado, la producción de leche también se ve afectada, registrándose descensos durante los meses de sequía que pueden alcanzar niveles de 30 a 50%. Durante la época de lluvia la situación también es crítica, porque durante este período, por la alta humedad, longitud del día, entre otros factores, se concentra la mayor producción de los forrajes, y como los animales no pueden consumir más pasto que el determinado por la capacidad de su tracto digestivo, se producen grandes pérdidas de los excedentes de la producción forrajera.

La conservación del forraje excedente en la época de abundancia permite disponer de una fuente alimenticia de buena calidad y bajo costo, logrando de manera uniforme el

suministro de alimento al ganado, ayudando a estabilizar la producción durante los períodos más críticos y aumentar la productividad; además, la modernización de los sistemas de producción de pastos hace que la conservación de los mismos tome cada vez mayor importancia y por otra parte, esta tecnología se adapta muy bien a pequeñas y medianas explotaciones y las independiza de las fuentes externas de suministro, les permite aprovechar mejor los recursos forrajeros y sobre todo, ayuda a garantizar una ganadería saludable, productiva y rentable (1).

El ensilado es el producto obtenido a través de fermentaciones capaces de inducir una disminución de la acidez hasta un valor tal que inhiba toda la actividad enzimática y microbiológica. Esta definición lleva implícito que el sistema donde se realice el ensilaje debe cumplir los siguientes aspectos: ser anaeróbico, no generar metabolitos tóxicos para los animales, generar ácidos orgánicos capaces de disminuir el pH y lograr un estado de equilibrio enzimático y microbiológico estable. De hecho todas las tecnologías de fabricación de ensilajes están encaminadas a cumplir estos preceptos y la violación de cualquiera de ellos puede conducir al fracaso del objetivo principal de la conservación: preservar el valor nutritivo original del alimento.

El éxito en la obtención de un buen ensilado radica mayormente en la utilización de una correcta tecnología en el momento de hacer el silo. Algunos factores que inciden en esto son: edad del pasto cosechado, tamaño de trozo del forraje cortado, compactación del material a conservar, tapado del silo. Otro factor que puede coadyuvar en la obtención de un buen ensilado es la utilización de aditivos como la melaza, que faciliten la conservación de los nutrientes ensilados o complementar los nutrientes deficitarios. Se requiere de estudios experimentales para determinar cuales son las condiciones mas favorables a considerar en el momento de realizar un buen silo, razón por la cual se realizó esta investigación, cuyo objetivo fue

determinar el efecto de la adición de melaza, el estado fisiológico y tamaño de partícula (troceado) del pasto cosechado, sobre la composición química y digestibilidad del ensilado de pasto guinea (*Panicum maximum*, Jacq), en una zona de bosque seco tropical, para establecer prácticas de manejo adecuadas con miras a mejorar la oferta de forraje de buena calidad en las épocas de sequía.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en el municipio Rosario de Perijá del estado Zulia, en una zona subhúmeda que según la clasificación de Holdrige (2) y Ewell y Madriz (3), el clima y la vegetación corresponden a la de un bosque seco tropical (bs-T).

Esta zona se encuentra aproximadamente a 30 msnm, tiene una temperatura media anual de 27,1°C, la precipitación media anual es de 1.200 mm y la evaporación potencial es superior a 1.900 mm anuales (4). Los balances hídricos mensuales son variables, ya que la distribución de las precipitaciones durante el año siguen un régimen bimodal, con dos máximos y dos mínimos. Los máximos se presentan en los meses de octubre y mayo, mientras que los mínimos ocurren en enero y julio.

Al inicio del experimento se tomaron dos muestras de suelo y se les determinó por separado: pH, conductividad, contenido de materia orgánica, potasio, fósforo y textura. El análisis de las muestras generaron los resultados que se presentan en la Tabla 1. El pH del suelo es moderadamente ácido y la fertilidad natural es baja.

Se utilizó un diseño experimental de Bloques al Azar con tres repeticiones y un arreglo factorial de tratamientos 2 x 2 x 3, para estudiar dos estados fisiológicos del pasto, dos tamaños de partícula (troceado) del pasto cosechado y tres niveles de melaza. Los factores estudiados y los niveles correspondientes se indican en la Tabla 2.

Tabla 1
Análisis de las muestras de suelo.

