

CARACTERÍSTICAS MICROBIANAS, ESTABILIDAD AERÓBICA Y CINÉTICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL DEL ENSILADO DE PASTO SABOYA (*Megathyrsus maximus*) CON NIVELES CRECIENTES DE CÁSCARA DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*)

Microbial and fermentative characteristics and rumen degradation kinetics of saboya grass (*Megathyrsus maximus*) silage with increasing levels of passion fruit (*Passiflora edulis*) by-product

Italo Espinoza¹, Bolívar Montenegro¹, José Rivas², Manuel Romero³, Antón García³ y Andrés Martínez³

¹Facultad de Ciencias Pecuarias. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Av. Walter Andrade, km 1,5 vía a Santo Domingo, C.P. 73. Quevedo, Los Ríos, Ecuador ²Departamento de Producción e Industria Animal, Universidad Central de Venezuela

³Departamento de Producción Animal, Universidad de Córdoba. Ctra. Madrid-Cádiz, km. 395, 14071 Córdoba, España. Correspondencia: José Rivas, email: rivasjoseh@gmail.com

RESUMEN

El conocimiento de los subproductos agroindustriales y su utilización en alimentación animal ofrecen nuevas estrategias para el desarrollo de una ganadería sustentable en zonas tropicales. El objetivo del presente trabajo fue contribuir al conocimiento de la microbiología y la estabilidad aeróbica del ensilado de pasto saboya con inclusión de niveles crecientes de residuo de maracuyá, así como la cinética de degradación ruminal *in situ* del mismo. Se incluyeron cuatro niveles de residuo de maracuyá (10; 20; 30 y 40% en base fresca) en el ensilado de pasto saboya de 45 días (d) de edad. El ensilado de los productos picados y homogeneizados se realizó en microsilos experimentales (cinco réplicas por tratamiento). Tras 21 d, los microsilos se abrieron y se determinó la composición química, la carga microbiana, la estabilidad aeróbica temperatura (T) y pH durante 6 d- y la degradación *in situ* de la materia seca (MS) -0; 3; 6; 12; 24; 48 y 72 horas (h). La combinación de entre 10 y 40% sobre peso fresco de residuo de maracuyá con pasto saboya no tuvo efectos importantes sobre la microbiología. En todos los tratamientos, se observó una baja estabilidad aeróbica con incremento de T^a superior a 1°C a los 6 d y del más de 0,5 unidades de pH tras 2 d. La degradación ruminal de la MS fue mayor (P<0,05) en los ensilados que incluyeron 30 y 40% de residuo de maracuyá, lo que indicaría un mayor valor nutritivo. El ensilaje de pasto saboya con residuo de maracuyá podría ser una forma eficiente y aceptable medioambientalmente de disponer de alimentos para sostener la productividad de los rebaños bovinos en la temporada seca. Sin embargo, la elevada inestabilidad aeróbica debe ser tenida en cuenta al momento de manejar los ensilados para evitar pérdidas materiales y nutritivas.

Palabras clave: Ensilado; maracuyá; microbiología; estabilidad aeróbica; degradabilidad

ABSTRACT

The knowledge of agro by-products and their inclusion in animal feeding offers new strategies for a sustainable livestock development in tropical areas. The aim of this study was to contribute to the knowledge in microbiology and aerobic stability of the Saboya grass silages with increasing levels of inclusion of passion fruit rind, and their *in situ* rumen degradation kinetics. Four levels of passion fruit rind were added (10, 20, 30 y 40% on fresh basis) into Saboya grass grown for 45 days (d). The silage of chopped and homogenized products was achieved in experimental micro-silos (five replicates per treatment). After 21 d, the micro-silos were opened and the chemical composition, microbial counts, the aerobic stability temperature (T) and pH for 6 d-, and the degradation of dry matter (DM) -0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 hours- were determined. No important effects were found on the microbiology in the combinations between 10 and 40% of passion fruit hulls and Saboya grass. All the treatments showed a low aerobic stability with an increase of T^a over 1°C after 6 d and more than 0.5 units of pH after 2 d. The DM degradation was higher in the silages with 30 and 40% of passion fruit rind, which might indicate a higher nutritive value. The silage of Saboya grass added with passion fruit rind could be an efficient and environmental acceptable way to preserve feeds in order to sustain the productivity of the herds during the dry season. However, the higher aerobic instability should be considered in the silage management to avoid nutritive and material losses.

