

## Calidad bromatológica y organoléptica de ensilajes de residuos orgánicos del sistema de producción café – musáceas

### Bromatological and organoleptic quality of organic waste silages of coffee-musaceous production system

Diana K. Villalba<sup>1</sup>, cMSc; Vilma A. Holguin<sup>2</sup>, MSc; Julián A. Acuña<sup>3</sup>, cMSc; Roberto Piñeros Varon<sup>4</sup>, MVZ.

<sup>1</sup>Profesional de apoyo Laboratorio de Ecofisiología, Candidata a M.Sc Maestría en Ciencias Pecuarias, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad del Tolima, <sup>2</sup>Profesora asistente, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Tolima, <sup>3</sup>Matemático y estadístico, Universidad del Tolima, Candidato a MSc en Investigación Operativa y Estadística, UTP., <sup>4</sup>Investigador Asociado Universidad del Tolima Grupo de Investigación Sistemas Agroforestales Pecuarios. Universidad de Tolima, Ibagué, Colombia.

dkvillalbao@ut.edu.co

#### Resumen

*El presente estudio se realizó en el Laboratorio de Ecofisiología Animal de la Universidad del Tolima (Ibagué, Colombia). El objetivo fue analizar la calidad nutricional mediante las características bromatológicas y organolépticas de ensilajes de residuos orgánicos del agroecosistema café y musáceas. Se preparó un ensilaje con cada uno de los residuos orgánicos (café, hoja de plátano y vástago de plátano), se le adiciono 5% de melaza como fuente energética. Las unidades de análisis estaban representadas por microsilos de 5 Kg empacadas en bolsa de polietileno calibre 6. Se evaluaron 4 tiempos de fermentación (1, 7, 14 y 21 días). Semanalmente se evaluaron las siguientes variables: pH, temperatura, materia seca, cenizas. Al final del proceso se evaluó el porcentaje de proteína, FDN, FDA y Lignina. Los resultados obtenidos muestran que la temperatura máxima que se registró al inicio fue de 26 °C y se estabilizo a los 23,3 °C a través del tiempo, el valor más bajo de pH registrado fue el ensilaje de cereza de café (3,8), el ensilaje de hoja de plátano en el tiempo 4 de fermentación presento el porcentaje de proteína más alto (14,45%), seguido de los ensilajes de cereza de café (11,65%) y vástago de plátano (5,25%). En la evaluación organoléptica se realizó un análisis mediante estadística descriptiva donde se evidenció que todos los ensilajes presentaron características aceptables dentro de los parámetros de calidad en las características de color, olor, humedad y textura.*

*Palabras clave: Calidad nutricional, indicadores de calidad, microsilos, tiempos de fermentación.*

#### Abstract

*This study was carried out in the Laboratory of Animal Ecophysiology, University of Tolima (Ibague, Colombia). The objective was to analyze the nutritional quality through bromatological and organoleptic characteristics of organic waste silages of coffee and musaceous agroecosystem. Silages were prepared with each of the organic wastes (coffee, banana leaves and banana stems) 5% molasses was added as an energy source. The units of analysis were represented by 5 kg microsilos packed in 6 gauge polyethylene bags. 4 fermentation times were evaluated (1, 7, 14 and 21 days). The following variables were evaluated weekly: pH, temperature, dry matter, ash. At the end of the process the percentage of protein, NDF, and lignin FDA were evaluated. The results show that the highest temperature recorded at the beginning was 26 °C and stabilized at 23,3 °C over time, the lowest value reported was the silage pH of coffee (3,8), the banana leaf silage on fermentation time 4 presented the highest protein content (14,45 %), followed by coffee silages (11,65%) and banana stem (5,25%). The sensory evaluation was analyzed using descriptive statistics which showed that all silages showed characteristics within acceptable quality parameters on the characteristics of color, smell, humidity and texture.*

*Keywords: Nutritional quality, quality indicators, microsilos, fermentation times.*

## Introducción

Anualmente se produce una cantidad considerable de materia orgánica representada por material vegetal en los diversos procesos de la producción agrícola, pero solo una cierta parte de esta producción es aprovechada directamente para la alimentación tanto humana como animal, dejando a la deriva una gran cantidad de mal llamados desechos los cuales se convierten en un potencial de contaminación ambiental. Generalmente estos son considerados un problema para el productor ya que no cuentan o no conocen alternativas de manejo para poder dar un uso apropiado a estos residuos, En algunos casos el manejo inadecuado de estos residuos y la falta de conciencia ambiental terminan generando problemas de contaminación.

