

Características químicas del ensilado de raquis de plátano (*Musa paradisiaca*) y banano orito (*Musa acuminata* AA) tratado con suero de leche y urea

Chemical characteristics of the silage of rachis of banana (*Musa paradisiaca*) and baby banana (*Musa acuminata* AA) treated with whey and urea

Willan Caicedo^{1,6}, Derwin Viáfara², Manuel Pérez¹, Felipe Norberto Alves Ferreira³, Gabriel Rubio⁴, Reinaldo Yanza⁴, María Caicedo⁴, Luis Caicedo⁴, Segundo Valle¹, Walter Motta Ferreira⁵

RESUMEN

Se evaluaron las características químicas de un ensilado de raquis de plátano (*Musa paradisiaca*) y banano orito (*Musa acuminata* AA) tratado con suero de leche. Se prepararon 24 microsilos de 1 kg de capacidad y se determinó el pH, materia seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), cenizas, extracto etéreo (EE), extractos libres de nitrógeno (ELN) y energía bruta (EB) a los 0, 1, 4, 8, 15 y 30 días de conservación (cuatro microsilos por cada día). El material ensilado presentó un adecuado pH y produjo incrementos significativos en el contenido de MS, PB, cenizas, EE, ELN, EB y una reducción en el contenido de FB, respecto al raquis en estado natural. Hubo ausencia de *Escherichia coli*, *Clostridium* spp y *Salmonella* spp. Se evidenció olor ácido suave y fuerte, color marrón claro y oscuro y consistencia sólida y semisólida. El uso de material secante, melaza, urea y suero de leche permitió mejorar la composición nutricional del raquis de plátano y banano, generando un alimento de apreciada calidad nutritiva para su empleo en la alimentación animal.

Palabras clave: alimento animal, componentes químicos, fermentado sólido, residuos de plátano, residuos de banano

¹ Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Pastaza, Ecuador

² Laboratorio de Bromatología, Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Pastaza, Ecuador

³ Technical Services Department, Agrocerec Multimix, São Paulo, Brazil

⁴ Granja Agropecuaria Caicedo, Puyo, Pastaza, Ecuador

⁵ Department of Animal Science, Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

⁶ E-mail: orlando.caicedo@yahoo.es

Recibido: 18 de febrero de 2020

Aceptado para publicación: 17 de septiembre de 2020

Publicado: 25 de noviembre de 2020

ABSTRACT

The chemical characteristics of a silage of banana (*Musa paradisiaca*) and baby banana (*Musa acuminata* AA) rachis treated with whey and urea were evaluated. In total, 24 microsilos of 1 kg capacity were prepared and the pH, dry matter (DM), crude protein (CP), crude fibre (CF), ashes, ether extract (EE), nitrogen-free extracts (NFE) and gross energy (GE) were determined at 0, 1, 4, 8, 15 and 30 days of conservation (four microsilos for each day). The silage material presented an adequate pH and produced significant increases in the content of DM, CP, ash, EE, NFE and GE and a reduction in the content of CF, with respect to the rachis in its natural state. There was an absence of *Escherichia coli*, *Clostridium* spp and *Salmonella* spp. Mild and strong acid odor, light and dark brown color and solid and semi-solid consistency were evident. The use of drying material, molasses, urea and whey allowed to improve the nutritional composition of plantain and banana rachis, generating a feed of appreciated nutritional quality for use as animal feed.

Key words: animal feed, chemical components, solid fermented, banana residues, plantain residues

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, el cultivo de plátano y banano constituye la actividad agrícola de mayor importancia que dinamiza la economía, ya que genera fuentes de trabajo directas e indirectas, además de proporcionar alimentos ricos en energía a la mayoría de la población rural (INIAP, 2020). Por otra parte, luego del aprovechamiento de los frutos se generan los subproductos conocidos como raquis o pinzote que se acumulan en los centros de acopio y mercados de productos agrícolas, los cuales pudiesen constituirse en un elemento contaminante del medio ambiente si no se realiza el tratamiento adecuado (Ayala *et al.*, 2016).

