UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TÍTULO:

ENSILAJE DE PULPA DE CAFÉ CON LA APLICACIÓN DE ADITIVOS, EN EL CANTÓN LOJA.

Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniera Agrónomo.

AUTORA:

Adriana Micaela Quichimbo Córdova.

DIRECTOR:

Ing. Max Encalada Córdova. Mg, Sc.

Loja – Ecuador

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE AGROPECUARIA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Ing. Max Enrique Encalada Córdova. Mg.Sc.
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFÍCO:

Que el presente trabajo de investigación titulado **" ENSILAJE DE PULPA DE CAFÉ CON LA APLICACIÓN DE ADITIVOS, EN EL CANTÓN LOJA"** de autoría de la señorita Egresada de la carrera de Ingeniería Agronómica: **Adriana Micaela Quichimbo Córdova**, ha sido desarrollado dentro del cronograma aprobado y a la planificación, metodologías y requisitos exigidos por la Facultad de Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, por lo que autorizo su publicación y presentación a las instancias correspondientes.

Loja, 14 de Marzo del 2017

.....

Ing. Max Enrique Encalada Córdova. Mg. Sc.
DIRECTOR DE TESIS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL

Una vez cumplida la reunión del tribunal de calificación del trabajo final de la tesis "**ENSILAJE DE PULPA DE CAFÉ CON LA APLICACIÓN DE ADITIVOS, EN EL CANTON LOJA**", de la autoría de la señorita **Adriana Micaela Quichimbo Córdova,** egresada de la Carrera de Ingeniería Agronómica, se propuso algunas correcciones, las mismas que han sido incluidas en el documento final.

En tal virtud, nos permitimos certificar que el trabajo final consolidado de investigación cumple con los requisitos de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, por lo tanto se autoriza continuar con los trámites correspondientes.

Loja, 13 de Abril del 2017

.....

Ing. Bolívar Cueva Cueva. Mg.Sc.

PRESIDENTE

.....

Ing. Klever Chamba Calliagua.

VOCAL

.....

Ing. Narcisa Urgiles Gómez. Ph.D.

VOCAL

AUTORIA

Yo, Adriana Micaela Quichimbo Córdova, declaro ser la autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Autora: Adriana Micaela Quichimbo Córdova.

Firma: .....

Número de Cédula: 1105424798

Fecha: 20/04/2017

CARTA DE AUTORIZACIÓN

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DE LA AUTORA PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

Yo, Adriana Micaela Quichimbo Córdova, declaro ser la autora de la tesis titulada **"ENSILAJE DE PULPA DE CAFÉ CON LA APLICACIÓN DE ADITIVOS, EN EL CANTON LOJA"** como requisito para optar al grado de; INGENIERA AGRÓNOMO, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Registro Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y el exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la cuidad de Loja a los veinte días del mes de abril del dos mil diecisiete, firma la autora.

Firma: .....

Autora: Adriana Micaela Quichimbo Córdova

Número de Cédula: 1105425798

Dirección: Avenida Occidental de paso, calles Eduardo Unda y Francisco Arias.

Correo electrónico: adri.quichimbo15@yahoo.com

Celular: 0981209163

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director de Tesis: Ing. Max encalada Córdova. Mg.Sc.

Tribunal de Grado: Ing. Bolívar Cueva Cueva Mg. Sc. **PRESIDENTE**

Ing. Narcisa Urgiles Mg. Sc. **VOCAL**

Ing. Klever Chamba Caillagua. **VOCAL**

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera muy especial a la Universidad Nacional de Loja, Facultad Agropecuaria de Recursos Naturales Renovables y a los docentes de la carrera de Ingeniería Agronómica, por haber impartido sus conocimientos para mi formación académica.

Expreso mi más sincero agradecimiento a los docentes, Ing. Paulina Fernández Mg. Sc., por su ayuda en las primeras instancias para el desarrollo de la presente investigación, así como también de manera especial al Ing. Max Encalada Córdova Mg.Sc., director de tesis por su apoyo técnico para la culminación con éxito de la misma.

De igual manera un agradecimiento cordial al Responsable del laboratorio de Bromatología, Ingeniero Vicente Apolo por su ayuda para el cumplimiento de la presente investigación.

Y a todas las personas, que de una u otra manera me supieron apoyar. A todos ellos mi más sincero agradecimiento.

Adriana Micalea Quichimbo Córdova.

DEDICATORIA

Este trabajo va dirigido de manera especial para mi querida madrecita LIBIA ESPERANZA CÓRDOVA, quien ha sido mi apoyo y pilar fundamental para poder culminar con éxito mi carrera universitaria, y a la vez quien ha sido padre y madre en todo momento y ha sabido brindarme su sacrificio, amor y consejos.

A mis hermanos MARY, ROBÍN Y PEDRO, por su comprensión y apoyo incondicional para seguir creciendo y superarme profesionalmente.

De igual manera para toda mi familia y amigos que supieron estar conmigo en los buenos y malos momentos, que con sus consejos supieron brindarme el apoyo necesario para no decaer y seguir adelante. A todos ellos dedico este trabajo fruto del esfuerzo y la dedicación perseverante.

Adriana Micaela.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN ii

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL iii

AUTORIA iv

CARTA DE AUTORIZACIÓN v

AGRADECIMIENTO vi

DEDICATORIA vii

ÍNDICE GENERAL viii

ÍNDICE DE FIGURAS xi

ÍNDICE DE CUADROS xiii

ÍNDICE DE ANEXOS xv

RESUMEN xvii

SUMMARY xvii

I. INTRODUCCIÓN 1

II. REVISIÓN DE LITERATURA 3

2.1. LA PULPA DE CAFÉ EN LA ALIMENTACIÓN BOVINA 3

2.2. ENSILAJE 4

2.2.1. Importancia del ensilaje 5

2.2.2. Fases del proceso del Ensilaje 6

2.2.3. Calidad del ensilaje 8

2.2.4. Tiempo del ensilaje 9

2.2.5. Indicadores de calidad nutritiva del ensilaje 10

2.3. SILOS 11

2.3.1. Tipos de Silos 11

2.4. PULPA DE CAFÉ 12

2.4.1. Composición química de la pulpa de café 12

2.4.2. Sustancias presentes en la pulpa de café 15
2.4.3. Digestibilidad de la pulpa de café 19
2.5. USO DE ADITIVOS EN EL ENSILAJE 20
2.5.1. Urea 20
2.5.2. Melaza 21
III. MATERIALES Y MÉTODOS 22
3.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO 22
3.1.1. Ubicación Política 22
3.1.2. Ubicación Geográfica 22
3.2. MATERIALES 23
3.2.1. Materiales utilizados en el invernadero 23
3.2.2. Materiales y Equipos de laboratorio 23
3.2.3. Equipos y Materiales de oficina 24
3.3. METODOLOGÍA 24
3.3.1. Diseño Experimental 24
3.3.2. METODOLOGÍA GENERAL 26
3.3.3. Metodología para el primer objetivo 27
3.3.4. Metodología para el segundo objetivo 35
3.3.5. Metodología para el tercer objetivo 35
IV. RESULTADOS 36
4.1. Composición química de la pulpa de café fresca (sin ensilar) 36
4.2. Características organolépticas de la pulpa de café ensilada 36
4.3. Composición química de la pulpa de café ensilada 37
4.3.1. pH 37
4.3.2. Materia Seca (MS) 37

4.3.3. Cenizas (Cz) 38
4.3.4. Extracto Etéreo (EE) 38
4.3.5. Proteína Cruda (PC) 39
4.3.6. Fibra cruda (FC) 39
4.3.7. Extracto Libre de Nitrógeno (ELN) 40
4.3.8. Digestibilidad *In vivo* de la materia seca (*DIVMS*) 40
4.4. Costos de producción 41
V. DISCUSIÓN 42
VI. CONCLUSIONES 47
VII. RECOMENDACIONES 48
VIII. BIBLIOGRAFÍA 49
IX. ANEXOS 56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del ensayo; A: Mapa del Ecuador, provincia de Loja, parroquia San Sebastián; B: Barrio la Argelia; C: Laboratorio de Bromatología de la Facultad Agropecuaria de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional de Loja…….. 22

Figura 2. Pulpa de café fresca obtenida de la parroquia Lauro Guerrero, cantón Paltas. Septiembre 2016…… 59

Figura 3. Materiales utilizados para la elaboración del ensilado, A: Tubos PVC (0.50cm alto x 0.10cm diámetro), B: Fundas de polietileno para elaboracion de ensilajes……. 59

Figura 4. Aditivos utilizados en la elaboración del ensilaje, A: urea, B: Melaza…….. 60

Figura 5. Proceso de elaboración del ensilaje: a) adaptación de la fundas en el microsilo; b) llenado del microsilo con la pulpa de café; c) adición de urea a la pulpa de café; d) distribución de microsilos de acuerdo al diseño experimental…… 61

Figura 6. Evaluación de las características organolépticas, basada en la ficha establecida por Betancourt (2001) para ensilajes: a) apertura del micro silo; b) evaluación del olor mediante el olfato; c) evaluación de la humedad mediante el tacto; d) evaluación del color…….…. 62

Figura 7. Determinación de la aceptabilidad del ensilaje de pulpa de café de los bovinos…….. 62

Figura 8. A; Toma de muestras de los tratamientos con sus respectivas repeticiones, B: Ingreso al laboratorio de Bromatologia, de la Universidad Nacional de Loja…….…… 63

Figura 9. Molido de las muestras para el análisis Bromatológico……. 63

Figura 10. Determinación de Fibra Cruda (FC), en el ensilado de la pulpa de café…… 64

Figura 11. Determinación de Proteina Cruda (PC) de la pulpa de café Ensilada…… 64

Figura 12. Determinacion de cenizas (Cz) de la pulpa de café Ensilada……. 65

Figura 13. Difusión de los resultados preliminares a los estudiantes del sexto ciclo de la Carrera de ingeniería agronómica……. 65

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química de la pulpa de café……. 14

Cuadro 2. Composición química de la pulpa de café ensilada durante 0, 90, 120 y 240 días, Noriega, 2009…….. 15

Cuadro 3. Tipos de aditivos para ensilados (De la Roza Begoña, 2005)……. 20

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos referente a los diferentes niveles de inclusión urea más melaza……. 24

Cuadro 5. Dosis en gramos de urea más melaza aplicadas en el microsilo……... 26

Cuadro 6. Evaluación organoléptica del color y olor de ensilajes……. 27

Cuadro 7. Indicadores organolépticos para la evaluación de ensilajes por Betancourt, 2006…… 28

Cuadro 8. Composición química de la pulpa de café fresca sin ensilar, procedente de la parroquia Lauro Guerrero, cantón Paltas…….. 36

Cuadro 9. Análisis organoléptico del ensilaje en los diferentes tratamientos…… 36

Cuadro 10. Efecto de los aditivos en el pH de la pulpa de café ensilada durante 45 días….. 37

Cuadro 11. Efecto de los aditivos en la Materia Seca de la pulpa de café ensilada durante 45 días…… 37

Cuadro 12. Efecto de los aditivos el contenido de Cenizas en la pulpa de café ensilada durante 45 días…….. 38

Cuadro 13. Efecto de los aditivos el contenido de grasa en la pulpa de café ensilada durante 45 días…… 38

Cuadro 14. Efecto de los aditivos el contenido de Proteína Cruda en la pulpa de café ensilada durante 45 días……. 39

Cuadro 15. Efecto de los aditivos el contenido de Fibra cruda en la pulpa de café ensilada durante 45 días…… 39

Cuadro 16. Efecto de los aditivos el contenido de ELN en la pulpa de café ensilada durante 45 días…… 40

Cuadro 17. Digestibilidad in vivo del ensilaje de pulpa de café…… 40

Cuadro 18. Costo de los rubros utilizados para la elaboración del ensilaje a base de pulpa de café…….. 41

Cuadro 19. Costos por kilogramo de cada tratamiento utilizado para el ensayo…… 41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultado del análisis de la pulpa de café fresca (Sin ensilar)…….. 56

Anexo 2. Resultado del análisis de la pulpa de café ensilada durante 45 días…….. 56

Anexo 3. Análisis de Digestibilidad *in vivo* del ensilado de la pulpa de café…….. 58

Anexo 4. Pulpa de café fresca……. 59

Anexo 5. Materiales utilizados en el proceso del Ensilaje…… 59

Anexo 6. Aditivos empleados en la elaboración del Ensilaje…… 60

Anexo 7. Proceso de elaboración del Ensilaje…….. 60

Anexo 8. Apertura de los microsilos y toma de muestras……. 61

Anexo 9. Aceptabilidad del ensilaje por bovinos…….. 62

Anexo 10. Análisis del bromatológico de las muestras de la pulpa ensilada…….. 63

Anexo 11. Preparación de las muestras para el análisis bromatológico……. 63

Anexo 12. Determinación de la composición química de la pulpa ensilada…….. 64

Anexo 13. Socialización de los resultados por parte de la tesista……..... 65

Anexo 14. Planificación de la socialización de los resultados a estudiantes y egresados de la Carrera de Ingeniería Agronómica……...…… 66

Anexo 15. Tríptico de resultados entregado en la socialización…….. 67

Anexo 16. Tabla de costos de producción para producir 36 Kg de ensilaje de pulpa de café……...……..... 69

“ENSILAJE DE PULPA DE CAFÉ CON LA APLICACIÓN DE ADITIVOS, EN EL CANTÓN LOJA”.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el invernadero de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables y laboratorio de Bromatología de la Universidad Nacional de Loja. El objetivo fue determinar el valor nutricional del ensilado de la pulpa de café con la aplicación de aditivos, mediante la composición química y características organolépticas, como una alternativa para la alimentación bovina. Se evaluaron 4 tratamientos con 3 repeticiones (T1: Testigo; T2: 0.5% de urea más 3.0 % de melaza; T3: 1% de urea más 3% de melaza y T4: 1.5% de urea más 3% de melaza). La composición química se determinó a través del análisis de Materia Seca (MS), Cenizas (Cz), Fibra Cruda (FD), Proteína Cruda (PC), Extracto Etéreo (EE), Extracto libre de nitrógeno, Digestibilidad (DIVMS) y pH. Las variables organolépticas que se evaluaron fueron: color, olor, textura y humedad, las cuales se realizó mediante una ficha para ensilajes por medio de los sentidos. Para evaluar las variables nutricionales del ensilaje, se utilizó un diseño completamente aleatorizado en donde las unidades experimentales estaban representadas por microsilos de capacidad de 3Kg, empacadas en tubos PVC y bolsas de polietileno calibre 6 durante un periodo de 45 días, los datos se analizaron mediante un análisis de varianza y las medias fueron comparadas utilizando la prueba de Tukey ($p<0.05$). Las variables nutricionales mostraron cambios significativos como un aumento progresivo de la proteína cruda y extracto etéreo y una disminución del extracto libre de nitrógeno con el T4, mientras que diferencias no significativas entre los tratamientos para materia seca, cenizas y fibra cruda. El pH de la pulpa ensilada estuvo en rangos de 3.9 – 4, siendo esto óptimos dentro de los parámetros establecidos. La digestibilidad *in vivo* mostró valores por encima del 50% en todos los tratamientos, constituyéndose la pulpa de café digerible por el animal. Las características organolépticas para todos los tratamientos presentaron condiciones favorables. En conclusión la utilización de los aditivos en el ensilaje, contribuyó en la calidad nutricional del ensilaje de la pulpa de café y sus características organolépticas.

