

# COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CINÉTICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL *in vitro* DEL ENSILADO DE PASTO SABOYA (*Megathyrsus maximus*) CON NIVELES CRECIENTES DE INCLUSIÓN DE RESIDUO DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis Sims.*)

Composition and *in vitro* rumen degradation kinetics of saboya grass (*Megathyrsus maximus*) silage with inclusion of passion fruit rind (*Passiflora edulis Sims.*)

Ítalo Espinoza-Guerra<sup>1</sup>, Christian Pérez-Oñate<sup>1</sup>, León Montenegro-Vivas<sup>1</sup>, Adolfo Sánchez-Laiño<sup>1</sup>, Antón García-Martínez<sup>2</sup> y Andrés Luis 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, España. Autor de correspondencia e-mail: iespinoza@uteq.edu.ec

## RESUMEN

En los países tropicales, el ensilaje de forrajes se presenta como una alternativa viable para la época de escasez estacional, y la combinación de residuos agroindustriales con los forrajes para el ensilaje permitiría el aprovechamiento eficiente de los primeros. El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de la inclusión de cuatro niveles de residuo de maracuyá (*Passiflora edulis Sims.*) (10; 20; 30 y 40% en base fresca) en el ensilado de pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) de 45 días (d) de edad. El ensilaje de los productos picados y homogeneizados se realizó en microsilos experimentales (6 réplicas por tratamiento). Tras 35 días, los microsilos se abrieron y se determinó la composición química y la degradación *in vitro* de la materia seca a 0; 3; 6, 12, 24; 48 y 72 horas. La inclusión del residuo de maracuyá redujo linealmente ( $P < 0,05$ ) el contenido de fibra ácido detergente del ensilado y aumentó linealmente ( $P < 0,05$ ) la degradabilidad efectiva de la materia seca por un aumento ( $P < 0,05$ ) de las fracciones soluble y potencialmente degradable de la misma. En conclusión, la combinación de un 40% de residuo de maracuyá con un 60% de pasto saboya permitiría mejorar el valor nutritivo del ensilado obtenido.

**Palabras clave:** Pasto saboya; maracuyá; ensilado; degradabilidad *in vitro*

## ABSTRACT

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 by-products. The aim of this work was to study the effects of mixing passion fruit (*Passiflora edulis Sims.*) rind with 45 days (d) old saboya grass (*Megathyrsus maximus*) at increasing levels (10, 20, 30 and 40% as fresh matter) prior to silaging. Both products were chopped and thoroughly mixed, and introduced in experimental micro-silos (6 replicates per treatment) during 35 d. After opening the micro-silos, chemical composition and *in vitro* dry matter degradation at 0, 3, 6, 12, 24, 48 and 72 hours were determined. Acid detergent fibre content linearly decreased ( $P < 0.05$ ) and effective dry matter degradability linearly increased ( $P < 0.05$ ), due to a rise of both soluble and potentially degradable dry matter fractions, with the increasing levels of passion fruit rind. It was concluded that adding 40% passion fruit rind to 60% saboya grass could allow to improve the nutritive value of the obtained silage.

**Key words:** Saboya grass; passion fruit; silage; *in vitro* degradability.

## INTRODUCCIÓN

En las regiones tropicales, la irregularidad de las precipitaciones anuales supone una oferta estacional de forraje para las ganaderías. En estas circunstancias, la conservación de los recursos forrajeros excedentes en la época de abundancia mediante ensilaje facilita la disponibilidad de forraje durante las épocas de escasez, siendo una opción viable para los pequeños productores [8, 28]. El proceso de ensilaje depende de la población microbiana natural de los forrajes, el contenido de carbohidratos fermentables y las condiciones en que se realiza, por lo que la calidad del producto obtenido puede ser muy variable [29]. Las condiciones típicas requeridas para garantizar la calidad son una baja capacidad tampón del forraje, un contenido de materia seca (MS) superior a 20%, y una concentración de carbohidratos fermentables de 5 a 20% [15].

El pasto saboya (*Megathyrus maximus*, anteriormente clasificado como *Panicum máximum* Jacq.) es un forraje de buena calidad nutritiva y eficiente comportamiento productivo en los trópicos, que debe aprovecharse en fresco entre los 30 y 45 días (d) de edad para evitar la disminución del valor nutritivo [26], mientras que la edad más apropiada de corte para el ensilaje parece que está comprendida entre 42 y 63 d [7]. Sin embargo, el bajo contenido de MS y carbohidratos fermentables, y la elevada capacidad tampón [7, 9, 26] pueden dificultar el proceso de ensilaje y afectar a la calidad nutritiva del producto final. La inclusión en el ensilaje de productos ricos en carbohidratos fácilmente fermentables como melaza o residuos del procesamiento de frutas tropicales pueden compensar los inconvenientes mencionados [6, 22].

