

# COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CINÉTICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL *in vitro* DEL ENSILADO DE PASTO SABOYA (*Megathyrsus maximus*) CON INCLUSIÓN DE RESIDUOS DE FRUTAS TROPICALES

## Composition and *in vitro* degradation kinetics of saboya grass (*Megathyrsus maximus*) silage with inclusion of tropical fruits residues

León Montenegro<sup>1</sup>, Ítalo Espinoza<sup>1</sup>, Adolfo Sánchez<sup>1</sup>, Cecilio Barba<sup>2</sup>, Antón García<sup>2</sup>,  
Francisco Requena<sup>2</sup>, Andrés Martínez-Marín<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad 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. <sup>2</sup>Departamento de Producción Animal, Universidad de Córdoba. Ctra. Madrid-Cádiz, km. 395, 14071 Córdoba, pa1gamaa@uco.es España.

### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de combinar tres residuos de frutas tropicales (maracuyá, piña y plátano) con pasto saboya sobre la composición química y la degradación ruminal *in vitro* del ensilado obtenido. El forraje y los residuos fueron picados y homogeneizados y se prepararon cuatro combinaciones: pasto saboya como único material a ensilar y pasto saboya mezclado con un 15% sobre base fresca de residuo de maracuyá, piña y plátano. El ensilaje se realizó en microsilos experimentales (6 réplicas por tratamiento). Tras 60 días(d), los microsilos se abrieron y se tomaron muestras representativas para determinación de la composición química y la degradación ruminal *in vitro* de la materia seca (MS), la fibra neutro detergente (FND) y la fibra ácido detergente(FAD) a 0; 3; 6; 12; 24; 48 y 72 horas. Los residuos de frutas tuvieron relativamente pocos efectos sobre la composición química de los ensilados. La degradabilidad efectiva de la MS no mostró diferencias entre los ensilados con residuo de piña y maracuyá ( $P>0,05$ ), y fue mayor que en los otros ensilados ( $P<0,05$ ). El ensilado con residuo de piña y, en menor medida, el que incluyó residuo de maracuyá mostraron valores más elevados de degradabilidad efectiva de la FND y la FAD en comparación con los ensilados de pasto saboya o pasto saboya con residuo de plátano ( $P<0,05$ ). Estos resultados sugieren que la combinación de pasto saboya con residuos de piña y maracuyá para la elaboración de ensilados podría ser una forma eficiente de disponer de éstos, reduciendo el riesgo medioambiental y contribuyendo a la mejora de la alimentación del ganado.

**Palabras clave:** Pasto saboya; subproductos de frutas; ensilado; degradabilidad *in vitro*

### ABSTRACT

The aim of this work was to investigate the effects of mixing either passion fruit, pineapple or banana by-products with 45-day-old Guinea grass at 15% as fresh matter, prior to silaging. All products were chopped and thoroughly mixed, and then introduced in experimental micro-silos (6 replicates per treatment) for 60 days (d). After opening the micro-silos, chemical composition and *in vitro* dry matter, NDF and ADF degradation at 0, 3, 6, 12, 24, 48 and 72 hours were determined. The fruit's residues have few effects on silage composition. Effective degradability of dry matter was not different ( $P>0.05$ ) between silages with pineapple peels or passion fruit rind, both showing higher values ( $P<0.05$ ) than the guineas grass silage and that with banana peels. Effective degradability of NDF and ADF were higher ( $P<0.05$ ) in the silage that included pineapple peels and to a lesser extent in that with passion fruit rind than in the other silages. In tropical countries, ensiling can be a viable way of preserving forages collected during the growing season and an effective method to dispose of agro-industrial residues.