Tales problemas son comunes en la zona cafetera de Colombia, la cual anualmente durante la época de cosecha genera una cantidad considerable de residuos. Estos usualmente son dejados en las huertas, sin ningún tipo de procesamiento y solo en pocos casos son destinados a la producción de abono orgánicos o enmiendas. No obstante, estos residuos de la actividad cafetera podrían usarse en otras alternativas que permitan optimizar su uso y de esta forma disminuir el impacto ambiental generado.

En la zona cafetera es muy común encontrar asociaciones del cultivo de café con cultivos de musáceas donde se evidencia una simbiosis entre dichos cultivos, pero que a su vez incrementa la producción de residuos representados en hojas, frutos de descarte y pseudotallos. Por tal motivo se deben buscar alternativas que permitan dar un uso adecuado a todos estos subproductos generados, una de estas alternativas son los ensilajes lo cual hace referencia a una técnica de conservación de material vegetal mediante un proceso de fermentación que permite el empleo de estos subproductos en la alimentación animal.

Con la necesidad de aplicar estrategias de manejo de los residuos agroindustriales de nuestro país y que estén al alcance de los productores, surge la idea de preparar ensilajes con dicho material para de esta forma dar un óptimo uso y disminuir el impacto ambiental también es importante resaltar que dicha estrategia permite ofrecer alimento a los animales, por esta razón es necesario evaluar la calidad de dicho alimento por lo cual en el presente trabajo se evaluó la calidad nutricional de ensilajes de residuos orgánicos del sistema de producción café – musáceas mediante las características bromatológicas y organolépticas.

## Materiales y métodos

### Localización y descripción del área de estudio

Los ensilajes fueron preparados en la Granja Las Brisas localizada a 1200 msnm, con una temperatura promedio de 24° C y una precipitación anual de 1800 mm posteriormente fueron llevados al laboratorio de Ecofisiología de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad del Tolima.

### Tratamientos

Se trabajó con 3 tratamientos cada uno con 3 repeticiones y con 4 tiempos de fermentación: T1. Ensilaje de cereza de café; T2. Ensilaje de hoja de plátano; T3. Ensilaje de vástago de plátano. A todos los tratamientos se les adicionó 5 % de melaza como fuente energética.

Características del forraje. Los materiales que se ensilaron fueron obtenidos de diversas fincas ubicadas en el Cañón del Combeima. El material fue cortado en una máquina picapastos hasta obtener secciones con un tamaño de partícula promedio de 2,5 - 3 cm (Silveira y Franco, 2006). Posteriormente se prepararon microsilos en bolsas de polietileno calibre 6 de 5 kg de capacidad.

Se evaluaron cuatro tiempos de fermentación (1, 7, 14 y 21 días), para obtener un mayor control sobre la dinámica fermentativa (Villalba y Poveda, 2009), semanalmente se evaluaron las siguientes variables: pH, temperatura, materia seca, cenizas. Al final del proceso se evaluó el porcentaje de proteína, FDN, FDA y lignina. La evaluación organoléptica se realizó el día 21 de fermentación.

### Evaluación organoléptica.

Esta evaluación se realizó a cada tratamiento a los 21 días de fermentación. Para esta caracterización se utilizaron 10 evaluadores al azar que tenían conocimiento acerca de los ensilajes. La evaluación se realizó mediante encuestas en donde se analizaron el color, olor, textura y humedad de los tratamientos.

Se determinaron las características organolépticas del material ensilado por medio de los indicadores planteados por Betancourt (2001) para color, olor, textura y humedad. Para color se evaluó como excelente una coloración verde olivo; como bueno un verde amarillento; como regular el color verde oscuro; y como malo un ensilaje con coloración oscura (negro). Para la evaluación del olor se tomó como excelente una sensación a fruta madura; como bueno un ligero olor a vinagre; un fuerte olor a vinagre como regular y por último, un olor putrefacto como malo. En el caso de la textura de los ensilados, se consideró excelente o buena aquella donde el material conservó todos sus contornos definidos; como regular los bordes del material aparecen mal

definidos; cuando no se apreció diferencia entre hojas y tallos, se forma una masa amorfa y jabonosa al tacto, se calificó como malo. Por último, la determinación de la humedad en el material fermentado, se consideró como excelente o bueno el material que no humedecía las manos al ser comprimido dentro del puño y se mantenía suelto después de retirada la presión; si presentaba gotec cuando se comprimía y formaba una masa compacta se calificó como regular; y si el material se moldeaba con facilidad y generaba efluentes se valoró como malo.