La producción de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.) está extendida en los países tropicales. La extracción de la pulpa para la obtención posterior de zumo deja como residuo un 70% del fruto (50% en cáscaras y 20% en semillas, aproximadamente) [19], cuya disposición medio-ambiental apropiada supone un costo a las industrias. No obstante, la composición química del residuo lo hace adecuado para su uso en alimentación de rumiantes [27]. Trabajos previos han evaluado el efecto de la inclusión del residuo de maracuyá fresco [24] o desecado al sol [5, 10, 16, 22] en el ensilado de pasto elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) sobre su composición química, características fermentativas y valor nutritivo, pero la información referida a su utilización en el ensilado de pasto saboya es escasa. Por lo antes expuesto, el objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de la inclusión de residuo de maracuyá sobre la composición química y la cinética de degradación ruminal *in vitro* de la materia seca del ensilado de pasto saboya.

## 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 d, no se realizó fertilización ni riego. El residuo de maracuyá se obtuvo en la empresa TROPIFRUTAS S.A. (Quevedo, Ecuador) y consistió principalmente en cáscaras mezcladas con cantidades inferiores de pulpa (69%) y semillas (21%). Muestras representativas del pasto segado y el residuo de maracuyá se recogieron previamente al ensilaje para la determinación de la composición química.

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 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) [21], modificados para la extracción de efluentes [11]. Tanto el pasto como el residuo se picaron en una picadora de pasto (Trapp® ES 400, Brasil), para reducir la longitud de las partículas a 2-5 cm. 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 35 d de almacenamiento, el contenido de cada silo se homogenizó manualmente y se recogió una muestra de 1 kg de cada uno de ellos para el estudio de su composición química. Estas muestras se secaron en estufa (Memmert UN55, Memmert, Schwabach, Alemania) a 65 °C durante 48 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 y residuo de maracuyá y de cada uno de los microsilos se determinó el contenido de MS, materia orgánica (MO), cenizas y proteína bruta (PB), de acuerdo con los métodos de la Association of Official Analytical Chemists (AOAC) [3], y de fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD), con el procedimiento de ANKOM Technology [1].

Para determinar la degradabilidad ruminal *in vitro* de la MS en cada uno de los tratamientos se preparó una muestra compuesta con alícuotas de los microsilos (150 g). 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 [12]. 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. Por cada tiempo de incubación, se incluyeron dos bolsas vacías que sirvieron como blancos para determinar el factor de corrección para el efecto del lavado.

La relación entre la solución tampón y el inóculo ruminal fue 3:2. El inóculo ruminal se obtuvo de tres bovinos, castrados y fistulados en el rumen, de raza Brahman (*Bos indicus*) con 500 kg  $\pm$  25 kg de peso vivo, 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. Terminado el periodo de incubación correspondiente a los tiempos de experimentación, las bolsas se extrajeron y se lavaron con agua fría hasta obtener un efluente transparente y, posteriormente, se secaron en estufa a 65 °C durante 48 h. La desaparición de la MS se ajustó a la ecuación  $p = a + b \times (1 - e^{-ct})$  [20], donde p es la desaparición de la MS a tiempo t, a es la fracción soluble por lavado de las bolsas a la h 0 (%), b es la fracción insoluble pero potencialmente degradable (%), y c es la tasa de degradación de b (h<sup>-1</sup>). La degradabilidad efectiva (DEMS) se calculó para tres tasas de paso ruminal (k): 0,02; 0,05 y 0,08 h<sup>-1</sup>, 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 9.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA). Los datos se analizaron con el procedimiento GLM y las medias de mínimos cuadrados se compararon con el test de Tukey. Las respuestas lineales de las variables a la inclusión de residuo de maracuyá se investigaron mediante contrastes polinómicos ortogonales con la opción CONTRAST. La significación estadística se declaró a P<0,05.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química del pasto saboya y el residuo de maracuyá utilizados en los ensilados se muestra en la TABLA I. Los valores obtenidos de ambos productos están en general de acuerdo con los reportados por trabajos previos [7, 18, 26, 27]. La composición química del ensilado de pasto saboya con