**Key words:** Guinea grass; fruit by-products; silage; *in vitro* degradability

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) está ampliamente extendido en las regiones tropicales de ambos hemisferios, jugando un papel muy importante en la alimentación del ganado vacuno (*Bos taurus* y *Bos indicus*) [1]. Sin embargo, su producción es marcadamente estacional, lo que constituye una limitación para el uso eficiente y sostenible. No obstante, dicha restricción puede paliarse mediante la conservación de los excedentes en forma de ensilado, para su posterior utilización en el período seco [11]. La edad más apropiada de corte para la elaboración de ensilaje de pasto saboya está comprendida entre 42 y 63 días (d) [10]. Sin embargo, su bajo contenido de materia seca (MS) y carbohidratos fermentables, y su elevada capacidad tampón [10, 12, 35] pueden dificultar el proceso de ensilado y afectar la calidad nutritiva de los residuos del procesamiento de frutas tropicales [31]. producto final [6]. Los inconvenientes mencionados pueden compensarse con la inclusión en el ensilado de la producción de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.), plátano (*Musa sapientum* L.) y piña (*Ananas comosus* L.) está extendida en los países tropicales. La disposición apropiada de los residuos originados en su procesamiento, sin riesgos medioambientales, supone un costo que las industrias deben asumir, mientras que alternativamente, dichos residuos pueden suponer una fuente potencial de alimentos para los animales en las épocas de carestía de forrajes [8,27]. De hecho, su composición química los hace especialmente adecuados para su uso en alimentación de rumiantes [15, 24, 35, 36]. Su utilización en alimentación animal favorece la sostenibilidad ambiental, no compite con la alimentación humana y transforma el residuo en materia prima de otro proceso productivo, de acuerdo con la bioeconomía y la economía circular [30].

Trabajos previos han evaluado la composición química, características fermentativas y valor nutritivo del ensilado de pasto elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) con inclusión de residuo de maracuyá [9, 13, 33] y piña [18, 31]. Sin embargo, la información referida al ensilado de residuo de plátano con gramíneas tropicales es limitada [14]. Además, datos referidos al ensilaje de pasto saboya en combinación con los residuos mencionados es muy escasa [15, 16]. La utilización apropiada de nuevos alimentos en las raciones del ganado requiere el conocimiento de su composición química y comportamiento digestivo [32].

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de la inclusión de residuos de maracuyá, piña o plátano en el ensilado de pasto saboya sobre la composición química y la cinética de degradación ruminal *in vitro* de la MS, fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD).

## 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 la 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. Los residuos de maracuyá, plátano y piña se obtuvieron de la empresa TROPIFRUTAS S.A., la empresa ORIENTAL S.A. y el mercado local, respectivamente, en Quevedo (Ecuador). El residuo de maracuyá consistió principalmente en cáscaras mezcladas con cantidades inferiores de pulpa y semillas. Los residuos de plátano y piña fueron exclusivamente la cáscara de la fruta. Muestras representativas del pasto segado y los residuos de frutas se recogieron previamente al ensilaje para la determinación de la composición química.

Se investigaron cuatro ensilados: pasto saboya como único producto, y pasto saboya con la inclusión de 15% en base fresca de residuo de maracuyá, piña o plátano. Para ello, se utilizaron 24 silos experimentales (6 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) [29], modificados para la extracción de efluentes [14]. Tanto el pasto como los residuos se picaron en una picadora de pasto (Trapp® ES 400, Tapp, Jaraguá do Sul, Brasil) para reducir las partículas a 2-5 cm de longitud. El material se pesó (MOBBA BS, Mobba, Barcelona, España), de acuerdo con los tratamientos, y se homogenizó concienzudamente 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), con iluminación natural, sin radiación solar directa. La apertura de los silos se hizo tras 60 d de almacenamiento, el contenido de cada silo se homogenizó manualmente y se recogió una muestra de 1 kg para el estudio de su composición química. Estas muestras se secaron en estufa (Memmert UN55, Memmert, Schwabach, Alemania) durante 48 horas (h) y posteriormente se trituraron en un molino (Model 4 Wiley Mill, Thomas Scientific, Swedesboro, NJ, EUA) con criba de 2 milímetros (mm).

En las muestras de pasto saboya, a los tres residuos y ensilados se les determinó el contenido de materia seca (MS), materia orgánica (MO), cenizas y proteína bruta (PB), de acuerdo con los métodos de la Association of Official Analytical Chemists (AOAC) [4], y de FND y FAD, con el procedimiento de ANKOM Technology [3].