Muestra No.	pH 1:1	Conductividad 1:1	MO* %	K*** Meq/100	P** ppm	Clase Textural****
1	6,33	125	1,86	0,19	6	Franco arenoso
2	5,27	68	1,22	0,16	5	Franco arenoso

*Método de Walkey - Black (5). ** Método de Bray (6). ***Método de Acetato de Amonio de pH 7 (7).
****Método de Bouyoucos (Hidrómetro) (8). Profundidad 20 cm.

Tabla 2
Factores y niveles estudiados.

Factores	Niveles	Unidad
Estado fisiológico del pasto (EP)	Prefloración (28 días) Postfloración (43 días)	d
Tamaño de partícula (TP) (determinado por el tipo de cosechadora)	Con guadañadora (2,5 cm.) Con cuchillas flotantes (8,5 cm.)	cm.
Niveles de melaza (NM)	0; 2 y 4	%

Tabla 3
Definición de los tratamientos estudiados.

Número de tratamiento	Estado fisiológico del pasto	Tipo de cosechadora	Niveles de melaza (%)
1	Prefloración	Guadañadora	0
2	Prefloración	Guadañadora	2
3	Prefloración	Guadañadora	4
4	Prefloración	Cuchillas flotantes	0
5	Prefloración	Cuchillas flotantes	2
6	Prefloración	Cuchillas flotantes	4
7	Postfloración	Guadañadora	0
8	Postfloración	Guadañadora	2
9	Postfloración	Guadañadora	4
10	Postfloración	Cuchillas flotantes	0
11	Postfloración	Cuchillas flotantes	2
12	Postfloración	Cuchillas flotantes	4

La definición de los tratamientos producto de la combinación de los factores y niveles de estudio se indica en la Tabla 3.

Seis hectáreas de potrero sembradas con pasto guinea (*Panicum maximum*, Jacq) fueron mecanizadas y tratadas químicamente para el control de malezas. Posteriormente se efectuó un pase de rotativa al área y a los 28 días de edad del rebrote se detectó el estado de prefloración del pastizal; inmediatamente se procedió a elaborar los mini silos correspondientes. Del mismo modo, el estado de postfloración se obtuvo a los 43 días.

Se construyeron un total de 36 mini silos de aproximadamente 3,5 toneladas cada uno. Se utilizó como silo modelo el tipo Bunker de paredes portátiles. La toma de muestras se realizó a los 31 días de haberlos construido, utilizando para ello un barreno de plástico que permitió seleccionar tres submuestras de 800 g cada una, en cada mini silo, a una profundidad de 60 cm. Inmediatamente las submuestras se mezclaban en un recipiente no metálico del cual se seleccionaba una muestra compuesta de 800 g aproximadamente. Se obtuvieron 36 muestras compuestas y se procesaron en un molino Willey para ser analizadas en sus contenidos de materia seca (MS), proteína cruda (PC) mediante procedimientos analíticos de la AOAC, 1980 (9), calcio (Ca) por el método de espectrofotometría de absorción atómica, fósforo (P) por el método de Fiske y Subbarow (10) y la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) según el método de Tilley y Terry, 1963 (11).

Antes de realizar los mini silos se coleccionaron submuestras de 800 gr. de forraje fresco, tanto en prefloración como en postfloración, que luego fueron secadas a 60°C para determinar el valor nutritivo del *Panicum maximum* alas dos edades fisiológicas estudiadas, en términos de: contenido de materia seca, proteína cruda, fibra cruda, digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica, calcio y fósforo, utilizando para ello los mismos métodos de análisis de laboratorio empleados en

las muestras de ensilado obtenidas en los mini silos.

Para el análisis de los resultados obtenidos se empleó el programa SAS, 1985 (12) (Statistical Analysis System) mediante el procedimiento G.L.M. (General Linear Model). Las diferencias entre factores, se determinaron aplicando el esquema de Análisis de Varianza respectivo y para detectar diferencias entre medias, se empleó la Prueba de Rango Estandarizado de Tukey (13).