En los mercados agrícolas del cantón Pastaza, Ecuador, se generan entre 1.5 y 2.0 t/día de residuos orgánicos, entre los que se destacan la col, lechuga, tomate, yuca, papaya, sandía, raquis de plátano y banano, entre otros (Miranda, 2016). Una parte de estos residuos son procesados en forma de compost y los restantes llevados al relleno sanitario,

donde se produce la descomposición de la materia orgánica, desestimándose de esa forma, una buena fuente de alimentos que podría emplearse para la alimentación animal (Borras-Sandoval *et al.*, 2014).

El empleo de residuos agrícolas para la alimentación animal permite reducir los costos de producción del sistema pecuario. Estos recursos se pueden aprovechar mediante procesos biotecnológicos como el ensilado sólido, el cual es un proceso anaeróbico controlado que permite generar alimentos con elevado contenido de nutrientes para los animales (Caicedo *et al.*, 2019a). No obstante, estos alimentos en estado natural tienen un alto contenido de agua, por lo que en su procesamiento se requiere incluir material secante para mejorar su contenido y lograr una adecuada conservación del producto. Por otra parte, debido al escaso conocimiento del personal técnico y productores pecuarios en procesos biotecnológicos, estos subproductos son poco valorados y suministrados en estado natural a los animales, con el consecuente bajo aprovechamiento de nutrientes, debido al alto tenor de carbohidratos estructurales,

baja proteína y presencia de metabolitos secundarios (Caicedo *et al.*, 2015; Aguirre *et al.*, 2018).

El objetivo de este estudio fue evaluar las características químicas de un ensilado de raquis de plátano (*Musa paradisiaca*) y banano orito (*Musa acuminata* AA) tratado con suero de leche y urea para uso en animales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El estudio se realizó en los laboratorios de Microbiología y Bromatología de la Universidad Estatal Amazónica (UEA). La zona de ejecución pertenece al cantón Pastaza, provincia Pastaza, Ecuador. La zona posee un clima semicálido o subtropical húmedo, con precipitaciones entre 4000 y 4500 mm anuales, altitud de 900 msnm, humedad relativa media de 87% y temperaturas ambientales entre 20 y 28 °C (INAMHI, 2014).

Ensilado de Raquis de Plátano y Banano Orito

Los raquis de plátano y banano orito se recolectaron del mercado «La Merced» y se trasladaron hacia las instalaciones de la «Granja Agropecuaria Caicedo». Los raquis fueron lavados con agua potable, escurridos por 10 min y molidos en fresco con un molino provisto de cuchillas y criba de 2 cm. Se utilizó polvillo de arroz de la empresa «Molinos Champion SA» de 5 días de producción, adquirido en «Agropecuarios Jaramillo» de la ciudad de Puyo. La melaza de caña tenía 10 días de elaborada y fue adquirida en la central panelera «Tarqui», en la parroquia Tarqui. El suero de leche se recolectó dentro de la hora de producción en la quesería «Unión Libre», en la parroquia 10 de Agosto. La melaza se trasladó a temperatura ambiente

Cuadro 1. Formulación del ensilado de raquis de plátano (*Musa paradisiaca*) y banano orito (*Musa acuminata* AA)

Materias primas	Porcentaje
Raquis de plátano	33.0
Raquis de banano orito	33.0
Polvillo de arroz	20.0
Melaza	2.0
Pecutrín vitaminado ¹	0.5
Carbonato de calcio	0.5
Urea	1.0
Suero de leche	10.0

Cada kg contiene: calcio 17-20%; fósforo 18%; NaCl 0.5-1%; magnesio 3.0%; biotina 50 mg; zinc 8000 mg; manganeso 1500 mg; hierro 500 mg; cobre 2000 mg; yodo 160 mg; cobalto 30 mg; selenio 70 mg; vitamina A 300 000 UI; vitamina D3 50 000 UI; vitamina E 100 UI; relación calcio-fósforo 1.3:1; relación zinc-cobre 4:1

de 24 °C en galones plásticos, mientras que el suero de leche se transportó en un termo de acero inoxidable Mountain a 10 °C. Todas las materias primas se transportaron hacia los laboratorios de la UEA, en un tiempo entre 10 y 15 minutos.