Para determinar la degradabilidad ruminal *in vitro* de la MS, FND y FAD en cada uno de los tratamientos se preparó una muestra compuesta con alícuotas de 150 gramos (g) de los microsilos correspondientes a cada tratamiento. Se siguió el protocolo recomendado por el fabricante del sistema de incubación DAISY II ® [2], usando bolsas filtro ANKOM F-57 (Ankom Technology, Macedon, NY, EUA) con tamaño de poro de 25 micromilímetros ( $\mu\text{m}$ ) y dimensiones de 5 x 4 cm, fabricadas

de poliéster/polietileno con filamentos extruidos en una matriz de tres dimensiones [19]. En cada bolsa se introdujeron 0,5 g de muestra molida y luego se sellaron con prensa térmica (Heat Sealer 1915, Ankom Technology, Macedon, NY, EUA). Por cada tratamiento y tiempo de incubación (0; 3; 6; 12; 24; 48 y 72 h), se incubaron seis bolsas y dos vacías que sirvieron como blancos para determinar el factor de corrección para el efecto del lavado [1]. La relación entre la solución tampón y el inóculo ruminal fue 3:2. El inóculo ruminal se obtuvo de tres bovinos Brahman (*Bos indicus*) de 500 kilos (kg) ± 25 kg de peso vivo, castrados y fistulados en el rumen, mantenidos en pastoreo libre sobre pasto saboya. Para la preparación del inóculo, se extrajo líquido ruminal de los animales, a través de la cánula, con una bomba de vacío manual (VACU-H01-001, Laboxx, Mataró, España) en termos (TRSL 1400, Orbegozo, Murcia, España) aclimatados a 39 °C. Los termos se trasladaron inmediatamente al laboratorio y su contenido se filtró con una cuádruple gasa estéril sobre un matraz continuamente saturado con CO<sub>2</sub>. Finalmente, el inóculo se introdujo junto con la solución tampón y las bolsas con las muestras en las jarras de fermentación, que se purgaron durante 30 segundos (s) con CO<sub>2</sub>, se sellaron, y se pusieron en incubación. Al final de cada tiempo de incubación, las bolsas correspondientes se lavaron con agua fría hasta obtener un efluente transparente y posteriormente se secaron en estufa (MemmertUN55, Memmert, Schwabach, Alemania) a 65 °C durante 48 h, para determinación de la MS, FND y FAD, como se ha señalado más arriba. La desaparición de la MS, FND y FAD se ajustó a la ecuación  $p = a + b \times (1 - e^{-ct})$  [28], donde p

es la desaparición del componente a tiempo t, a es la fracción soluble por lavado de las bolsas a la hora 0 (%), b es la fracción insoluble pero potencialmente degradable (%), y c es la tasa de degradación horaria de b (h<sup>-1</sup>). La degradabilidad efectiva (DE) de la MS (DEMS), FND (DEFND) y FAD (DEFAD) se calculó para una tasa de paso ruminal (k) de 0,05 h<sup>-1</sup> (valor medio en animales en crecimiento), de acuerdo con la ecuación  $DE = a + [(b \times c)/(c+k)]$ , donde a, b, c y k se han descrito anteriormente. Los parámetros de la cinética de degradación se calcularon con el modo de resolución GRG NONLINEAR de la función SOLVER (Microsoft Excel, Redmond, WA, EUA).

Todos los análisis estadísticos se hicieron mediante el programa SAS University Edition 3.5 [34]. Los datos se analizaron con el procedimiento GLM y las medias de mínimos cuadrados se compararon con la prueba de Tukey. La significación estadística se declaró a P<0,05.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química del pasto saboya y los residuos de maracuyá, plátano y piña utilizados en los ensilados se muestra en la TABLA I.