la inclusión de niveles crecientes de residuo de maracuyá se muestra en la TABLA II. La MS del ensilado disminuyó con la inclusión de cantidades crecientes de residuo de maracuyá. Este cambio era de esperar debido a la mayor humedad del residuo de maracuyá en comparación con el pasto saboya (TABLA I). Los resultados coinciden con los de Reis y col. [24] que adicionaron niveles crecientes de residuo de maracuyá fresco (19% MS) al ensilado de pasto elefante, mientras que Neiva y col. [16], Pompeu y col. [22], Cândido y col. [5] y Da Cruz y col. [10] encontraron resultados opuestos, trabajando con residuo de maracuyá desecado al sol (en torno a un 84% MS). Por tanto, la MS del residuo de maracuyá utilizado justifica las diferencias en los diferentes estudios. El contenido de MO aumentó y el de cenizas disminuyó, ambos linealmente (P<0,05), con el nivel de inclusión de residuo de maracuyá en el ensilado. Esta tendencia se justifica porque el contenido de cenizas del residuo de maracuyá fue un 32% inferior al del pasto saboya. El contenido de PB no aumentó (P>0,05) con el nivel de inclusión de residuo de maracuyá en coincidencia con lo observado por Reis y col. [24]. Por el contrario, otros autores observaron aumentos de los contenidos de PB en el ensilado con la inclusión de residuo de maracuyá [5, 10, 16, 22]. Las diferentes respuestas observadas se explicarían porque el contenido de PB del residuo fue claramente superior al del pasto elefante en dichos trabajos (el doble en promedio), mientras que los productos utilizados en el presente estudio y el de Reis y col. [24] tuvieron contenidos de PB prácticamente iguales entre si. Hubo diferencias significativas (P<0,05) en los contenidos de FND entre tratamientos en concordancia con lo reportado en diferentes trabajos [5, 10, 16, 22, 24], lo que se justificaría porque el contenido de FND del residuo de maracuyá fue entre 16 y 44% inferior al del forraje en el conjunto de los trabajos. El contenido de FAD disminuyó linealmente (P<0,05) con la inclusión de cantidades crecientes de residuo de maracuyá en el ensilado, en coincidencia con el trabajo de Da Cruz y col. [10] y difiere de los trabajos de Reis y col. [24], Neiva y col. [16], Pompeu y col. [22] y Cândido y col. [5]. Al igual que lo señalado anteriormente para la MS, la PB y la FND, los resultados encontrados por los diferentes autores se explican por los contenidos de FAD en el forraje y el residuo de maracuyá utilizados. Claramente, los resultados del presente estudio y los de trabajos previos indican que la composición del residuo de maracuyá y la del forraje utilizado son los principales determinantes de la composición del ensilado obtenido.

TABLA I  
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL ENSILAJE

Contenido	Pasto saboya ( <i>Megathyrus maximus</i> )	Residuo de maracuyá ( <i>Passiflora edulis</i> Sims.)
Materia seca (MS), %	20,59	15,10
Materia orgánica, % MS	82,63	88,27
Cenizas, % MS	17,37	11,73
Proteína bruta, % MS	8,38	8,77
Fibra neutro detergente, % MS	74,08	61,54
Fibra ácido detergente, % MS	55,29	36,39

**TABLA II**  
**COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ENSILADOS DE PASTO SABOYA (*Megathyrsus maximus*) CON DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE RESIDUO DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis* SIMS)**

Composición	Nivel de maracuyá (%)				EEM	P lineal
	10	20	30	40		
Materia seca (MS), %	21,0 <sup>a</sup>	20,1 <sup>b</sup>	19,5 <sup>b</sup>	18,8 <sup>c</sup>	0,18	<0,001
Materia orgánica, % MS	84,7	85,0	86,1	86,0	0,26	0,03
Cenizas, % MS	16,0	15,3	14,5	14,6	0,26	0,03
Proteína bruta, % MS	7,8	7,8	7,9	8,0	0,11	0,46
Fibra neutro detergente, % MS	71,2 <sup>a</sup>	67,2 <sup>b</sup>	64,0 <sup>bc</sup>	63,2 <sup>c</sup>	0,77	<0,001
Fibra ácido detergente, %MS	51,6 <sup>a</sup>	50,0 <sup>ab</sup>	49,5 <sup>b</sup>	49,1 <sup>b</sup>	0,28	<0,001

