

Evaluación cualitativa de silaje de pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) a diferentes edades de corte y adicionando urea y melaza.¹

Qualitative characteristics of dwarf elephant grass silage (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) at different cutting ages and with urea and molasses.

Omar Araujo-Febres^{2,3}

Alis Márquez-Araque⁴

Obdulio Ferrer⁵

Antonio Pirela⁵

Resumen

Fue conducido un ensayo con el objeto de evaluar cualitativamente el silaje de pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott). Se elaboraron 96 microsilos de 20 L de capacidad con pasto cosechado a tres edades de corte (EDC: 35, 49 y 63 días), adicionando urea (0 y 3%) y melaza (0 y 4%). Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con arreglo factorial (3x2x2) y 8 repeticiones por tratamiento. La calidad se evaluó a través de materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND), lignina (lig), ácidos grasos volátiles (ACE: acético, PROP:propiónico y BUT:butírico), pH y temperatura (TEM). La EDC aumentó ($P < .01$) la MS y disminuyó ($P < .05$) el ACE (22.88, 25.25 y 28.93 y 0.64, 0.42 y 0.35% a 35, 49 y 63 días respectivamente). La urea aumentó ($P < .05$) la PC (11.21 vs 13.54%), la FAD (39.89 vs 46.68%), la lig (7.63 vs 11.44%) y el BUT (0.19 vs 0.57%) y disminuyó la MS (28.47 vs 23.05%), el ACE (0.67 vs 0.40%), el pH y la TEM. La adición de melaza no afectó ninguna de las variables estudiadas.

Palabras claves: *Pennisetum purpureum*, calidad, fermentación.

Abstract

A study was conducted to evaluate the qualitative characteristics of dwarf elephantgrass (*Pennisetum purpureum* cv. Mott). Ninety six microsilos of 20 L each were using to ensiling grass at three age of harvest (AH:

Recibido el 15-02-95 • Aceptado el 25-10-95

1. Proyecto N° SI-2603 financiado por el CONICIT y la Agropecuaria Valle Verde, C. A.

2. Departamento de Zootecnia, Postgrado en Producción Animal, Facultad de Agronomía, La Universidad del Zulia. Apartado 15205. Maracaibo, ZU 4005. Venezuela.

3. A quien debe dirigirse la correspondencia.

4. Postgrado en Producción Animal, LUZ.

5. Departamento de Química, LUZ.

35, 49 and 63 d), adding urea (0 or 3%) and molasses (0 or 4%). The experiment design was a completely random with factorial arrangement (3x2x2) and 8 repetitions. The qualitative characteristics were evaluated through dry matter (DM), protein (CP), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), lignin (lig), volatile fatty acids (VFA), pH and temperature. The age of harvest increased ($P < 0.01$) the DM (22.8, 25.25 and 28.93%) and decreased ($P < 0.05$) acetic acid (0.64, 0.42 and 0.35). The urea increased ($P < 0.05$) CP (11.21 vs 13.54%), ADF (39.89 vs 46.68%), lig (7.63 vs 11.44%) and butyric acid (0.19 vs 0.57%); and decreased DM (28.47 vs 23.05%), acetic acid (0.67 vs 0.40%), pH and temperature. Molasses did not affect any variables.

Key words: *Pennisetum purpureum*, quality, fermentation

Introducción

La conservación de forrajes mediante ensilajes es una práctica común en las zonas tropicales, que tiene como finalidad disponer de alimento para los animales durante la época seca cuando se produce escasez de pastos. 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 (3). 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 (13).

La calidad de estos materiales ha sido objeto de numerosos estudios en zonas templadas y presentan diferencias en cuanto al valor nutritivo y características fermentativas con los ensilajes de forrajes tropicales (4), ésta particularidad hace necesario la búsqueda de información local que permita conocer el comportamiento de esta fuente de alimento.

El pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott), se ha utilizado particularmente para consumo fresco y su uso como ensilaje ha sido poco estudiado, por lo que se plantearon como objetivos evaluar su calidad y características de fermentación a diferentes edades de corte con la inclusión de urea y melaza.