En el laboratorio se realizó una homogenización del raquis molido en proporción 50:50 (plátano y banano orito). Se tomaron dos muestras de 1 kg para el análisis químico del raquis en estado natural, y con la mezcla restante y los otros ingredientes se preparó el ensilado (Cuadro 1). La mezcla se colocó en 24 microsilos plásticos de 1 kg de capacidad, se cerraron y se almacenaron bajo techo y protegidos de la luz solar (Caicedo, 2013). Todos los microsilos se prepararon en una sola ocasión.

Cuadro 2. Descriptores para la evaluación organoléptica del ensilaje de raquis de plátano (*Musa paradisiaca*) y banano orito (*Musa acuminata* AA)

Olor	Color marrón	Consistencia
Dulce	Claro	Sólida
Ácido suave	Amarillento	Semisólida
Ácido fuerte	Caoba Oxidado Oscuro	Líquida

pH en el Ensilado

La comprobación del pH se efectuó en los días 0, 1, 4, 8, 15 y 30 de fermentación en cuatro microsilos por día de evaluación. Para la determinación del pH se utilizó extracto acuoso constituido por una fracción de 25 g de ensilado y 250 ml de agua destilada, según metodología de Cherney J y Cherney D, 2003).

Componentes Químicos del Raquis

Se utilizaron 2 muestras de 1 kg para el raquis natural y del ensilado en los días de estudio (0, 1, 4, 8, 15 y 30). Se determinó: materia seca (MS), fibra bruta (FB), cenizas, proteína bruta (PB), extracto etéreo (EE) y extractos libres de nitrógeno (ELN), según los procedimientos de la AOAC (2005) y energía bruta (EB) en una bomba calorimétrica adiabática Parr 1241. Todos los análisis se hicieron por triplicado.

Análisis Microbiológico

Se recogieron dos muestras al azar de 500 g en cada día del estudio para corroborar la presencia o ausencia de *Escherichia coli*, *Clostridium* spp y *Salmonella* spp, según los

procedimientos de la AOAC (2003.01, Ed 20, 2016).

Características Organolépticas

Las características organolépticas de olor, color y consistencia se evaluaron en los días de la toma de muestras, según la metodología de Sánchez *et al.* (2018) (Cuadro 2).

Diseño Experimental

Para los datos de composición química del raquis natural se obtuvo el valor medio y la desviación estándar. El experimento con el material ensilado se condujo según un diseño completamente aleatorizado y se realizó el análisis de varianza, y la prueba de Duncan para determinar diferencias entre medias ($p < 0.05$). Los análisis fueron realizados con el programa estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2012).

RESULTADOS

El pH exhibió el mayor valor al día cero ($p < 0.05$), disminuyendo de 7.27 a 5.39 luego del primer día de ensilado, e incrementando hasta 6.53 al día 30 (Cuadro 3).

La composición química de la mezcla de raquis de plátano y banano orito en estado natural presentó bajos contenidos de MS y EE, y un apreciable contenido de PB, FB, cenizas, ELN y EB (Cuadro 4).

La inclusión de diferentes aditivos en el raquis de plátano y banano orito durante el proceso de ensilado produjo incrementos notables en los contenidos de MS, PB, cenizas, EE, ELN, EB y una disminución en el tenor de FB (Cuadro 5) con respecto al raquis en estado natural (Cuadro 4).

