

Ensilaje de pulpa de café con la aplicación de aditivos en el cantón Loja

Laps of coffee pulp with the application of additives in the canton Loja

Max Encalada C.¹
Paulina Fernández G.¹
Noheми Jumbo B^{1*}
Adriana Quichimbo²

¹Docentes-Investigadores de la Universidad Nacional de Loja

²Consultora Independiente

*Autor para correspondencia: ncjumbo@gmail.com

RECIBIDO: 06/10/2017

APROBADO: 08/12/2017

RESUMEN

La pulpa de café es un residuo que se desecha en suelos y ríos, generando contaminación por su alta demanda bioquímica de oxígeno y su rápida fermentación; desde el punto de vista químico la pulpa de café contiene cantidades importantes de proteína cruda de alta calidad y nitrógeno, por lo que es rica en estos elementos naturales al igual que las harinas de algodón o soya. También están presentes fibras crudas, ceniza, potasio, carbohidratos, grasas y otros compuestos que contienen altos valores de derivados fenólicos y taninos. El estudio se realizó en la Facultad Agropecuaria de la Universidad Nacional de Loja con el objetivo de determinar el valor nutricional del ensilado de la pulpa de café con la aplicación de aditivos, mediante el análisis de la composición química y las características organolépticas. Como aditivos se aplicó melaza y urea en distintas concentraciones. Las variables nutricionales mostraron cambios significativos como aumento progresivo de la proteína cruda y extracto etéreo y una disminución del extracto libre de nitrógeno a medida que se incrementó el porcentaje de urea. No se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos para materia seca, cenizas y fibra cruda. El pH de la pulpa ensilada estuvo en el rango considerado óptimo (3,9 - 4). La digestibilidad *in vivo* mostró valores por encima del 50 % en todos los tratamientos; las características organolépticas en todos los tratamientos presentaron condiciones favorables. En conclusión, la utilización de los aditivos contribuyó en la calidad nutricional y organoléptica del ensilaje de la pulpa de café.

Palabra claves: ensilaje, pulpa de café, urea, melaza, composición química, características organolépticas.

■ ABSTRACT

The coffee pulp is a waste that is discarded in soils and rivers, generating contamination by its high biochemical demand of oxygen and its fast fermentation; from the chemical point of view, the coffee pulp contains important amounts of high quality raw protein and nitrogen, making it rich in these natural elements such as cotton or soy flours. Also present are raw fibers, ash, potassium, carbohydrates, fats and other compounds which contain high values of phenolic derivatives and tannins. The study was carried out in the Agricultural Faculty of the National University of Loja with the objective of determining the nutritional value of the silage of the coffee pulp with the application of additives, through the analysis of the chemical composition and the organoleptic characteristics. Additives were molasses and urea in different concentrations. The nutritional variables showed significant changes such as progressive increase of the crude protein and ether extract and a decrease of the nitrogen-free extract as the percentage of urea increased. There were no significant differences between treatments for dry matter, ash and crude fiber. The pH of the ensiled pulp was in the range of 3.9 - 4, considered optimum. In vivo digestibility showed values above 50% in all treatments. The organoleptic characteristics in all treatments presented favorable conditions. In conclusion, the use of the additives, contributed to the nutritional and organoleptic quality of the silage of the coffee pulp.

Keywords: silage, coffee pulp, urea, molasses, chemical composition, organoleptic characteristics.

■ INTRODUCCIÓN

En la provincia de Loja, la ganadería constituye una de las actividades agropecuarias principales que genera trabajo y recursos económicos para la población. Sin embargo, existen dos épocas climáticas que determinan la producción bovina, siendo la época de bajas precipitaciones la que afecta considerablemente la disponibilidad de pastos y consecuentemente bajos rendimientos en la producción de leche y carne (ASOGAN-SD, 2013). Este aspecto exige la búsqueda de nuevas alternativas de producción, como es el caso del ensilaje elaborado a base de insumos alimenticios no tradicionales, a partir de materias primas que se pueden obtener de las actividades agrícolas.