Materiales y métodos

Para la elaboración de los microsilos se utilizó pasto elefante enano (*P. purpureum*) cosechado en la hacienda "Valle Verde", ubicada en el Municipio Rafael Rangel del Estado Trujillo, con precipitación y

temperatura promedio de 1550 mm anuales y 27°C, respectivamente.

Se evaluaron tres edades de corte (35, 49 y 63 días), dos niveles de urea (0 y 3%) y dos niveles de melaza (0 y 4%). El pasto se replicó

a un tamaño de partícula de 2 cm aproximadamente, luego de mezclar el pasto y los aditivos se almacenaron en envases plásticos de 20 L de capacidad. Los microsilos se trasladaron hasta la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia. Se determinó materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND), lignina (lig), cenizas (C) y como indicadores del proceso fermentativo se midieron ácidos grasos volátiles (acético, butírico y propiónico), temperatura y pH.

El diseño experimental corresponde a un completamente aleatorizado con arreglo factorial (3x2x2) y 8 repeticiones por tratamiento. Los datos fueron analizados utilizando el procedimiento GLM (14), y cuando hubo diferencias significativas se realizaron comparaciones mediante el método de Tukey y LSMEANS (14). El análisis químico de las muestras se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía (Universidad del Zulia). Para la determinación de MS y PC se utilizó el método

de la AOAC (2), FND por Van Soest y Wine (17), FAD y lig por Van Soest (15). La extracción de ácidos grasos volátiles (AGV) se realizó con una solución de ácido fosfórico al 0.8%, usando 200 g de muestra por 500 ml de solución durante 12 horas a 4°C y se analizaron en un cromatógrafo de gases modelo Perkin Elmer Autosystem, con las siguientes especificaciones: columna empacada con fase estacionaria Chromosorb 101 60/80 Mesh de 1.5 m de longitud y 3 mm de diámetro interno, detector FID (ionización a la llama) a temperatura de 220°C, temperatura de inyección 210°C, temperatura del horno 200°C, tiempo de corrida 3 min, gas de arrastre N a 35 mL/minuto. Para la calibración del equipo se utilizaron patrones externos. La temperatura se registró directamente a través de la lectura en un termómetro introducido en los microsilos. El pH se midió con un potenciómetro de electrodos de vidrio en una solución preparada con 10 g de muestra y 90 ml de agua agitada por 5 minutos.

Resultados y discusión

El contenido de materia seca del ensilaje (cuadro 1) se incrementó significativamente ($P < .01$) 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 ($P < .001$) contenido de MS que los ensilados sin urea (23.05 vs. 28.47%). López *et al.* (8) asociaron las pérdidas de materia seca por pudrición en ensilajes con la adición de urea o

amoniaco.

La adición de melaza no tuvo influencia sobre la MS, sin embargo en otros estudios (1, 3) han señalado que por efecto del alto contenido de sólidos que tiene la melaza, se originan incrementos en las proporciones de MS de los ensilajes, sin embargo en este caso no se observó ese efecto.

Con relación a la proteína cruda (cuadro 2) el porcentaje es

Cuadro 1. Contenido de materia seca (%) de ensilaje de pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) a tres edades de corte y con adición de urea (U) y melaza (M).

U	M	Edad de corte (días)			Pro/U
		35	49	63	
%	%				
0	0	21.86±4.09 ^{bB}	25.35±6.06 ^{AB}	30.25±3.11 ^{aAB}	
0	4	29.05±7.76 ^{bA}	28.63±7.21 ^{bA}	36.41±4.21 ^{aB}	28.47 ^A
3	0	20.39±4.23 ^{bB}	24.43±2.94 ^{AB}	28.07±2.32 ^{aB}	
3	4	21.10±6.08 ^{aB}	22.13±3.99 ^{aB}	21.68±4.63 ^{aC}	23.05 ^B
Prom.		22.88 ^b	25.25 ^{ab}	28.93 ^{ab}	

a,b: Medias con letras distintas en las filas indican diferencias ($P < .05$).

A,B: Medias con letras distintas en las columnas indican diferencias ($P < .05$).

mayor ($P < .05$) en los silos con urea (13.54 vs. 11.21%), pero se mantuvo 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 (18). También se ha seña-

lado que la melaza contribuye a mantener el nivel protéico, al favorecer la eficiencia bacteriana en la utilización del nitrógeno (12). El uso de aditivos nitrogenados tiene como finalidad reducir la degradación proteica, al aumentar la disponibilidad de amoníaco para

Cuadro 2. Contenido de proteína cruda (%) de ensilaje de pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) a tres diferentes edades de corte y con adición de urea y melaza.