Palabras clave: ensilaje, pulpa de café, urea, melaza, composición química, características organolépticas.

SUMMARY

The current research work was carried out in the greenhouse of the Faculty of Agriculture and Natural Renewable Resources and Laboratory of Bromatology of the National University of Loja. The objective was to determine the nutritional value of silage of the coffee pulp with the application of additives, through the chemical composition and organoleptic characteristics, as an alternative for the bovine feed. Four treatments with three replicates (T1: control, T2, 0.5% urea plus 3.0% molasses: T3, 1% urea plus 3% molasses and T4: 1.5% urea plus 3% molasses). The chemical composition was determined through the analysis of Dry Matter (DM), Ash (Cz), Crude Fiber (FD), Crude Protein (PC), Ethereal Extract (EE), Nitrogen Free Extract, Digestibility and Ph. The organoleptic variables that were evaluated were: color, odor, texture and humidity, which was made through of a tab for silage by means of the senses. In order to evaluate the nutritional variables of silage, a completely random design was performed in which the experimental units were represented by micro-silos of 3 kg of capacity, packed in PVC tubes and bags of polyethylene 6 gauge during a period of 45 days, the data was analyzed through an analysis of variance and the measures were compared using the Tukey test ($p < 0.05$). The nutritional variables showed significant changes such as the progressive increase of the crude protein and ethereal extract and a decrease of the nitrogen-free extract in the T4, whereas non-significant differences between treatments for dry matter, ash and crude fiber. The pH of the ensiled pulp was in ranges of 3.9 - 4, being this optimal within the established parameters. In vivo digestibility showed values above 50% in all treatments, constituting the coffee pulp digestible by the animal. The organoleptic characteristics for all treatments presented favorable conditions. The use of additives in silage contributed to the nutritional quality of the silage of the coffee pulp and its organoleptic characteristics.

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

I. 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 una de esta las bajas precipitaciones que afectan considerablemente la disponibilidad de pastos llevando consigo bajos rendimientos en la producción de leche y carne. Este aspecto que exige la búsqueda de nuevas alternativas de producción, como es el caso del ensilaje, elaborado a base insumos alimenticios no tradicionales, a partir de materias primas que se pueden obtener de las actividades agrícolas.

La provincia de Loja, por su topografía tiene un carácter ganadero, lo que se evidencia en el 33% de suelos con pastos naturales y 9% con pastos cultivados (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2016). La mayor parte de la ganadería se desarrolla en territorios no aptos para esta actividad y su sistema de explotación intensivo (pastoreo) agudiza el problema de la expansión de la frontera agrícola especialmente en territorios sensibles como el bosque húmedo tropical con alta biodiversidad (Agenda Zonal 7, 2015).

En Loja, el proceso de beneficio húmedo del café genera grandes volúmenes de pulpa, que no tiene un uso y destino adecuado; y que pueden estar causando afecciones al medio ambiente. La producción anual de café en la provincia de Loja, es de 180.320 qq de los cuales el 40%, es decir 108.192 qq se benefician por la vía húmeda, lo que genera una disponibilidad de 48.686 qq de pulpa al año (Consejo Cafetalero Nacional, 2009).

Estudios realizados en México, Venezuela, Brasil, Panamá y Ecuador han logrado demostrar, a través de la práctica del ensilaje aplicado a la pulpa de café, la eliminación parcial o total de sustancias antinutricionales para que pueda ser utilizada como alimento animal en distintas especies, con diferentes porcentajes de inclusión (Castellón, 2006).

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 método utilizado para conservar forrajes, donde el material se almacena durante un tiempo considerado idóneo para el productor y se usa principalmente en la época de sequía como fuente alimenticia para rumiantes y no rumiantes (Stefanie, 1999).

El empleo de aditivos en el proceso de ensilado, tiene como fin contribuir a la creación de condiciones óptimas que permitan mejorar la conservación y valor nutritivo del ensilado. Los aditivos se pueden agrupar en cuatro grandes categorías: los estimulantes de la fermentación (enzimas, cultivos microbianos y substratos), los inhibidores de la fermentación (esterilizantes directos e indirectos y acidificantes directos), absorbentes (naturales y sintéticos) y los inhibidores de la descomposición anaeróbica.

El ensilado de la pulpa de café es una contribución importante para optimizar el funcionamiento de los sistemas de producción bovina cuando existen épocas de escases de forrajes. La suplementación con subproductos agrícola como la pulpa de café, constituye una buena alternativa para mejorar la alimentación de los bovinos, ya que permite corregir dietas desbalanceadas por alto contenido nutricional.

Es por ello que el presente trabajo de investigación se orientó a determinar el efecto de aditivos como es la urea con dosis de (0, 0,5, 1 y 1,5%) y melaza (3%) en el ensilado de la pulpa de café; así mismo realizar la comparación de la calidad nutricional de los tratamientos para establecer el más apropiado y poder recomendarlo y finalmente poder determinar el costo de realizar el ensilado por tratamiento y de esa manera poder brindar una alternativa para la alimentación de ganadería bovina.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. LA PULPA DE CAFÉ EN LA ALIMENTACIÓN BOVINA

El uso de la pulpa de café fresca o procesada ha sido tema de muchos estudios en los que, en general se llega a la conclusión de que los residuos y sub-productos del café pueden usarse de varias maneras, se ha utilizado como sustrato para el cultivo de setas exóticas, fabricación de bebidas alcohólicas o refrescantes, vinagre, extracción de cafeína, pectina, producción de biogás y bioetanol, así como sustrato para el cultivos de lombriz roja. Sin embargo su utilización en estos sectores es mínima, el mayor porcentaje de pulpa de café es depositado en vertientes de agua o ríos más cercanos el lugar de beneficiado o simplemente es acumulado en las orillas de los terrenos del cultivo de café sin darle un uso funcional (Castillo et al, 2002).

La pulpa de café puede ser suministrada a los animales de cuatro formas diferentes: fresca, ensilada, prensada y deshidratada. Sin embargo al comparar el proceso de ensilaje de la pulpa de café fresca, con la pulpa prensada y con la pulpa deshidratada, parcialmente mediante la exposición al sol, los resultados indican que el mejor producto es el obtenido del ensilaje de pulpa de café fresca, debido a su alto contenido de carbohidratos fermentables; luego le sigue el ensilado con pulpa prensada y el menos adecuado es el con pulpa de café deshidratada al sol (Bohkernford y Fonseca, 1974).

La inclusión del ensilado de pulpa en la dieta de animales de granja podría contribuir a reducir los costos de producción de leche y carne, especialmente en los países en desarrollo (Rathinavelu y Graziosi, 2005)

La importancia del ensilaje como alimento depende de su composición química, digestibilidad y cantidad consumida por el animal. El contenido de elementos nutritivos está dado por la naturaleza del forraje ensilado pues con el ensilaje hay mejoramiento de la calidad, cuando el proceso ha sido el correcto se conserva por muchos meses la calidad original. La digestibilidad de la materia seca puede ser un poco menor que la del material verde usado, mientras que la proteína puede disminuir especialmente cuando ocurre sobrecalentamiento en el silo. Por lo demás los ácidos producidos por las bacterias a expensas de los carbohidratos no producen cambios notables en el contenido total de los elementos nutritivos (Jiménez et al, 2003).

La pulpa de café puede ser incorporada a niveles que van de 20 a 40% del concentrado y de 10 a 20% de materia seca de una ración completa sin que produzca disminución en la producción de leche. La pulpa deshidratada y molida puede ser suministrada hasta un 20% como suplemento en vacas lecheras, sin causar efectos detrimentales (Flores, 1976).

Aunque el consumo de la pulpa de café presenta sus limitaciones, esta puede desempeñar un papel importante en los sistemas de alimentación intensivos del ganado bovino en los países tropicales porque su uso puede alcanzar entre 20 y 30% en las raciones para bovinos de carne. El contenido de nutrientes totales y digerible de la pulpa de café muestra que es un subproducto agrícola con un valor nutritivo potencial, similar al de un forraje tropical de buena calidad (Braham & Bressani, 1978).

2.2. ENSILAJE

El ensilaje es un método de conservación de forrajes en el que se inhibe el crecimiento de microorganismos degradadores de la materia orgánica, preservados con ácidos, sean estos agregados o producidos en un proceso de fermentación natural, llevado a un depósito de dimensiones y forma variable denominado silo, en el que se dispone en capas uniformes eliminando el aire mediante compresión y cubriéndolo finalmente (Mannetje, 2001).

Según Filippi (2011), el ensilaje es un alimento que resulta de la fermentación anaeróbica de un material vegetal húmedo mediante la formación de ácido láctico, para suplementar al ganado durante períodos de sequía, garantizando la alimentación de los animales durante todo el año.

El ensilaje tiene la ventaja de ser un proceso sencillo y económico ya que no necesita de mucha mano de obra para efectuarlo, además de poseer la característica de no afectar significativamente las propiedades nutricionales. El proceso del ensilaje está fundamentado en la fermentación a través de bacterias ácido-lácticas. Las bacterias ácido lácticas del material a ensilar fermentan los carbohidratos solubles del forraje produciendo ácido láctico y en menor proporción ácido acético (Stefanie, 1999) sin embargo el ácido acético es el mayor inhibidor de levaduras y mantiene una mayor estabilidad aérobica que el ácido láctico (Heinl et al, 2012).

El pH tiene una alta correlación con la calidad del producto, valores de 4.5 y superiores generalmente los ácidos butíricos y acéticos están presentes en altas concentraciones en el material ensilado dando lugar a olores rancios y avinagrados afectando su calidad. Otros elementos que también influyen en la calidad del ensilaje son el clima, microorganismos como bacterias empleadas para acelerar el proceso (Ojeda y Montejo, 2001).

Para poder aprovechar la pulpa de café en alimentación animal, es necesario emplear métodos de procesamiento que mantengan o mejoren su valor nutritivo sin aumentar excesivamente el costo del producto final. Un proceso que ofrece grandes perspectivas de poder ser aplicado exitosamente en el propósito mencionado es el ensilaje (Rathinavelu y Graziosi, 2005).

2.2.1. Importancia del ensilaje

El ensilaje ofrece la posibilidad de asegurar alimentos durante épocas de alta producción para conservarlos para su empleo futuro, especialmente en períodos de escasez (Wong, 2001).

El ensilaje es el proceso utilizado para preservar y almacenar la pulpa del café mientras se le da un uso posterior (Ferrer et al, 1995). Con el ensilaje se logra reducir a niveles adecuados sustancias antinutricionales, como cafeína, ácido clorogénico y derivados de taninos (Mayorga, 2005).

La técnica de la preparación del ensilaje favorece el manejo y uso integral de los recursos en la relación suelo-planta, promueve el uso de alimentos de la región, reduce la importación de concentrados y por consiguiente, la fuga de divisas nacionales, además de ser una alternativa para épocas de crisis en la producción de pastos (Sosa, 2005).

El uso de ensilaje soluciona muchos de los problemas que se presentan en la producción de carne, leche y en la reproducción animal bovina. Permite tener una alimentación constante y segura a los animales evitando las pérdidas de peso o de producción de leche en las épocas de escasez de pastos especialmente en los veranos que cada día son más intensos y prolongados (González, 2010).

Un forraje bien ensilado conserva la calidad nutritiva del mismo tal como se cosechó en el campo, los animales alimentados con ensilaje responden a sus condiciones corporales, genéticas y de reproducción, tal como si estuvieran alimentados con forrajes de excelente calidad (González, 2010).

El uso de ensilaje permite al ganadero ser más eficiente en la producción de la finca, porque puede incrementar la capacidad de carga del hato manteniendo los animales en buenas condiciones productivas y desde luego con mejores rendimientos económicos. Por las condiciones de mercado de los productos carne, leche, la ganadería en el país debe pasar de un sistema de producción extensiva e intensiva, apoyados en los sistemas de pastos conservados, por disponibilidad y costo de la tierra, haciendo posible el incremento de cabezas de ganado por unidad de superficie. El uso de forrajes conservados en el país permitiría incrementar la carga animal promedia de 0.5 a 2.5 y 5.0 animales por hectárea, en ladera y zona plana respectivamente (González, 2010).

2.2.2. Fases del proceso del Ensilaje

El ensilaje se lleva a cabo mediante un proceso que consta de 4 fases o etapas las cuales son:

2.2.2.1. Fase aeróbica

Comprende los cambios del forraje inmediatamente después del corte y antes de eliminar el aire. Cuando la planta se corta, cesa la fotosíntesis, pero la respiración continúa dentro de las células vivas y si existe oxígeno en forma libre (aire) se presenta una condición aerobia en la cual los azúcares y almidones principalmente y en menor grado las grasas y proteínas son degradadas a sustancias más simples (González, 2010).

Esta fase dura muy pocas horas. El oxígeno atmosférico presente en la masa vegetal disminuye rápidamente debido a la respiración de los microorganismos aerobios y aerobios facultativos como las levaduras y entero bacterias. Además, hay una actividad de varias enzimas vegetales, como las proteasas y carbohidrasas, siempre que el pH se mantenga en el rango normal para el jugo del forraje fresco (pH 6,5 – 6,0) (González, 2010). Según Cobos (2013), esta fase debe ser limitada al menor tiempo posible, para evitar las pérdidas de nutrimento.

2.2.2.2. Fase de Fermentación

Esta fase comienza al producirse un ambiente anaeróbico. Dura de varios días hasta varias semanas, dependiendo de las características del material ensilado y de las condiciones en el momento del ensilaje. Si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad de las bacterias ácido lácticas proliferará y se convertirá en la población predominante. A causa de la producción de ácido láctico y otros ácidos, el pH bajará a valores entre 3.8 a 5.0 (Garcés et al, 2004).

Las bacterias que producen ácido láctico (BAC) pertenecen a la microflora epifita de los vegetales. Los componentes BAC que se asocian con el proceso de ensilaje pertenecen a los géneros: *Lactobacillus, Pediococcus, Leuconostoc, Enterococcus, Lactococcus y Streptococcus.* La mayoría de ellos son mesofilos, o sea que pueden crecer en un rango de temperaturas que oscila entre 5 y 50°C, con un óptimo entre 25°C y 40°C. Son capaces de bajar el pH del ensilaje a valores entre 4 y 5, dependiendo de las especies y del tipo de forraje (Garcés et al, 2004).

2.2.2.3. Fase Estable

En esta etapa ocurren relativamente pocos cambios, ya que en la etapa anterior se pudo eliminar el mayor contenido de aire.

2.2.2.4. Fase de deterioro aeróbica

Ocurre en todos los ensilajes al ser abiertos y expuestos al aire por su empleo, pero puede ocurrir antes por daño en la cobertura del silo (por daño de roedores o pájaros). El período de deterioro puede dividirse en dos etapas. La primera se debe al inicio de la degradación de los ácidos orgánicos que conservan el ensilaje por acción de levaduras y ocasionalmente por bacterias que producen ácido acético. Esto aumenta el valor del pH, lo que permite el inicio de la segunda etapa de deterioro; en ella se constata un aumento de la temperatura y la actividad de los microorganismos que deterioran el ensilaje, los bacilos. La última etapa también incluye la actividad de otros microorganismos aerobios, también facultativos, como mohos y entero bacterias (Garcés et al, 2004).

Para evitar fracasos, es importante controlar y optimizar el proceso de ensilaje de cada fase. En la fase 1, las buenas prácticas para llenar el silo permitirán minimizar la cantidad de

oxígeno presente en la masa ensilada. Las buenas técnicas de cosecha y de puesta en silo permiten reducir las pérdidas de nutrientes (CHS) inducidas por respiración aeróbica, dejando así mayor cantidad de nutrientes para la fermentación láctica en la Fase 2. Durante las Fases 2 y 3, el agricultor no tiene medio alguno para controlar el proceso de ensilaje (Oude et al, 2013).