En esta provincia las actividades ganaderas se combinan generalmente con el cultivo de café, como una estrategia económica. La producción anual de café en la provincia de Loja en el año 2009 fue de 8 161 t, de los cuales el 40 %, se beneficia por la vía húmeda, lo que genera una disponibilidad de 3 264 t de pulpa al año (COFENAC, 2009). Ante ello, se han generado diversas alternativas de uso de dicho subproducto buscando evitar procesos de contaminación; tales alternativas han estado en la producción de biogás, obtención de abono orgánico, producción de hongos comestibles, obtención de alcohol y vinos, obtención de carbón activado y en la alimentación animal (Menezes *et al.*, 2014).

Según Rathinavelu y Graziosi (2005), la pulpa del café puede reemplazar hasta un 20 % de los concentrados comerciales en la alimentación del ganado lechero, sin efectos perjudiciales y con un ahorro del 30 %. El ensilaje es un proceso que sirve para almacenar alimentos en tiempos de cosecha y suministrarlo en tiempo de escasez, conservando calidad y palatabilidad a bajo costo, permitiendo aumentar el número de animales por hectárea o la sustitución o complementación de los concentrados. Este tipo de alimento se emplea para manejar ganado en forma intensiva, semi-intensiva o estabulada (Garcés *et al.*, 2004); a fin de contribuir al conocimiento en este campo, el presente trabajo se orientó a determinar el efecto de aditivos melaza y urea en diferentes concentraciones de urea en perspectiva de brindar una alternativa para la alimentación de ganadería bovina

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se lo realizó en 2 fases: la primera que consistió en la elaboración del ensilaje y la segunda en la realización de las pruebas de laboratorio. Se utilizó pulpa de café fresca después de 24 horas del despulpado, procedente de la parroquia Lauro Guerrero, cantón Paltas (3° 58' 0.012" S - 79° 46' 0.12" O).

Considerando la homogeneidad de las unidades experimentales en el laboratorio se aplicó un diseño experimental completamente aleatorizado en el que los tratamientos se asignaron al azar y se realizó igual número de observaciones por tratamiento; las fuentes de variación consideradas fueron los tratamientos y el error experimental. Para el análisis de las características nutricionales se realizó un análisis de varianza a través de una prueba de Tukey ($p < 0,05$) con el siguiente modelo matemático: $Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$.

Las características organolépticas y de consumo se evaluaron por medio de parámetros que determinaron esas características valoradas en rangos estandarizados.

Metodología Experimental

Los tratamientos consistieron en la aplicación de aditivos urea y melaza en el ensilado de la pulpa de café durante 45 días. Los tratamientos aplicados fueron los siguientes: T1 (0 aditivos); T2 (pulpa + 0,5 % urea + 3,0 % de melaza); T3 (pulpa + 1,0 % urea + 3,0 % de melaza); T4 (pulpa + 1,5 % urea + 3,0 % de melaza).

Elaboración de los microsilos

El ensilado se realizó en tubos PVC (0,50 m de alto x 0,10 m de diámetro), a los mismos se les confeccionó tapas y en la base se realizaron agujeros para la evacuación de los líquidos. Se adaptaron al tubo fundas plásticas de polietileno calibre 6 color negro, con una capacidad de 3 kg. El microsilo se llenó manualmente en capas y se apisonó la pulpa de café para asegurar una adecuada compactación y eliminación del aire para garantizar un adecuado proceso de fermentación, en el proceso se fue colocando los niveles de urea y melaza en diferentes dosis (Tabla 1).

Una vez terminado el proceso del llenado, las fundas fueron cerradas herméticamente con abrazaderas plásticas expulsando todo el aire, se etiquetaron los microsilos y se ubicaron con

cuidado en un lugar fuera del alcance de roedores y otras fuentes de peligro, distribuidos de acuerdo al diseño experimental establecido. Los microsilos fueron abiertos a los cuarenta y cinco días posteriores a su elaboración para su evaluación.