Resultados y Discusión

El pasto guinea (*Panicum maximum*, Jacq), es una especie gramínea naturalizada en Venezuela, produce altos rendimientos de materia seca que oscilan entre 14 a 50 t/ha/año, dependiendo del cultivar utilizado, fertilidad del suelo, régimen de precipitación o riego y prácticas de manejo. Es un pasto palatable, con valores de proteína entre 4 y 14%, dependiendo del estado de desarrollo de la planta y del manejo efectuado. La digestibilidad de la materia seca se encuentra entre 40 y 70%, y el contenido de nutrientes digestibles totales entre 38 y 61%. Se ha utilizado exitosamente en ensilaje o henificación. No obstante, se ha observado que el pasto queda muy debilitado después del corte y/o sucesivos cortes, necesitando una fuerte fertilización y humedad para su pronta recuperación; sin embargo, esto depende de la altura de corte, estado vegetativo y tiempo de establecimiento de la especie (14).

El valor nutritivo de un ensilaje está predeterminado por el que posea el material que le da origen y su calidad final dependerá del proceso fermentativo y de los pretratamientos a los cuales sea sometido.

De hecho, el primer aspecto que debe tener en cuenta quien decida elaborar un ensilaje es garantizar que el material posea un contenido de nutrientes balanceado; sin embargo, cada especie forrajera tiene sus características intrínsecas que es necesario delimitar.

Tabla 4
Valor nutritivo de forrajes tropicales.

	Edad (días)	MS (%)	PB (%)	FB (%)	DMO (%)	Consumo (g MS/Kg. P ^{0,75})
<i>P. purpureum</i> cv.	66	17,7	8,2	35,6	60,5	44,2
King grass	55-77	17-25,2	3,9-8,8	32,5-38,5	55,9-64,2	37,7-53,1
ES ±	5,2	0,7	0,4	2,7	5,8	1,2
<i>C. dactylon</i> cv.	46	27,2	7,6	30,8	53,8	35,5
Callie	35-56	25,2-30,6	5,8-8,7	29,1-33,1	54,6-58,4	31,5-42,2
ES ±	4,5	1,2	0,6	0,8	0,5	2,2
<i>P. maximum</i> cv.	43	24,0	6,9	32,3	58,5	53,8
Likoni	35-49	21,3-32,0	5,11-11,0	28,2-33,7	53,5-67,8	41,0-61,8
ES ±	1,6	0,9	0,4	0,6		

Los tres factores que más inciden en el valor nutritivo de las gramíneas son: la edad, la fertilización y la especie.

En la Tabla 4 se muestran algunos ejemplos de gramíneas utilizadas en la conservación; puede apreciarse que con la edad aumentan los contenidos de materia seca y fibra bruta, mientras disminuye el por ciento de proteína bruta y los demás indicadores nutricionales.

La edad óptima para la conservación se encuentra entre las 6 y 7 semanas de rebrote para las llamadas especies de pastoreo y de 9-10 semanas en el caso de las especies de corte.

Aunque la fertilización que más se ha estudiado es la nitrogenada debido a la incidencia que tiene sobre el rendimiento y el contenido de proteína, pues ambos indicadores aumentan, no se puede desconocer la necesidad de emplear también otros nutrientes imprescindibles para garantizar un rendimiento adecuado de las gramíneas, como son el fósforo y el potasio.

En el caso del nitrógeno el nivel óptimo de aplicación se encuentra alrededor de 60 Kg. de N/ha/corte para las especies de pasto-

reo y de 75 a 100 Kg. de N/ha/corte para las especies forrajeras.

Para otros nutrientes las dosis están en dependencia de las características del suelo.

La selección o empleo de una especie u otra para la conservación, en ocasiones no depende tanto de la preferencia del productor como de sus posibilidades y de las condiciones específicas de su explotación.

Es indudable que cada especie de gramínea tiene sus características propias y sobre la base de ellas es necesario definir qué tecnología será empleada.

Así, por ejemplo, el género *Pennisetum* tiene la particularidad de presentar bajos por cientos de materia seca y altos de carbohidratos solubles; mientras que en el género *Cynodon* ocurre lo contrario, además de presentar una alta rigidez en sus tallos. A su vez los géneros *Panicum* y *Digitaria* muestran valores intermedios (1).

En la Tabla 5 se presenta el valor nutritivo del pasto guinea utilizado en el experimento. Se observa que la calidad en postfloración es mediana, ya que el contenido de proteína cruda lo ubica en el nivel crítico de 7%, por debajo del cual, según Minson y Mil-

Tabla 5
Valor nutritivo del *Panicum maximum* a diferentes edades del rebrote.