U	M	Edad de corte (días)			Pro/U
		35	49	63	
%	%				
0	0	10.67±2.23 ^{aA}	10.78±2.85 ^{aB}	12.80±1.43 ^{aAB}	
0	4	12.41±3.01 ^{aA}	11.60±1.63 ^{aAB}	9.70±1.45 ^{aB}	11.21 ^A
3	0	12.42±3.62 ^{aA}	14.86±1.30 ^{aA}	15.59±1.33 ^{aA}	
3	4	12.57±3.89 ^{aA}	12.99±2.71 ^{aAB}	12.46±4.85 ^{aAB}	13.54 ^B
Prom.		12.01 ^a	12.55 ^a	12.63 ^a	

a,b: Medias con letras distintas en las filas indican diferencias ($P < .05$).

A,B: Medias con letras distintas en las columnas indican diferencias ($P < .05$).

Cuadro 3. Contenido de fibra ácido detergente (%) de ensilaje de pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) a tres edades de corte y con adición de urea (U) y melaza (M).

U	M	Edad de corte (días)			Pro/U
		35	49	63	
%	%				
0	0	41.68 ± 5.05 ^{aA}	38.92 ± 3.20 ^{aB}	38.71 ± 1.34 ^{aB}	A
0	4	39.48 ± 6.62 ^{aA}	39.92 ± 4.64 ^{aB}	40.21 ± 2.54 ^{aB}	39.89
3	0	44.85 ± 3.42 ^{bA}	49.69 ± 6.31 ^{aAB}	51.34 ± 4.22 ^{aA}	B
3	4	43.76 ± 4.34 ^{aA}	45.40 ± 9.04 ^{aAB}	47.84 ± 5.93 ^{aA}	46.68
Prom.		42.44 ^a	42.73 ^a	44.52 ^a	

a,b: Medias con letras distintas en las filas indican diferencias (P<.05).

A,B: Medias con letras distintas en las columnas indican diferencias (P<.05).

promover la síntesis microbiana (7) y mantener el nivel proteico similar al material original. Sin embargo, Bores *et al.* (3) encontraron un efecto indeseable de la urea en silaje de pasto Taiwan, que fue la pérdida parcial de compuestos proteicos. Este efecto no se presentó en este estudio.

La proporción de FAD (cuadro 3) y lig (Cuadro 4) en los silos con urea fueron mayores (P<.05) que en los sin urea (46.68 vs 39.89% y 11.44 vs 7.63% respectivamente) mientras que no presentaron cambios con la edad de corte ni con la adición de melaza.

Incrementos en las fracciones

Cuadro 4. Contenido de lignina (%) de ensilaje de pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) a tres edades de corte y con adición de urea (U) y melaza (M).

U	M	Edad de corte (días)			Pro/U
		35	49	63	
%	%				
0	0	7.39 ± 1.55 ^{aB}	8.11 ± 3.50 ^{aB}	8.16 ± 0.84 ^{aB}	
0	4	8.30 ± 3.28 ^{aB}	7.34 ± 2.20 ^{aB}	6.71 ± 0.48 ^{aB}	7.63 ^A
3	0	13.46 ± 3.35 ^{aA}	11.80 ± 3.74 ^{abA}	8.31 ± 3.50 ^{bB}	
3	4	11.51 ± 5.62 ^{aA}	10.89 ± 2.24 ^{aB}	12.72 ± 2.01 ^{aA}	11.44 ^B
Prom.		10.16 ^a	9.53 ^a	8.97 ^a	

a,b: Medias con letras distintas en las filas indican diferencias (P<.05).

A,B: Medias con letras distintas en las columnas indican diferencias (P<.05).

Cuadro 5. Contenido de fibra neutro detergente (%) de ensilaje de pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) a tres edades de corte y con adición de urea (U) y melaza (M).