Key words: Silage; passion fruit; microbiology; aerobic stability; degradability

INTRODUCCIÓN

En las regiones tropicales, las estrategias de alimentación de los rumiantes se basan fundamentalmente en el aprovechamiento directo de los pastos, así como la utilización de los recursos disponibles localmente, tales como los residuos agroindustriales [2]. La mayor producción cuantitativa y cualitativa del pasto ocurre en la época de lluvia y los pastos no consumidos se agotan en la época de sequía y pierden valor nutritivo, limitando la productividad de las explotaciones. El ensilaje es la opción más viable, tanto para preservar forrajes y otros alimentos disponibles estacionalmente como para evitar el rápido deterioro de los subproductos agroindustriales con elevado grado de humedad, de forma que puedan suministrarse al ganado como alimento principal o complementario de los pastos durante la estación seca [5]. El proceso de ensilaje depende de la materia seca (MS), el contenido de carbohidratos solubles y la población microbiana natural del producto [32]. Los forrajes tropicales tienen un bajo contenido de MS y carbohidratos fermentables, y una elevada capacidad tampón [4, 6, 28], lo que puede afectar negativamente al ensilaje y reducir el valor nutritivo del ensilado obtenido. La adición a los forrajes tropicales de residuos del procesamiento de frutas puede aumentar la recuperación de MS y el valor nutritivo de los ensilados, probablemente debido al rápido descenso del pH por un mayor crecimiento de las bacterias acidolácticas (BAL) al disponer de abundantes carbohidratos fácilmente fermentables aportados por dichos residuos [16]. Una vez abiertos los silos, la estabilidad aeróbica del ensilado, definida como el tiempo durante el cual la temperatura permanece constante y no ocurre deterioro, se relaciona positivamente con el contenido de bacterias y negativamente con el de levaduras [31]. A su vez, el crecimiento de las levaduras durante el proceso de ensilado es inhibido por los ácidos grasos de cadena corta (láctico, propiónico y, especialmente, acético) liberados por las BAL al metabolizar los carbohidratos solubles [31].

Trabajos previos han evaluado el efecto de la inclusión del residuo de maracuyá (*Passiflora edulis*) fresco o desecado al sol en el ensilado de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) sobre su digestibilidad aparente [13, 23]. Sin embargo, la información referida a la degradación ruminal *in situ* del ensilado de pasto saboya (*Megathyrus maximus*) en combinación con el residuo de la fruta de maracuyá es muy escasa. Por lo antes descrito, el objetivo del presente trabajo fue contribuir al conocimiento de la microbiología y la estabilidad aeróbica del ensilado de pasto saboya con inclusión de niveles crecientes de residuo de maracuyá, así como la cinética de degradación ruminal *in situ* del mismo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el laboratorio de Rumiología y Metabolismo Nutricional (RUMEN) de la Universidad Técnica

Estatal de Quevedo (UTEQ), provincia de Los Ríos, Ecuador. El pasto saboya se obtuvo de una parcela establecida en el Campus Experimental "La María" de Facultad de Ciencias Pecuarias de la UTEQ. Se realizó un corte de igualación y se cosechó a los 45 días (d), no se realizó fertilización ni riego. El residuo de maracuyá se obtuvo en la empresa TROPIFRUTAS S.A. (Quevedo, Ecuador). Muestras representativas del pasto segado y el residuo de maracuyá se recogieron previamente al ensilaje para formar sendas muestras compuestas de cada producto, en las que se determinaron los contenidos de MS, materia orgánica (MO), cenizas y proteína bruta (PB), de acuerdo con los métodos descritos por Association of Official Analytical Chemists (AOAC) [1], y de fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD), con el procedimiento de ANKOM Technology (Macedon, NY, EUA).