Los contenidos de cenizas, FND y FAD del pasto saboya fueron más altos que los de los residuos. Entre los residuos, el de maracuyá presentó el mayor contenido de proteína y el más bajo de FAD. El residuo de plátano tuvo el menor contenido de FND

**TABLA I**  
**COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL ENSILAJE**

	Pasto saboya	Maracuyá	Piña	Plátano
Materia seca (MS), %	14,57	14,00	15,17	15,37
Materia orgánica, % MS	84,48	93,00	95,40	91,66
Cenizas, % MS	15,52	7,00	4,60	8,34
Proteína bruta, % MS	8,61	7,29	3,69	5,05
Fibra neutro detergente, % MS	73,70	69,77	70,18	60,47
Fibra ácido detergente, %MS	33,91	26,72	32,43	29,63

**TABLA II**  
**COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ENSILAJES DE PASTO SABOYA CON INCLUSIÓN DE RESIDUOS DE FRUTAS**

	Pasto saboya + 15% de residuo de				EEM
	Pasto saboya	Maracuyá	Piña	Plátano	
Materia seca (MS), %	17,95	17,04	17,34	16,73	0,247
Materia orgánica, % MS	83,70 <sup>b</sup>	86,14 <sup>ab</sup>	85,39 <sup>ab</sup>	87,03 <sup>a</sup>	0,292
Cenizas, % MS	16,29 <sup>a</sup>	13,85 <sup>ab</sup>	14,60 <sup>ab</sup>	12,96 <sup>b</sup>	0,289
Proteína bruta, % MS	5,19	5,58	5,01	5,04	0,148
Fibra neutro detergente, % MS	70,35 <sup>ab</sup>	70,78 <sup>ab</sup>	72,06 <sup>a</sup>	68,30 <sup>b</sup>	0,354
Fibra ácido detergente, %MS	35,18 <sup>ab</sup>	35,63 <sup>ab</sup>	39,59 <sup>a</sup>	32,49 <sup>b</sup>	0,831

EEM: error estándar de la media.

<sup>a,b,c</sup> Las medias de mínimos cuadrados sin un superíndice común son significativamente diferentes (P<0,05).

TABLA III  
**CINÉTICA DE DEGRADACIÓN *IN VITRO* DE LA MATERIA SECA, FIBRA NEUTRO DETERGENTE Y FIBRA ÁCIDO DETERGENTE DE ENSILAJES DE PASTO SABOYA CON INCLUSIÓN DE RESIDUOS DE FRUTAS**

	Pasto saboya + 15% de residuo de				EEM
	Pasto saboya	Maracuyá	Piña	Plátano	
<b>Materia seca</b>					
a, % MS	9,47 <sup>bc</sup>	13,73 <sup>a</sup>	11,64 <sup>ab</sup>	7,60 <sup>c</sup>	0,568
b, % MS	50,49	51,25	49,77	52,40	0,902
c, h <sup>-1</sup>	0,023 <sup>c</sup>	0,030 <sup>b</sup>	0,035 <sup>a</sup>	0,025 <sup>c</sup>	0,0011
DP, % MS	59,95	64,98	59,99	61,41	0,779
DEMS 5% h <sup>-1</sup>	25,27 <sup>b</sup>	32,73 <sup>a</sup>	32,00 <sup>a</sup>	25,00 <sup>b</sup>	0,802
<b>Fibra neutro detergente</b>					
a, % MS	6,52 <sup>b</sup>	9,81 <sup>a</sup>	9,72 <sup>a</sup>	8,32 <sup>ab</sup>	0,352
b, % MS	46,09 <sup>a</sup>	42,01 <sup>b</sup>	42,32 <sup>ab</sup>	41,33 <sup>b</sup>	0,605
c, h <sup>-1</sup>	0,026 <sup>b</sup>	0,028 <sup>b</sup>	0,045 <sup>a</sup>	0,024 <sup>b</sup>	0,0018
DP, % MS	52,61	51,82	52,05	49,65	0,428
DEFND 5% h <sup>-1</sup>	22,13 <sup>c</sup>	24,76 <sup>b</sup>	29,69 <sup>a</sup>	21,57 <sup>c</sup>	0,688
<b>Fibra ácido detergente</b>					
a, % MS	3,43 <sup>b</sup>	5,09 <sup>a</sup>	5,04 <sup>a</sup>	3,28 <sup>b</sup>	0,292
b, % MS	40,26	43,98	42,80	42,86	0,709
c, h <sup>-1</sup>	0,024 <sup>b</sup>	0,028 <sup>b</sup>	0,034 <sup>a</sup>	0,024 <sup>b</sup>	0,0010
DP, % MS	43,69 <sup>b</sup>	49,07 <sup>a</sup>	47,84 <sup>ab</sup>	46,14 <sup>ab</sup>	0,694
DEFAD 5% h <sup>-1</sup>	16,24 <sup>c</sup>	20,83 <sup>b</sup>	22,30 <sup>a</sup>	16,98 <sup>c</sup>	0,552