Edad (d)	MS (%)	PC (%)	FC (%)	DIVMO (%)	Ca (%)	P (%)
28 (Prefloración)	25,6	12,6	30,6	59,1	0,3	0,27
43 (Postfloración)	33,0	7,4	32,9	58,7	0,3	0,20

Tabla 6
Comparación de medias a través de la prueba de tukey.

Tratamiento Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Materia Seca (%)	*16,24 ^d	20,20 ^d	21,23 ^{cd}	21,39 ^{cd}	21,11 ^{cd}	20,95 ^{cd}	34,12 ^a	32,60 ^a	32,19 ^a	25,33 ^b	26,42 ^b	23,12 ^{bc}
Proteína cruda (%)	11,40 ^a	12,19 ^a	11,54 ^a	11,87 ^a	11,82 ^a	12,14 ^a	6,99 ^b	6,32 ^b	5,87 ^b	6,41 ^b	7,26 ^b	7,29 ^b
Digestibilidad de la materia orgánica (%)	50,42 ^{abcd}	63,45 ^a	56,22 ^{abc}	48,76 ^{bcd}	50,67 ^{abcd}	61,49 ^{ab}	38,19 ^d	39,70 ^d	40,26 ^d	36,90 ^d	42,85 ^{cd}	40,65 ^d
Calcio (%)	0,252 ^a	0,292 ^A	0,267 ^a	0,275 ^a	0,334 ^a	0,317 ^a	0,67 ^b	0,73 ^b	0,74 ^b	0,67 ^b	0,73 ^b	0,58 ^b
Fósforo (%)	0,25 ^{abc}	0,27 ^a	0,25 ^{ab}	0,24 ^{abc}	0,24 ^{abc}	0,23 ^{abcd}	0,15 ^{de}	0,14 ^c	0,13 ^c	0,13 ^c	0,16 ^{cde}	0,16 ^{bcde}

*medias con alguna letra en común no son estadísticamente diferentes ($P > 0,05$).

ford, (15), se afecta severamente la digestibilidad y el consumo de materia seca; asimismo, al considerar que el aporte de Ca y P de un forraje de buena calidad debe ser mayor a 0,3 y 0,25% respectivamente (16). Los valores obtenidos son superiores a los reportados por Ojeda y col. (17) para *Panicum maximum* cv. Likoni, quienes encontraron concentraciones de MS, PC, FB y DIVMO de 24,0; 6,9; 32,3 y 58,5% respectivamente, para 43 días de edad del rebrote.

Contenido de materia seca en el ensilado (Y_1)

El análisis de la varianza mostró que esta variable fue influenciada por EP, TP y por la interacción EP x TP ($P = 0,01$). La prueba de medias para EP arroja diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los dos estados fisiológicos estudiados, con mayor contenido de materia seca para el ensilado obtenido con EP-postfloración. El máximo valor para Y_1 (34,12%) se alcanzó con el tratamiento siete (T_7) y el mínimo con T_1 (16,24%) tal como se indica en la Tabla 6.

Asimismo, para TP la prueba indicó diferencias ($P \leq 0,05$), con mayor contenido de materia seca en el forraje cosechado con guañadora (25,28%) en comparación al obtenido con la cosechadora de cuchillas flotantes (21,82%).

La cosechadora de cuchillas flotantes o articuladas, produce rasgado en el pasto cortado al lanzarlo hacia el rodillo; provoca pérdida de material acuoso y lavado de sustancias nutritivas; en consecuencia el contenido de materia seca en el ensilado disminuye. Al respecto, Catchpole y Henzell (18) reportaron que el marchitamiento previo del material cortado para ensilar, ocasiona una reducción (o total eliminación) del efluente dentro del silo, disminuyendo así, pérdidas de materia seca por este concepto.

El contenido óptimo de materia seca en los forrajes frescos a ensilar está alrededor de 30% (24 a 36%). Valores superiores a 40% dificultan el desalojo del aire en los silos sometidos a compactación, disminuyen la digestibilidad de la fracción de celulosa y pér-

didadas entre el 20 a 30%, por exceso de molido y putrefacción, mientras que los forrajes con menos del 20% de materia seca, crean condiciones, una vez expuesto el ensilado al aire, para el desarrollo de actividad microbiana por levaduras, bacterias y hongos, con fuertes olores por la descomposición de azúcares en ácido butírico y degradación de proteína, produciéndose un ensilado de baja calidad y aceptabilidad (19).