Se prepararon cuatro ensilados de pasto saboya con la inclusión de 10; 20; 30 y 40% en base fresca de residuo de maracuyá. Para ello, se utilizaron 20 silos experimentales (cinco réplicas por tratamiento), construidos con tubos de policloruro de vinilo (PVC) de 30 centímetros (cm) de longitud por 10 cm de diámetro, con una capacidad de almacenamiento de 3 kilos (kg) [21], modificados para la extracción de efluentes [8]. Tanto el pasto como el residuo se picaron para reducir la longitud de las partículas por debajo de 5 cm, en una picadora de pasto (Trapp® ES 400, Brasil). El material se pesó (MOBBA BS, Mobba, Barcelona, España), de acuerdo con los tratamientos, y se homogenizó manualmente, de forma concienzuda, antes de introducirlo en los silos. La compactación fue manual, tipo tornillo, y el sellado bajo presión se realizó con patones de PVC, tornillos y cinta de embalaje. Los silos sellados se colocaron en un depósito a temperatura ambiente ($26 \pm 0,6$ °C), sin radiación solar directa. La apertura de los silos se hizo tras 21 d de almacenamiento. Inmediatamente tras la apertura, se determinó la temperatura de cada uno de los silos con un termómetro digital (Digital 9.2, Gessa, Urkuliz, España) introducido a tres profundidades. A continuación, se extrajeron muestras con un sacabocados artesanal de extremo biselado y 40 cm de longitud y el orificio dejado se rellenó con el propio material del silo. La muestra de cada silo se mezcló manualmente, de forma concienzuda, y se recolectaron tres submuestras de 250 gramos (g). Una de las submuestras se mezcló homogéneamente con las demás del mismo tratamiento en una única muestra para la determinación de la composición química [1].

La otra submuestra se utilizó para la determinación de pH, bacterias, hongos y levaduras [22, 25]. Una cantidad de 25 g de cada silo se homogeneizó durante un minuto (min) en 225 mL de solución estéril de Ringer al 25% para determinación del pH mediante un pH-metro digital (Crison Basic 20, Crison Instruments, Barcelona, España). La misma solución se filtró con una gasa doble estéril en matraces estériles para la preparación de diluciones seriadas (factor 10) con solución estéril de Ringer, las cuales se utilizaron para hacer las siembras por duplicado en placas de Petri con agar MRS y agar de extracto de malta.

Las placas se incubaron (Memmert, Schwabach, Alemania) a 32 °C. El período de incubación fue de 72 horas (h) para las BAL y de 120 h para los hongos y levaduras. Pasado el tiempo de incubación, las colonias se enumeraron con un contador y los valores se expresaron como \log_{10} unidades formadoras de colonia (UFC) g^{-1} . La estabilidad aeróbica (T y pH) se determinó diariamente durante 6 d, a la misma hora (h) y con registro de la T ambiente, en los silos. Los silos se mantuvieron cubiertos con un paño de algodón que permitió el paso del aire pero evitó la posible contaminación.

En la determinación de la degradabilidad ruminal *in situ* de la MS, se preparó una muestra compuesta (500 g) con alícuotas de la tercera submuestra de los silos correspondientes a cada tratamiento. La muestra se desecó en estufa (Memmert UN55, Memmert, Schwabach, Alemania) a 65°C durante 48 h, y se molió en un molino (Model 4 Wiley Mill, Thomas Scientific, Swedesboro, NJ, EUA) con criba de 2 milímetros (mm). A continuación 10 g se introdujeron en bolsas de nylon de 10 x 20 cm con un tamaño de poro de 50 micrómetros (μm). Por cada tratamiento y tiempo de incubación (0; 3; 6; 12; 24; 48 y 72 h), se utilizaron dos bolsas en cada uno de tres bovinos Brahman (*Bos indicus*) castrados (400 \pm 20 kg de peso vivo), provistos de fistula ruminal. Los animales fueron alimentados con pasto saboya a discreción y fueron controlados permanentemente por los servicios veterinarios, evitando situaciones de sufrimiento y favoreciendo el comportamiento natural. Pasado el tiempo de incubación, las muestras se extrajeron del rumen, se lavaron con agua destilada, se desecaron a 65 °C durante 48 h y se pesaron. La desaparición de la MS se ajustó según el modelo exponencial descrito por Ørskov y McDonald [17], mediante la ecuación:

$$p = a + b [1 - e^{-(c \times t)}]$$

Donde, p es el porcentaje de MS que desaparece en el tiempo t ; a la fracción soluble (%) por lavado de las bolsas a la hora 0; b la fracción insoluble (%) pero potencialmente degradable, y c la tasa de degradación de $b^{(h^{-1})}$.