EEM: error estándar de la media; MS: materia seca; a: fracción soluble; b: fracción potencialmente degradable; c: tasa de degradación horaria de b; DP: degradabilidad potencial (a+b); DEMS, DEFND y DEFAD: degradabilidad efectiva de la materia seca, fibra neutro detergente y fibra ácido detergente, respectivamente, a una tasa de paso ruminal de 5% h<sup>-1</sup>.

<sup>a,b,c</sup> Las medias de mínimos cuadrados sin un superíndice común son significativamente diferentes (P<0,05).

de los cuatro productos utilizados en el ensilaje. La composición del pasto saboya y del residuo de maracuyá presentó valores similares a los reportados [10, 31]. Los valores obtenidos en los residuos de plátano y piña mostraron variaciones con los reportados por otros autores [14, 22, 23, 31], siendo las diferencias probablemente debidas a las fracciones de la fruta que entraron en la composición de los subproductos investigados en cada trabajo.

La composición química del ensilado de pasto saboya como único producto o con la inclusión de 15% de residuo de maracuyá, plátano o piña se muestra en la TABLA II.

La ausencia de efecto de la inclusión de los residuos (P>0,05) sobre la MS del ensilado era de esperar porque la humedad de los cuatro productos fue similar (TABLA I). De hecho, los resultados de otros autores [26, 31, 33] sugieren que la humedad de los subproductos añadidos al forraje determina la humedad del ensilado obtenido. El contenido de MO fue mayor y el de cenizas menor (P<0,05) en el ensilado con residuo de

plátano que en el de pasto saboya, presentando los ensilados con maracuyá y piña valores intermedios. Estos resultados se explicarían por los contenidos de dichos componentes en los productos utilizados (TABLA I) y están en coincidencia con los cambios observados en los ensilados de forrajes en respuesta a la inclusión de residuos de frutas [7, 15, 17]. El contenido de PB en los ensilados no se afectó (P>0,05) por la inclusión de los subproductos, a diferencia de lo reportado por [7, 31] y en coincidencia con las observaciones de [14, 15, 33]. Las diferentes respuestas observadas podrían deberse a que el contenido de PB de los residuos de maracuyá y piña fue claramente superior al del pasto elefante (el doble en promedio) en los trabajos de [7, 31], mientras que los productos utilizados en nuestro trabajo (TABLA I) y los de [14, 15, 33] tuvieron contenidos de PB similares. El ensilado con residuo de plátano tuvo menor contenido de FND y FAD (P<0,05), probablemente debido a los menores contenidos de FND y FAD del residuo de plátano en comparación con el pasto saboya. Los mayores contenidos de FND y FAD (P<0,05) correspondieron al ensilado con residuo de piña, en contraste con los hallazgos de trabajos previos que encontraron una

reducción lineal de los contenidos de FND y FAD en el ensilado de pasto elefante al añadir cantidades crecientes de residuo de piña [7, 17, 31]. Esta diferencia se justificaría por los menores contenidos de FND y FAD en el residuo de piña utilizado por dichos autores (en promedio, 57,2 y 24,1%, respectivamente). Los resultados obtenidos en el presente trabajo y los de estudios previos indican, que la composición química de los subproductos en combinación con la del forraje determina la composición final del ensilado obtenido.