Tabla 1. Dosis en gramos para cada tratamiento de urea más melaza aplicadas en el microsilo

Tratamientos (Urea + melaza)	Contenido de microsilo (kg)	Cantidad (g)	
		Urea	Melaza
T1 0,0 % + 0 %	3,0 kg	0,0	0,0
T2 0,5 % + 3 %	3,0 kg	15,0	90,0
T3 1,0 % + 3 %	3,0 kg	30,0	90,0
T4 1,5 % + 3 %	3,0 kg	45,0	90,0

Composición química:

Se analizó químicamente la pulpa sin ensilar para contar con referencia respecto a los cambios que por el ensilaje y los tratamientos se produjeron. A cada una de las muestras se les determinó el pH con el uso de un peachímetro. Para conocer la composición química se analizó materia seca (M.S) por medio de la deshidratación a 105 °C por secado directo en una estufa hasta peso constante, luego se molieron las muestras con un tamaño aproximado de 1mm para determinar las siguientes variables: ceniza (Cz), fibra cruda (F.C), extracto libre de nitrógeno (E.L.N), base seca (BS) mediante un análisis químico proximal o Weende siguiendo el procedimiento de la AOAC (1984)

La proteína cruda (P.C) se determinó utilizando el método Kjeldahl; la proporción de extracto etéreo (E.E) se evaluó por medio del método Soxhlet. La digestibilidad (DIVMS) fue realizada en el INIAP Estación Experimental Santa Catalina-Quito a través del método MO-LSAIA-23 y método de referencia U. Florida 1970.

Características Organolépticas:

Estas características se evaluaron al momento de abrir los ensilados, teniendo en cuenta las fichas de evaluación de ensilajes propuesta por Salguero (2005) y Betancourt (2006) (color, olor, textura y humedad) aplicando los parámetros de: excelente, bueno, regular y malo

■ RESULTADOS

Composición química de la pulpa sin ensilar

Los resultados encontrados en la pulpa sin ensilar que se muestran en la Tabla 2, estuvieron en correspondencia con los informados por algunos autores (Rodríguez-Valencia, 2003; Noriega *et al.*, 2005).

Tabla 2. Composición química de la pulpa de café sin ensilar

Base de cálculo	Humedad	Ceniza	Extracto Etéreo	Proteína Cruda	Fibra Cruda	Extracto Libre de Nitrógeno	pH
Base seca	79,7 %	9,31 %	1,41 %	8,28	15,58 %	54,42 %	5

Composición química del ensilaje:

Como se observa en la Tabla 3, los valores menores en Materia Seca se presentaron en el tratamiento sin aditivo con diferencias significativas frente a los demás. Con respecto al porcentaje de Cenizas, estas no presentaron diferencias entre los tratamientos. Los valores mayores de la concentración de E.E se presentaron en los tratamientos con aditivos de melaza y urea; igual comportamiento se observó en la proteína cruda. La tendencia del E.L.N fue inversa a los contenidos de la proteína cruda, los valores disminuyeron con la adición de urea más la melaza. Se detectaron diferencias significativas a nivel de tratamientos, encontrándose con 1,5 % de urea los valores menores, este porcentaje disminuyó en comparación con la pulpa sin ensilar.

Los resultados de los valores de pH de los tratamientos mostraron una disminución en comparación con la pulpa de café sin ensilar a valores entre 3,9 y 4. Los resultados alcanzados en la digestibilidad del ensilado mostraron que no existió diferencia significativa entre los tratamientos.

Tabla 3. Efecto de los aditivos en la Materia Seca de la pulpa de café ensilada durante 45 días.

Tratamientos	Materia seca %	Ceniza %	Extracto Etéreo %	Proteína Cruda %	Extracto libre de nitrógeno %	Fibra Cruda %	pH	Digestibilidad in vivo de la materia seca
T1	18,31 b	12,34 a	1,83 b	12,56 c	53,80 a	19,47 a	3,90 a	50,27 a
T2	19,56 ab	10,87 a	2,16 ab	20,70 b	47,60 b	18,68 a	4,00 a	50,27 a
T3	19,94 a	12,52 a	2,29 ab	22,84 b	44,26 b	18,09 a	4,03 a	56,48 a
T4	20,35 a	11,41 a	2,60 a	31,68 a	34,95 c	19,36 a	4,03 a	56,92 a
n	3	3	3	3	3	3	3	3
E.E	0,32	0,47	0,15	1,52	1,11	0,72	0,05	2,85
Media	19,54	11,79	2,22	21,95	45,15	18,9	3,99	53,49
R2	0,91	0,04	0,98	0,96	0,97	0,03	0,77	0,83

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

n = repeticiones

E.E.= Error estándar

Características organolépticas de la pulpa de café ensilada

En relación a estas características, se obtuvo un olor bueno en los tres tratamientos con melaza y urea, el color se presentó como excelente en los tratamientos T1 a T3 y fue regular en T4, la textura fue excelente en todos los tratamientos y la mejor humedad estuvo dada en el tratamiento 1 (Tabla 4).