En todas las muestras de los microsilos hubo ausencia de *Escherichia coli*, *Clostridium* spp y *Salmonella* spp. Por otro lado, el ensilado presentó olor ácido suave en

Cuadro 3. Comportamiento del pH en el ensilado de raquis de plátano (*Musa paradisiaca*) y banano orito (*Musa acuminata* AA)

Días de ensilado	pH
0	7.27 ^a
1	5.39 ^d
4	5.75 ^{cd}
8	6.01 ^{bc}
15	6.17 ^{bc}
30	6.53 ^b
EE	0.18
Valor de p	<0.0002

^{a,b,c,d} Letras distintas muestran diferencias a nivel de $p < 0.05$

EE: error estándar

los días 0, 1 y 4 y ácido fuerte en los días 8, 15 y 30. En relación con el color, marrón claro en los días 0, 1, 4 y 8 y marrón oscuro en los días 15 y 30. Así mismo, la consistencia fue sólida hasta el día 15, con un ligero cambio a semisólido al día 30.

DISCUSIÓN

El mayor valor de pH del día cero se relaciona con la poca acidificación del medio (Castaño y Villa, 2017). No obstante, en los días 1 y 4 se obtuvieron los menores valores de pH debido a la producción de ácido láctico por los microorganismos presentes en el suero de leche (Morales *et al.*, 2016; Rodríguez *et al.*, 2019). El incremento en el pH entre los días 8 y 30 se debe a la inclusión de urea (Rodríguez-Chacón *et al.*, 2014), producto de la hidrólisis de la urea en el silo por la actividad de las ureasas; sin embargo, este cambio de pH no afecta la producción de ácidos orgánicos (Borges *et al.*, 2011).

El raquis en estado natural posee bajo contenido de MS, lo cual afecta la vida útil de la materia prima si se mantiene en ese estado (Caicedo *et al.*, 2019b). Por otra parte, el contenido de EE fue bajo, y se relaciona con el fruto de banano verde y maduro, la harina y la cáscara (Ly, 2004; Menezes *et al.*, 2011; Diniz *et al.*, 2014). Sin embargo, hay que destacar la presencia de un tenor moderado de PB, FB, cenizas, ELN y EB que se puede aprovechar para la alimentación animal (Ly, 2004; Hernández *et al.*, 2009; Ayala *et al.*, 2016). Los valores obtenidos en este estudio se relacionan con valores promedio para la

Cuadro 4. Composición química del raquis de plátano (*Musa paradisiaca*) y banano orito (*Musa acuminata* AA) natural en base seca

Nutrientes	Media	Desvío estándar
Materia seca, %	7.05	0.1
Proteína bruta, %	7.85	0.01
Fibra bruta, %	29.27	0.52
Extracto etéreo, %	2.82	0.03
Cenizas, %	16.84	0.15
Extracto libre de nitrógeno, %	34.80	0.01
Energía bruta, kcal kg MS ⁻¹	2549.6	1.5

Cuadro 5. Componentes químicos del ensilado de raquis de plátano (*Musa paradisiaca*) y banano orito (*Musa acuminata* AA) (base seca)

Variables	Días de ensilado						EE	Valor de p
	0	1	4	8	15	30		
MS, %	24.75 ^a	24.69 ^b	24.67 ^c	24.65 ^d	24.68 ^{bc}	24.67 ^c	0.03	<0.0001
PB, %	14.69 ^b	17.94 ^a	13.32 ^c	12.75 ^d	11.5 ^e	14.34 ^b	0.16	<0.0001
FB, %	22.12 ^c	23 ^{bc}	23.89 ^{ab}	24.11 ^a	24.49 ^a	24.16 ^a	0.31	<0.0014
Cenizas, %	16.64 ^c	16.87 ^c	17.95 ^b	18.7 ^a	18.12 ^b	18.31 ^b	0.12	<0.0001
EE, %	5.35	6.21	5.89	6.45	6.21	6.15	0.29	0.091
ELN, %	34.97 ^b	28.77 ^f	32.4 ^d	31.48 ^e	33.92 ^c	37.04 ^a	0.01	<0.0001
EB, kcal/kgMS	2910 ^b	2887.1 ^c	2836.66 ^c	2831.58 ^f	2864.4 ^d	3092.1 ^a	0.01	<0.001

^{a,b,c,d,e,f} Letras distintas en la misma fila muestran diferencias a nivel de $p < 0.05$

MS: materia seca, PB: proteína bruta, FB: fibra bruta, EE: extracto etéreo. ELN: extracto libre de nitrógeno. EB: energía bruta

planta de banano entera de 5.67% de MS, 6.50% de PC, 1.95% de EE, 19.30% de cenizas y 25.32% de carbohidratos no fibrosos (Chacón-Hernández *et al.*, 2016).