El análisis de regresión para Y_1 resultó altamente significativo ($P \leq 0,01$) para los parámetros B_2 , B_5 y significativo ($P \leq 0,05$) para B_3 y B_6 , generando el siguiente modelo de predicción para esta variable:

$$Y_1 = 24,43029035 + 11,80231117EP \\ + 1,94261482TP - 6,87736826EP \\ \times TP - 1,54301067EP \times NM$$

Cuando están creciendo activamente los pastos tienen entre 18 y 25% de MS, aunque puede ser menos en época de lluvias. En lo posible el pasto se debe dejar marchitar por un par de horas antes de ensilarlo.

En general los pastos y forrajes para que tengan un valor nutritivo aceptable deben ser muy jóvenes y presentar altos porcentajes de humedad, bajo contenido de materia seca y altos valores de proteína cruda. A medida que maduran los pastos, se incrementa el contenido de materia seca y disminuye su calidad, por lo que se recomienda hacer una desecación parcial en el campo, cuando se trata de forrajes en prefloración, antes de su almacenamiento en los silos (20).

López y col. (21) reportaron que el contenido de materia seca del ensilado de *Sorghum vulgare*, se incrementó significativamente ($P < 0,01$) con la edad del pasto (22,88, 25,25 y 28,93% a 35, 49 y 63 días respectivamente). Los silos que contenían urea presentaron menor ($P < 0,01$) contenido de materia seca, que los ensilados sin urea (23,05 vs. 28,47%) y la asociaron con la pudrición en ensilajes a los cuales se les adiciona urea o amoníaco.

Contenido de proteína cruda en el ensilado (Y_2)

Resultó influenciada por EP ($P \leq 0,01$). La prueba de medias para EP detectó diferencias ($P \leq 0,05$) entre los dos estados fisiológicos estudiados, con valores más altos para Y_2 ($T_2 = 12,19\%$ y $T_1 = 11,40\%$) cuando se conserva pasto preflorado, mientras que en postfloración el rango de valores osciló entre 7,29% (T_{12}) y 5,87% (T_9), indicados en la Tabla 6. Estos resultados indican que el pasto guinea es una especie gramínea excelente para conservar en forma de ensilaje cuando se cosecha a edad temprana (28 días edad del rebrote).

El análisis de regresión para Y_2 , detectó significancia ($P \leq 0,01$) para el parámetro B_2 , por lo cual el modelo de predicción está dado por:

$$Y_2 = 20,00369282 - 4,64673367 \times EP$$

Durante el proceso normal de ensilaje el material sufre una serie de cambios bioquímicos importantes, de los cuales resultan pérdidas de hasta un 60% de la proteína digestible como consecuencia de las transformaciones bacterianas y enzimáticas que ocurren durante el proceso. El uso de aditivos o preservantes tiene como finalidad no sólo mejorar la calidad fermentativa, sino también mantener el valor nutritivo que presenta el forraje al momento de ser introducido al silo (17).

Araujo y col. (22) reportan que el porcentaje de proteína es mayor ($P < 0,05$) en los silos con urea (13,54 vs. 11,21%), pero se mantiene con la edad de corte y sin cambios por efecto de la melaza. Se ha indicado que normalmente se producen pérdidas de compuestos nitrogenados durante el proceso de ensilaje. También se ha señalado que la melaza contribuye a mantener el nivel proteico, al favorecer la eficiencia bacteriana en la utilización del nitrógeno (23). El uso de aditivos nitrogenados tiene como finalidad reducir la degradación proteica, la síntesis microbiana (24) y mantener el nivel proteico similar al material original.

Contenido de calcio en el ensilado (Y_3)

EP tuvo influencia ($P \leq 0,01$) sobre Y_3 , así como la interacción EP x TP. La prueba de medias para EP detectó diferencias ($P \leq 0,05$) entre los dos estados fisiológicos.

El contenido de calcio del pasto en prefloración se ubicó entre 0,33% (T_5) y 0,25% (T_1), mientras que en postfloración alcanzó valores entre 0,74% (T_9) y 0,58% (T_{12}) (Tabla 6), ubicándose en el rango reportado en la literatura consultada, donde se señala que este valor en los pastos oscila entre 0,30 y 0,90% (25).