Para optimizar el proceso en las Fases 2 y 3 es preciso recurrir a aditivos que se aplican en el momento del ensilado y cuyo uso se discutirá más adelante. La Fase 4 comienza en el momento en que reaparece la presencia del oxígeno. Para minimizar el deterioro durante el almacenaje, es preciso asegurar un silo hermético; las roturas de las cubiertas del silo deben ser reparadas inmediatamente. El deterioro durante la explotación del silo puede minimizarse manejando una rápida distribución del ensilaje. También se pueden agregar aditivos en el momento del ensilado, que pueden reducir las pérdidas por deterioro durante la explotación del silo (Oude et al, 2013).

Cada fase del proceso de ensilaje debe ser controlada para conservar su calidad ya que es susceptible a descomposición sino se le da el manejo adecuado, como una buena compactación. Osorio (2001), menciona que el grosor de las capas debe ser entre 0.20 a 0.30m y posterior ir agregando los subproductos, principalmente cuando se ensila en silos grandes como tipo bunker o trinchera, el sellado del silo y el volumen utilizado, debido a que la compactación es un factor que afecta considerablemente la difusión del oxígeno dentro del ensilado.

2.2.3. Calidad del ensilaje

Existen varios indicadores para calificar la calidad del ensilaje y por lo general, se asocian con algunas características como olor, color, textura, gustosidad y naturaleza de la cosecha ensilada (Jiménez et al, 2003).

Un ensilaje de buena calidad debe tener las siguientes características

- Buen color (amarillo, marrón o verduzco)
- Buen olor (avinagrado)
- Textura (no babosa)
- pH de 4.2 o menor
- Ausencia de moho
- Palatabilidad del producto

- Composición botánica del material ensilado

Cuando la pulpa de café se pone en contacto con el aire ya se fresca o ensilada, cambia de un color rojo sangre a un marrón oscuro o negro. Este cambio de color se atribuye a reacciones de empardamiento enzimático causados 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 obscura. La ligación de las proteínas por estos productos de oxidación tiene un efecto sobre la digestibilidad de la proteína y por lo tanto en la cantidad absorbida de este nutriente para cubrir las necesidades fisiológicas (Braham & Bressani, 1978).

En el seguimiento realizado a muestras de pulpa de café ensilada hasta un período de 4 años en silos fosa, se encontraron incrementos en los contenidos de cenizas, grasas, nitrógeno, fibra, Ca, Mg, Fe, Mn, B y Cu y un decremento en los contenidos de extracto libre de nitrógeno y potasio El material ensilado presentó unas características físicas (olor, color, forma) similares al material fresco cuando se ensiló a granel y cuando se ensiló en costales (CENICAFE, 2003).

2.2.4. Tiempo del ensilaje

El ensilaje ha sido analizado a diferentes tiempos, no obstante los mejores resultados se han encontrado al evaluar el ensilaje de pulpa de café a los 120 días. Noriega (2009), quien realizó un estudio ensilando la pulpa de café a diferentes tiempos encontrando que la composición química de la pulpa de café vario con el tiempo, a los 120 días de ensilada presento el mayor contenido de proteína cruda, menores valores de extracto libre de nitrógenos y bajos valores de taninos, que le proporcionaron un alto valor nutritivo para ser recomendada en la elaboración de dietas para animales. Sin embargo a medida que se incrementan el tiempo de ensilaje, se observa aumento en la concentración de cenizas y taninos lo cual afecta la calidad del ensilaje. Ferrer et al (1995), ensiló pulpa de café mediante la fermentación anaeróbica en estado semisólido, demostrando que con el 3% de melaza, se puede conservar la pulpa de café en perfectas condiciones por un lapso de 150 días, obteniendo condiciones óptimas del ensilaje como 80% de humedad y 3.6 de pH.

El material ensilado presenta características físicas (olor, color, forma) similares al material fresco cuando se ensila a granel y cuando se ensila en costales. La pulpa ensilada se puede utilizar después de un mes de realizado el proceso, tiempo en el cual ya han ocurrido las

fermentaciones de tipo aerobio y anaerobio, y el material se encuentra estable (Centro Nacional de Investigaciones del Café, 2003).

Según Braham & Bressani (1978), el ensilado sea de pulpa de café sola o mezclado con forrajes, está listo para ser utilizado en aproximadamente tres semanas y si está bien compactado, puede ser preservado un máximo de 18 meses y ser utilizado como tal o ser deshidratado. No obstante tomando en cuenta estos lapsos de tiempo, el tiempo de ensilaje o la apertura del silo dependerán de las necesidades de los animales así como del productor.

2.2.5. Indicadores de calidad nutritiva del ensilaje

El valor energético, el valor nitrogenado y la ingestibilidad de los ensilados, vienen determinados por la calidad del forraje en el momento de su recolección y de las alteraciones producidas en el mismo, ligadas a las técnicas de recolección, manejo y conservación. Si todo el proceso no se realiza adecuadamente, los resultados pueden ser negativos (De la Roza, 2005).

Las determinaciones analíticas mínimas necesarias para poder valorar un ensilado desde el punto de vista nutricional son pH y su contenido de principios nutritivos (materia seca, cenizas, proteína bruta, fibra neutro detergente y digestibilidad con celulosa de la misma) (Argamentería et al, 1997). Para Jobim et al, (2007) en la actualidad el pH es una variable que sirve como referencia un indicador de la calidad fermentativa en ensilados con bajo contenido de Materia Seca. Asimismo el indicador más adecuado para determinar la calidad de fermentación de ensilajes sería el contenido de ácidos orgánicos. El pH de su jugo, es un parámetro rápido e indicativo del tipo de fermentación que tuvo lugar y nos indica, por tanto, si disponemos de un alimento estable.

La Materia Seca es importante de por sí y porque los demás componentes (excepto digestibilidad) están expresados sobre materia seca. Su conservación indica de la cantidad de principios, de distintas cualificaciones nutritivas se han conservado y es especialmente significativa, porque las pérdidas que se registran en ella corresponden sobre todo a las de las fracciones más lábiles.

Así la proteína bruta (PB) es un parámetro importante debido a su influencia directa en la producción animal. La fibra neutro detergente (FND) es la fracción del forraje que se

corresponde a las paredes celulares y, está asociada, negativamente con la ingestión de materia seca. El porcentaje de FND se incrementa con el estado de madurez de los forrajes. Las cenizas indican el contenido mineral. Si el porcentaje es alto, mayor del 15 % sobre MS, es seguro que hubo contaminación con tierra (Argamentería et al, 1997).

2.3. SILOS

Existen diferentes tipos de silos y la elección de cualquiera de ellos dependerá de los aspectos relacionados con cada explotación como: el tamaño de la misma, la disponibilidad o la facilidad en la mecanización, disponibilidad del material a ensilar y condiciones económicas (Nadir et al, 2009).

2.3.1. Tipos de Silos

2.3.1.1. El silo en bolsa plástica o barril

Normalmente sirven para conservar entre 30 y 50 Kg de forraje. La compactación generalmente se realiza por pisoteo, durante el cual se debe tener bastante cuidado, pues las bolsas se dañan con facilidad. Una alternativa para disminuir el riesgo de dañar la bolsa, es usar dentro de la bolsa, un saco de fibra de polipropileno, como la que se usa para vender fertilizantes o concentrados. Al terminar el llenado de la bolsa, esta se debe cerrar herméticamente (Nadir et al, 2009).

2.3.1.2. El silo cincho o silo de molde

Se utiliza cuando se requiere ensilar mayor cantidad de forraje. El cincho consiste en un molde desarmable de metal, de una altura aproximada de 1 a 1.5 m y un diámetro de 2 a 3 m. Para llenar el silo, primero se arma el molde en el lugar escogido, se coloca el plástico asegurando un buen traslape en sus puntos de cierre y hacia la parte interior del molde en su base. Luego, se llena el silo y finalmente se retira el molde, se envuelve el silo con el plástico y se colocan objetos pesados encima para ayudar a la compactación. La gran ventaja de este tipo de silo es que el molde es móvil y puede ser usado muchas veces durante el año, en muchos lugares diferentes (Nadir et al, 2009).

2.3.1.3. El silo de montón

No posee paredes, el forraje se amontona en forma de un “cerro” (Nadir et al, 2009).

2.3.1.4. El silo bunker

Es generalmente rectangular, construido sobre el nivel del suelo y tiene dos paredes laterales de concreto y/o piedras. La altura de las paredes generalmente varía entre 1.2 y 2.0 metros, aunque se pueden hacer más altas. Este tipo de silo es especialmente apto para fincas medianas y grandes donde se usa algún tipo de vehículo para el llenado y/o compactación. La anchura mínima debe ser de 4 metros para poder compactar bien con un vehículo pick up y de 5 metros cuando se utiliza tractor (Nadir et al, 2009).

2.3.1.5. El silo tipo "fosa"

Es una variante del silo tipo trinchera. Si no se construye en áreas secas con poco riesgo de inundaciones o dónde la capa freática es muy profunda, es preferible revestir las paredes con concreto armado. Al momento de su llenado, se puede usar plástico. En ambos casos, es muy importante levantar o construir, en la parte de arriba de la fosa, un pequeño muro y una zanja de drenaje para prevenir el riesgo de alguna inundación. También es recomendable que tenga un buen techo para evitar que se llene de agua cuando llueve. El llenado de este tipo de silo es muy fácil, pero no puede usarse ningún vehículo para compactarlo. Su aprovechamiento puede resultar un poco incómodo, sobre todo cuando toca retirar el ensilaje que está en el fondo del silo (Nadir et al, 2009).

2.4. PULPA DE CAFÉ

2.4.1. Composición química de la pulpa de café

A pesar de su bajo porcentaje de materia seca la pulpa de café supera el mínimo contenido requerido para asegurar una buena calidad en la fermentación del cual es 20% como mínimo (Ayala, 2013). La pulpa de café está formada por el epicarpio y una parte del mesocarpio del fruto del cafeto, constituye alrededor del 40 % del peso total del fruto en base húmeda; su humedad es de aproximadamente 85% y representa una de las mayores desventajas ya que dificulta el transporte, manejo, procesamiento y uso directo en la alimentación animal; sin embargo, su composición química favorece su uso como ingrediente en la dieta de los animales (Noriega et al, 2008).

Entre los componentes de la pulpa de café se encuentran la proteína, un variable importante debido a su influencia directa en la producción animal (Juniper et al, 2007).

Braham & Bressani (1978) y Ferrer et al (1995), señalan valores de 10.70 y 11.58% de proteína cruda, respectivamente para la pulpa de café. Considerando a González (1990), quien clasificó a los forrajes y otros alimentos para animales como de regular calidad cuando contiene valores entre 7 y 9% de proteína y de buena calidad con valores comprendidos entre 9 y 11%, la pulpa de café debido al contenido de proteína cruda que posee se considera como un alimento de buena calidad.

La grasa en la pulpa de café varía de 1.4 a 3%, constituyéndose un nutriente de poca importancia para la alimentación animal, no obstante Braham & Bressani (1978) y Ferrer et al, (1995) reportaron 2.6 y 5.02% de grasa respectivamente. Las discrepancias de los valores se deben al tiempo de ensilaje y a los aditivos utilizados.

En cuanto a las cenizas se ha identificado que incrementan a medida que aumenta el tiempo de ensilaje, sin embargo es una característica deseable en un alimento y particularmente en la pulpa de café el disponer de un alto contenido de cenizas, ya que proporciona niveles apropiados de minerales necesarios en la dietas para rumiantes (Noriega, 2008).

La composición de la pulpa de café depende de la forma como haya sido procesada. Elías (1978), analizó la pulpa de café fresca y deshidratada apreciándose diferencias en las determinaciones debido a la deshidratación provocada por el aumento en la cantidad de materia seca. Existen discrepancias en los valores obtenidos por diferentes autores (Braham & Bressani, 1978, Moreau et al, 2003; Noriega et al, 2008) al analizar pulpa de café fresca, deshidratada y ensilada no obstante la diferencia se debe al tiempo empleado y a la variedad de pulpa empleada así como a la región de origen (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición química de la pulpa de café.

	MS	PC	FC	EE	CEN	ELN	FUENTE
	23.3	2.1	3.4	0.48	1.5	-	(Elías, 1978)
PF	14.7	8.61	1.41	-	7.4	66.9	(Bautista, 2005: UNET, 2001)
	-	13.14	-	2.85	7.73	53.55	**(**Moreau et al, 2003)
PE	15.4	8.29	18.4	-	7.04	63.8	(Bautista, 2005: UNET, 2001)
	92	10.7	20.8	2.6	8.8	49.2	(Braham & Bressani, 1978)
	12.8	19.6	-	-	10.4	-	(Delgado-Vidal, 1999)
	-	9.12	-	1.54	9.55	63.50	**(**Moreau et al, 2003)

PF: Pulpa de café fresca, PE: pulpa de café ensilada, MS: Materia Seca, PC: Proteína Cruda, FC: Fibra Cruda, EE: Extracto Etéreo, CEN: Cenizas, ELN: Extracto libre de nitrógeno.

Ferrer et al (1995), ensiló pulpa de café mediante fermentación anaeróbica en estado semisólido, demostrando que con 3% de melaza, se puede conservar la pulpa de café en perfectas condiciones por un lapso de 150 días. Obteniendo condiciones óptimas del ensilaje como 80% de humedad, 3.6 pH y ácidos grasos, 3.31 de acético, 0.49 de propiónico, 0.41 de n-butírico, 2.56 de ácido láctico y no se detectó iso-butirico, isovalerico y valerico. Al comparar la composición química de la pulpa de café con maíz amarillo, en base seca, presento cantidades comparables en proteínas (11.58% y 11.25%, para pulpa de café y maíz respectivamente), aunque su contenido de fibra cruda fue mayor 15.26 % y 2.02 y el extracto libre de nitrógeno fue menor 61.46% y 79.76%.

Noriega et al (2009), realizó un estudio ensilando pulpa de café a diferentes tiempos encontrando que la composición química de la pulpa de café vario con el tiempo, a los 120 días de ensilada presento el mayor contenido de proteína cruda, menores valores de extracto libre de nitrógeno y bajos valores de taninos que le proporciona un alto valor nutritivo para ser recomendada en la elaboración de dietas para animales. Sin embargo en la medida que se incrementa el tiempo de ensilaje, se observa aumento en la concentración de cenizas y taninos lo cual afecta la calidad del ensilaje. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Composición química de la pulpa de café ensilada durante 0, 90, 120 y 240 días, Noriega, 2009.

Característica	Días después del Despulpado				
	0	**90**	**120**	**240**	**Promedio**
Materia seca %	87.30	95.53	86.16	88.10	89.27
Ceniza %	9.12	12.46	22.12	23.80	16.87
Materia orgánica	90.88	87.53	77.91	76.93	83.31
Extracto etéreo %	3.86	3.27	3.24	3.02	3.34
Proteína cruda	3.87	25.18	30.52	25.82	21.35
Fibra %	22.86	22.53	35.88	36.42	29.42
Extracto libre de N%	60.90	26.55	8.24	10.93	26.50
Tanino %	0.06	0.23	0.30	0.34	0.23

Fuente: Noriega, (2009).