La degradabilidad efectiva (DEMS) se calculó para tres tasas de paso ruminal (k): 0,02; 0,05 y 0,08 h^{-1} , de acuerdo con la ecuación:

$$DEMS = a + [(b \times c)/(c+k)]$$

Donde a ; b ; c y k se han descrito anteriormente. Los parámetros de la cinética de degradación calcularon con el modo de resolución GRG NONLINEAR de la función SOLVER de Microsoft EXCEL®.

Todos los análisis estadísticos se hicieron con SAS 3.5 [24]. Los datos de microbiología y cinética de degradabilidad ruminal se analizaron con el procedimiento GLM, utilizando el tratamiento como efecto fijo, y las medias de mínimos cuadrados se compararon con el test de Tukey. Los datos de estabilidad aeróbica se analizaron con el procedimiento GLM, utilizando el tiempo y el tratamiento como efectos fijos. Cuando el efecto estudiado fue el tiempo, la tendencia lineal se investigó mediante contrastes polinómicos ortogonales. Adicionalmente, se realizó el test de Dunnett, utilizando como referencia el valor a 0 h, cuando el efecto lineal fue significativo. La comparación de las medias de mínimos cuadrados cuando el efecto estudiado fue el tratamiento se realizó con el test de Tukey. La significación estadística se declaró a $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química del pasto saboya y el residuo de maracuyá (TABLA I) resultaron similares a lo reportado por otros autores [4, 15, 27, 29].

TABLA I
COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PASTO SABOYA (*Megathyrsus maximum*), RESIDUO DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*) Y ENSILADOS EXPERIMENTALES

Contenido	Pasto saboya	Residuo de maracuyá	Silos Experimentales ¹			
			10%	20%	30%	40%
Materia seca (MS), %	20,6	15,1	21,0	20,0	19,5	18,8
Materia orgánica, % MS	82,6	88,3	84,7	85,0	86,0	86,0
Cenizas, % MS	17,4	11,7	16,0	15,3	14,5	14,6
Proteína bruta, % MS	8,4	8,8	7,8	7,8	7,9	8,0
Fibra neutro detergente, % MS	74,1	61,5	71,2	67,2	64,0	63,2
Fibra ácido detergente, % MS	55,3	36,4	51,6	50,0	49,5	49,1

¹Inclusión de residuo de maracuyá

La combinación de residuo de maracuyá con pasto saboya tuvo pocos efectos en general sobre la microbiología del ensilado (TABLA II). Los recuentos de BAL fueron similares a los señalados en ensilados premarchitados de pasto saboya con dos niveles de humedad y con tiempos de fermentación de 15 y 30 d [20]. Sin embargo, los recuentos de hongos y levaduras obtenidos en el presente estudio (<2 UFC g^{-1}), fueron muy superiores a los reportados por trabajos previos [20]. La microbiología de los ensilados y particularmente de las BAL presentes en los mismos es de una extraordinaria complejidad [12, 25, 26]. Las BAL juegan un importante papel en la acidificación adecuada del ensilado para frenar el crecimiento de microorganismos indeseables como clostridios, hongos y levaduras [19] y su crecimiento requiere una abundancia de carbohidratos solubles en el material a ensilar [16].

De acuerdo con los resultados obtenidos, las condiciones más favorables para el crecimiento de las BAL se dieron en el ensilado con 30% de residuo de maracuyá ($P<0,05$). Por otra parte, el elevado recuento de hongos y levaduras podría explicarse por una predominancia de las BAL homofermentativas productoras de ácido láctico, principalmente; frente a las heterofermentativas productoras de ácido acético y propiónico, en menor medida, al momento en que se abrieron los silos [9]. El crecimiento de las BAL heterofermentativas en el ensilado es posterior al de las homofermentativas [10], y los ácidos acético y propiónico, por su constante de disociación ácida (pK_a) más elevado, son mejores inhibidores del crecimiento de los hongos y levaduras al pH de 4,3 – 4,7 típico de los ensilados [7]. No obstante, la hipótesis planteada requiere más investigaciones.