Las calificaciones cualitativas fueron representadas numéricamente en una escala psicométrica de Likert con 5 niveles para poder graficar el resultado, siendo cinco la mejor calificación. Los resultados promedio de la calificación se representaron en una gráfica de telaraña, constituyendo el olor, color, textura y humedad. Un quinto eje fue incluido, correspondiente a una calificación a la acidez del producto final otorgada por los investigadores, en función del pH final obtenido, así: excelente cuando el pH fue menor de 4; bueno cuando estaba entre 4 y 4,2; regular cuando el pH estaba entre 4,3 y 4,5 y malo cuando el pH era  $>$  a 4,5.

### Caracterización química.

Se realizó en el laboratorio de ecofisiología de la Universidad del Tolima. Para estos se utilizó una muestra unificada de todas las repeticiones de cada tratamiento en los tiempos de fermentación 1 (1 día) y 4 (21 días), dicho análisis se realiza al inicio y al final del proceso con el fin de determinar los cambios que se presentan en los parámetros a través de los tiempos de fermentación. A estas muestras se les determinó materia seca (MS) en el laboratorio, luego fueron molidas y conservadas para realizar posteriores análisis. Se realizaron las siguientes pruebas químicas: proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), lignina detergente ácida (LDA), Cenizas (Czas) (Van Soest y Robertson, 1985). Dichas variables son tomadas como indicadores de calidad de los ensilajes (De la Roza, 2005)

### Resultados y discusión

Evaluación organoléptica: para el análisis de los resultados obtenidos en esta etapa se realizó un análisis con estadística descriptiva (Figura 1).

Evaluación química: en esta etapa se utilizó un Diseño de Medidas Repetidas: Enfoque Multivariado.

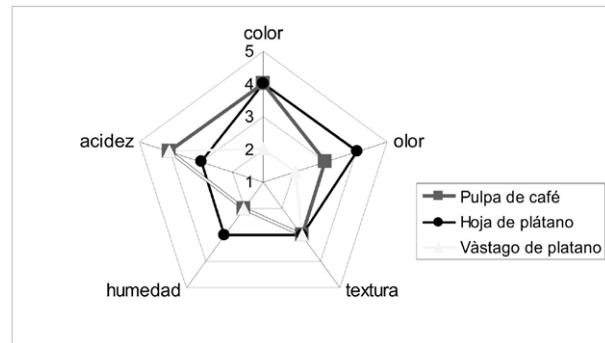


Figura 1. Calificación cualitativa de los tres ensilajes sometidos a evaluación

Respecto al olor el ensilaje de hoja de plátano presentó un olor excelente, similar al de fruta madura, característico de ensilajes de excelente calidad, seguido del ensilaje de vástago de plátano el cual presentó un olor bueno, superior al encontrado en el ensilaje de cereza de café el cual registró un olor regular, los resultados del tratamiento 1 son similares a los encontrados por Maza et al., (2011) donde encontró un olor excelente y bueno en ensilajes de maralfalfa y yuca, dicha variable se evaluó siguiendo las recomendaciones propuestas (Chaverra y Bernal, 2000).

Para la evaluación del color se realizó teniendo en cuenta la materia prima ensilada, ya que de esta depende en cierta parte el color del sustrato. Se puede concluir que independientemente de la coloración encontrada el día de apertura de los microsilos, estos presentaron una buena calidad, independiente de la materia prima de los tratamientos, por lo cual se concluye que el proceso de ensilaje se llevó a cabo de manera adecuada. En el tratamiento 1 (ensilaje de cereza de café) presentó una calificación regular debido a la coloración de la materia prima. Maza et al., (2011) en su estudio encontraron en los tratamientos experimentales una calificación excelente (tonalidad verde aceituna), mejor que los del tratamiento testigo (tonalidad verde amarillento).

Se encontró una calificación de una textura regular en ensilajes con materias primas fibrosas como en el tratamiento 3 (vástago de plátano) y tratamiento 2 (hoja de plátano) donde estos materiales presentan un poco más de resistencia a la presión por el puño, sin alterar de esta forma sus características organolépticas (Betancourt et al., 2001).

No se presentaron pérdidas por efluentes al emplear microsilos, lo cual retiene la humedad y al momento de abrir las bolsas se combina con todo el material, para lo cual Betancourt et al., (2001), señala que en materias primas con bastante humedad como la cereza de café se observa presencia de efluentes presentando una calidad regular, dichos resultados son similares a los encontrados por (López et al., 2009) en ensilajes de rastrojo de piña.