En el Ecuador Zambrano (2004), determinó la siguiente composición química: 85,33% de materia seca; 14,3% de proteína cruda; 1,57% de extracto etéreo; 26,43% de fibra cruda; 43,22% de extracto libre de nitrógeno y 14,65% de cenizas; valores que no difieren de manera significativa con los reportados por Braham & Bressani (1978) y Ramírez et al (1999). Sin embargo, se debe considerar que la composición química puede variar en función de algunos factores como: clima, características del suelo, época de cosecha, método de procesamiento, etc.

2.4.2. Sustancias presentes en la pulpa de café

Existen varias sustancias en la pulpa de café que pueden ser las responsables del efecto adverso para los animales tales como: cafeína, polifenoles y taninos. Elevadas cantidades de dichas sustancias pueden causar mortalidad en animales menores y también en rumiantes, si son alimentados exclusivamente con la pulpa de café o con raciones altas en ella (Braham & Bressani, 1978).

Diferentes estudios llevados a la práctica sobre la utilización de la pulpa de café, como alimento animal han demostrado que las principales limitantes para su utilización son estas sustancias antinutricionales que actúan como agentes inhibidores del crecimiento. Sin embargo

estudios realizados en México, Venezuela, Brasil, Panamá y Ecuador han logrado demostrar, a través de la práctica del ensilaje aplicado a la pulpa de café, la eliminación parcial o total de estas sustancias anti nutricionales para que pueda ser utilizada como alimento animal en distintas especies, con diferentes porcentajes de inclusión (Castellón, 2006).

2.4.2.1. Cafeína

La cafeína es un alcaloide de la familia de las metilxantinas, otros dos importantes alcaloides de este grupo son la teobromina y la teofilina. La cafeína actúa como una droga estimulante psicoactiva. En animales tiene efectos psicológicos y puede causar un aumento en la actividad motora. El resultado de esta actividad podría ser un aumento en el uso de la energía que tendría como efecto la disminución en la ganancia de peso y en la eficiencia de conversión (Noriega et al, 2008).

La cafeína es un antagonista competitivo de los receptores de adenosina, lo cual explica muchos de los efectos psicológicos sobre el sistema nervioso de los animales, la adenosina actúa como un depresivo, además su molécula es similar a la molécula de la cafeína por eso puede ser reemplazada por la molécula del alcaloide. La ingesta de cafeína puede restablecer el rendimiento animal pero no puede aumentarlo. Entre los efectos que tiene la cafeína se puede mencionar el aumento de sed por el animal, así como también se incrementa la evacuación con la consecuente pérdida de nitrógeno (Elías, 1978).

El efecto fisiológico de este alcaloide puede causar en rumiantes un aumento en la actividad motora. El resultado de esta actividad anormal podría ser un aumento en el uso de la energía que tendría como efecto final el descenso en la ganancia de peso y en la eficiencia de conversión. Tanto la cafeína como el ácido cloro génico actúan de manera conjunta. (Braham & Bressani, 1978).

El consumo de cafeína puede aumentar la movilización de ácidos grasos hacia el plasma sanguíneo dando como resultado una reducción del apetito y por ende del consumo de materia seca, su consumo en cantidades altas puede estimular la actividad de los animales produciendo un efecto diurético (Oliveira et al, 2007).

En la literatura existe discrepancia en cuanto a los valores de cafeína presentes en la pulpa de café. Ferrer et al, (1995) citado por Noriega et al, (2008) señalan valores de 0,85% de

cafeína en pulpa fresca; mientras que Ferreira et al (2001), señala valores de 11,7 % en la pulpa de café ensilada.

2.4.2.2. Polifenoles

Los polifenoles se definen químicamente como sustancias que tienen un anillo aromático con uno o más sustituyentes hidroxilo, incluyendo sus derivados funcionales como ésteres, éteres, glucósidos, etc. Entre los compuestos fenólicos que existen en los materiales vegetales se pueden mencionar la hidroquinona, la vainillina y el ácido gálico, que pueden clasificarse como fenoles simples, o los derivados de ácido hidroxicinamico de los cuales el ácido clorogénico y los flavonoides forman el grupo más importante. Los polifenoles prolongan la vida de los alimentos al protegerlos del daño oxidativo.

La pulpa de café se considera una fuente rica en antioxidantes naturales. Posee fenoles simples (ácido ferúlico, ácido caféico, acido p-curamico, ácido sinapico y ácido clorogénico), además se ha reportado que mediante el proceso del ensilaje se obtiene antioxidantes y acidos fenólicos de gran importancia en la alimentación ya que la fermentación con bacterias lácticas permite un mayor tiempo de proceso fermentativo de la cascarilla, semillas y pulpa de café, permitiendo la extracción de un mayor número de compuestos fenólicos, porque el etanol producido actúa como un solvente para su obtención, sin embargo la composición fenólica se modifica durante la fermentación por la actividad de las levaduras, las cuales son capaces de metabolizar algunos compuestos fenólicos presentes (Arellano, 2009)

Al suministrar pulpa de café a los animales rumiantes Souza et al (2006), explica que los polifenoles pueden ser el factor limitante en el rendimiento productivo, ya que cuando la pulpa de café se ofrece a los animales en cantidades elevadas disminuye la palatabilidad y por ende el consumo de materia seca y probablemente los valores de proteína y energía de la dieta son muy bajos.

La acción de los fenoles libres está asociada a la propia bioquímica de la pulpa de café, así como también el efecto que puede tener sobre la utilización de los nutrientes y sus consecuencias fisiológicas. Los polifenoles libres pueden interferir con la utilización de proteínas, ligándola y formando complejos no aprovechables, pero también pueden combinarse con las enzimas digestivas y afectar su catabolismo. Con respecto a la bioquímica de la pulpa, se considera que el cambio de color de rojo sangre a marrón oscuro se deba a reacciones de

pardeamiento enzimático causada por la oxidación de los poli fenoles o quinonas, las que a su vez se combinan con aminoácidos libres y proteínas para dar complejos de coloración oscura.

La unión de las proteínas con estos productos tiene un efecto sobre la digestibilidad de las proteínas y por lo tanto en la absorción de este nutriente para satisfacer las necesidades fisiológicas. La cantidad de fenoles libres en la pulpa se encuentra alrededor del 2,6% Braham & Bressani, (1978).

2.4.2.3. Taninos

Respecto a los taninos, la característica más importante es su capacidad de ligar proteinas, haciéndolas inaccesibles al organismo; también pueden actuar como inhibidores enzimáticos. La proteína dietética al unirse con los taninos puede ser protegida de la hidrolisis proteolítica enzimática. Estos compuestos poliméricos pueden, por lo tanto interferir con el comportamiento de los animales al disminuir la disponibilidad biológica de la proteína consumida o a través de un proceso de inactivación de la acción enzimática, o como fuente de compuestos fenólicos libres.

Una concentración media de taninos puedes ser usada para mejorar la eficiencia de la digestión de nitrógeno en rumiantes en pastoreo, dando como resultado un incremento en producción de lana y en la producción de leche en borregos y vacas, esto se relaciona a la reducción de la actividad de bacterias proteolíticas y a la digestión de la proteína en el rumen, que permite incrementar el flujo de nitrógeno no amoniacal en abomaso (Min et al, 2003).

Uno de los subproductos que es rico en taninos condesados, es la pulpa de café, no obstante, los taninos presentes pueden ser diferente dependiendo del tipo de cultivo, colmenares 1994 encontró que la pulpa de café de la variedad amarilla del fruto, es más rica en taninos condensados que la pulpa de la variedad roja (Colmenares, 1994).

Los taninos en el intestino y el rumen tienen un efecto antimicrobiano, pueden modificar la digestión del alimento, por ejemplo la concentración de taninos y cafeína presentes en la pulpa de café en niveles por arriba de 0.75 % y 0.12 % de MS respectivamente en la dieta de bovinos, afecta el consumo y la utilización del alimento por los animales. Ferreira eta al (2000) mencionan que los metabolitos secundarios disminuyen considerablemente cuando la pulpa es ensilada.

Los niveles de taninos en la pulpa de café varían entre 1,8 y 8,6%; sin embargo, Gómez et al (1985) y Ferreira et al. (2000); citado por Noriega 2009) señalan que los niveles de taninos disminuyen cuando la pulpa es ensilada y además mejora su valor nutritivo. Los rumiantes en crecimiento, pueden tolerar un consumo máximo de taninos de 28 g/100 kg de peso por día sin manifestar síntomas (Noriega et al. 2009).

2.4.3. Digestibilidad de la pulpa de café

La digestibilidad permite estimar la proporción de nutrientes presentes en el alimento, que tienen potencial de ser absorbidos por el tracto digestivo. El conocimiento de la digestibilidad y degradabilidad de los alimentos es fundamental para establecer su valor nutritivo y por tanto la formulación de raciones para rumiantes.

La digestibilidad aparente, expresa la proporción en que se encuentran los nutrientes digestibles y su utilización con respecto al total del alimento ingerido por el animal. Una digestibilidad del 65% es indicativa de un buen valor nutritivo y permite un consumo adecuado de energía en la mayoría de los animales (Jones & Barnes, 1996).

Las técnicas de digestibilidad pueden clasificarse en: digestibilidad *in vivo*, digestibilidad *in situ* y digestibilidad *in vitro*, y permiten estimar la cantidad de nutrientes presentes en una ración y que son absorbidos en el tracto digestivo de un animal (Bondi, 1989).

La pulpa de café tiene un bajo coeficiente de digestibilidad para la proteína: 34%. Los coeficientes de digestibilidad de los otros nutrientes son altos: extracto libre de nitrógeno 76%, extracto etéreo 98%, y fibra cruda 88%. La digestibilidad de materia seca es de 76%. A pesar de su bajo contenido en proteínas digeribles, la pulpa de café puede considerarse como un buen alimento, debido al alto coeficiente de digestibilidad en fibra. La pulpa de café deshidratada y molida puede ser suministrada hasta un 20% como suplemento en vacas lecheras, sin causar efectos detrimentes. La inclusión de niveles de 15% de pulpa de café no afecta el crecimiento de los corderos (Noriega et al., 2008).

La digestibilidad de la pulpa de café ensilada presenta una relación proporcional a la cantidad de cafeína y taninos y una relación inversamente proporcional al contenido de lignina, siendo la digestibilidad de la pulpa de café ensilada y fresca del 55.38% y 47.20% respectivamente.

No obstante se han encontrado buenos resultados al incluir pulpa de café en la dieta y en algunos casos ninguna diferencia significativa con el grupo del testigo (Ferrer et al, 1994).

2.5. USO DE ADITIVOS EN EL ENSILAJE

Según De La Roza et al (2001), los aditivos se definen como productos químicos y biológicos que estabilizan el ensilado, ya sea por acidificación, limitando el crecimiento de microorganismos, o bien estimulando la fermentación láctica. Previene la acción de bacterias indeseables y las fermentaciones secundarias (C*lostridium sp*) las cuales dañan la calidad final del ensilado, recomendando su uso cuando el cultivo a ensilar tiene bajo contenido de carbohidratos que imposibilitan disminuir el pH de la masa ensilada.

Se pueden clasificar de forma simplificada como: conservantes, inoculantes, enzimas y sustratos o nutrientes.

Cuadro 3. Tipos de aditivos para ensilados (De la Roza Begoña, 2005).

CONSERVANTES	INOCULANTES	ENZIMAS	OTROS	
			SUSTRATOS	NUTRIENTES
Ácidos: - A. sulfúrico - A. Fosfórico - A. Fórmico - A. Acético - A. Láctico - A. Propiónico - A. Benzoico - A. Caproico - Sales de Ácido.	**Bacterias del ácido láctico:** - Lactobacillus - Pediococcus - Streptococcus - Otras	Amilasas Celulosas Hemicelulosas Pectinosas	Melazas Glucosa Sacarosa Lactosuero Granos cereales Pulpas	Amonio Urea Carbonato de calcio Sal común Otros minerales

2.5.1. Urea

La urea es un compuesto nitrogenado no proteico, cristalino y sin color, identificado con la fórmula N_2H_4CO, elaborada en plantas químicas que producen amoniaco anhidro cuando fijan el nitrógeno del aire a presiones y temperaturas altas. Además de suplemento proteico en los rumiantes, la urea es utilizada como fertilizante agrícola y en la elaboración de plásticos. Actualmente se presenta en el mercado en formas granulada y perlada, siendo esta última la

más recomendada para uso animal por su soltura y facilidad para mezclarla con otros ingredientes (Araque 2001).

La urea es muy soluble en agua e higroscópica, facilitando la formación de terrones cuando es expuesta al medio ambiente. Debido a su costo, disponibilidad en el mercado y tradición de uso en la alimentación de rumiantes por muchos países alrededor del mundo, la urea es la más utilizada entre los compuestos nitrogenados no proteicos (biuret, fosfato diamónico, acetato de amonio, sulfato de amonio y otros). La urea contiene aproximadamente 46% de nitrógeno, representando 287,50% de proteína equivalente total (Araque, 2001).

La urea es una fuente de nitrógeno para los rumiantes. Sin embargo su uso depende de la habilidad de la flora microbiana del rumen para incorporarla en la formación de sus propios tejidos. La urea siempre aporta beneficios al animal, ya que habiendo disponibilidad de forraje (aunque de baja calidad) aumentará el consumo voluntario, así como las tasas de digestión de la fibra y de pasaje del alimento a través del tracto digestivo (Araque, 2001).

2.5.2. Melaza

Líquido viscoso de origen vegetal, de color marrón oscuro, procedente de la concentración de los caldos de producción de azúcar de caña de azúcar. La melaza de caña (75% Materia Seca) es un subproducto ampliamente usado, agregándose hasta a razón de 10 % de peso w/w para suplir carbohidrato fácilmente fermentable a ensilajes de forrajes tropicales. Su aplicación directa es difícil debido a su alta viscosidad, por lo que se recomienda diluirla, preferiblemente con un pequeño volumen de agua tibia para minimizar las pérdidas por escurrimiento. Su aplicación en el ensilado de pastos tropicales, precisa una dosis alta de melaza (4 a 5%). En forrajes de cultivos con muy bajo contenido de Materia Seca, una parte considerable del aditivo puede perderse en el efluente del silo en los primeros días del ensilaje (Henderson, 1993).

La melaza más utilizada en la alimentación animal en general y especialmente en el ganado vacuno en particular. Diferentes tipos de aditivos se han usado para acelerar el proceso, materiales como melaza, pulpa de cítricos y maíz triturado, proveen una fuente de azúcares solubles que la bacteria usa para hacer el ácido láctico. Si gramíneas o leguminosas se ensilan a niveles de humedad superiores del 70%, estos materiales pueden ser agregados para asegurar que el nivel de azúcares solubles sea suficientemente (Lino, 2014).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

3.1.1. Ubicación Política

El trabajo se lo desarrollo en dos etapas: siendo la primera en el invernadero de la Quinta Experimental "La Argelia" y la segunda en el laboratorio de Bromatología de la Universidad Nacional de Loja, barrio la Argelia, parroquia San Sebastián, cantón y provincia de Loja.

3.1.2. Ubicación Geográfica

La Argelia, se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas.