Los valores de degradabilidad ruminal *in vitro* de la MS, FND y FAD se muestran en la TABLA III. En conjunto, los resultados más favorables se observaron en el ensilado con residuo de piña, seguido por el ensilado con residuo de maracuyá. En el caso del ensilado con residuo de piña, los resultados se debieron a una tasa de degradación horaria más elevada ( $P < 0,05$ ) ya que la degradabilidad potencial (DP) de la MS y la FND no difirió ( $P > 0,05$ ) entre ensilados, y la DP de la FAD fue similar entre los ensilados con residuos de frutas. Este comportamiento podría deberse a un menor grado de lignificación del residuo de piña en comparación con los restantes alimentos utilizados en los ensilados [10, 21, 23, 25], lo que pudo favorecer un ataque bacteriano más rápido a la celulosa y la hemicelulosa. Cuando aumenta el grado de lignificación, los carbohidratos de las paredes celulares son menos accesibles a las bacterias y su fermentación se ralentiza [20]. En este sentido, se ha reportado una mejora lineal de la DP de la MS en los ensilados de pasto saboya con cantidades crecientes de residuo de maracuyá [15].

El ensilado con residuo de maracuyá mostró valores más favorables de DEFND y DEFAD que los ensilados de pasto saboya y con residuo de plátano, a pesar de que no hubo diferencias en las tasas de degradación horaria entre ellos, lo que sugiere que las diferencias se debieron al efecto combinado de las diferencias numéricas y estadísticas en los valores de DP. Igualmente, el hecho de que la DEMS fuera similar ( $P > 0,05$ ) en los ensilados con residuo de maracuyá y piña se explicaría por el efecto combinado de los valores observados en la tasa de degradación horaria y la DP.

Bhargava y Orskov [5] sugirieron que la DEMS a 48h podría utilizarse como una aproximación a la digestibilidad *in vivo* del alimento. De acuerdo con la ecuación de dichos autores, el aumento de la DEMS con la inclusión de los residuos de piña y maracuyá resultó en una mejora del valor energético de los ensilados con residuos de piña y maracuyá de un 14%, respectivamente, en comparación con el ensilado de pasto saboya. Esta mejora coincide con las observaciones de otros autores que han medido los cambios en la energía del ensilado de gramíneas tropicales en respuesta a la inclusión de residuos de piña o maracuyá en los mismos [18, 26, 33].

## CONCLUSIONES

El residuo de piña y, en menor medida, el de maracuyá

mejoraron el valor nutritivo del ensilado de pasto saboya, mientras que el residuo de plátano tuvo un efecto neutro. Los resultados obtenidos sugieren que la combinación de pasto saboya con residuos de piña y maracuyá para la elaboración de ensilados podría ser una forma eficiente de disponer de éstos, reduciendo el riesgo medioambiental de los residuos. Estos resultados precisan ser complementados con estudios que contemplen la valoración productiva de los animales y confirmen el nivel de inclusión apropiado de los residuos en la ración. De esta forma, se podrán establecer pautas de utilización de los ensilados para una mejora efectiva en la alimentación del ganado.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por su financiamiento a través del Fondo competitivo de Investigación Ciencia y Tecnología (FOCCICYT), dentro del Proyecto Caracterización de ensilajes de pasto saboya (*Megathyrsus maximum*) con inclusión de residuos agroindustriales tropicales de uso alimenticio del bovino de doble propósito, y a la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENESCYT) y de la Escuela internacional de Doctorado en Agroalimentación (eidA3), Universidad de Córdoba (España).