### La caracterización química.

Los resultados obtenidos en esta etapa se analizaron utilizando un diseño de medidas repetidas: enfoque multivariado, utilizando el programa Infostat. Las variables analizadas semanalmente fueron: pH, temperatura, materia seca, cenizas. Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en la variable materia seca, lo cual refleja que los perfiles de los ensilajes cambian con el tiempo de fermentación, sin embargo, dentro de cada tratamiento no hubo cambios significativos a lo largo del período de incubación de 21 días (Figura 2). Los resultados concuerdan con los obtenidos por Ramírez et al., (2002), los cuales obtuvieron valores que oscilaron entre 13,5% a 14,3% en ensilajes de cereza de café y menores a los encontrados por Maza et al., (2011) en ensilajes de maralfalfa y los valores encontrados por Cárdenas (2003) en ensilajes mixtos (gramíneas y especies arbóreas) cuyos valores oscilaron entre 27,8 y 27,9 %. El porcentaje de MS encontrado en el ensilaje de vástago de plátano es similar a los encontrados por Chedly y Lee (2001) de 9,5 %.

Los valores de temperatura (Figura 3) registrados en la parte central de los microsilos presentaron la misma tendencia a disminuir con relación al primer día de fermentación, la temperatura máxima que se registró al inicio fue de 26 °C y se estabilizó a los 23,3 °C, y los resultados concuerdan con los obtenidos por Ramírez et al., (2002), donde los valores de las temperaturas registradas variaron entre 18 y 22 °C y estuvieron entre uno y dos grados por debajo de la temperatura del ambiente para el día en que se midieron.

Los cambios en pH se muestran en la Figura 4, donde el ensilaje de hoja de plátano presentó un comportamiento atípico en el cual inicio con unos niveles de 3,8 y fue aumentando con los tiempos de fermentación pero de igual forma al finalizar el análisis sus niveles estaban dentro del rango permitido registrando un pH final de 4,0. Por su parte los ensilajes de vástago y hoja de plátano también estuvieron dentro de los niveles de pH permitidos presentando leves variaciones con el tiempo de fermentación, el valor más bajo de pH registrado fue el ensilaje de café (3,8), los resultados de pH obtenidos concuerdan con los obtenidos por Ramírez et al., (2002) los cuales obtuvieron niveles de pH por debajo de 4,0 en ensilajes de pulpa de café enriquecidos con aditivos, por su parte Cárdenas (2003) obtuvo niveles de pH entre 3,88 y 3,87 en ensilajes mixtos (gramíneas y especies arbóreas).

El comportamiento de la variable cenizas a través de los tiempos de fermentación se observan en la Figura 5, y con el análisis estadístico se obtuvo que las diferencias entre los ensilajes son significativas ( $p < 0,05$ ). Los resultados obtenidos en el presente estudio de los valores de cenizas son más altos que los obtenidos en otros estudios como el de Meneses (2003) y por su

parte Garcés et al. (2006) encontraron niveles de ceniza que oscilaron entre 3,63 y 7,12 % en ensilajes de pasto kikuyo y maní forrajero, por lo cual se concluye que los ensilajes de residuos orgánicos contienen un alto nivel de materia inorgánica o minerales que los ensilajes de forrajes (Sánchez, 2005).

Al final del proceso se evaluó el porcentaje de proteína, FDN, FDA y Lignina. Respecto a la proteína el ensilaje de hoja de plátano en el tiempo 4 de fermentación presentó el porcentaje de proteína más alto (14,45 %), seguido de los ensilajes de cereza de café (11,65 %) y vástago de plátano (5,25 %). Los resultados de los ensilajes de hoja de plátano y café son superiores a los obtenidos por Cárdenas (2003) en ensilajes mixtos (gramíneas y especies arbóreas) cuyos valores oscilaron entre 7,2 % vs. 8,6 %.