- Latitud: 04º 02‟ 47" S - Altitud: 2 135 m.s.n.m.
- Longitud: 79º 12‟ 59" W - Temperatura: 9 a 28 °C

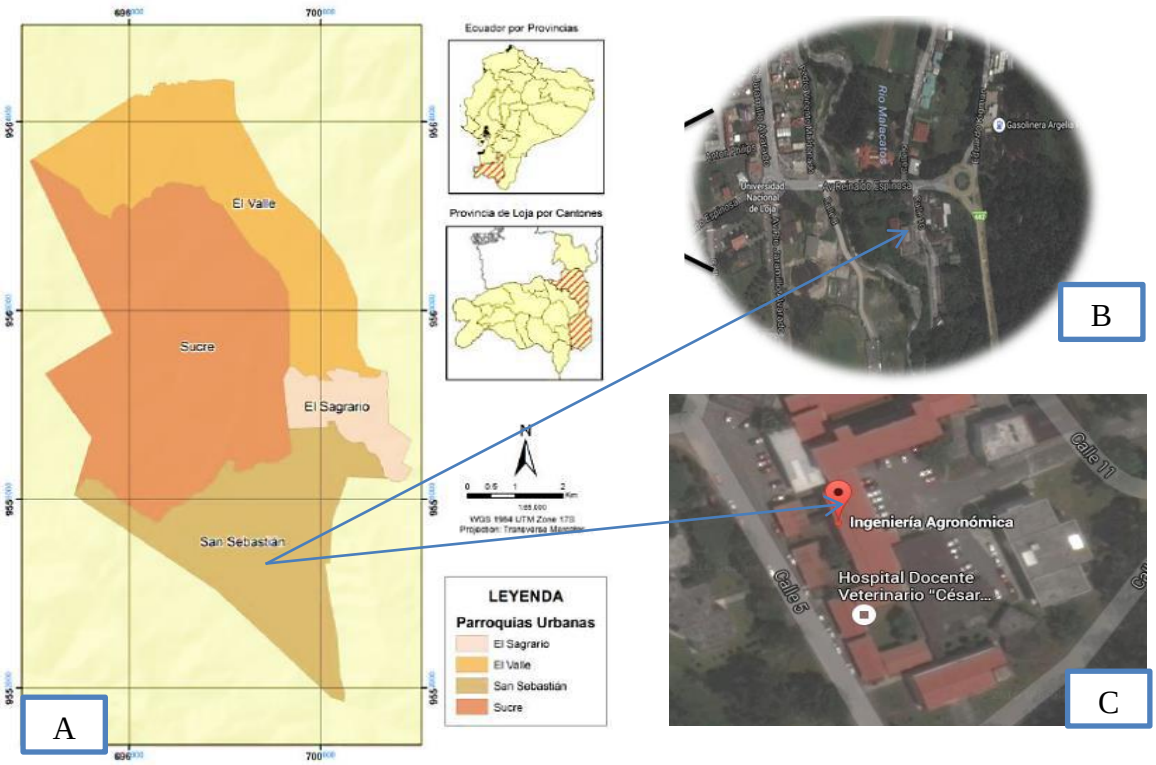


Figura1. Ubicación del ensayo; A: Mapa del Ecuador, provincia de Loja, parroquia San Sebastián; B: Barrio la Argelia; C: Laboratorio de Bromatología de la Facultad Agropecuaria de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional de Loja

.

3.2. MATERIALES

3.2.1. Materiales utilizados en el invernadero

Urea, melaza**,** pulpa de café (24 horas después del despulpado)**,** tubos PVC de 10cm diámetro x 50cm de largo, fundas de polietileno para ensilaje calibre 6, abrazaderas plásticas**,** balanza de precisión de 3 decimales, vasos plásticos**,** cámara fotográfica**,** fichas para evaluación organoléptica de ensilajes por Betancourt (2001), fundas plásticas.

3.2.2. Materiales y Equipos de laboratorio

3.2.2.1. Materiales para determinar Materia Seca

Fundas de papel, Estufa, frascos de plástico para muestras, balanza analítica.

3.2.2.2. Materiales para determinar Cenizas

Crisol de porcelana, pinza para crisol, balanza analítica, mufla, estufa de secado, desecador.

3.2.2.3. Materiales para determinar Fibra Cruda

Matraz de bola fondo plano 600 ml, cuello esmerilado., unidad de condensación para el matraz, matraz kitazato de un litro, embudo buchner, crisol de filtración, conos de hule, papel filtro, piceta de 500 ml, desecador, horno de laboratorio, mufla.

3.2.2.4. Materiales para determinar Proteína Cruda

Equipo kjeldahl, matraz kjeldahl de 800 ml, espátula, trampa para destilación kjeldahl, matraz erlenmeyer de 500 ml, bureta de 25ml, probeta de 500 ml, pinzas para bureta, soporte universal, embudo de vidrio, balanza analítica, mezcla de catalizadores (k_2so_4 y $hgso_4$), ácido sulfúrico, ácido bórico al 4 %, hidróxido de sodio al 50 %, indicador rojo de metilo al 0.1 %., ácido clorhídrico 0.1 n, tiosulfato de sodio.

3.2.2.5. Materiales para determinar Extracto Etéreo

Campana de extracción de vapores, soporte universal, placa calefactora, desecador, cámara de extracción soxhlet, refrigerante, matraz balón, vaso de precipitado de 100 ml,

probeta de 50 ml, pinzas, nueces, embudo, guantes de asbesto, papel filtro, éter etílico, algodón.

3.2.3. Equipos y Materiales de oficina

Computadora, impresora, papel bond, programa estadístico InfoStat, versión 2015.

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño Completamente Aleatorizado con cuatro tratamientos y tres repeticiones, en donde los tratamientos estaban conformados por niveles 0, 0.5, 1, 1.5 % de urea más el 3% de melaza.

3.3.1.1. Descripción de los tratamientos

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos referente a los diferentes niveles de inclusión urea más melaza.

N°	Código	Tratamientos
1	T1	Testigo
2	T2	Pulpa de café con 0.5 % de urea más 3.0 % de melaza.
3	T3	Pulpa de café con 1.0 % de urea más 3.0 % de melaza.
4	T4	Pulpa de café con 1.5 % de urea más 3.0 % de melaza.

Los tratamientos que se establecieron en la presente investigación se basaron en otras investigaciones relacionadas con la presente, en donde se utilizan niveles de urea del 0. 0.5, 1 y 1.5%.

3.3.1.2. Croquis del diseño experimental

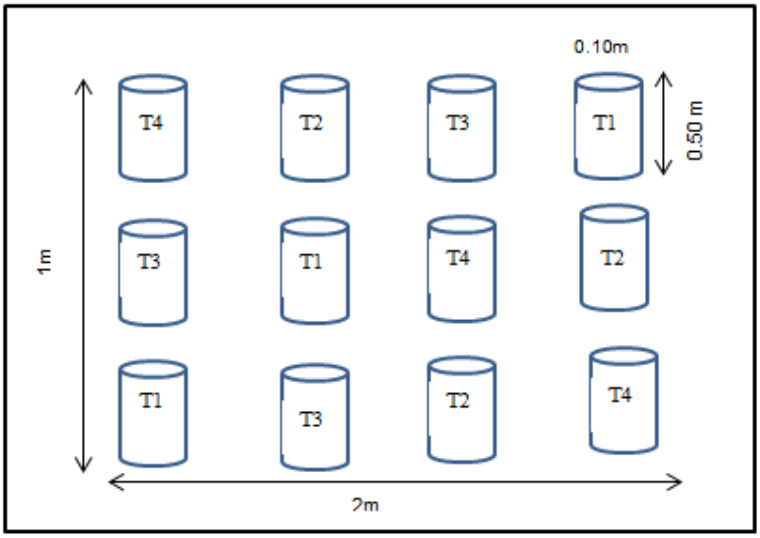


Figura 1. Distribución de los tratamientos mediante el diseño completamente aleatorizado.

3.3.1.3. Hipótesis Estadísticas

H0: La aplicación de aditivos a la pulpa de café ensilada no mejora su valor nutricional y son estadísticamente iguales al nivel del $p < 0.05$ de significación.

H1: La aplicación de aditivos a la pulpa de café ensilada mejora su valor nutricional y son estadísticamente diferentes al nivel del $p < 0.05$ de significación

3.3.1.4. Modelo Estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Yij: Observación en la unidad experimental sujeta al i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición.

μ: Efecto de la media general.

αi: Efecto del i-ésimo tratamiento.

Ɛij: término de error aleatorio asociado a la observación Yij

3.3.2. METODOLOGÍA GENERAL

3.3.2.1. Obtención del material

Se utilizó pulpa de café fresca después de 24 horas del despulpado, procedente de la parroquia Lauro Guerrero, cantón Paltas, esto debido al tiempo de traslado del material hasta el sitio del experimento **(Anexo 4, Figura 2).**

3.3.2.2. Toma de muestras previo al Ensilado

Previo a realizar el ensilaje se tomó una muestra de 1Kg aproximadamente de la pulpa, para realizar el análisis bromatológico de Materia Seca, Cenizas, Fibra Cruda, Proteína Cruda, Extracto Etéreo, Extracto Libre de Nitrógeno y pH, en el laboratorio de Bromatología de la Universidad Nacional de Loja.

3.3.2.3. Preparación del ensilaje

El ensilado de la pulpa de café se lo realizó en tubos PVC de 0.50 m de alto por 0,10 m de diámetro, a los mismos se les elaboró una tapa para la base y se hizo agujeros para la evacuación de los líquidos. Se adaptaron bolsas de polietileno calibre 6 a las dimensiones del tubo, mismas que están disponibles en el mercado **(Anexo 5, Figura 3).**

El microsilo se llenó manualmente en capas y se apisonó la pulpa de café para asegurar una adecuada compactación y exclusión del aire para garantizar un adecuado proceso de fermentación, en el proceso se fue colocando los niveles de urea y melaza, tomando en consideración que el total del contenido del microsilo fue de 3Kg, dicho proceso de ensilado se prolongó durante 45 días**.** En el siguiente cuadro se detalla las dosis utilizadas para cada unidad experimental (microsilo) **(Anexo 7, figura 5).**

Cuadro 5. Dosis en gramos de urea más melaza aplicadas en el microsilo.

Tratamientos (Urea + melaza)	Contenido del microsilo	Cantidad (gramos)	
		Urea	Melaza
0 % + 0%	3 Kg	0 gr	0gr
0.5 % + 3%	3 Kg	15 gr	90gr
1 % + 3%	3 Kg	30 gr	90gr
1.5 % + 3%	3 Kg	45 gr	90gr

Finalizado el llenado de los microsilos se realizó el cierre hermético con abrazaderas plásticas, expulsando todo el aire que pueda existir dentro de la bolsa y pueda dañar el ensilaje. Por último 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.

3.3.3. Metodología para el primer objetivo

"*Determinar el valor nutricional del ensilaje a base de pulpa de café con la aplicación de aditivos".*

Las variables que se evaluaron para el cumplimiento de este objetivo fueron las siguientes:

3.3.3.1. Evaluación de las características organolépticas

Los microsilos fueron abiertos a los cuarenta y cinco días posteriores a su elaboración, para realizar la primera evaluación siendo esta la organoléptica.

3.3.3.2.1.1. Color y Olor

Para determinar estas características del ensilaje se lo realizó, mediante los órganos de los sentidos (vista y olfato), además se tomó en consideración la metodología utilizada por Salguero (2005), la cual se detalla a continuación:

Cuadro 6. Ficha para la evaluación organoléptica del color y olor de ensilajes de pulpa de café, según Salguero (2005).

	Excelente	**Bueno**	**Regular**	**Malo**
Color	Amarillo claro (AC)	Marrón claro (MC)	Marrón oscuro (MO)	Café Oscuro (CO)
Olor	Agradable (A)	Ligeramente agradable (LA)	Ligeramente desagradable (LD)	Francamente desagradable (FD)

3.3.3.2.1.2. Textura y Humedad

Estas características de igual manera se realizaron a través de los órganos de los sentidos (vista y tacto), y con la ayuda de una tabla establecida por Betancourt (2006), para la evaluación general de ensilajes **(Cuadro 7).**

Cuadro 7. Ficha de Indicadores organolépticos para la evaluación de ensilajes según Betancourt, 2006.

	Excelente	**Bueno**	**Regular**	**Malo**
Textura	El material conservo todos sus contornos definidos	El material conservo todos sus contornos definidos	Los bordes del material aparecen mal definidos.	cuando no se aprecia diferencia entre hojas y tallos, se forma una masa amorfa y jabonosa al tacto
Humedad	No humedece las manos al ser comprimido dentro del puño y se mantenía suelto después de retirada la presión.	No humedecía las manos al ser comprimido dentro del puño y se mantenía suelto después de retirada la presión.	si presenta goteo cuando se comprime y forma una masa compacta	El material se moldeaba con facilidad y generaba efluentes

Concluida la evaluación organoléptica se tomó 500 gramos de la pulpa ensilada para ser enviadas al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina, para que se realice el análisis de Digestibilidad *in vivo* (DIVMS) y muestras de un 1Kg para ser llevadas al laboratorio de bromatología de la Universidad Nacional de Loja. **(Anexo 3).**

Anexo a esto también se tomó una muestra (1Kg) del ensilaje por tratamiento, para realizar una prueba de aceptabilidad por parte de los bovinos de la Quinta Experimental Punzara, de la Universidad Nacional Loja **(Anexo 9, Figura 7).**

3.3.3.2. Evaluación Bromatológica del ensilado de pulpa de café

Las muestras fueron ingresadas al laboratorio de bromatología con su respectiva identificación y código del laboratorio, para determinar las siguientes variables:

3.3.3.2.1. Materia Seca (MS)

Se colocaron las muestras en fundas de papel para ser pesadas e ingresadas a la estufa sometiéndolas a 60°C (H.I), pero como no elimina toda el agua retenida se lo hace a 105°C. La pérdida de peso indica la humedad retenida por la muestra y relacionándola con la pérdida de peso por secado a 60°C, permite determinar el % de humedad total (H). Para el cálculo de la materia seca se lo realiza con las siguientes formulas:

$$\boldsymbol{X.} = \boldsymbol{Y} + \frac{(\mathbf{100}-\boldsymbol{Y})\boldsymbol{x}\,\boldsymbol{C}}{\mathbf{100}} \qquad \% \boldsymbol{M.S.} = \mathbf{100} - \% \boldsymbol{H.}$$

X = Humedad total (H) en %

Y = Humedad inicial (Hi.) en, %

C = Humedad higroscópica (H.H.) en %

Una vez determinado el porcentaje de MS se procedió a moler cada una de las muestras, para ser almacenadas en frascos plásticos para muestras y poder determinar las demás variables.

3.3.3.2.2. Cenizas (Cz)

La determinación de las cenizas se lo realizó mediante un análisis proximal Weende, para lo cual se realizó el siguiente procedimiento:

- Se enciende la mufla y ajusta su temperatura a 600°C.
- Se calibra la balanza analítica ajustando a cero antes de realizar cualquier pesada.
- Identificamos los crisoles de porcelana anotando con un lápiz el número correspondiente en su parte inferior.
- Pesamos el crisol vacío con cuidado y registra el peso exacto como P1.
- Retiramos el crisol de la balanza y agregamos 2gr aproximadamente de la muestra, con precisión de 0,1 mg.
- Pesamos nuevamente el crisol con la muestra de alimento y registra su peso como P2.
- Utilizando las pinzas, colocamos el crisol con la muestra en la mufla y se incinera la muestra durante dos horas.
- Una vez transcurrido éste tiempo se apaga la mufla y abre la compuerta y retira el crisol con las pinzas.