Los parámetros de la cinética de degradación de la MS y los valores de degradabilidad potencial y efectiva de MS se muestran en la TABLA III. La inclusión de residuo de maracuyá en el ensilado aumentó linealmente ( $P<0,05$ ) las fracciones soluble y potencialmente degradable y la degradabilidad potencial, mientras que redujo linealmente ( $P<0,05$ ) la tasa de degradación horaria, siendo los efectos mencionados más evidentes en los dos niveles más altos de inclusión. La disminución del valor de la tasa de degradación horaria con los niveles crecientes de residuo de maracuyá no influyó negativamente en la DEMS, que aumentó linealmente ( $P<0,05$ ). La mayor proporción de solubles en detergente neutro (SND = 100 – FND; [25]) en la MS del residuo de maracuyá (38,5% MS) en comparación con el pasto saboya (25,9% MS) explicarían el aumento de los valores de degradabilidad potencial. De hecho, de acuerdo con otros

investigadores, hay evidencia de que una parte importante de los SND debieron ser pectinas en el residuo de maracuyá pero no en el pasto saboya [13, 14] y la degradabilidad ruminal de las pectinas es prácticamente total [17]. En el mismo sentido, los resultados de estudios de degradabilidad ruminal *in situ* muestran que la fracción soluble de la MS y la tasa de degradación ruminal son mayores en el residuo de maracuyá que en el pasto saboya (0,22 y 0,11 h<sup>-1</sup> vs. 0,15 y 0,04 h<sup>-1</sup>), mientras que la fracción potencialmente degradable es prácticamente igual, con un valor en torno 0,58 [23, 27]. El aumento de la DEMS con el nivel más alto de inclusión de residuo de maracuyá con independencia de la tasa de paso ruminal indicó una mejora del valor nutritivo del ensilado, estimada en un 5% entre los niveles 10 y 40% de acuerdo con la ecuación de Bhargava y Orskov [4].

TABLA III

**CINÉTICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL *IN VITRO* DE LA MATERIA SECA DE ENSILADOS DE PASTO SABOYA (*Megathyrus maximus*) CON DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE RESIDUO DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis* SIMS.)**

Parámetro	Nivel de maracuyá (%)				EEM	P
	10	20	30	40		
a, % MS	9,99 <sup>b</sup>	10,89 <sup>a</sup>	11,29 <sup>a</sup>	11,63 <sup>a</sup>	0,121	<0,001
b, % MS	42,99 <sup>bc</sup>	41,58 <sup>c</sup>	45,16 <sup>ab</sup>	47,52 <sup>a</sup>	0,453	<0,001
c, h <sup>-1</sup>	0,027 <sup>ab</sup>	0,033 <sup>a</sup>	0,025 <sup>b</sup>	0,024 <sup>b</sup>	0,0011	<0,05
DP, % MS	52,99 <sup>b</sup>	52,48 <sup>b</sup>	56,46 <sup>a</sup>	59,16 <sup>a</sup>	0,462	<0,001
DEMS 2% h <sup>-1</sup>	34,54 <sup>b</sup>	36,61 <sup>ab</sup>	36,52 <sup>ab</sup>	37,45 <sup>a</sup>	0,391	<0,01
DEMS 5% h <sup>-1</sup>	24,96	27,33	26,47	27,03	0,407	<0,05
DEMS 8% h <sup>-1</sup>	20,76	22,99	22,15	22,61	0,368	<0,05

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<sup>-1</sup>.