TABLA II
CARACTERÍSTICAS MICROBIANAS DE SILOS DE PASTO SABOYA (*Megathyrsus maximum*) CON RESIDUO DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*)

Microorganismo \log_{10} UFC g^{-1}	Silos Experimentales ¹					
	10%	20%	30%	40%	EEM	P
Bacterias acidolácticas,	7,82 ^b	7,57 ^c	8,23 ^a	7,83 ^b	0,02	0,04
Hongos	7,34	7,30	7,30	7,30	0,02	0,42
Levaduras	7,32	7,30	7,30	7,30	0,03	0,42

¹Inclusión de residuo de maracuyá

^{a,b,c}Las medias de mínimos cuadrados sin un superíndice común son significativamente diferentes ($P<0,05$).

EEM: Error estándar de la media.

En la TABLA III se muestran los valores de T y pH durante los 6 d posteriores a la apertura de los silos. La T no fue diferente ($P>0,05$) entre tratamientos en el transcurso del tiempo. Sin embargo, la temperatura aumentó ($P<0,05$) y tendió a aumentar ($P=0,06$) con el paso de los días en los tratamientos con 30 y 40% de residuo de maracuyá, respectivamente. Por otro lado, todos los tratamientos mostraron un incremento de T superior a 1 °C únicamente en el último día del estudio, lo que indicaría que todos tuvieron la misma respuesta a la exposición al aire [9].

Tanto el tratamiento como el tiempo tuvieron efectos importantes sobre los valores de pH. A la apertura de los silos, el pH fue mayor y menor ($P<0,05$) en los ensilados con 10 y 40% de maracuyá, respectivamente, y la diferencia se mantuvo prácticamente en todos los días del estudio. El pH aumentó linealmente ($P<0,05$) en todos los tratamientos, de forma que

al final del estudio los valores registrados duplicaron a los observados a la apertura de los silos; de hecho, el incremento de pH fue mayor de 0,5 puntos al segundo día (d) de exposición aeróbica en todos los tratamientos, lo que indica una elevada inestabilidad aeróbica [30]. El deterioro aeróbico de los ensilados es un proceso microbiológico complejo en el que los productos de la fermentación, como el ácido láctico, y los carbohidratos solubles residuales sirven de sustrato para el crecimiento de bacterias aeróbicas, hongos y levaduras. Como resultado de la oxidación de los sustratos, la T del ensilado aumenta, a la par que el catabolismo del ácido láctico, con el consecuente incremento del pH [19]. Recuentos de hongos y levaduras $>5 \log_{10}$ UFC g^{-1} y más del 70% de agua en el material vegetal fresco se relacionan negativamente con la estabilidad aeróbica [3, 21] y podrían explicar los resultados observados en el presente trabajo.

TABLA III
ESTABILIDAD AERÓBICA DE MICROENSILADOS DE PASTO SABOYA (*Megathyrsus maximum*) CON RESIDUO DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*)

	Tratamiento	días						P		
		0	1	2	3	4	5	6	EEM	lineal
T ¹	10	23,4	23,0	24,4	23,0	23,7	23,8	24,4	0,17	0,22
	20	23,5	22,6	23,6	23,1	23,4	23,4	24,6	0,21	0,32
	30	23,2	22,0 ^B	25,2 ^A	23,6	24,4 ^A	23,6	24,2	0,19	0,04
	40	23,2	22,8	24,8	23,1	24,0	23,8	24,6	0,20	0,06
	EEM	0,19	0,26	0,21	0,17	0,14	0,11	0,14		
	P	0,94	0,58	0,75	0,64	0,07	0,54	0,72		
pH	10	4,8 ^a	4,8 ^a	5,9	6,2 ^A	6,9 ^{ba}	8,6 ^A	9,5 ^{aa}	0,31	<0,001
	20	4,6 ^b	4,8 ^{aa}	6,3 ^A	5,4 ^A	8,9 ^{aa}	9,1 ^A	9,4 ^{aa}	0,34	<0,001
	30	4,6 ^b	4,6 ^{abA}	5,7 ^A	5,7 ^A	7,0 ^{ba}	9,2 ^A	9,4 ^{aa}	0,33	<0,001
	40	4,4 ^c	4,5 ^{ba}	5,7 ^A	5,9 ^A	5,8 ^{ba}	9,2 ^A	9,2 ^{ba}	0,33	<0,001
	EEM	0,03	0,03	0,10	0,15	0,32	0,14	0,03		
	P	<0,001	0,008	0,06	0,27	<0,001	0,43	0,002		