U	M	Edad de corte (días)		
		35	49	63
%	%			
0	0	61.64±2.14	58.34±4.25	57.77±3.58
0	4	58.39±6.56	60.46±3.70	60.24±2.84
3	0	61.61±5.21	59.16±2.64	58.47±2.28
3	4	63.32±2.42	58.38±4.54	61.51±4.45

fibrosas FAD y lig han sido reportadas en forrajes tratados con amoniaco y sometidos a calentamiento, lo cual se atribuye a la formación de lignina artificial, vía reacción de Maillard, que afecta significativamente el contenido aparente de lignina y las características de la pared celular (6, 16). Yu y Thomas (19) relacionaron la proporción de FAD con el grado de calentamiento en diferentes áreas verticales de un silo de alfalfa y encontraron que en la parte superior donde se registró una temperatura promedio de

38°C, la concentración de FAD fue mayor que en las otras áreas del silo con temperaturas inferiores. En este estudio se desconocen las causas de tales aumentos, pero se presume que se pudo presentar un fenómeno similar, puesto que la temperatura ambiental en esta zona, en algunos casos, llega a sobrepasar los 40°C.

La FND (cuadro 5) no fue alterada por ninguno de los factores evaluados. Sin embargo en otros estudios donde se ha adicionado melaza a niveles de 5 y 10 % se ha

Cuadro 6. Contenido de ácidos grasos volátiles (%) en ensilaje de pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) a tres edades de corte.

Edad de corte (días)	Ácidos grasos (%)		
	Acético	Propiónico	Butírico
35	0.64 ^a	0.15 ^a	0.43 ^a
49	0.42 ^{ab}	0.14 ^a	0.28 ^a
63	0.35 ^b	0.1 ^a	0.24 ^a

a,b: Medias dentro de columnas con letras iguales no difirieron entre sí ($P < .05$).

Cuadro 7. Contenido de ácidos grasos volátiles (%) de ensilaje de pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) a dos niveles de urea.

Nive urea (%)	Acido graso (%)		
	Acético	Propiónico	Butírico
0	0.67 ^a	0.09 ^b	0.19 ^b
3	0.4 ^b	0.18 ^a	0.57 ^a

a,b: Medias dentro de columnas con letras iguales no difirieron entre sí ($P < .05$).

obtenido reducción de esta fracción fibrosa, atribuyéndose este cambio a la adición de sólidos solubles con la melaza (18). Con respecto a los aditivos nitrogenados, Bores *et al.* (3) por el contrario, encontraron incrementos en el contenido de pared celular de silaje de pasto Taiwan al adicionar urea al 1%.

Los niveles de ácido acético se vieron afectados ($P < .05$) por la edad de corte y por la adición de urea. No existió diferencia por efecto de la melaza. En el cuadro 6 se puede observar la tendencia definida que presenta el ácido acético a disminuir a medida que se incrementa la edad de corte del pasto (0.62, 0.42 y 0.35% a 35, 49 y 63 días respectivamente). Los ácidos propiónico y butírico no fueron afectados por edad de corte ni por la melaza. Los silos con urea presentaron significativamente menor proporción de ácido acético y butírico (cuadro 7) que los sin urea, con valores de 0.67 y 0.19% de acético y 0.40 y 0.57% de butírico para 0 y 3% de urea respectivamente.

Duyhil (5) ha indicado que un buen silaje debe tener 0.50% o menos de ácido acético y 0.30% o menos de butírico, en este estudio los silos con pasto cortado a 35 días

presentaron valores superiores a éstos, tanto en acético como en butírico (0.62 y 0.43% respectivamente), mientras que a edades de 49 y 63 días los niveles son ligeramente inferiores a los señalados por este autor. Niveles de acético y butírico superiores a 0.60% han sido reportados por Aguilera *et al.* (1) en silaje de pasto elefante (*P. purpureum* cv. Taiwan) con melaza y sorgo molido como aditivos.

La temperatura (figura 1) y el pH (figura 2) presentan un comportamiento variable durante el proceso de fermentación, los valores fueron significativamente ($P < .05$) menores en los silos con urea. La edad de corte y melaza no influenciaron estos dos indicadores.

El pH decrece durante los primeros 8 días de fermentación aumentado progresivamente hasta el día 12, posteriormente desciende hasta el día 19, a partir del cual presenta aumentos y descensos de menor magnitud. La disminución del pH a valores cercanos a 4.0 a partir del cuarto día de conservación está fundamentada por el rápido crecimiento de las bacterias ácido lácticas (10).