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

## CONCLUSIONES

La combinación de residuo de maracuyá con pasto saboya podría ser una forma eficiente y aceptable medioambientalmente, de disponer del primero en su área de producción. El residuo de maracuyá modificó los contenidos de carbohidratos del ensilado, con una reducción de aquellos menos digestibles, y su nivel más alto de inclusión ocasionó un aumento de la DEMS. Los resultados sugieren que la inclusión de residuo de maracuyá en el ensilado de pasto saboya a un nivel del 40% sobre materia fresca se traduciría en una mejora del valor energético del ensilado obtenido para los rumiantes de en torno a 0,3 megajulios (MJ) por kg de MS en comparación con el ensilado de pasto saboya con un 10% de residuo de maracuyá. Estudios con animales en producción serían necesarios para confirmar este extremo.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por su financiamiento a través Fondo Competitivo de Investigación Ciencia y Tecnología (FOCICYT) en el Proyecto \*Caracterización de ensilajes de pasto Saboya (*Panicum maximum*) 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] ANKOM Technology. *In vitro* True Digestibility with DAISY II Incubator. ANKOM Technology, Macedon, NY. 2008a.
- [2] ANKOM Technology. Method for Determining Neutral Detergent Fiber (aNDF). ANKOM Technology, Macedon, NY. 2008b.
- [3] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official Methods of Analysis. XIII Ed. Washington, EUA. 771 pp. 1990.
- [4] BHARGAVA, P.K.; ØRSKOV, E.R. Manual for the use of nylon bag technique in the evaluation of feedstuffs. The Rowett Research Institute. Bucksburn. Aberdeen. Scotland. Pp. 1-21. 1987.
- [5] CÂNDIDO, M.; NEIVA, J.; RODRIGUEZ, N.; FERREIRA, A. Características fermentativas e composição química de silagens de capim-elefante contendo subproduto desidratado do maracujá. **R. Bras. Zoot.** 36(5):1489-1494. 2007.
- [6] CARABALLO, A.; BETACOURT, M.; FLORIO, J. Efecto de la melaza, estado fisiológico del pasto y tamaño del material cosechado sobre el ensilado de pasto guinea (*Panicum maximum*, Jacq.). **Cien.** 15(1): 35-46. 2007.
- [7] 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(3): 654-666. 2010.

- [8] CHEDLY, K.; LEE, S. Ensilaje de subproductos agrícolas como opción para los pequeños campesinos. En: t'Mannetje L. (Ed.). **Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos:** Memorias de la Conferencia Electrónica de la FAO sobre el Ensilaje en los Trópicos. 1/09 a 15/12/1999. FAO. Pp. 87-97. 2001.
- [9] 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. **R. Bras. Zoot.** 36(5): 1502-1511. 2007.
- [10] DACRUZ, 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(3): 434-440. 2010.
- [11] 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(23): 17-31. 2011.
- [12] 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. Col. Cien. Pec.** 20: 269-279. 2007.
- [13] JUNG, H. J. G.; SAMAC, D. A.; SARATH, G. Modifying crops to increase cell wall digestibility. **Plant Sci.** 185: 65-77. 2012.
- [14] 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(1): 70-76. 2008.
- [15] MACHIN, D. El uso potencial del ensilaje en el trópico para la producción animal en la zona tropical, especialmente como una opción para los pequeños campesinos. En: t'Mannetje L. (Ed.). **Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos:** Memorias de la Conferencia de la FAO sobre el Ensilaje en los Trópicos. 1/09 a 15/12/1999. FAO. Pp.73-80. 2001.
- [16] NEIVA, J.; NUNES, F.; CÂNDIDO, M.; RODRIGUEZ, N.; LÔBO, R. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante enriquecidas com subproduto do processamento do maracujá. **R. Bras. Zoot.** 35(4): 1845-1851. 2006.
- [17] 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.
- [18] 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*). **Livest. Res. Rural. Dev.** 26: 168. 2014.
- [19] OLIVEIRA, L.; NASCIMENTO, M.; BORGES, S.; RIBEIRO, P.; RUBACK, V. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá- amarelo (*Passiflora edulis* F. Flavicarpa) para produção de doce em calda. **Cien. Tecnol. Aliment.** 22(3): 259-262. 2002.
- [20] 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.
- [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] 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(1): 77-83. 2006.
- [23] RAZZ, R.; CLAVERO, T.; VERGARA, J. Cinética de degradación *in situ* de la *Leucaena leucocephala* y *Panicum maximum*. **Rev. Científ. FCV-LUZ.** XIV(5): 424-430. 2004.
- [24] REIS, J.; PAIVA, P. C. A.; TIESENHAUSEN, I. M. E. V. V.; REZENDE, C. A. P. 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.** 24(1): 213-224. 2000.
- [25] 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.
- [26] VERDECIA, D.; RAMÍREZ, J.; LEONARD, I.; PACUAL, Y.; LÓPEZ, Y. Rendimiento y componentes del valor nutritivo del *Panicum maximum* cv. Tanzania. **REDVET.** 9(5): 1-9. 2008.
- [27] 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.
- [28] WONG, C. El papel del ensilaje en la producción de rumiantes en los trópicos húmedos. En: t'Mannetje L. (Ed.). **Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos.** Memorias de la Conferencia Electrónica de la FAO sobre el Ensilaje en los Trópicos 1/09 a 15/12/1999.FAO. Pp. 5-6. 2001.
- [29] YITBAREK, M.; TAMIR, B. Silage Additives. **Review. Open J. Appl. Sci.** 4: 258-274. 2014.