¹Temperatura

^{a,b,c}Dentro de cada hora, las medias de mínimos cuadrados sin un superíndice común son significativamente diferentes ($P < 0,05$) entre tratamientos.

^{A,B}Dentro de cada tratamiento, las medias de mínimos cuadrados con un superíndice son significativamente ($P < 0,05$) mayores (A) o menores (B) en comparación con la hora 0.

EEM: Error estándar de la media.

Los parámetros de la cinética de degradación ruminal *in situ* de la MS y los valores de degradabilidad potencial y efectiva se muestran en la TABLA IV. La inclusión de residuo de maracuyá en el ensilado no tuvo efectos ($P > 0,05$) sobre las fracciones soluble y potencialmente degradable, la tasa de degradación horaria y la degradabilidad potencial. Por el contrario, la DEMS fue claramente mayor ($P < 0,05$) en los ensilados con los niveles más altos de inclusión de residuo de maracuyá, lo que sugiere que la MS de dichos ensilados fue mejor utilizada por los

microorganismos ruminales, probablemente debido a su mayor proporción de solubles en detergente neutro (SND = 100 – FND) [27]. Más aún, de acuerdo con los resultados de Júnior y col. [11], una parte los SND del residuo de maracuyá debieron ser pectinas, cuya degradabilidad ruminal debió ser prácticamente total según observaciones previas [14]. El aumento de la DEMS indica una mejora del valor energético del ensilado con la inclusión de residuo de maracuyá para los rumiantes, que puede estimarse en 0,5 megajulios (MJ)/kg MS [18].

TABLA IV
CINÉTICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL IN SITU DE ENSILADOS DE PASTO SABOYA (*Megathyrus maximum*) CON RESIDUO DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*)

Parámetro	Ensilados Experimentales ¹				EEM	P
	10%	20%	30%	40%		
a, % MS	14,67	15,01	16,57	15,58	0,31	0,41
b, % MS	40,35	41,34	42,27	43,52	0,45	0,34
c, h ⁻¹	0,063	0,072	0,063	0,070	0,061	0,25
DP, % MS	55,03	56,36	58,85	59,1	0,42	0,14
DEMS 2% h ⁻¹	45,31 ^b	47,35 ^{ab}	48,70 ^a	49,84 ^a	0,25	0,02
DEMS 5% h ⁻¹	37,20 ^c	39,41 ^b	40,20 ^{ab}	41,57 ^a	0,18	0,004
DEMS 8% h ⁻¹	32,48 ^c	34,61 ^b	35,25 ^{ab}	35,25 ^a	0,15	0,003

¹Inclusión de residuo de maracuyá

EEM: error estándar de la media; MS: materia seca; a: fracción soluble; b: fracción potencialmente degradable; c: tasa de degradación de b; DP: degradabilidad potencial (a+b); DEMS: degradabilidad efectiva de la materia seca a tasas de paso ruminal del 2, 5 y 8% h⁻¹.

^{a,b,c}Las medias de mínimos cuadrados sin un superíndice común son significativamente diferentes (P<0,05).