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] AGANGA, A. A.; TSHWENYANE, S. Potentials of guinea grass (*Panicum maximum*) as forage crop in livestock production. **Pakistan J. Nutr.** 3:1-4. 2004.
- [2] ANKOM TECHNOLOGY. *In vitro* True Digestibility with DAISY II Incubator. ANKOM Technology, Macedon, NY. 2008. On line: <https://www.ankom.com/analytical-methods-support/daisy-incubators>. 02/03/2018.
- [3] ANKOM TECHNOLOGY. Method for Determining Neutral Detergent Fiber (aNDF). ANKOM Technology, Macedon, NY. Pp 1-2. 2008.
- [4] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official Methods of Analysis. XIII Ed. Washington, EUA. 771 pp. 1990.
- [5] BHARGAVA, P. K.; ØRSKOV, ER. Use of the nylon-bag technique in determining the complementarity of feedstuffs for dairy cattle rations. In: **Manual for the use of nylon bag technique in the evaluation of feedstuffs**. The Rowett Research Institute. Bucksburn. Aberdeen. Scotland. 21 pp. 1987.
- [6] BOLSEN, KK.; ASHBELL, G.; WEINBERG, ZG. Silage fermentation and silage additives-Review. **Asian-Australas. J. Anim. Sci.** 9:483-494. 1996.
- [7] BONFÁ, CS. Silagem de capim-elefante adicionada de casca de maracujá. **Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.** 67:801-808. 2015.



- [8] BOUCQUE, CHV.; FIEMS, LO. Vegetable by-products of agro-industrial origin. **Livest. Prod. Sci.**19:97-135. 1988.
- [9] CÂNDIDO, M.; NEIVA, J.; RODRIGUEZ, N.; FERREIRA, A. Características fermentativas e composição química de silagens de capim-elefante contendo subproduto desidratado do maracujá. **Rev. Bras. Zoot.** 36:1489-1494. 2007.
- [10] CASTRO, G.; RODRIGUEZ, N.; GONÇALVES, L.; MAURÍCIO, R. Características produtivas, agronômicas e nutricionais do capim-tanzânia em cinco diferentes idades ao corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.** 62: 654-666. 2010.
- [11] CHEDLY, K.; LEE, S. Ensilaje de subproductos agrícolas como opción para los pequeños campesinos. 2001. **Memorias de la Conferencia Electrónica de la FAO sobre el Ensilaje en los Trópicos.** (Mannetje L 't Ed). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 10-11 Roma, Italia. septiembre. 2001.
- [12] 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.
- [13] DA CRUZ, B.; DOS SANTOS, C.; PIRES, A.; ROCHA, J.; DOS SANTOS, S.; BASTOS, M. Composição bromatológica da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de casca desidratada de maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. flavicarpa). **Rev. Bras. Cien. Agr.**5:434-440. 2010.
- [14] DORMOND, H.; ROJAS, A.; BOSCHINI, C; MORA, G.; SIBAJA, G. Evaluación preliminar de la cáscara de banano maduro como material de ensilaje, en combinación con pasto King Grass (*Pennisetum purpureum*). **InterSedes.** 12:17-31. 2011.
- [15] ESPINOSA-GUERRA, I.; PEREZ-OÑATE, C.; MONTENEGRO-VIVAS, L.; SANCHEZ-LAIÑO, A.; GARCIA-MARTINEZ, A.; MARTINEZ-MARIN, A. Composición química y cinética de degradación ruminal *in vitro* del ensilado de Pasto Saboya (*Megathyrus maximus*) con niveles crecientes de inclusión de residuos de maracujá (*Passiflora edulis* Sims). **Rev. Cientif. FVC-LUZ.** XXVI (6):402-407. 2016.
- [16] ESPINOSA, I; MONTENEGRO, L; RIVAS, J; ROMERO, M; GARCIA, A; MARTINEZ, A. Características microbianas, estabilidad aeróbica y cinética de degradación ruminal del ensilado de Pasto Saboya (*Megathyrus maximus*) con niveles crecientes de cáscara de maracujá (*Passiflora edulis*). **Rev. Cientif. FVC-LUZ.**XXVII (4):178–185. 2017.
- [17] FERREIRA, ACH; RODRIGUEZ, NM; NEIVA, JNM; CAMPOS, WE; BORGES, I. Características químico-bromatológicas e fermentativas do capim-elefante ensilado com níveis crescentes de subproduto da agroindústria do abacaxi. **Ceres.**54:98-106. 2007.
- [18] FERREIRA, ACH; NEIVA, JNM; RODRIGUEZ, NM; CAMPOS, WE; BORGES, I. Avaliação nutricional do subproduto da agroindústria de abacaxi como aditivo de silagem de capim-elefante. **Rev. Bras. Zoot.**38:223-229. 2009.
- [19] GIRALDO, L.; GUTIÉRREZ, L.; RÚA, C. Comparación de dos técnicas *in vitro* e *in situ* para estimar la digestibilidad verdadera en varios forrajes tropicales. **Rev. Colomb. Cien. Pec.** 20:269-279. 2007.
- [20] GRABBER, JH.; MERTENS, DR.; KIM, H.; FUNK, C.; LU, F.; RALPH, J. Cell wall fermentation kinetics are impacted more by lignin content and ferulate cross-linking than by lignin composition. **J. Sci. Food Agr.** 89:122-129. 2009.
- [21] HAPPI-EMAGA, T.; ROBERT, C.; RONKART, SN.; WATHELET, B.; PAQUOT, M. Dietary fibre components and pectin chemical features of peels during ripening in banana and plantain varieties. **Bio Res Technol.** 99:4346-4354. 2008.
- [22] LÓPEZ-HERRERA, M.; WINGCHING-JONES, R.; ROJAS-BOURRILLÓN, A. Meta-análisis de los subproductos de piña (*Ananas comosus*) para la alimentación animal. **Agron. Mesoam.** 25:383-392. 2014.
- [23] LOUSADA JR, JE.; DA COSTA, JMC.; NEIVA, JNM.; RODRIGUEZ, NM. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Rev. Cien. Agron.**37:70-76. 2008.
- [24] NAMBI-KASOZI, J.; SABIITI, EN.; BAREEBA, FB.; SPORN DL, YE.; KABI, F. Effects of inclusion levels of banana (*Musa spp.*) peelings on feed degradability and rumen environment of cattle fed basal elephant grass. **Trop. Anim. Health Prod.** 48:693-698. 2016.
- [25] NEGESSE, T.; MAKKAR, HPS.; BECKER, K. Nutritive value of some non-conventional feed resources of Ethiopia determined by chemical analyses and an *in vitro* gas method. **Anim. Feed Sci. Technol.** 154:204-217.2009.
- [26] 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.** 35:1845-1851. 2006.