Tabla 4. Análisis organoléptico del ensilaje en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Indicadores organolépticos para la evaluación de ensilajes.			
	Olor	Color	Textura	Humedad
T1	Regular	Excelente	Excelente	Buena
T2	Bueno	Excelente	Excelente	Regular
T3	Bueno	Excelente	Excelente	Regular
T4	Bueno	Regular	Excelente	Regular

DISCUSIÓN

Los valores obtenidos de la composición química de la pulpa de café sin ensilar presentó valores altos, bajos y similares en relación con los reportados por Munguía (2015) y Granda (2016) quienes encontraron en pulpa de café fresca valores de 26,53 % M.S; 3,16 % (Cz), 2,30 % (E.E); 9,12 % (P.C), 16,28 % (F.C) y 60,39 % (E.L.N), indicando que existieron diferencias en algunos resultados y que posiblemente los valores altos y bajos obtenidos fueron producto del beneficio del café, condiciones agroecológicas de las zonas de producción, variedad y manejo del cultivo, las cuales influyen directamente en la composición bromatológica de la pulpa. Otra razón está relacionada con el tiempo en el cual fueron tomadas las muestras para los análisis que en este caso fue después de 24 horas del despulpado.

Con relación a las características organolépticas de la pulpa de café ensilada: olor, color, textura fueron excelentes; sin embargo, en humedad se obtuvo resultados de bueno y regular; Agricultural Rural Development (2004) argumenta que características similares obtenidas en investigaciones anteriores se puede considerar un buen indicador del valor nutritivo global esperado de materiales de ensilaje. Villalba (2011) reportó un olor regular para la pulpa de café con la adición de 5 % de melaza. Los olores encontrados en los diferentes tiempos de fermentación (ligeramente agradable - LA y agradable - A) son característicos debido al descenso del pH que ocasiona la desaparición de bacterias nocivas y la proliferación de bacterias lácticas que confieren al ensilaje un olor agradable y evitan la formación de cantidades suficientes de ácido butírico que produce amoníaco, aumenta el pH y por consiguiente ocasiona olores desagradables y la pérdida total o parcial del ensilaje Pagán (2006). La ventaja del buen olor está relacionada con la preferencia y mayor consumo por parte del animal.

Se reconoce que la apariencia y el color del ensilaje de pulpa de café son característicos del proceso de ensilado, después de haber desarrollado una fermentación anaeróbica adecuada Solomon (1991). Al respecto, los tratamientos con el 0 % y 1 % de urea presentaron un color excelente y más parecido al original (antes de ensilar), mientras que con la adición de 1,5 % de urea presentó un color más oscuro calificado como regular, lo cual se debió a que la pulpa de café tiende a cambiar su color original a una más oscuro por efecto de la oxidación (Castañeda, 1999). Se ha informado que existe un cambio en el color de la pulpa de café de color marrón a negro cuando los ensilajes se exponen al aire, lo cual se atribuye a reacciones enzimáticas causadas por la oxidación de los polifenoles o quinonas, las que, a su vez se combinan con aminoácidos libres y proteínas para dar complejos de coloración oscura Solomon (1991).

Respecto a la humedad en los tratamientos T2, T3, T4 tuvieron una evaluación como regulares en su contenido de agua, mientras que el T1 tuvo una evaluación como buena, Betancourt *et al.*, (2006), señalan 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. Finalmente en cuanto a la textura todos los tratamientos fueron evaluados excelentes, ya que la pulpa conservó todos sus contornos bien definidos, es decir presentaron sus características originales.

El proceso de beneficiado y la variedad del café pueden influir en la cantidad de materia seca del ensilado; los valores de MS del con la aplicación de aditivos se encontraron dentro de los rangos reportados por Bautista (2005) y Munguía (2015) de 15,40 % y 18,84 % respectivamente. El promedio obtenido en los tratamientos fue del 19,54 %, dicho valor no supera el mínimo contenido requerido para asegurar una buena calidad en la fermentación del ensilado el cual es el 20 % (Munguía, 2015). Por otro lado, los valores de MS del ensilaje con la aplicación de aditivos, en el T4 (20,35 %) mantuvo su contenido en comparación con la pulpa inicial (20,32 %), manteniéndose en un rango óptimo según Munguía (2015). Estos valores desempeñan un papel muy importante en la calidad fermentativa y nutritiva final del ensilaje, al controlar el crecimiento de *Clostridium*, disminuir la actividad fermentativa y la producción de efluentes e incrementar el consumo (Ojeda *et al.*, 1991).