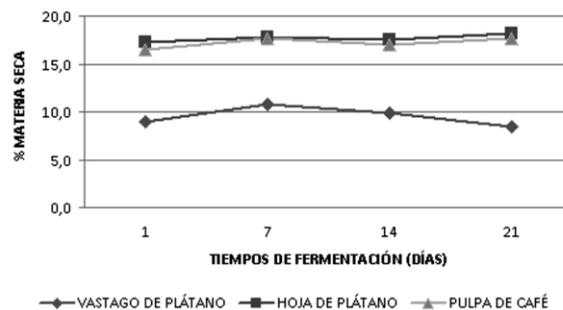


Figura 2. Comportamiento de la variable Materia Seca a través de los tiempos de fermentación

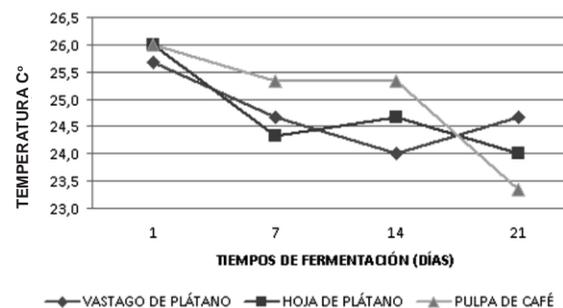


Figura 3. Comportamiento de la variable Temperatura a través de los tiempos de fermentación.

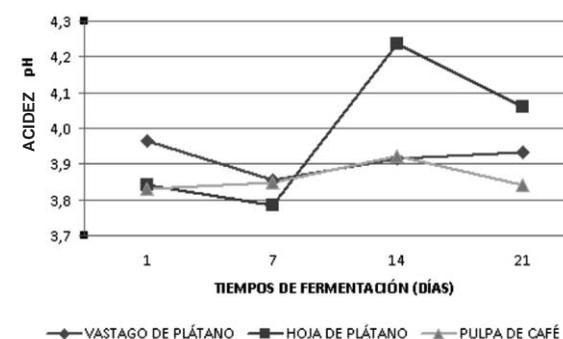


Figura 4. Comportamiento de la variable pH a través de los tiempos de fermentación.

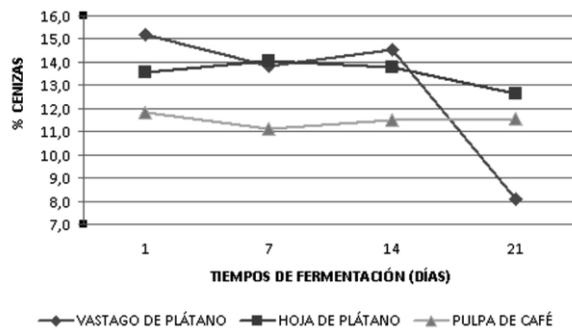


Figura 5. Comportamiento de la variable Cenizas a través de los tiempos de fermentación.

Los resultados obtenidos en la Fibra en Detergente Neutro (FDN) fueron: ensilajes de cereza de café 61,58 %, ensilajes de hoja de plátano 45,86 % y ensilajes de Vástago de plátano 50,69% los cuales son similares a los obtenidos por Pagán (2006) en ensilajes de residuos orgánicos de plantas procesadoras de piña y por Villa et al. (2010) en ensilajes de maíz en dos ecorregiones de Colombia registrando para clima frío una FDN de 53,2 % y para clima cálido 60,7 %. Los valores correspondientes a la Fibra en Detergente Acido (FDA) fueron 37,21 % para el ensilaje de cereza de café, 16,56 % para el ensilaje de hoja de plátano y para el ensilaje de vástago 15,14 % porcentajes inferiores a los encontrados por Villa et al. (2010) en ensilajes de maíz y superiores a los encontrados por Martínez et al. (2008) en ensilajes de estiércol, rastrojo de maíz y melaza.