- [27] O'DONOVAN, PB. Potential for by-product feeding in tropical areas. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (Electronic conference). 1-15 Roma, Italia. September. 137 pp. 2006.
- [28] ØRSKOV, E.; 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.
- [29] 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.** 57:690-696. 2005.
- [30] PHILIPPIDIS, G.; SANJUÁN, A.; FERRARI, E.; M'BAREK, R. Employing social accounting matrix multipliers to profile the bioeconomy in the EU member states: is there a structural pattern?. **Spanish J. Agric. Res.** 12:913-926. 2014.
- [31] POMPEU, R.; NEIVA, J.; CÂNDIDO, M.; FILHO, G.; AQUINO, D.; LÔBO, R. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com adição de subprodutos do processamento de frutas tropicais. **Rev. Cien. Agron.** 37:77-83. 2006.
- [32] PRESTON, TR. Better utilization of crop residues and by-products in animal feeding: research guidelines. **A practical manual for research workers.** FAO Animal Production and Health. Roma. 166 pp. 1986.
- [33] REIS, J.; PAIVA, PCA; TIESENHAUSEN, IMEVV; REZENDE, CAP. 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. **Cien. Agrotéc.** 241:213-224. 2000.
- [34] STATISTICAL ANALYSIS SOFTWARE (SAS). INSTITUTE Inc. SAS Online Doc. Versión 9.3. USA. 2011.
- [35] SUKSATHIT, S.; WACHIRAPAKORN, C.; OPATPATANAKIT, Y. Effects of levels of ensiled pineapple waste and pangola hay fed as roughage sources on feed intake, nutrient digestibility and ruminal fermentation of Southern Thai native cattle. **Sonklanakarín J. Sci.** 33:281-289. 2011
- [36] 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.** 28:1148-1158. 1999.