El contenido de ceniza antes de la biofermentación fue de 9,31 % y luego de la biofermentación de 11,78 % corroborando lo dicho por Jiménez (2014) y Benítez (2016) que indican que los valores de las cenizas aumentan con la biofermentación; valores que están en relación con lo reportado por Granda (2016) 10,05 %, y Benítez (2016) 9,9 %, pero por debajo a lo reportado por Noriega (2008) (16,69 %). Mier (2009) señala que las cenizas indican el contenido mineral de un alimento; sin embargo, si el porcentaje es alto, mayor del 15 % sobre MS, es seguro que hubo contaminación con tierra. En cuanto a las cenizas se ha identificado que incrementan a medida que aumenta el tiempo del ensilaje. Es importante disponer en la pulpa de un alto contenido de ceniza que pueda proporcionar niveles apropiados de minerales necesarios para enriquecer las dietas para animales (Noriega 2008).

Con relación al Extracto Etéreo (E.E), la inclusión de la urea más melaza incrementó en el contenido de EE, con variaciones que fueron desde 2,16 % (T2) hasta 2,6 % (T4), mientras que el testigo alcanzo valores 1,81 %. El análisis de varianza indicó diferencias significativas entre el T4 y T1, mientras que entre el T4, T3 y T2 no se observaron diferencias significativas. El tratamiento T4 presentó el valor más alto, valor que se encuentra por debajo del señalado por Ferrer *et al.*, (1995) de 5,02 %. Las diferencias de los valores se deben al tiempo de ensilaje y a los aditivos utilizados. Munguía (2015), que ensiló la pulpa de café con el 5 % de melaza obtuvo un valor de 1,48 %; por su parte Granda (2016), fermentó la pulpa durante 24 horas y con una adición de 1,5 % de urea obtuvo un promedio de 2,6 % lo cual está en relación con los valores reportados en esta investigación. La grasa de la pulpa de café varía de 1,4 a 3 %, constituyéndose un nutriente de poca importancia para la alimentación animal (Munguía, 2015).

Los valores proteínicos del ensilaje de la pulpa, en los cuales se incorporó urea más melaza, fueron mayores respecto a la inicial (sin ensilar), este incremento fue debido al crecimiento bacteriano producido en la fermentación y la liberación de nitrógeno por parte de la urea y al tiempo del ensilado. Noriega (2008) y Benítez (2016), encontraron el 30,52 % y 27,16 % respectivamente, dichos valores se encuentran en relación con la presente investigación que a medida que se incrementó la dosis de urea incrementaron los porcentajes en los tratamientos. Según Puertas (2012), las proteínas constituyen el 0,9 % del peso húmedo de la pulpa del fruto de café maduro y fresco; además, estas son componentes de las enzimas y aportan nitrógeno y azufre para el desarrollo de microorganismos. González (1990), clasifica a los forrajes y otros alimentos para animales como de regular calidad cuando contiene valores de 7 a 9 % de proteína y de buena calidad con valores comprendidos entre 9 y 11 %; lo que significa que si se ensila la pulpa con 0; 0,5 y 1 % de urea el ensilaje es bueno para utilizarlo como alimento por los altos valores proteicos que se consigue.

Los valores de fibra cruda en los tratamientos con la inclusión de urea más melaza ensilada durante 45 días permanecieron similares, es decir no existió un incremento significativo entre los tratamientos. Sin embargo en comparación con el valor de la pulpa fresca, cuyo valor fue de 15,38 %, incrementó con al 19,47 % siendo T1 el cual presentó el valor más alto, seguido del T4, T2 y T3; por tanto se puede acotar que todos los tratamientos presentaron similitud, encontrándose un promedio de 18,9 %, los niveles de inclusión de la urea no influyeron en un aumento del contenido de F.C. Morgan (2013) obtuvo 19,95 % de F.C en pulpa enriquecida con urea y melaza; Granda (2016) encontró porcentajes de 11,11 % y 16,74 %, valores que se encuentran por debajo a los reportados en la presente investigación, esto podría deberse al tiempo del ensilado.