En el análisis de regresión, el parámetro B_2 resultó altamente significativo ($P \leq 0,01$), generando el siguiente modelo de predicción:

$$Y_3 = 9,24631435 - 4,61742975 \times EP.$$

Los minerales muestran un comportamiento característico con la edad, disminuyendo el fósforo y el potasio y aumentando el calcio y el magnesio, cuando avanza la edad del rebrote (26). Esto obedece, fundamentalmente al aumento de elementos estructurales y a la disminución de los carbohidratos solubles, proteínas y minerales.

Contenido de fósforo en el ensilado (Y_4)

EP afectó a esta variable ($P \leq 0,01$). La prueba de medias indicó que el mayor contenido de fósforo (0,25%) se consigue en prefloración (Tabla 6).

Al tomar en cuenta que el contenido de P en la materia seca de los pastos está comprendido en el rango de 0,1 a 0,55% y que depende del nivel de P asimilable en el suelo y de la edad del rebrote, entre otros factores, se considera satisfactorio el valor 0,25% encontrado en este estudio, donde los otros factores estudiados no resultaron limitantes para Y_4 . Al respecto McDowell L. R. y col. (27) reportaron que en la mayoría de las circunstancias, el P, K, Mg, Na, Cl, Cu, Co, Fe, Se, Zn_1 y Mo disminuyen con la madurez de la planta.

El análisis de regresión muestra altamente significativo ($P \leq 0,01$) el valor de B_2 , con lo cual el modelo de predicción para Y_4 esta dado por:

$$Y_4 = 3,06614932 - 0,71701640 \times EP.$$

El *Panicum maximum* disminuye su contenido de fósforo en el tejido foliar a medida que avanza en edad fisiológica. Esto se debe principalmente a un efecto de dilución de los elementos minerales por las grandes cantidades de materia seca que son producidas y acumuladas (25).

Los valores intermedios de fósforo conseguidos en el ensilado, pueden ser debidos a que el pasto guinea es un pasto fosfofílico muy bien balanceado para producciones exigentes como la de crecimiento animal y producción láctea. Estos valores intermedios de fósforo contribuyen a explicar los porcentajes de digestibilidad encontrados en este pasto (Tabla 6).

Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica en el ensilado (Y_5)

Fue afectada ($P \leq 0,01$) por NM y EP y por la interacción EP x TP x NM ($P \leq 0,05$). El mayor valor promedio (63,45%) se obtuvo en prefloración (T_2), promedio indicado en la Tabla 6. En cuanto a NM no existen diferencias ($P \leq 0,05$) entre 2 y 4%, pero si se consiguió entre la adición y no adición de melaza.

Estos resultados parecen soportar lo referido por Ventura, (28) y Pietrosevoli y col. (29), quienes señalan que adiciones de melaza incrementan la digestibilidad de la materia seca de los ensilados (30), recomiendan la adición de mieles u otros carbohidratos fácilmente fermentables a los silos.

Los carbohidratos solubles, fundamentalmente hexosas y pentosas provenientes de la fotosíntesis y de la hidrólisis de los polisacáridos estructurales, constituyen la fuente energética principal de la mayoría de los microorganismos, por lo que solo mediante un buen proceso de fabricación se logra que estos compuestos sean aprovechados por las cepas lácticas.

En general, los pastos tropicales presentan bajas concentraciones de carbohidratos solubles (entre 2 y 6%) y un poco más altas las llamadas especies forrajeras (entre 8 y 12%). Según estudios realizados, solo las últimas no requieren la adición de fuentes externas, generalmente miel final.

La importancia de conocer la concentración de carbohidratos solubles antes de conservar, radica en dosificar de forma apropiada las cantidades de carbohidratos solubles con la finalidad de obtener un desarrollo óptimo de las fermentaciones lácticas.

También resulta apropiado determinar los carbohidratos solubles remanentes después de la conservación, porque ellos serán los encargados de garantizar el aprovechamiento del nitrógeno soluble siempre presente en los ensilajes, y de no ser suficientes, entonces hay que suministrarlos en las dietas.

La mayoría de estos aditivos o conservantes están asociados a la incorporación directa o indirecta de fuentes de carbohidratos en los ensilajes como vía para facilitar un desarrollo vigoroso de las bacterias lácticas.