- Colocamos el crisol en el desecador hasta que se enfríe a temperatura ambiente
- Se registrar el peso exacto del crisol con las cenizas como P3. Se realiza el cálculo del porcentaje de cenizas de la muestra utilizando la siguiente fórmula:

$$\%\ \mathbf{de\ cenizas} = \frac{(\mathbf{P3-P1})}{(\mathbf{P2-P1})}\ \boldsymbol{x}\ \mathbf{100} \quad \%\ \mathbf{de\ cenizas} = \frac{\text{Peso de la ceniza}}{\text{Peso de la muestra}}\ \text{x}\ 100$$

Dónde:

P1 = Peso del crisol vacío

P2 = Peso del crisol más muestra

P3 = Peso del crisol más cenizas

3.3.3.2.3. Fibra Cruda (FC)

El análisis se lo realiza mediante el análisis proximal Weende, con el siguiente procedimiento:

- Pesamos 2.0 g de muestra, en balanza analítica de precisión 0,1 mg.
- Transferimos a un vaso de 600 ml, evitando la contaminación con la fibra de papel. Agregar 200 ml de ácido sulfúrico al 0,255 N hirviendo.
- Colocar el vaso en el aparato sobre la placa caliente pre-ajustada para que hierva exactamente 30 minutos. Girar el vaso periódicamente para evitar que los sólidos se adhieran a las paredes.
- Filtrar a través de papel filtro o tela de lino.
- Enjuagar el vaso con 50-70 ml de agua hirviendo y verterla sobre el papel filtro o el lino.
- Transferir el residuo al vaso con ayuda de 200 ml de NaOH al 0.313 N % hirviendo y calentar a ebullición exactamente 30 minutos.
- Quitamos el vaso y filtramos en buckner con papel filtro (**P_p**) de masa cocida y cenizas conocidas (**P_{cp}**)
- Transferimos el residuo a un crisol a masa constante y secar a 130°C durante 2 horas (**Ps)**.
- Enfriamos y determinamos su masa (**P_s**), por último se calcina a 600°C durante 30 minutos y se determina su masa (**P_c)**. Para el cálculo del porcentaje de fibra cruda se lo realiza con la fórmula siguiente:

$$\%\ \boldsymbol{de\ Fibra\ cruda} = \frac{(\boldsymbol{A}-\boldsymbol{B})}{\boldsymbol{C}}\ \boldsymbol{x}\ \mathbf{100}$$

A = Peso del crisol con el residuo seco (g)

B = Peso del crisol con la ceniza (g)

C = Peso de la muestra (g)

3.3.3.2.4. Proteína Bruta (PB)

La proteína bruta se la determino mediante el método del Kjeldahl, Siguiendo el siguiente protocolo:

- Se pesa un disco de papel filtro en la balanza analítica (P1).
- Se agrega 3gr de la muestra (molida) sobre el papel filtro y pésalo (P2).
- Se envuelve la muestra en papel filtro y se colócala dentro del matraz kjeldahl.
- Agrega al matraz kjeldahl 20gr de la mezcla de catalizadores y 25 ml de ácido sulfúrico.
- Se coloca el matraz kjeldahl en el digestor y se enciende el extractor de gases del equipo y se coloca el botón de la parrilla de calentamiento en la posición media.
- Aumenta la temperatura hasta la ebullición de la solución. Digiere por un tiempo de 40 minutos.
- Utilizando los guantes de asbesto, gira el matraz ocasionalmente para facilitar la remoción del carbón.
- Suspende la digestión cuando la solución adquiere un color azul- verdoso transparente.
- Apaga la parrilla de calentamiento y deja enfriar el matraz kjeldahl y su contenido.
- Agrega a un matraz Erlenmeyer 50 ml de la solución de ácido bórico y cuatro gotas de la solución indicadora de rojo de metilo.
- Coloca el matraz Erlenmeyer en el extremo inferior del condensador, de tal manera que el extremo de la manguera por donde sale el destilado quede sumergido en la solución del matraz.
- Agrega al matraz kjeldahl 200 ml de agua y 25 ml de solución de tiosulfato de sodio mezclándolos perfectamente.
- Enseguida, agrega también al matraz 120 ml de la solución de hidróxido de sodio al 50 %, agítalo y colócalo en el destilador.
- Abre el agua de enfriamiento y enciende la parrilla de calentamiento del destilador.

- Destila la solución hasta lograr un volumen de 250 a 300 mililitros en el matraz Erlenmeyer.
- Terminada la destilación, desconecta la trampa kjeldahl y apaga la parrilla calefactora.
- Sujeta la bureta de 25 mililitros al soporte universal utilizando las pinzas.
- Usando el embudo, agrega a la bureta la solución de ácido clorhídrico. Ajusta el menisco a cero.
- Retira el matraz Erlenmeyer del destilador y titúlalo con la solución de ácido clorhídrico 0.1 normal.
- Agita la solución del matraz Erlenmeyer mientras titulas.
- Cuando la solución se vuelva incolora, cierra la válvula de la bureta y anota el volumen de la solución de ácido clorhídrico utilizado para neutralizar (V).

  Para el cálculo del porcentaje de proteínas en la muestra se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$\%\ \text{Nitrógeno} = \frac{(\text{V})\text{x}(\text{N})\text{x}(\text{meq. N})x\ (100)}{\text{Peso de la muestra}}$$

V = Volumen gastado del ácido clorhídrico
N = Normalidad del ácido clorhídrico
Meq. N = miliequivalente del nitrógeno que es 0.014

3.3.3.2.5. Determinación de Extracto Etéreo (EE)

Para determinar el EE se utilizó el método Soxhlet, método oficial para la determinación de grasas en muestras sólidas de alimento.

- Se pesa el matraz en la balanza analítica y registra su peso exacto como P1.
- Pesa un disco de papel filtro en la balanza. Anota su peso exacto como P2.
- Agrega aproximadamente 2 gramos de la muestra molida al papel filtro y pésalo. Anota su peso exacto como P3.
- Envuelve la muestra en el papel filtro formando un cartucho cuidando que no se tire ni escape nada.
- Tapa el cartucho con un trozo de algodón e introdúcelo en la cámara de extracción Soxhlet.
- Conecta el refrigerante, la cámara de extracción y el matraz como se muestra en la figura.

- Bajo la campana de extracción, coloca el arreglo sobre una placa calefactora y sujétalo al soporte universal utilizando las pinzas.
- Mide con la probeta 50 mililitros de éter etílico y agrégalos por la parte superior del refrigerante utilizando el embudo. Tapa el refrigerante con un trozo de algodón.
- Abre la válvula del agua de enfriamiento del refrigerante y verifica que fluye libremente.
- Enciende la parrilla calefactora, cierra la campana de seguridad y enciende el ventilador para iniciar el proceso de extracción.
- Extraer durante 4 horas ajustando el calor de la placa calefactora para obtener una velocidad de condensación de 2 a 3 gotas por segundo.
- Al finalizar el tiempo de extracción, abre la campana, apaga la placa calefactora y retira con cuidado el matraz y la cámara de extracción Soxhlet. Utiliza los guantes de asbesto para evitar quemaduras.
- Retira el cartucho de la cámara de extracción y arma de nuevo el equipo como lo hiciste anteriormente.
- Coloca un vaso de precipitado de 100 ml. bajo la válvula de la cámara de extracción y ábrela para recuperar el solvente.
- Enciende la placa calefactora y cierra la campana de seguridad.
- Vigila la recuperación del solvente en el vaso de precipitado hasta que se evapore totalmente.
- Abre la campana de seguridad y vacía el solvente recuperado en otro recipiente.
- Con cuidado desmonta y retira el equipo de extracción, dejando el matraz balón sobre la placa calefactora.
- Cierra la campana de seguridad y evapora los restos de solvente del matraz cuidando que no se queme la grasa.
- Cuando se haya evaporado todo el solvente, abre la campana, apaga la placa calefactora y coloca el matraz en el desecador para que se enfríe.
- Pesa el matraz con la grasa obtenida en la balanza analítica. Registra su peso exacto como P4. Calcula el porcentaje de grasa cruda en la muestra con la fórmula:

$$\%\ \text{de extracto etéreo} = \frac{(\mathrm{P4} - \mathrm{P1})}{(\mathrm{P3} - \mathrm{P2})}\ x\ 100 \quad \text{o} \quad \%\ \text{de grasa} = \frac{\mathrm{PG}}{\mathrm{PM}}\ X\ 100$$

Dónde:

P1 = Peso del recipiente vacío (balón)

P2 = Peso del papel filtro

P3 = Peso del papel filtro con la muestra

P4 = Peso del recipiente con la grasa obtenida

P4 – P1 = Peso de la grasa obtenida **PG**

P3 – P2 = Peso de la muestra **PM**

3.3.3.2.6. Determinación de Extracto Libre de Nitrógeno (ELN)

El extracto libre de nitrógeno de un alimento, se determina por diferencia después que se han completado los análisis para cenizas, fibra cruda, extracto etéreo y proteína cruda. El ELN es necesario para realizar el cálculo del total de nutrientes digestibles.

$$\% \text{ Extracto Libre de Nitrógeno} = 100 - (A + B + C + D + E)$$

Dónde:

A = Contenido de humedad (%)

B = Contenido de proteína cruda (%)

C = Contenido de lípidos crudos (%)

D = Contenido de fibra cruda (%)

E = Contenido de ceniza (%)

3.3.3.2.7. Determinación de pH

Transcurrido el tiempo de fermentación correspondiente, se procedió a extraer una cantidad de jugo de cada tratamiento la cual se diluyó en 45 ml de agua destilada estéril, se llevó a la centrífuga a 150 rpm, durante 30 minutos, se filtró con gasa en un vaso de precipitación luego de lo cual se procedió a determinar el pH con la ayuda de un Peachímetro en el líquido sobrenadante.

3.3.3.2.8. Determinación de la Digestibilidad *(DIVMS*)

Para el análisis de Digestibilidad se enviaron muestras (500gr) al INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, el método utilizado fue el MO-LSAIA-23 y método de referencia U. Florida 1970.

3.3.4. Metodología para el segundo objetivo

"*Evaluar la calidad nutricional mediante la comparación de los tratamientos para recomendar el mejor".*

Para dar cumplimiento con este objetivo se procedió a realizar un análisis estadístico de las variables evaluadas de cada tratamiento con su respectiva repetición, se sometieron al análisis de varianza y prueba de Tukey al 0.5 % de significancia, con la ayuda del programa estadístico InfoStat versión 2015.

Además se realizó la comparación tomando en consideración los resultados de la pulpa fresca con la ensilada así como con otros trabajos relacionados con la presente investigación.

3.3.5. Metodología para el tercer objetivo

"Determinar costos de producción del Ensilaje de pulpa café".

Para establecer los costos de producción, se elaboró un cuadro en donde se describieron los insumos, materiales y demás recursos utilizados, considerando el valor de cada uno de los rubros, y esa manera se estableció el costo para cada tratamiento.

IV. RESULTADOS

4.1. Composición química de la pulpa de café fresca (sin ensilar)

El valor nutritivo (%) de la pulpa de café fresca que se describe a continuación, fue realizada después de 24 horas de haber sido despulpada, los resultados se muestran tanto en muestra fresca como en base a materia seca.

Cuadro 8. Composición química de la pulpa de café fresca sin ensilar, procedente de la parroquia Lauro Guerrero, cantón Paltas.

Base de Cálculo	M.S.	Cz.	E.E.	P.C.	F.C.	E.L.N.	pH
Muestra fresca	20.32%	1.89%	0.29%	1.68%	3.16%	13.29%	5
BS	100%	9.31%	1.41%	8.28%	15.58%	65.42%	

Fuente: Laboratorio de nutrición animal AARNR-UNL (2016).

Significado: (MS): Materia seca, (Cz): Cenizas, (EE): Extracto Etéreo, (PC): Proteína Cruda, (FC): Fibra Cruda, (ELN): Extracto Libre de Nitrógeno.

4.2. Características organolépticas de la pulpa de café ensilada

La evaluación organoléptica del ensilaje fue basada en la apreciación subjetiva a través de los sentidos, donde se apreciaron las características para clasificar al ensilaje de excelente, buena, regular y mala calidad.

Cuadro 9. 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

4.3. Composición química de la pulpa de café ensilada

4.3.1. pH

Los resultados demostraron que los valores de pH de los tratamientos con la adición de urea más melaza disminuyeron progresivamente en comparación con la pulpa de café fresca la cual tuvo un valor de 5, este disminuyó al ser ensilada a valores entre 3,9 y 4. Esto debido a la producción de lactobacilos ácidofilos que se hacen presente a las 72 horas, estas bacterias producen ácido láctico, el cual hace que el pH disminuya provocando la eliminación de bacterias indeseables como *Salmonella, Escherichia coli* y *Clostridium* (Barroso et al., 2006).

Cuadro 10. Efecto de los aditivos en el pH de la pulpa de café ensilada durante 45 días.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1	3.9	3	0.05	A
T2	4	3	0.05	A
T3	4.03	3	0.05	A
T4	4.03	3	0.05	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

4.3.2. Materia Seca (MS)

En base a la prueba de medias de Tukey se puede indicar que estadísticamente los tratamientos no son diferentes entre sí. Sin embargo el T4 (1.5% urea) presentó el contenido de MS más alto en comparación con los demás tratamientos, mientras que comparando con el contenido de la pulpa de café fresca (sin ensilar), cuyo valor fue de 20.32 % no existe un incremento significativo en su contenido con la aplicación de 1.5% de urea. Los tratamientos T1, T2 y T3 disminuyeron su contenido con la adición de los aditivos.

Cuadro 11. Efecto de los aditivos en la Materia Seca de la pulpa de café ensilada durante 45 días.

Tratamientos	Medias	n	E.E		
T4	20.35 %	3	0.32	A	
T3	19.94 %	3	0.32	A	
T2	19.56 %	3	0.32	A	B
T1	18.31 %	3	0.32		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

4.3.3. Cenizas (Cz)

Para la variable evaluada Cz no se evidenció diferencias significativas entre los tratamientos con la inclusión de la urea (0, 0.5, 1 y 1,5% de urea + 3% melaza), durante los 45 días de ensilado de la pulpa de café. Sin embargo en comparación con la pulpa inicial (sin ensilar), cuyo valor fue de 9.31% si existió un leve incremento con la adición del 1% de urea.

Cuadro 12. Efecto de los aditivos el contenido de Cenizas en la pulpa de café ensilada durante 45 días.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T3	12.52 %	3	0.47	A
T1	12.34 %	3	0.47	A
T4	11.41 %	3	0.47	A
T2	10.87 %	3	0.47	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

4.3.4. Extracto Etéreo (EE)

La inclusión de la urea más melaza incrementó en el contenido de EE, con variaciones que van 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.

Cuadro 13. Efecto de los aditivos el contenido de grasa en la pulpa de café ensilada durante 45 días.

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T4	2.6 %	3	0.15	A	
T3	2.29 %	3	0.15	A	B
T2	2.16 %	3	0.15	A	B
T1	1.83 %	3	0.15		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

4.3.5. Proteína Cruda (PC)

El valor de proteína al inicio del ensilaje en la pulpa fresca fue de 8.28%. En el análisis de varianza se detectó diferencias significativas a nivel de los tratamientos, en cual se observó que el tratamiento T4 con la inclusión de 1.5% de urea más el 3% de melaza presentó el valor más alto, mientras que el T1 presentó el valor más bajo. Una causa que explica este efecto positivo es que al ensilaje de la pulpa se le adicionó urea por lo que mejoró el contenido de proteína cruda (PC) de la pulpa ensilada, por tanto aporta más nitrógeno al rumen, mejorando la fermentación ruminal.