Noriega (2008), señala que similar al comportamiento de las cenizas y proteína cruda los porcentajes de fibra aumentan con el tiempo de ensilaje; también encontró el 36,42 % de fibra cruda en la pulpa de café ensilada valor superior al de la investigación, esto podría deberse al tiempo en que ensiló el material ya que dicho resultado es a los 240 días mientras que el del presente trabajo fue a los 45 días. Según Valdivia (2006), los alimentos que contienen un menor contenido de fibra inducen a un mayor consumo de mismo.

La tendencia del Extracto libre de nitrógeno (E.L.N) fue inversa a los contenidos de la proteína cruda, los valores disminuyeron con la adición de urea más la melaza. Se detectaron diferencias significativas a nivel de tratamientos, encontrándose con 1,5 % de urea valores menores, este resultado disminuyó considerablemente en comparación con la pulpa sin ensilar. Según Noriega (2008), al ensilar la pulpa de café con el 5 % de melaza en 240 días se obtuvo un valor de 10,93 % de E.L.N, comparando dicho valor con el 34,95 % resulta por debajo de los resultados de la presente investigación, lo cual puede atribuirse al tiempo del ensilado y al uso de los aditivos.

En la formulación de un determinado alimento se desea un bajo valor de extracto libre de nitrógeno, pero altos valores de otros compuestos como proteína, grasa y en algunos casos de fibra, lo cual depende del tipo de especie animal a la que se le suministre la pulpa de café como sustituyente en dietas. Ferrer *et al.*, (1995) señalan que fracciones con altos valores de extracto libre de nitrógeno limitan la utilización de la pulpa de café en la alimentación de bovinos, aunque ese obstáculo se eliminaría con la incorporación en las raciones de melaza y tubérculos en la dieta de bovinos, aunque ese obstáculo se eliminaría con la incorporación en las raciones de melaza y tubérculos en

la dieta. Los valores de pH de los tratamientos disminuyeron en comparación con la pulpa de café sin ensilar a valores entre 3,9 y 4. Esto pudo deberse a la producción de lactobacilos acidófilos que se hacen presente a las 72 horas, estas bacterias producen ácido láctico, el cual hace que el pH disminuya; dicha disminución según Benítez (2016) se atribuye al consumo del sustrato y la reducción de las bacterias debido a las mismas condiciones ácidas. La importancia del pH radica en su vinculación con los procesos degradativos que se producen.

Los valores de pH obtenidos en este trabajo indicaron que ensilar pulpa de café proporciona condiciones ambientales favorables, valores de 4,5 son indicadores de una fermentación anaeróbica adecuada y cuando se alcanzan valores de 4,2 se logra estabilidad fermentativa (Ojeda *et al.*, 1991). Los valores encontrados en este trabajo 3,9 – 4, están en relación con los reportados por Munguía (2015) de 3,90 al ensilar únicamente pulpa de café y fueron muy similares a los obtenidos por Ramírez *et al.*, (2002) al ensilar la pulpa de café enriquecida con aditivos. Mayorga (2005), manifiesta que en el proceso del ensilaje es importante que las condiciones proporcionen un ambiente con pH de 4,2 que inhibe el crecimiento de agentes patógenos y conserva las características nutricionales del producto ensilado. El pH tiene una alta correlación con la calidad del producto a valores de 4,5 y superiores.

Los resultados alcanzados en la digestibilidad del ensilado, mostraron que no existe diferencia significativa entre los tratamientos. El uso más común de la DIVMS es para estimar el contenido de energía metabolizable (E.M) del alimento; al respecto Di Marco (2011) considera un forraje de buena calidad si presenta el 70 % de digestibilidad de la materia seca, menos del 50 % de F.D.N y más del 15 % de proteína bruta (PB); mientras que es de baja calidad si la DIVMS es menor al 50 %, la F.D.N mayor al 65 % y la PC menor al 8 %. La pulpa de café ensilada en los tratamientos presentaron un aceptable coeficiente de digestibilidad entre el 50,27 al 56,92 %, convirtiéndolo así al ensilaje como digerible para los bovinos y con alto contenido de proteína.