De igual forma, se incluye el empleo de cepas seleccionadas de bacterias lácticas, ya que al proporcionar de manera artificial estos microorganismos, existe la posibilidad de un dominio más rápido y permanente de ellos a lo largo de todo el proceso de fermentación.

El punto débil de estos conservantes radica en la necesidad de garantizar condiciones óptimas en la fabricación de los ensilajes, porque como los azúcares son utilizados por todas las bacterias, si falla algún aspecto tecnológico entonces serán los microorganismos indeseables los que proliferarán y de nada vale favorecer o inocular bacterias lácticas si después no tendrán condiciones para desarrollarse.

Al aumentar los carbohidratos solubles (melaza) en el silo, las condiciones serán más favorables para el establecimiento y

el crecimiento de bacterias anaeróbicas, las cuales demandan altos contenidos de proteínas, vitaminas y azúcares en el pasto, suplidas por las plantas forrajeras con excepción de los azúcares, los cuales son transformados en ácidos orgánicos de cadena corta (ácido láctico y ácido acético) y CO₂ por las bacterias lácticas.

El análisis de regresión B₂ resultó altamente significativo (P ≤ 0,01), definiendo el modelo de predicción para Y₅ de la siguiente manera:

$$Y_5 = 47,62422519 - 8,95314616 \times EP.$$

Al comparar el valor nutritivo del pasto guinea (*Panicum maximum*, Jacq) en prefloración (edad del rebrote 28 días) (Tabla 5), con el obtenido a través del tratamiento dos (T₂) que arrojó los mejores valores de los parámetros estudiados (Tabla 6), se puede inferir que el ensilaje de esta especie forrajera permite mantener su valor nutritivo en términos de composición química y digestibilidad de la materia orgánica, incrementándose esta última por la adición de melaza.

Conclusiones

Los resultados confirman que un buen ensilado de pasto guinea (*Panicum maximum*, Jacq) como alimento para bovinos es capaz de ofrecer un valor nutritivo apropiado durante las épocas del año con sequías prolongadas, sin embargo, no debe esperarse a que iguale o supere al pasto fresco, menos aún de época lluviosa.

El estado fisiológico del pasto, el tamaño de la partícula cosechada y la adición de melaza, originan cambios en la composición química y digestibilidad del ensilado de pasto guinea, demostrándose que un pasto en prefloración (edad del rebrote 28 días), cosechado y troceado en partículas de 2,5 cm. aproximadamente y adicionándole 2% de melaza en la biomasa ensilada, permite obtener un ensilado con 20,2% de materia seca, contenido de proteína bruta de

12,19%, calcio 0,29% y fósforo 0,22%, valores apropiados o esperados en pasto fresco durante la estación lluviosa. En cuanto a DIVMO alcanzó valores promedios aceptables (63,45%), al considerar que el pasto utilizado proviene de un suelo con fertilidad natural baja y sin aplicación de fertilizantes nitrogenados; aunque también puede estar asociado a que el *Panicum maximum* es una gramínea tropical con valores de DIVMO generalmente ubicados alrededor de 55,4 a 65% (31) cuando es bien manejada. Por lo tanto si se desea obtener una mejor calidad del ensilado, es necesario aplicar nitrógeno a los pastizales destinados a conservar a través del proceso de ensilaje, lo cual implica además un incremento positivo en la producción de materia seca.