CONCLUSIONES

La combinación de entre 10 y 40% sobre peso fresco de residuo de maracuyá con pasto saboya no tuvo efectos importantes sobre la microbiología. En todos los tratamientos, se observó una baja estabilidad aeróbica. La degradación ruminal fue mayor en los ensilados que incluyeron 30 y 40% de residuo de maracuyá, lo indicaría un mayor valor nutritivo. El ensilado de pasto saboya con residuo de maracuyá podría ser una forma eficiente y aceptable medioambientalmente de disponer de alimentos para sostener la productividad de los rebaños bovinos en la temporada seca. Sin embargo, la elevada inestabilidad aeróbica debe ser tenida en cuenta a la hora de manejar los ensilados para evitar pérdidas materiales y nutritivas.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por su financiamiento a través del Fondo Competitivo de Investigación Ciencia y Tecnología (FOCICYT) en el Proyecto Caracterización de ensilajes de pasto Saboya (*Megathyrus maximu*) con inclusión de residuos agroindustriales tropicales de uso alimenticio del bovino de doble propósito, y a la Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología (SENESCYT).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official Methods of Analysis. XIII Ed. Washington, U.S.A. 771 pp. 1990.
- [2] BOCQUIER, F.; GONZÁLEZ-GARCÍA, E. Sustainability of ruminant agriculture in the new context: feeding strategies and features of animal adaptability into the necessary holistic approach. **Anim.** 4(07): 1258-1273. 2010.
- [3] BORREANI, G.; TABACCO, E. The relationship of silage temperature with the microbiological status of the face of corn silage bunkers. **J. Dairy Sci.** 93(6): 2620-2629. 2010.
- [4] CASTRO, G.; RODRIGUEZ, N.; GONÇALVES, L.; MAURÍCIO, R. Características produtivas, agrônomicas e nutricionais do capim-tanzânia em cinco diferentes idades ao corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.** 62: 654-666. 2010.
- [5] CHEDLY, K.; LEE, S. Silage from by-products for small holders. In: t'Mannetje, L. (Ed.). Silage making in the tropics with particular emphasis on small holders. **Proceedings of the Food and Agriculture Organization (FAO) Electronic Conference on Tropical Silage.** Rome, 09/01-15. Italy. Pp 85-96. 2000.
- [6] COAN, R.; REIS, R.; GARCIA, G.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.; FERREIRA, D.; RESENDE, F.; GURGEL, F. Dinâmica