Ferrer *et al.*, (1994) señalan que la digestibilidad de la pulpa de café presenta una relación directamente proporcional a la cantidad de cafeína, taninos y una relación inversamente proporcional al contenido de lignina, siendo la digestibilidad de la pulpa de café ensilada y fresca de 55,38 % y 47,20 % respectivamente, los valores obtenidos están en relación con los de la investigación. Vivanco (2016) presentó en la PCF un aceptable coeficiente de digestibilidad con el 57,78 % lo que permite un aporte energético de 2,08 Mcal/kg de materia seca. La inclusión de ensilado de la pulpa de café en la dieta de animales de granja podría contribuir a reducir los costos de producción de leche y carne, especialmente en los países de desarrollo (Rathinavelu y Graziosi, 2005)

CONCLUSIONES

El indicador de la fermentación (pH), se mantuvo en un rango óptimo (3,9-4) en todos los tratamientos, presentando condiciones favorables para la fermentación y conservación del material ensilado. Ensilar la pulpa de café con 1,5 % de urea más el 3,0 % de melaza es una alternativa para mejorar la calidad de la misma y conservarla.

La evaluación organoléptica en los tratamientos demostró características aceptables dentro de los parámetros de calidad en las características de color, olor, humedad y textura.

Se recomienda realizar futuras pruebas de palatabilidad debido a que la presencia de taninos y cafeína disminuye la aceptabilidad y la palatabilidad de la cáscara del café por los animales. Realizar nuevos trabajos de investigación de ensilaje pulpa de café con el uso de otros aditivos en donde se incluyan análisis de cafeína, fenoles y taninos ya que son escasos los datos sobre estos parámetros.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. (1984). *Official Methods for Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*, 14th edition. AOAC international. Volumen 1-2.
- AAFRD (Alberta Agriculture, Food and Rural Development). (2004). Visual evaluation of silage quality. Segunda edición. Disponible en <http://archive.org/stream/silagemanual00maca>.
- ASOGAN-SD Asociación de Ganaderos de Santo Domingo. (2013). Producción de ensilaje abastece a ganaderos Loja, Zamora y El Oro. Disponible en: <http://asogansd.com/produccion-de-ensilaje-abastece-ganaderos-loja-zamora-y-el-oro/>
- Bautista, O., Pernía, D., Barrueta, C. y Useche, M. (2005). Pulpa ecológica de café ensilada en la alimentación de alevines del híbrido de cachamay (*Colossoma macropomun* x *Piaractus brachyomus*). Rev. Cien. Fac. Cien. Vet. LUZ. 15(1):33-40.
- Benitez, A. (2016). *Utilización de diferentes niveles de urea en la dinámica de fermentación de la pulpa de café para uso en la alimentación de rumiantes en la provincia de Loja*. Tesis previo a la obtención del título de Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad Nacional de Loja.
- Betancourt, M., González, I. y Martínez, M. (2006). Evaluación de la calidad de los forrajes. Engormix. Disponible en: <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/evaluacion-calidad-forrajes-t26728.htm>
- Castañeda, A. y Cárdenas, P. (1999). *Caracterización nutricional y de digestibilidad de ensilajes de vísceras de pescado enriquecidas con fuentes proteicas y energéticas para la alimentación en cerdos*. 135p. Tesis de grado en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad del Tolima, Ibagué.
- COFENAC (Consejo Cafetalero Nacional). (2009). Informe técnico.
- Di Marco, O. (2011). Estimación de calidad de los forrajes. Buenos Aires Argentina. Facultad de Ciencias Agrarias, sitio Argentino de Producción Animal 20 (240):24-30.
- Ferrer, J., Páez, G., Chirino, M. y Mármol, Z. (1995). Ensilaje de la pulpa de café. *Rev. Fac. Agron. Luz, Venezuela*. 12: 417-428
- Garcés, A., Berrio, L., Ruíz, S., Serna, J. y Builes, A. (2004). Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista Lasallista de Investigación*. Vol.1, núm. 1. 66 p.
- González, N. (1990). Alimentación animal. América, C.A. México. 319 p.
- Granda, D. (2016). *Estudio de la dinámica de fermentación de la pulpa de café con diferentes*