Aguilera *et al.* (1) encontraron reducciones significativas del pH

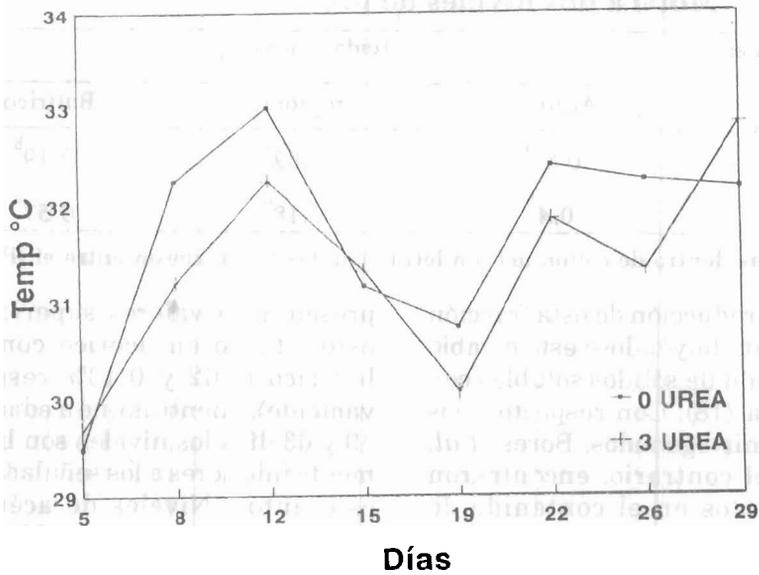


Figura 1. Influencia de la adición de urea sobre la temperatura de silaje de pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott).

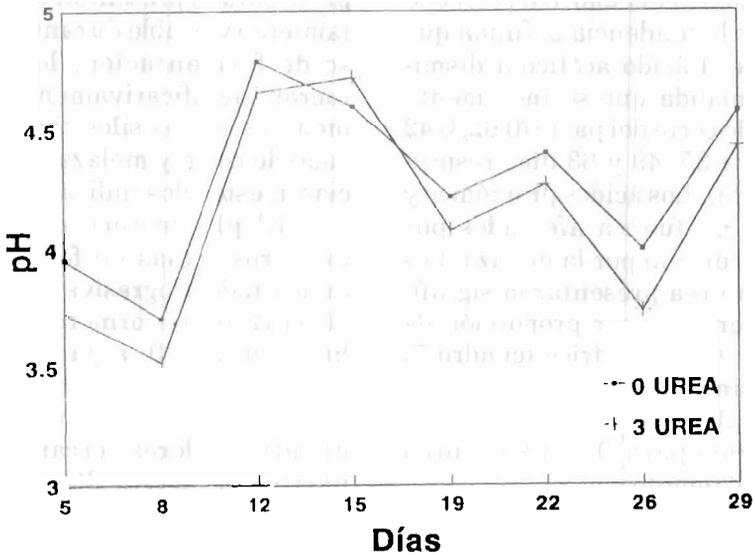


Figura 2. Influencia de la adición de urea sobre el pH de silaje de pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott).

por la adición de melaza al 8% a silos de pasto elefante, debido a que la melaza presenta la capacidad de inducir ensilajes de bajo pH, mientras que la urea favorece el incremento del pH (3). Sin embargo, en este estudio la adición de melaza no tuvo efecto alguno y la urea por el contrario redujo el pH. En general, el pH encontrado aquí se mantuvo por debajo del valor máximo (4,5) considerado como indicador de una buena fermentación (5) y por debajo del pH característico de ensilajes de forrajes tropicales (9).

La temperatura presenta un comportamiento inverso al pH durante los primeros 19 días, aumenta hacia el 12 con descenso hacia el día 19 con aumento y descenso hacia los días 22 y 26, respectivamente.

Las temperaturas aquí registradas, entre 29 y 33°C se considera que están muy cerca de la temperatura óptima (20 y 30°C) a la cual se garantiza una anaerobiosis rápida y la estabilización de la masa microbiana (9).