## Referencias

- Bernal, J., Chaverra, H., 2000. El ensilaje en la alimentación del ganado vacuno. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). Tercer Mundo Editores. p. 43, 51.
- Betancourt, M., 2001. Efecto de la melaza, ácido fórmico y tiempo de fermentación sobre la ensilabilidad de la *Leucaenaleucocephala*. Trabajo de grado. LUZ Facultad de Agronomía. Luz Maracaibo. Venezuela. 84p.
- Betancourt, M., González, I., Martínez, M., 2006. Evaluación de la calidad de los forrajes. INIA/CIAE ZULIA, Maracaibo.
- Cárdenas, J., 2003. Calidad y valor nutritivo de ensilajes mixtos (gramíneas y especies arbóreas). Tesis Maestría en Producción Animal Tropical. Universidad Autónoma de Yucatán. Revista Tropical and Subtropical Agroecosystems, Vol. 2, Núm. 2, p. 91.
- Chedly, K., Lee, S., 2001. Ensilaje de subproductos agrícolas como opción para los pequeños campesinos. Depósito de documentos de la FAO. <http://www.fao.org/DOCREP/005/X8486S/x8486s08.htm> (consultado 2 de febrero 2011).
- De la Roza, B., 2005. El ensilado en zonas húmedas y sus indicadores de calidad. IV Jornadas de Alimentación Animal. Laboratorio de Mouriscade. Lalín (Pontevedra). Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario del Principado de Asturias.
- Garcés, A.M., Suárez, E., Serna, J.G., Ruíz, S., 2006. Evaluación de la calidad bromatológica del ensilaje de pasto kikuyo y maní forrajero. Revista Lasallista de Investigación. 3(002): 34 – 37.
- López, M., WingChing, R., Rojas, A., 2009. Características fermentativas y nutricionales del ensilaje de rastrojo de piña (*Ananascomosus*). Agronomía Costarricense 33(1): 1-15.
- Martínez, A., Mendoza, G., González, M., Gómez, A., Estrada, M., De la Cruz, E., Cruz, A., Brito, N., Pinos, J., 2008. Evaluación in vitro de un ensilado de estiércol, rastrojo de maíz y melaza. Revista Universidad y Ciencia. 24(003): 247-250.
- Maza, L., Vergara, O., Paternina, E., 2011. Evaluación química y organoléptica del ensilaje de maralfalfa (*Pennisetum* sp.) más yuca fresca (*Manihotesculenta*). Revista MVZCórdoba. 16(2):2528-2537.
- Meneses, M., 2003. Evaluación nutritiva y fermentativa del ensilado de dos subproductos agroindustriales, brócoli (*Brassicaoleracea* L. var. *Italica*) y alcochofa (*Cynaracolumbus*, L) para su empleo en alimentación animal. Tesis doctoral, Universidad de Murcia, España.
- Pagán, S., 2006. Caracterización del proceso fermentativo de ensilajes de residuos orgánicos de plantas procesadoras de piña (*Ananascomosus*) y china (*Citrus sinensis*) y su evaluación en dietas para avinos. Tesis de Maestría. Universidad de Puerto Rico.

## Conclusiones

Todos los ensilajes alcanzaron temperaturas alrededor de 23° C al cuarto tiempo de fermentación (21 días), temperatura ideal para que el proceso se lleve a cabo de una manera adecuada y el material ensilado pueda conservar sus propiedades tanto organolépticas como nutritivas, de igual forma el pH estuvo dentro de los niveles establecidos y permitidos como indicador de fermentación el valor más bajo de pH registrado fue el ensilaje de cereza de café (3,8), el ensilaje de hoja de plátano en el tiempo 4 de fermentación presentó el porcentaje de proteína más alto (14,45 %), seguido de los ensilajes de cereza de café (11,65 %) y vástago de plátano (5,25 %). En la evaluación organoléptica todos los ensilajes presentaron características aceptables dentro de los parámetros de calidad en las características de color, olor, humedad y textura.

## Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a los productores de la región quienes suministraron los residuos orgánicos para la elaboración de los ensilajes, a los estudiantes de 5<sup>o</sup> semestre de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por su apoyo en la elaboración de los ensilajes y al grupo de Investigación en Sistemas Agroforestales Pecuarios (SAFP) por su valioso apoyo.

- Ramírez, J.R., Pernía, R.D., Bautista, E.O., Clifford, M.N., Adams, M.R., 2002. Producción y caracterización de la pulpa de café ensilada. Producción, caracterización y utilización en alimentación animal. [http://www.funtha.gov.ve/doc\\_pub/doc\\_249.pdf](http://www.funtha.gov.ve/doc_pub/doc_249.pdf)(consultado 2 de marzo 2011).
- Sánchez, L., 2005. Conservación de forrajes en sistemas de producción bovina tropical. *Rev. Corpoica*. 6(2).
- Silveira, E., Franco, R., 2006. Conservación de forrajes. Volumen II. Revista electrónica de Veterinaria REDVET. No. 11. España. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111106/110606.pdf>. Consulta 2009.
- Villa, A., Meléndez, A., Carulla, J., Pabón, M., Cárdenas, E. 2010. Estudio microbiológico y calidad nutricional del ensilaje de maíz en dos Ecorregión de Colombia. *Rev Col Cien Pec*. 23(1). <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/view/539/495>. (consultado 14 de mayo 2011).
- Villalba, D.K, Poveda, C.A., 2009. Caracterización organoléptica, química y digestibilidad de dietas con presentaciones térmicas del fríjol mungo (*Vigna radiata*) para cerdos. Tesis de pregrado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad del Tolima 