El aumento en MS del ensilado es debido a la inclusión de material secante, lo cual es beneficioso para conservar el producto por mayor tiempo, así como también, para mejorar las características sensoriales del alimento (Borrás-Sandoval *et al.*, 2017; Caicedo *et al.*, 2019b). El incremento proteico se relaciona con el crecimiento microbiano (Borrás-Sandoval *et al.*, 2015; Yunus *et al.*, 2015) y por la inclusión de urea (Rodríguez-Chacón *et al.*, 2014; López-Herrera *et al.*, 2019). El acrecentamiento en los contenidos de cenizas, EE, ELN y EB se debe a la inclusión de aditivos en el ensilado (sal mineral, carbonato de calcio, suero de leche, melaza y polvillo de arroz (Borrás-Sandoval *et al.*, 2017; Fonseca-López *et al.*, 2018). La reducción en la concentración de fibra del ensilado podría deberse a la degradación de componentes estructurales por parte de los microorganismos (Rendón *et al.*, 2013; Morales *et al.*, 2016).

La ausencia de *E. coli*, *Clostridium* spp y *Salmonella* spp en el ensilado es beneficioso para garantizar la inocuidad de los alimentos y garantizar la salud de los animales. Estos resultados son coincidentes con los reportados por Caicedo *et al.* (2016, 2017), quienes informaron ausencia de coliformes totales, *E. coli*, *Clostridium* spp y *Salmonella* spp en ensilados de taro y banano.

El cambio en el olor se debe a que la urea se convierte en amoníaco dando como resultado un olor ácido fuerte (Borges *et al.*, 2011). La variación en la coloración del ensilaje está influenciada por la tonalidad de la materia prima empleada para su elaboración (Villalba *et al.*, 2011), dado que el raquis de banano produce colores pardos por la actividad del polifenol oxidasa, la cual se mantiene activa en el rango de pH de 4 a 7.5. En cuanto a la consistencia del ensilado, al final del estudio se observaron cambios por la degradación de carbohidratos estructurales de la materia prima (Morales *et al.*, 2016; López-Herrera *et al.*, 2019).

CONCLUSIÓN

El uso de material secante, melaza, urea y suero de leche permitió mejorar la composición nutricional del raquis de plátano y banano, presentando incrementos significativos en materia seca, cenizas, proteína bruta, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno y energía bruta y una disminución de la fibra bruta, generando un alimento de apreciada calidad nutritiva para su empleo en la alimentación animal.

Agradecimientos

Se agradece a los propietarios de la «Granja Agropecuaria Caicedo» y al personal técnico del Laboratorio de Bromatología y Microbiología de la Universidad Estatal Amazónica por el apoyo brindado para la ejecución de esta investigación.