Referencias Bibliográficas

1. OJEDA F. *Pastos y Forrajes* 16: 193-200, 1993.
2. HOLDRIDGE L.R. *Ecología* San José, (Costa Rica), p. 216, 1978.
3. EWELL J.J. MADRIZ A. Zonas de vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Caracas. Ministerio de Agricultura y Cría. Dirección de Investigación. p. 264, 1968.
4. COMISIÓN DE PLAN NACIONAL DE APPROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS HIDRÁULICOS (COPLANARH). Inventario Nacional de Tierras Región del Lago de Maracaibo, Venezuela. Publicación N° 34, p. 24, 1974.
5. WALKLEY A., BLACK T.A. *Soil Sci* 37: 29-38, 1934.
6. BRAY R.H., KURTZ L.T. *Soil Sci* 59: 360-361, 1945.
7. COTTENIC A. Los análisis de suelo y plantas como base para formular recomendaciones sobre fertilizantes. In: Boletín de suelos. FAO 38(2), Roma-Italia, 1980.
8. DEWIS J. FREITAS F. Métodos físicos y químicos de análisis de suelos y aguas. In: Boletín de suelos FAO 10(3), Roma-Italia, pp. 36-57, 1970.
9. AOAC. OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS. 13th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, 1980.
10. FISKE C.H., SUBBARROW E. *J Biol Chem* 66: 375-400, 1925.
11. TILLEY J.M.A., TERRY R.A. *Journal of the British Grassland Society* 18: 104-111, 1963.
12. SAS. Introductory Guide for Personal Computers, Version 6^{ta} ed. Statistical Analysis System Institute, Inc., Cary, NC. 1985.
13. TUKEY J.W. *Biometrics* 5: 99-102, 1949.
14. GONZÁLEZ B. Manual de Pastos y Forrajes Para las Zonas Bajas de los Andes Venezolanos. Programa de Ganadería de Zonas Bajas, FUSAGRI-Gobernación de Táchira y Trujillo-CORPOANDES, pp. 11, 1982.
15. MINSON D.J., MILFORD R. *Australian Journal of Experimental Agriculture Animal Husbandry* 7: 546-551, 1967.
16. GARMENDIA J.C. Minerales, Producción y Reproducción Bovina. Memorias Taller Sobre Pastos y Forrajes y Enfermedades Metabólicas del Ganado. El Vigía, marzo 8; 9 y 10. Venezuela, pp. 1-6, 2000.
17. OJEDA F., DÍAZ D., GONZÁLEZ L. *Pastos y Forrajes* 13: 93-100, 1990.
18. CATCHPOLE V.R., HENZELL E.F. *Herb Abst* 41: 213-221, 1971.
19. BALDOMERO GONZÁLEZ M.E. *Rev Fac Agronomía* (LUZ) 12(2): 175-186, 1995.
20. ARROYO-AGUILÚ J.A. *Consideraciones generales sobre el ensilaje de forrajes. Agricultura al Día* 22(1-6): 24-27, 1976.
21. LÓPEZ J.M., PRESTON T.R., SUTHERLAND T.M. *Prod Anim Trop* 1: 180-189, 1976.
22. ARAUJO-FEBRES O., MARQUEZ A., FERRER O., PIRELA A. *Rev Fac Agron* (LUZ) 13(4): 371-380, 1996.
23. MARAMBIO J., RETAMAL N. *Agro Sur* 4(2): 76-80, 1976.
24. HUBERT J.T., SMITH N.E., STILES J. *J Anim Sci* 51: 1387, 1980.

25. GOMIDE J.A., ZOMETETA A.T. Composición mineral de los forrajes cultivados bajo condiciones tropicales. In: McDowell, L.R., J.H. Conrad. Eds. Simposio Latinoamericano sobre Investigaciones en Nutrición Mineral de los Rumiantes en Pastoreo, Belo Horizonte, Brasil, 1976. Memorias de la Conferencia. Gainesville, Universidad de Florida, pp. 39-46, 1978.
26. HERRERA R.S. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 11: 331-345, 1977.
27. MCDOWELL L.R., CONRAD J.H., G. ELLIS L., LOOSLI J.K. *Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales*. University of Florida, Gainesville, Florida. USA, pp. 5-56, 1984.
28. VENTURA M. La conservación de forrajes en el trópico. Simposium sobre técnicas modernas en producción animal en el trópico. Expica-80. Tegucigalpa, Honduras. 12 al 14 de mayo. p. 118, 1980.
29. PIETROSEMOLI S., VENTURA M., DEL VILLAR A., CLAVERO T. Edad de corte y uso de melaza en silaje de *Digitaria xumfolossi*, Hall. 2. Digestibilidad, consumo y balance de nitrógeno. Memorias XIV Reunión ALPA, pp. 245-246, 1995.
30. McDONALD P., HENDERSON A.R., HERON S. *The biochemistry of silage*. 2th ed. Marlow: Chalcombe. p. 340, 1991.
31. MOORE J.E. MOTT G.O. Structural inhibitors of quality in tropical grasses. In: A. G. Matches (Ed.) *Anti-quality Components of forages* CSSA. Special publication 4. Crop Science Society of America, Madison, WI. pp. 53-98, 1973.