- fermentativa e microbiológica de silagens dos capins tanzânia e marandu acrescidas de polpa cítrica peletizada. **Rev. Bras. Zoot.** 36:1502-1511. 2007.
- [7] DANNER, H.; HOLZER, M.; MAYRHUBER, E.; BRAUN, R. Acetic acid increases stability of silage under aerobic conditions. **Appl. Environ. Microbiol.** 69: 562-567. 2003.
- [8] DORMOND, H., ROJAS, A.; BOSCHINI, C.; MORA, G.; SIBAJA, G. Evaluación preliminar de la cáscara de banana maduro como material de ensilaje, en combinación con pasto King Grass (*Pennisetum purpureum*). **InterSedes.** 12(23): 17-31. 2011.
- [9] DRIEHUIS, F.; OUDE-ELFERINK, S.J.W.H.; VAN WIKSELAAR, P.G. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. **Grass Forage Sci.** 56(4): 330-343. 2001.
- [10] GONZÁLEZ, G.; RODRÍGUEZ, A.A. Effect of storage method on fermentation characteristics, aerobic stability, and forage intake of tropical grasses ensiled in round bales. **J. Dairy Sci.** 86(3): 926-933. 2003.
- [11] JÚNIOR, J.E.L.; DA COSTA, J.M.C.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Rev. Cien. Agron.** 37: 70-76. 2008.
- [12] MUCK, R.E. Silage microbiology and its control through additives. **Rev. Bras. Zoot.** 39: 183-191. 2010.
- [13] NEIVA, J.; NUNES, F.; CÂNDIDO, M.; RODRIGUEZ, N.; LÔBO, R. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante enriquecidas com subproduto do processamento do maracujá. **Rev. Bras. Zoot.** 35(4): 1845-1851. 2006.
- [14] NOCEK, J.E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. **J. Dairy Sci.** 74(10): 3598-3629. 1991.
- [15] NOGUERA, R.R.; VALENCIA, S.; POSADA, S.L. Efecto de diferentes aditivos sobre la composición y el perfil de fermentación del ensilaje de cáscaras de Maracujá (*Passiflora edulis*). 2014. *Livest. Res. Rural. Dev.* 26(9): 168. En Línea: <http://www.lrrd.org/lrrd26/9/nogu26168.html> 25/08/2016.
- [16] NUSSIO, L.G.; RIBEIRO, J.L. Forage conservation in tropical zones: potential and limitations of grass silages in South America. **International Grassland Congress and 8th International Rangeland Congress**, Hohhot. 29/6 – 5/7. China. Pp 644–649. 2008.
- [17] ØRSKOV, E.R.; MCDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **J. Agric. Sci.** 92: 499-503. 1979.
- [18] ØRSKOV, E.R. The *in situ* technique for the estimation of forage degradability in ruminants. In: Givens, D.I.; Owen, E.; Axford, R.F.E.; Omeh, H.M. (Eds.). **Forage evaluation in ruminant nutrition**. London: CAB International. Pp.175-188. 2000.
- [19] PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F.; OUDE-ELFERINK, S.J.W.H.; SPOELSTRA, S.F. Microbiology of ensiling. In: Buxton, D.R.; Muck, R.E.; Harrison, J.H. (Eds.). **Silage Science and Technology**. Madison, Wisconsin. U.S.A. Pp 31–93. 2003.
- [20] PARVIN, S.; NISHINO, N. Bacterial community associated with ensilage process of wilted guinea grass. **J. Appl. Microbiol.** 107(6): 2029-2036. 2009.
- [21] PEREIRA, L.; GONÇALVES, L.; TOMICH, T.; BORGES, I.; RODRÍGUEZ, N. Silos experimentais para avaliação da silagem de três genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.). **Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.** 57(5): 690-696. 2005.
- [22] RANJIT, N. K.; KUNG, L. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **J. Dairy Sci.** 83(3): 526-535. 2000.
- [23] REIS, J.; DE AGUIAR-PAIVA, P.C.; VON-TIESENHAUSEN, I.M.E.V.; DE-REZENDE, C.A. Composição química, consumo voluntário e digestibilidade de silagens de resíduos do fruto de maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. flavicarpa) e de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) cv. Cameroon e suas combinações. **Ciê. Agrotéc.** 24(1): 213-224. 2000.
- [24] STATISTICAL ANALYSIS SOFTWARE (SAS). Institute Inc. SAS Online Doc. Versión 9.3. 508 Cary, NC, USA. 2011.
- [25] TAYLOR, C.C.; KUNG, L. The Effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of high moisture corn in laboratory silos. **J. Dairy Sci.** 85(6): 1526-1532. 2002.
- [26] TOHNO, M.; KOBAYASHI, H.; NOMURA, M.; UEGAKI, R.; CAI, Y. Identification and characterization of lactic acid bacteria isolated from mixed pasture of timothy and orchard grass, and its badly preserved silage. **J. Anim. Sci.** 83(4): 318-330. 2012.
- [27] VAN SOEST, P.; ROBERTSON, J. V. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci.** 74(10): 3583-3597. 1991.
- [28] VERDECIA, D.; RAMÍREZ, J.; LEONARD, I.; PASCUAL, Y.; LÓPEZ, Y. Rendimiento y componentes del valor nutritivo del *Panicum maximum* cv. Tanzania. **REDVET.** 9: 1-9. 2008.

- [29] VIEIRA, C.; VASQUEZ, H.; SILVA, J. Composição químico-bromatológica e degradabilidade in situ da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro da casca do fruto de três variedades de maracujá (*Passiflora* spp). **Rev. Bras. Zoot.** 28(5): 1148-1158. 1999.
- [30] WEINBERG, Z.G.; CHEN, Y.; SOLOMON, R. The quality of commercial wheat silages in Israel. **J. Dairy Sci.** 92(2): 638-644. 2009.
- [31] WILKINSON, J.M.; DAVIES, D.R. The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. **Grass Forage Sci.** 68(1): 1-19. 2013.
- [32] WOOLFORD, M.K.; PAHLOW, G. The silage fermentation. In Brian, J.; Wood, B. (Eds.). **Microbiology of fermented foods.** 2nd. Ed. Thomson Science. London, U.K. Pp 73-102. 1998.