LITERATURA CITADA

1. **Aguirre LA, Rodríguez Z, Boucourt R, Saca V, Salazar R, Jiménez M. 2018.** Effect of whey on solid state fermentation of coffee (*Coffea arabica* L) pulp for feeding ruminants. Cuban J Agr Sci 52: 1-10.
2. **[AOAC] Association of Official Agricultural Chemists. 2005.** Official Methods of Analysis. 18th ed. USA: AOAC
3. **[AOAC] Association of Official Agricultural Chemists. 2016.** Official methods of analysis of AOAC International. 20th ed. USA: AOAC. [Internet]. Available in: <http://www.directtextbook.com/isbn/9780935584875>
4. **Ayala L, Martínez M, Castro M, García A, Delgado EJ, Caro Y, Ly J. 2016.** Composición química del raquis de racimos de plátano (*Musa paradisiaca*) y aceptabilidad como alimento para cerdos en ceba. Rev Comp Prod Porcina 23: 79-86.
5. **Borges JA, Bastardo Y, Sandoval E, Barrios M, Ortega R. 2011.** Efecto de la adición de urea y el tipo de fermentación en la estabilidad de silajes de caña de azúcar (*Saccharum* spp.). Zootecnia Trop 29: 283-291.
6. **Borras-Sandoval L, Elías-Iglesias A, Moyano-Bautista M. 2014.** Efecto de la temperatura y el tiempo sobre los indicadores de la papa (*Solanum tuberosum*) fermentada en estado sólido. Rev Cienc Agric 11: 31-38.
7. **Borras-Sandoval L, Elías-Iglesias A, Saavedra-Montañez G. 2015.** Evaluación de la dinámica de conservación del producto final de un alimento obtenido por fermentación en estado sólido de papa (Fes-papa). Rev Cienc Agric 12: 73-82.
8. **Borrás-Sandoval L, Valiño E, Elías A. 2017.** Evaluación del efecto de la inclusión de materiales fibrosos en la fermentación en estado sólido de residuos poscosecha de papa (*Solanum tuberosum*) inoculado con preparado microbial. REDVET 18(8). [Internet]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63652581011.pdf>
9. **Caicedo W, Rodríguez R, Lezcano P, Ly J, Valle S, Flores L, Ferreira FNA. 2015.** Chemical composition and *in vitro* digestibility of silages of taro (*Colocasia esculenta* (L) Schott) tubers for feeding pigs. Cuban J Agr Sci 49: 59-64.
10. **Caicedo W, Rodríguez R, Lezcano P, Ly J, Valle S, Flores L, Ferreira FNA. 2016.** Physicochemical and biological indicators in silages of taro (*Colocasia esculenta* (L) Schott) tubers for animal feeding. Cuban J Agr Sci 50: 121-129.
11. **Caicedo W, Vargas JC, Uvidia H, Samaniego E, Valle S, Flores L, Moyano J, Aguiar S. 2017.** Physicochemical, biological and organoleptic indicators in banana silage (*Musa sapientum*) for pig feeding. Cuban J Agr Sci 55: 85-92.
12. **Caicedo WO. 2013.** Potencial nutritivo del ensilado de tubérculos de papa china (*Colocasia esculenta* (L) Schott) para