Conclusiones

En función de los resultados obtenidos en este estudio se concluye que la edad de corte aumentó el contenido de materia seca y disminuyó la concentración de ácido acético.

La aplicación de urea ocasionó reducción de la materia seca, del ácido acético, del pH y de la temperatura y aumentos en los niveles de

proteína cruda, fibra ácido detergente, lignina y ácido butírico, mientras que la adición de melaza no afectó ninguna de las variables estudiadas.

La producción de ácidos grasos volátiles, el pH y la temperatura se mantuvieron dentro de valcres aceptables para ensilajes de buena calidad.

Literatura citada

1. Aguilera, R., G. Llamas y A. Shmada. 1992. Valor nutritivo del ensilaje de pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* Schum cv Taiwan), adicionado con un inhibidor y dos estimulantes de la fermentación. Tec. Pec. Méx. 30:196.
2. A.O.A.C. 1965. Official methods of analysis. 10 th Ed. Associated of Official Agricultural Chemist. Washington D.C.
3. Bores, R., F. Pantoja y A. Castellanos. 1986. Características del ensilaje de pasto Taiwan adicionando diversas fuentes de nitrógeno. Tec. Pec. Méx. 24:160.
4. Catchpoole, R. and F. Henzell. 1971. Silage and silage making from tropical herbage species. Herb. Abst. 41:213.
5. Duyhil, J. 1971. Producción de forrajes. 2da Ed. Ediciones Mundi-Prensa Castello, Madrid.
6. Goering, H. K., C. H. Gordon, R. W. Hemken, D. R. Waldo, P. J. Van Soest, and L. W. Smith. 1972. Analytical estimates of nitrogen digestibility in heat damage forages. J. Dairy Sci. 56:1275-1280.
7. Hubert, J. T., N. E. Smith and J. Stiles. 1980. Influence of time after ensiling on distribution of

- nitrogen in corn silage treated with ammonia. *J. Anim. Sci.* 51:1387.
8. López, J. M., T. R. Preston y T. M. Sutherland. 1976. Efectos de varios aditivos sobre la producción de ácido láctico en ensilaje de sorgo (*Sorghum vulgare*). *Prod. Anim. Trop.* 1:180.
 9. Luis, L., M. Esperance y M. Ramírez. 1985. Utilización de aditivos en la conservación de forrajes en forma de ensilaje. I. Aditivos biológicos (Artículo de reseña). *Pastos y Forrajes* 14:185
 10. Luis, L. y M. Ramírez. 1988. Estudio de algunos indicadores bioquímicos y microbiológicos en ensilaje de CRA-265. *Pastos y Forrajes* 11:88
 11. Luis, L. y M. Ramírez. 1990. Efecto de la temperatura sobre la conservación en forma de ensilaje del *Pennisetum purpureum* cv. Likoni. *Pastos y Forrajes* 13:89.
 12. Marambio, J. y N. Retamal. 1976. Uso de aditivos en ensilajes: I. Utilización de melaza y ácido fórmico en pradera cosechada en dos estados de madurez. *Agro Sur.* 4:76.
 13. Ojeda, F., D. Díaz y L. González. 1990. Estudio del ácido fórmico como conservante del género *Pennisetum*. *Pastos y Forrajes* 13:93.
 14. Statistical Analysis System. 1985. User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, N. C. USA.
 15. Van Soest, P. J. 1965. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition treatment. *J. Prod. Agric.* 3:84.
 16. Van Soest, P. J. 1965. Use of detergent in analysis of fibrous feeds. III. Study of the effects of heating and drying on yield of fiber and lignin in forages. *J. Ass. Official Agric. Chem.* 48:785.
 17. Van Soest, P.J. and R. H. Wine. 1967. Use of detergent in the analysis of fibrous feeds. IV. The determination for plant cell wall constituents. *J. Assoc. Official Agri. Chem.* 50:50.
 18. Vargas, R., C. Jiménez, C. Boschini y M. Constela. 1981. Estudio sobre cambios físico-químicos durante la fermentación del pasto elefante en microsilos de laboratorio con tres niveles de melaza. *Agron. Costarr.* 5:125.
 19. Yu, Y. and J. W. Thomas. 1975. Temperature, insoluble nitrogen and animal response to haylage from different vertical areas in the silo. *J. Anim. Sci.* 41:915.