Cuadro 14. Efecto de los aditivos el contenido de Proteína Cruda en la pulpa de café ensilada durante 45 días.

Tratamientos	Medias	n	E.E.			
T4	31.68 %	3	1.52	A		
T3	22.84 %	3	1.52		B	
T2	20.7 %	3	1.52		B	
T1	12.56 %	3	1.52			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

4.3.6. Fibra cruda (FC)

Los valores de fibra 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 presento el valor más alto, seguido del T4, T2 y T3.

Cuadro 15. Efecto de los aditivos el contenido de Fibra cruda en la pulpa de café ensilada durante 45 días.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
0%	19.47 %	3	0.72	A
1.5%	19.36 %	3	0.72	A
0.5%	18.68 %	3	0.72	A
1%	18.09 5	3	0.72	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

4.3.7. Extracto Libre de Nitrógeno (ELN)

La tendencia del ELN fue inversa a los contenidos de la proteína cruda, los valores disminuyeron con la inclusión 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 fresca (sin ensilar).

Cuadro 16. Efecto de los aditivos el contenido de ELN en la pulpa de café ensilada durante 45 días.

Tratamientos	Medias	n	E.E.			
T1	53.8 %	3	1.11	A		
T2	47.6 %	3	1.11		B	
T3	44.26 %	3	1.11		B	
T4	34.95 %	3	1.11			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

4.3.8. Digestibilidad *In vivo* de la materia seca (*DIVMS*)

Los resultados alcanzados en la digestibilidad del ensilado de la pulpa de café, señalaron que no existe diferencia significativa entre los tratamientos al nivel del 0.05%.

Cuadro 17. Digestibilidad in vivo del ensilaje de pulpa de café.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T2	50.27	3	2.85	A
T3	56.48	3	2.85	A
T4	56.92	3	2.85	A
T1	50.27	3	2.85	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

4.4. Costos de producción

Para establecer los costos de producción se consideró los materiales, insumos, mano de obra y otros gastos utilizados para la elaboración del ensilaje. Los resultados se detallan en el siguiente cuadro.

Cuadro 18. Costo de los rubros utilizados para la elaboración del ensilaje a base de pulpa de café.

Rubros	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Subtotal
Pulpa de café	Kg	36	0.044	1.6
Urea	gr	270	0.0007	0.21
Melaza	gr	90	0.0047	0.14
Tubos de PVC		12	0.32	0.32
Tapones para tubos		12	0.70	0.70
Abrazaderas plásticas		12	0.20	0.20
fundas de polietileno		2	0.50	0.50
Balanza gramera		1	0.53	0.53
arriendo del local	mes	1	0.5	0.50
mano de obra	hora	0.5	1.50	0.75
Total				**5.73**

Cuadro 19. Costos por kilogramo de cada tratamiento utilizado para el ensayo.

Tratamientos	Costo sin aditivo	Costo de los aditivos	Costo Total	Costo /Kg
T1	1.28	0	1.28	0.14
T2	0.88	0.57	1.45	0.16
T3	0.88	0.60	1.48	0.16
T4	0.88	0.64	1.52	0.17

El costo del ensilado de la pulpa de café con el uso de aditivos permiten la utilización de este subproducto agrícola, ya que su procesamiento no implica mayores gastos, brinda una alternativa de alimentación para rumiantes en épocas de escases de forrajes y genera beneficios ambientales por el reciclaje de este residuo que puede convertirse en fuente de contaminación.

V. DISCUSIÓN

Los valores obtenidos de la composición química de la pulpa de café inicial (sin ensilar), presentó valores altos, bajos y similares en relación con los reportados por los siguientes investigadores Córdova (2012), encontró el 18.57% para Materia Seca, 12.49% Cenizas, 1.02% Extracto Etéreo, 8.67% Proteína Cruda, 17.39% Fibra Cruda, y 60.43% de Extracto Libre de Nitrógeno. Por otra parte Munguía (2015), reporto el 22.95% para MS, 7.40% cenizas, 10.85% proteína cruda, 1.20% extracto etéreo. Así mismo Granda (2016) encontró en la pulpa un valor de 26.53% de MS, 11.91% Cz, 2.30 % EE, 9.12%PC, 16.28%FC, y 60.39% de ELN. Además Abarca (2010), encontró que en la pulpa de café fresca procedente de la parroquia de Vilcabamba valores de 6,12% (Cz), 2.68% (EE), 9.44% (PC), 20.09% (FC) y 51.4% (ELN). Existe diferencias en algunos resultados posiblemente los valores altos y bajos obtenidos son 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 relacionado con el tiempo en el cual fueron tomadas las muestras para los análisis, en la presente investigación se lo realizo después de 24 horas del despulpado.

Junto con un análisis químico, factores como el olor, color y el aspecto general proporcionan un buen indicador del valor nutritivo global esperado de materiales de ensilaje (ARD, 2004). En este sentido en cuanto al olor los tratamientos presentaron un olor entre excelente y bueno. Villalba (2011), reporto 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 amoniaco, 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 presento 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 reportado 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), 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. Finalmente en cuanto a la textura, todos los tratamientos fueron evaluados excelentes, ya que la pulpa conservo todos sus contornos bien definidos, es decir presentaron sus características originales.

La importancia del pH radica en su vinculación con los procesos degradativos que se producen conservación. Los valores de pH obtenidos en este trabajo (Cuadro 4) indicaron que ensilar pulpa de café proporciona condiciones ambientales favorables, pues se ha indicado que 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) (3,90) y Villalba et al. (2011) (3,8) 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 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 conserve las características nutricionales del producto ensilado. El pH tiene una alta correlación con la calidad del producto, a valores de 4.5 y superiores generalmente los ácidos butírico y acético están presentes en altas concentraciones en el material ensilado dando lugar a olores rancios y avinagrados, afectando su calidad (Jimenez & Boschini, 1982).

Se conoce que el proceso de beneficiado y la variedad del café pueden influir en la cantidad de Materia Seca del ensilado. En el presente trabajo de investigación los valores de MS del ensilaje de pulpa de café con la aplicación de aditivos se encontraron dentro de los rangos reportados por Bautista (2005) y Munguía (2015), 15.40 % y 18.84% respectivamente. El promedio obtenido en los tratamientos es 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 optimo 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).

Los valores de cenizas encontrados en la pulpa de café ensilada con la adición de los aditivos presentaron un promedio de 11.78%, valor que está en relación con lo reportado por Granda (2016) 10,05 %, 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).

La concentración de EE en el ensilado de la pulpa de café, se constató diferencias significativas entre los tratamientos, con la adición de los diferentes niveles de urea más melaza. El tratamiento T4 presento el valor más alto, comparando el porcentaje de extracto etéreo promedio 2. 22 % con los reportados por Braham & Bressani (1978), de 2.6 % se puede indicar que el resultado obtenido es similar al reportado por este investigador, pero por debajo del señalado por Ferrer et al (1995) de 5.02%. Las discrepancias de los valores se deben al tiempo de ensilaje y a los aditivos utilizados. Munguía (2015), quien ensiló la pulpa de café con el 5% de melaza obtuvo un valor de 1.48%, por su parte Granda (2016), fermento la pulpa durante 24 horas y con una inclusión de 1.5% de urea obtuvo un promedio de 2.16% lo cual está en relación con el de la 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 contenidos de FC en todos los tratamientos presentaron similitud, encontrándose en un promedio de 18.9 %, los niveles de inclusión de la urea no influenciaron en un aumento. 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. Por su parte Noriega (2008) 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 ensilo el material ya que dicho resultado es a los 240 días mientras que el de la investigación fue a los 45 días. Según Valdivia (2006), los alimentos que contienen un menor contenido de fibra inducen a un mayor consumo de alimento.

Los valores proteínicos del ensilaje de la pulpa, en los cuales se incorporó urea más melaza (0, 0.5, 1 y 1.5% mas 3.0%) fueron mayores respecto a la inicial (sin ensilar), este incremento es debido al crecimiento bacteriano producido en la fermentación y la liberación de nitrógeno por parte de la urea y al tiempo del ensilado. Por su parte 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 urea incrementaron los porcentajes en los tratamientos. Según Puerta (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 7-9% 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.

Según Noriega (2008), al ensilar la pulpa de café con el 5% de melaza en 240 días obtuvo un valor de 10.93% de ELN, comparando dicho valor con el 34.95% está por debajo de la investigación, pudiendo 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 (Noriega, 2008). Ferrer et al (1995), señala 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.

El uso más común de la DIVMS es para estimar el contenido de energía metabolizables (EM) del alimento Di Marco (2011). Se considera un forraje de buena calidad si presenta el 70% de digestibilidad de la materia seca, menos del 50% de FDN y más del 15% de proteína bruta (PB); mientras que es de baja calidad si la DIVMS es menor al 50%, la FDN mayor al 65% y la PC menor al 8%. La pulpa de café ensilada en los tratamientos presentaron un aceptable coeficiente de digestibilidad con del 50% y más del mismo, convirtiéndolo así al ensilaje como digerible para los bovinos y con alo contenido de proteína. Ferrer et al 1994, señala 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 La PCF presentó 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)

De acuerdo los costos determinados para cada tratamiento se puede considerar a todos los tratamientos por su bajo costo que implica obtener el ensilado de este subproducto, sin embargo tomando en consideración los niveles de proteína obtenidos con la aplicación de aditivos, el tratamiento T4 presentó el 31.68 % y que su costo es de $0.17 centavos de dólar. Según Vivanco (2016), si se considera que en el mercado local, un saco de concentrado de 40 kg con el 14% de proteína tiene un valor de $ 26,5 es decir $ 0,66 el kilogramo.

VI. CONCLUSIONES

- La pulpa de café fresca mejoró su calidad al incrementar el porcentaje de PC con el ensilaje y la aplicación de los aditivos, sin afectar su digestibilidad (50%). Se puede concluir que al ensilar la pulpa de café con 1.5 % de urea más el 3.0 % de melaza son una alternativa para mejorar la calidad de la misma y conservarla.

- El indicador de la fermentación pH se mantuvo en un rango optimo (3.9- 4.0) en todos los tratamientos, creando condiciones favorables para la fermentación y conservación del material ensilado.

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

- El costo del ensilaje con la adición de los aditivos es aceptable, siendo el costo por Kg de $ $ 0.10 a 0.17 centavos de dólar, valores bajos en relación a adquirir el concentrado comercial, además que brinda de un contenido de proteína alto, importante para la producción de leche y carne en bovinos.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de la pulpa de café ensilada en la elaboración de raciones suplementaria, por su alto valor nutricional, digestibilidad del 50% y aporte energético ya que puede constituir una buena alternativa para la alimentación bovina, en épocas de escasez de forraje.

- 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 sobres estos parámetros.

- Difundir los resultados con ganaderos y cafetaleros interesados en temática con el propósito de utilizar este subproducto agrícola en la alimentación de rumiantes y ayudar a la no contaminación con este subproducto.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Abarca, D., Martínez, R., Muñoz, J., Torres, M., Vargas, G. (2010). Residuos de Café, Cacao y Cladodio de Tuna: Fuentes Promisorias de Fibra Dietaria. Centro de Transferencia de Tecnología e Investigación Agroindustrial. Universidad Técnica Particular de Loja. Revista Tecnológica ESPOL – RTE, Vol. 23, N. 2, 63-69.

Agenda Zonal 7. (2015). Provincias de: El Oro, Loja y Zamora Chinchipe 2013-2017.

Araque, C. (2001). La urea en la alimentación de rumiantes (en línea). Disponible en: http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/46-uso-de_urea_en_la_alimentacion_de_rumiantes.pdf

ARD (Agricultural Rural Development). 2004. Visual evaluation of silage quality. Government of Alberta. http://archive.org/stream/silagemanual00maca (accesed 29 nov. 2015).

Arellano, G. (2009). Estimacion de la capacidad antioxidante de acidos hidroxicinamicos obtenidos de la pulpa de café. Tesis especializacion en Biotecnologia. Mexico. Universidad autonoma metropolitana. Division de Ciencias y la Salud. Departemento de biotecnologia. 84p.

Argamentería G. A., B. De La Roza, A. Martinez, L. Sanchez Y A. Martinez. (1997). El ensilado en Asturias. Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria (CIATA), p. 1-127.

Ayala, M., (2013). Inclusion de taninos en la dieta de ovinos en finalización: respuesta en calidad de carne. Tesis de maestria. Posgrado en ganaderia. Colegio de postgraduados campus montecillo. Pag 55.

Benitez, M. I. (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 obtencion del titulod de medico veterinario y zootecnista. Universidad nacional de loja. Pag.56.

Betancourt, M., González, I., Martínez, M., (2006). Evaluación de la calidad de los forrajes. Inia/Ciae Zulia, Maracaibo.

Bohkernford, B y Fonseca, H., (1974). Calidad del ensilado con pulpa de café conteniendo humedad y varios aditivos. Informe Final. Primera reunión Internacional sobre la utilización de sub-productos de café en la alimentación y otras aplicaciones agrícolas e industriales. CATIE. Turrialba.Costa Rica.

Bondi, A., (1989). Nutrición Animal. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España. 546 p.

Braham, J. and Bressani, R. (1978). Coffe Pulp. Composition, Technology and Utilization Institute of Nutrition of Central America and Panama. Inter, Devlop. Res. Centre. Ottawa, 95p.

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 y Subtropical Agroecosistemas, Vol. 2, Núm. 2, p. 91.

Castañeda, A. & 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.

Castellón, M. (2006). Utilización de la pulpa de café para la alimentación animal a través de un proceso de fermentación en estado sólido. 46pp.

Castillo, E., Acosta, Y., Betancourt, N., Castellano, E., Matos, A., Tellez, V. y Cerdá, M. (2002). Utilización de la pulpa de café en la alimentación de alevines de tilapia roja. http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=h&c=143

Centro Nacional de Investigaciones del Café. (2003).“Ensilaje de pulpa de café”. Avances Técnicos 313, Colombia, 8p.

Cobos, M. (2013). Técnicas de Ensilaje y Construcción de Silos Forrajeros. México: SAGARPA. Subsecretaría de Desarrollo Rural Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural.

Colmenares, N., Ramirez-martinez, J.O. Aldana and Clifford. (1994). Analysis of proanthocyanidins in coffe pulp. J. Sci. Food Agric. 65:157-162.

Consejo Cafetalero Nacional (COFENAC). (2009). Informe técnico. 45p.

Cordova, M.L. (2014). Utilización de pulpa de café biofermentada como suplemento alimenticio en el engorde de toretes al pastoreo en el cantón Chaguarpamba, provincia de Loja. Tesis previo a la obtencion del titulo de Medico Veterinario y Zootecnista. Universidad Nacional de Loja. Pag 88.

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.

Domínguez, P., Macías, M., Galindo, J., y Sánchez, D. (2014). La pulpa de café ensilada como sustituto de la miel final en la alimentación de cerdos ceba. Instituto de Investigaciones Porcinas. Gaveta Postal No. 1, Punta Brava. La Habana, Cuba.

Elías, L. (1978). Composición química de la pulpa de café y otros sub productos, págs. 19 - 29.

Ferreira I., J. Olalquiaga, J. Texeira e C. Pacehco. (2000). Desempenho de cordeiros Texel x Bergamacia, Texel x Sbata Ines e Santa Ines puros, terminados em confinamento, alimentados com casca de café como parte da dieta, Rev. Bras. Zoot. 29(2):89-100.