- la alimentación de cerdos. Tesis de Maestría. Bayamo, Cuba: Univ. de Granma. 60 p.
13. **Caicedo W, Ferreira FN, Viáfara D, Guaman A, Socola C, Moyano JC. 2019a.** Composición química y digestibilidad fecal en cerdos del fruto de chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth) fermentado. *Livestock Res Rural Dev* 31(140). [Internet]. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd31/9/orla-do-31140.html>
 14. **Caicedo W, Alves Ferreira F N, Viáfara D, Guamán A, Sócola C, Pérez M, Díaz L, et al. 2019b.** Evaluación química y digestibilidad fecal de cerdos en crecimiento alimentados con banano orito (*Musa acuminata* AA) fermentado en estado sólido. *Livestock Res Rural Dev* 31(170). [internet]. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd31/11/orlan31170.html>
 15. **Castaño GA, Villa LM. 2017.** Use of whey and molasses as additive for producing silage of Cuba OM-22 (*Cenchrus purpureus* x *Cenchrus glaucum*). *Cuban J Agr Sci* 51: 61-70.
 16. **Chacón-Hernández P, Boschini-Figueroa C, Russo-Andrade R. 2016.** Calidad nutricional y degradabilidad ruminal de la planta del guineo negro (*Musa AAA*). *Agron Mesoam* 27: 385-396.
 17. **Cherney JH, Cherney DJR. 2003.** Assessing silage quality. In: Buxton DR, Muck RE, Harrison JH (eds). *Silage science and technology*, Wisconsin, USA: American Society of Agronomy. p 141-198.
 18. **Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, González L, Robledo CW. 2012.** *InfoStat v. 2012*. [Internet]. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar/>
 19. **Diniz T, Granja-Salcedo Y, De Oliveira E, Viegas C. 2014.** Uso de subproductos del banano en la alimentación animal. *Rev Colomb Cienc. Anim* 6: 194-212. doi: 10.24188/recia.v6.n1.-2014.260
 20. **Fonseca-López D, Saavedra-Montañez G, Rodríguez-Molano CE. 2018.** Elaboración de un alimento para ganado bovino a base de zanahoria (*Daucus carota* L) mediante fermentación en estado sólido como una alternativa ecoeficiente. *Revista Colomb Cienc Hortícolas* 12: 175-182.
 21. **Hernández JB, Cañizares AE, Blanco G, Arrieche I, Pérez A, Salazar C, González M. 2009.** Contenido de nitrógeno, fósforo y potasio en harinas de clones de musáceas comestibles (*Musa* spp). *Revista UDO Agrícola* 9: 449-457.
 22. **[INAMHI] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. 2014.** Anuario Meteorológico. Quito, Ecuador. 28 p. [Internet]. Disponible en: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202011.pdf>
 23. **López-Herrera M, Rojas-Bourrillon A, Briceño-Arguedas E. 2019.** Sustitución del pasto (*Megathyrsus maximus*) por guineo cuadrado y urea en mezclas ensiladas. *Agron Mesoam* 30: 179-194.
 24. **Ly J. 2004.** Bananas y plátanos para alimentar cerdos: aspectos de la composición química de las frutas y de su palatabilidad. *Rev Comp Prod Porcina* 11: 5-24.
 25. **Menezes EW, Tadini CC, Tribess TB, Zuleta A, Binaghi J, Pak N, Vera G, et al. 2011.** Chemical composition and nutritional value of unripe banana flour (*Musa acuminata*, var. Nanicão). *Plant Food Hum Nutr* 66: 231-237. doi: 10.1007/s11130-011-0238-0
 26. **Miranda M. 2016.** Evaluación del impacto ambiental de los residuos sólidos generados en el mercado Centro Agrícola Cantonal de Pastaza, aplicando las normas mexicanas nmx-aa-0.15-0.19-0.22, para proponer un plan de manejo ambiental. Tesis de Ingeniería. Loja, Ecuador: Univ. Nacional de Loja. 133 p.

27. **Morales A, Rodríguez R, Gutiérrez D, Elías A, Gómez S, Sarduy L. 2016.** Evaluation of the VITAFERT inclusion in the nutritive value of *Tithonia diversifolia* and *Pennisetum purpureum* silages. Cuban J Agr Sci 50: 619-630.
28. **Rendón M, Noguera R, Posada S. 2013.** Cinética de degradación ruminal del ensilaje de maíz con diferentes niveles de inclusión de vinaza. Ces Med Vet Zootec 8: 42-51.
29. **Rodríguez R, Herrera F, Gómez S, González N, Alonso J, Elías A, Moreira O, et al. 2019.** Effects of including sweet potato (*Ipomoea batatas*) and Vitafert as additives on the nutritional value of *Cenchrus purpureus* cv. CUBA CT-169 and *Moringa oleifera* silages. Cuban J Agr Sci 53: 119-133.
30. **Rodríguez-Chacón S, López-Herrera M, Ching-Jones R, Rojas-Bourrillón A. 2014.** Adición de melaza deshidratada y urea en ensilados de rastrojos de piña. Agron Mesoam 25: 313-321.
31. **Sánchez H, Mogollón G, Peña P, López A. 2018.** Evaluación productiva de *Capra hircus* alimentados con ensilado de cascarilla de arroz y *Opuntia ficus*. Manglar 15: 3-18.
32. **Villalba DK, Holguin VA, Acuña JA, Piñeros R. 2011.** Calidad bromatológica y organoléptica de ensilajes de residuos orgánicos del sistema de producción café – musáceas. Rev Colomb Cienc Anim 4: 47-52.
33. **Yunus F, Nadeem M, Rashid F. 2015.** Single-cell protein production through microbial conversion of lignocellulosic residue (wheat bran) for animal feed. J Inst Brew 121: 553-557. doi: 10.1002/jib.251