- niveles de urea y suero de leche para uso en la alimentación de rumiantes en la provincia de Loja*". Tesis de grado previa a la obtención del título de Médica Veterinaria Zootecnista. UNL.
- Jiménez, M. (2014). *Evaluación del efecto de diferentes niveles de suero de leche y el tiempo de fermentación en los indicadores fermentativos de la pulpa de café para uso en la alimentación de rumiantes*. Tesis de grado previa a la obtención del título de Médica Veterinaria Zootecnista. UNL. Loja, Ecuador.
- López, M., WingChing, R. y Rojas, A. (2009). Características fermentativas y nutricionales del ensilaje de rastrojo de piña (*Ananas comosus*). *Agronomía Costarricense* 33(1): 1-15.
- Mayorca, E. (2005). La pulpa de café: Residuo o alimento. Universidad Central del Ecuador, Quito. Disponible en: <http://www.urg.es/ri/anteriores/dia103/d28-3.htm>.
- Menezes, E., Do Carmo, J., Alves, A., Menezes, I., Guimaraes, F. y Pimienta, C. (2014). Optimization of alkaline pretreatment of coffee pulp for production of bioethanol. *Biotechnol. Progr.* 30:451-462.
- Mier, M. (2009). *Caracterización del valor nutritivo y estabilidad aeróbica de ensilados en forma de microsilos para maíz forrajero*. Trabajo de fin de master, Universidad de Córdoba, Argentina.
- Munguía, G. (2015). Comportamiento, producción y características de la canal en ovinos alimentados con pulpa de café. Tesis de Maestría., Colegio de Posgraduados, Montecillo, México.
- Noriega, A., Silva, A. y García, M. (2008). Utilización de la pulpa de café en la alimentación animal. *Zootec.Trop.* 26:411-419.
- Noriega, A., Silva, R. y García, M. (2009). Composición química de la pulpa de café a diferentes tiempos de ensilaje para su uso potencial en la alimentación animal. *Zootecnia Trop.*, 27(2): 135-141.
- Ojeda, G., Cáceres, G. y Esperance, M. (1991). Conservación de forrajes. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba.
- Pagán, S. (2006). *Caracterización del proceso fermentativo de ensilajes de residuos orgánicos de plantas procesadoras de Piña (Ananas comosus) y su evaluación en dietas para ovinos*. 79p. Tesis de Maestría. Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico.
- Puertas, M., Rivera, E., Guzman, B., Rojano, C. y Pelaez, J. (2012). Comparación entre el estado de maduración del fruto de café (*coffe arabica L*), en el contenido de antocianinas y su capacidad antioxidante. *Rev. Cubana Plant.Med.*17:360-367.
- Ramírez, J., Pernía, R., Bautista, E., Clifford, M. y Adams, M. (2002). Producción y caracterización de la pulpa de café ensilada. Producción, caracterización y utilización en alimentación animal. Disponible en http://www.funtha.gov.ve/doc_pub/doc_249.pdf
- Rathinavelu, R. y Graziosi, G. (2005). Usos alternativos de los residuos y subproductos del café. Disponible en: <http://www.ico.org/documents/ed1967c.pdf>.

- Rodríguez, A. Valencia, N. (2003). *Ensilaje de pulpa de café. Avances Técnicos* 313. CENICAFÉ.
- Salguero, S. (2005). *Caracterización Organoléptica, Química y de Digestibilidad de Ensilajes con base de excretas de cerdos, como una alternativa de alimentación animal*. 155p. Tesis de grado en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad del Tolima, Ibagué.
- Solomon, D. (1991) The value of coffee pulp alone and in combination with other feeds in sheep nutrition in Ethiopia. *Small Ruminant Res.* 5:223-231.
- Villalba, D. Holguín, V. Acuña, J. y Piñeros, V. (2011). Calidad bromatológica y organoléptica de ensilajes de residuos orgánicos del sistema de producción café-musáceas. *Rev. Col. Cienc. Anim.* 4(1):47-52.
- Vivanco, L. (2016). *Estudio de digestibilidad in vitro de cuatro raciones a base de pulpa de café fermentada, para la alimentación de ovinos*. Tesis previa a la obtención del título de Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad Nacional de Loja.