Ferrer, J. Páez, G., Chirino, M. y Mármol, Z. (1995). Ensilaje de la pulpa de café. Rev. Fac. Agron. Luz, Venezuela. 12: 417-428

Filippi, R. (2011). Conceptos básicos en la elaboración de ensilajes. Universidad de la Frontera. Chile.P.1-95.

Flores, R. (1976). Uso de la pulpa de café en la alimentación de bovinos de carne y leche. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Universidad Central. Caracas, Venezuela: s.n., págs. 1 - 27.

Garcés, M., Berrio, S., Ruiz, J., Serna, A., Builes,. (2004). Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado Rev. Lasallista Inv. 1:66-71.

Gómez, R. Bendaña, G., Gonzalez, J., Braham, E. y Bressani, R. (1985). Relación entre los niveles de inclusión de la pulpa de café y contenido proteínico en raciones para animales monogástricos. Arch. Latinoam. Nutr. 35(5): 422-437.

González, L. (2010). Suplementación estratégica con ensilaje de soya y maíz en bovinos doble propósito a pastoreo en época de sequía.

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.

Heinl, S., Wibberg, D., Eikmeyer, F., Szczepanowski, R., Blom, J., Linke, B., Goesamann, A., Grabherr, R. (2012). Insights into the completely annotated genome of lactobacillus buchheri CD034, a strain isolated from stable grass silage. J. Biotechnol.161(2):153-66.

Henderson, N. (1993). Silage additives. An. Feed Sc. Techn., 45: 35-56.

Honig, H and Woolford, M.K. (1980). Changes in silage on exposure to air. Journal foraje conservation in the 80's. pp. 76-87.

Jiménez, F., Moreno, A., Joaquín, M. (2003). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Corpo ICA, Ecoregión Caribe. Colombia. El ensilaje una alternativa para la conservación de forrajes.

Jobim, C., Nussio, L., Reis, R, y Schmidt, P. (2007). Avanços metodológicos na avaliaçao da qualidade da forragem canservada. Revista brasileña de zootecnia, v. 36, suplemento especial, p. 101-119.

Jones, R.J. and Barnes, P. (1996). In vitro digestibility assessment of tropical shrub legumes using rumen fluid or fecal fluid as the inoculum source. Tropical Grasslands 199630: 374-377.

Juniper, D., Bryant, M., Beever, E and Ficher, A. (2007). Effect of breed, gender housing system and dietary crude protein content pn performance of finishing beef cartle fed maize-silage-based diets. Animal 1(5); 771-779.

Lino, A., (2014). Ensilaje en bolsas. Alternativa para pequeños ganaderos.

López, M., WingChing, R., Rojas, A.(2009). Características fermenta- tivas y nutricionales del ensilaje de rastrojo de piña (Ananascomosus). Agronomía Costarricense 33(1): 1-15.

Mayorca., E. (2005). La pulpa de café: Residuo o alimento. Universidad Central del Ecuador, Quito. Disponible en línea en http://www.urg.es/ri/anteriores/dia103/d28-3.htm.

Mier, M. (2009). Caracterización del valor nutritivo y estabilidad aeróbica de ensilados en forma de microsilos para maíz forrajero. Caracterización del valor nutritivo y estabilidad aerobica de ensilados en forma de microsilos para maiz forrajero.

Ministerio de Agricultura, Ganadeia, Acuacultura y Pesca (MAGAP). (2016). La política Agropecuaria Ecuatoriana: hacia el desarrollo territorial rural sostenible: 2015-2025.

Moreau, Y., Arredondo, J., Perraud, I. y Roussus, S. (2003). Utilización dietética de la proteína y de la energía de la pulpa de café fresca y ensilada por la tilapias del Nilo (Oreochromis niloticus). Braz. Arco.biol.technol. 46(2):35-347.

Munguía, G. 2015. Comportamiento, producción y características de la canal en ovinos alimentados con pulpa de café. Tesis MSc., Colegio de Posgraduados, Montecillo, MEX.

Nadir, (2009). Elaboración y utilización de ensilajes en la alimentación del ganado bovino. Nicaragua: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Managua.

Noriega, S.A., A.R. Silva, y M. García. (2008). Revisión. Utilización de la pulpa de café en la alimentación animal. Zootec.Trop. 26:411-419.

Noriega, S.A., A.R. Silva, y M. García. (2009). Composición química de la pulpa de café a diferentes tiempos de ensilaje para su uso potencial en la alimentación animal. Zootec. Trop. 27:135-141.

Ojeda, F. y Montejo, L. (2001). Conservación de la morera (M*orus alba*) como ensilaje. I. Efecto sobre los compuestos nitrogenados. Pastos y forrajes 24:147-155.

Ojeda, G.F., G.O. Cáceres, y M. Esperance. 1991. Conservación de forrajes. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, CUB.

Oliveira, A., Campo, S., Valadares, F., Assis, j., Texeira, R., Valadares, D. (2007). Replacing corn with coffe hulls or soyhulls in dairy cows diets: intake, nutrient digestibility and milk prodcution and composition. Rev. bras. Zoot. 36 (4 suppl):1172-1182.

Osorio, N. (2001). El ensilaje. Una tecnica facil de conservar pasto. Revista enlace. 77:1-3.dosponible en http://www.sinas.org.ni/revistaenlace/articulo/1030.

Oude, S., Driehuis, F., Gottschal, J., & Spoelstra, S. (2013). Deposito de documentos de la FAO. Obtenido de Deposito de documentos de la FAO.

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 M.Sc. Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico.

Puertas, M.A.,F Rivera, E.P., Guzman, B.A., Rojano, C.,Pelaez ,.J. (2012). Comparacion entre el estado de maduracion 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.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 (consultado2 de marzo 2011).

Ramirez, M., Marnet, V., Kolli, S., Roussos, S., Guyot and Augur. (2004). Characterization and estimation of proanthocyanidins and other phenolics in coffe pulp (coffea arabiga) by thiolysis-high-perfomance liquid chromatography. Journal of agricultural and food chemistry. 53: 1344-1349.

Rathinavelu y Graziosi. (2005). Usos alternativos de los residuos y subproductos del café (,en línea). Disponible en http://www.ico.org/documents/ed1967c.pdf.

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.

Sosa, R.E., D. Pérez, L. Ortega, y G. Zapata. (2005). Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. Téc. Pecu. Méx. 42:129-144.

Souza, A., Garcia, D., Valadares, F., Cipriano, R., JM de souza C., L. da Silva C., Gobbi, F. (2005). Casca de café em dietas de vacas em lactacao: consumo, digestibilidade e desempenho. Revista Brasilera de Zootecnia. 35(3):921-927.

Staudacher, W. (1999). Certification of silage additives in Germany by DLG. En: international silage conference; silage production in relation to animal performance, animal health, meat and milk quality. p. 239-240.

Stefanie, J., Driehuis, J., Gottscha, L and Spoelstra (1999). Silaje fermentation processes and their manipulation. FAO Electronic Conference on Tropical Silage. http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/agp/agpc/gp/silagecontents.Htm. Paper 2.

Vargas E., M. Cabeza y R. Bressani. (1977). Pulpa de café en alimentación de rumiantes. Absorción y retención de nitrógeno en novillos alimentados con concentrados elaborados con pulpa de café deshidratada. Agron, Costarricence. 1(2): 101-106.

Villalba, D.K., V.A. Holguín, J.A. Acuña, y V.R. Piñeros. (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 titulo de Medico Veterinario y Zootecnista. Univerdidad Nacional de Loja.

Wong, C. (2001). El papel del ensilaje en la producción de rumiantes en los trópicos húmedos. Introducción a la conferencia sobre el uso del ensilaje en el Trópico, FAO. Roma, IT

Zambrano, G.(2004). Contribución al estudio de los subproductos agroindustriales del trópico húmedo ecuatoriano para la alimentación de rumiantes" Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal. pp. 61 – 63.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Resultado del análisis de la pulpa de café fresca (Sin ensilar).

Nro. Lab.	Nro. Mues.	Clase de muestra	Base de Cálculo	M.S.	Cz.	E.E.	P.C.	F.C.	E.L.N.
5426	1	Pulpa de Café fresca-Lauro Guerrero	BS	100%	9.31%	1.41%	8.28%	15.58%	65.42%
			TCO	20.32%	1.89%	0.29%	1.68%	3.16%	13.29%

Significado: BS=Base Seca, M.S. = Materia Seca, Cz = Cenizas, E.E. = Extracto Etéreo, P.C. = Proteína Cruda, F.C. = Fibra Cruda E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno.

Anexo 2. Resultado del análisis de la pulpa de café ensilada durante 45 días.

Nro. Lab.	Nro. Mues.	Clase de muestra	Base de Cálculo	M.S.	Cz.	E.E.	P.C.	F.C.	E.L.N.
5484	1	Pulpa de Café ensilada 45 días T1R1	BS	100%	11.67%	1.91%	12.54 %	19.09%	54.79%
			TCO	18.59%	2.17%	0.35%	2.33%	3.55%	10.18%
5485	1	Pulpa de Café ensilada 45 días T1R2	BS	100%	12.16%	1.94%	12.32 %	19.45%	54.13%
			TCO	18.33%	2.23%	0.36%	2.26%	3.56%	9.92%
5486	1	Pulpa de Café ensilada 45 días T1R3	BS	100%	13.20%	1.65%	12.83 %	19.86%	52.47%
			TCO	18.03%	2.38%	0.30%	2.31%	3.58%	9.46%
5487	1	Pulpa de café ensilada con 0,5% urea más 3% melaza T2R1	BS	100%	10.53%	1.70%	20.32 %	20.48%	46.98%
			TCO	18.69%	1.97%	0.32%	3.80%	3.83%	8.78%
5488	1	Pulpa de café ensilada con 0,5% urea más 3% melaza T2R2	BS	100%	12.09%	2.18%	22.99 %	17.41%	45.33%
			TCO	20.33%	2.46%	0.44%	4.67%	3.54%	9.22%
5489	1	Pulpa de café ensilada con 0,5% urea más 3% melaza T2R3	BS	100%	9.99%	2.59%	18.78 %	18.14%	50.49%
			TCO	19.66%	1.96%	0.51%	3.69%	3.57%	9.93%
5490	1	Pulpa de café ensilada con 1% de urea más 3% melaza T3R1	BS	100%	12.50%	2.46%	24.00 %	18.13%	42.91%
			TCO	19.91%	2.49%	0.49%	4.78%	3.61%	8.55%
5491	1	Pulpa de café ensilada con 1% de	BS	100%	12.87%	2.32%	20.38 %	18.59%	45.85%

		urea más 3% melaza T3R2	TCO	19.59%	2.52%	0.45%	3.99%	3.64%	8.98%
5492	1	Pulpa de café ensilada con 1% de urea más 3% melaza T3R3	BS	100%	12.19%	2.10%	24.15 %	17.56%	44.01%
			TCO	20.32%	2.48%	0.43%	4.91%	3.57%	8.94%
5493	1	Pulpa de café ensilada con 1,5% de urea más 3% melaza T4R1	BS	100%	11.05%	2.66%	36.23 %	17.42%	32.64%
			TCO	20.38%	2.25%	0.54%	7.39%	3.55%	6.65%
5494	1	Pulpa de café ensilada con 1,5% de urea más 3% melaza T4R2	BS	100%	10.80%	2.67%	31.13 %	19.73%	35.66%
			TCO	20.94%	2.26%	0.56%	6.52%	4.13%	7.47%
5495	1	Pulpa de café ensilada con 1,5% de urea más 3% melaza T4R3	BS	100%	12.37%	2.48%	27.68 %	20.94%	36.54%
			TCO	19.74%	2.44%	0.49%	5.46%	4.13%	7.21%

Significado: BS=Base Seca, M.S. = Materia Seca, Cz = Cenizas, E.E. = Extracto Etéreo, P.C. = Proteína Cruda, F.C. = Fibra Cruda E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno.

Anexo 3. Resultados del análisis de Digestibilidad *in vivo* del ensilado de la pulpa de café.

MC-LSAIA-2201-03

INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y CALIDAD
LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS E INVESTIGACION EN ALIMENTOS
Panamericana Sur Km. 1. CutuglaguaTlfs. 2690691-3007134. Fax 3007134
Casilla postal 17-01-340

LSAIA/DNC/EESC

INFORME DE ENSAYO No: 16-0281

NOMBRE PETICIONARIO: Srta. Adriana Micaela Quichimbo
DIRECCION: Vía Occidental de Paso, Riobamba
FECHA DE EMISION: 1 de diciembre de 2016
FECHA DE ANALISIS: Del 16 al 30 de noviembre de 2016

INSTITUCION: Particular
ATENCION: Srta. Adriana Quichimbo
FECHA DE RECEPCION.: 15 de noviembre de 2016
HORA DE RECEPCION: 09H00
ANALISIS SOLICITADO DIVMS

ANÁLISIS	HUMEDAD	DIVMS$^{\Omega}$		IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-23		
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970		
UNIDAD	%	%		
16-1283	80,90	41,83		Ensilaje de pulpa de café Testigo (T1R1)
16-1284	80,42	49,83		Ensilaje de pulpa de café Testigo (T1R2)
16-1285	80,63	59,16		Ensilaje de pulpa de café Testigo (T1R3)
16-1286	80,21	56,46		Ensilaje pulpa de café con 0.5% de urea + 3% de melaza (T2R1)
16-1287	80,26	62,13		Ensilaje pulpa de café con 0.5% de urea + 3% de melaza (T2R2)
16-1288	80,61	58,43		Ensilaje pulpa de café con 0.5% de urea + 3% de melaza (T2R3)
16-1289	80,01	59,06		Ensilaje pulpa de café con 0.1% de urea + 3% de melaza (T3R1)
16-1290	79,75	57,56		Ensilaje pulpa de café con 0.1% de urea + 3% de melaza (T3R2)
16-1291	80,40	54,15		Ensilaje pulpa de café con 0.1% de urea + 3% de melaza (T3R3)
16-1292	79,50	55,43		Ensilaje pulpa de café con 1.5% de urea + 3% de melaza (T4R1)
16-1293	78,95	54,38		Ensilaje pulpa de café con 1.5% de urea + 3% de melaza (T4R2)
16-1294	79,70	59,63		Ensilaje pulpa de café con 1.5% de urea + 3% de melaza (T4R3)

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.
OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME

Dr. Iván Samaniego MSc.
RESPONSABLE TÉCNICO

INIAP LSAIA D.N.C. E.E. SANTA CATALINA

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo
NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electronico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la informacion.

Anexo 4. Pulpa de café fresca.

Figura 2. Pulpa de café fresca obtenida de la parroquia Lauro Guerrero, cantón Paltas. Después de 24 horas del despulpado, Septiembre 2016.

Anexo 5. Materiales utilizados en el proceso del Ensilaje.

Figura 3. Materiales utilizados para la elaboración del ensilado, A: Tubos PVC (0.50cm alto x 0.10cm diámetro)**, B:** Fundas de polietileno para elaboracion de ensilajes.

Anexo 6. Aditivos empleados en la elaboración del Ensilaje.

Figura 4. Aditivos utilizados en la elaboración del ensilaje**, A:** urea, **B:** Melaza.

Anexo 7. Proceso de elaboración del Ensilaje.

Figura 5. Proceso de elaboración del ensilaje: a) adaptación de la fundas en el microsilo; b) llenado del microsilo con la pulpa de café; c) adición de urea a la pulpa de café; d) distribución de microsilos de acuerdo al diseño experimental.

Anexo 8. Apertura de los microsilos y toma de muestras.

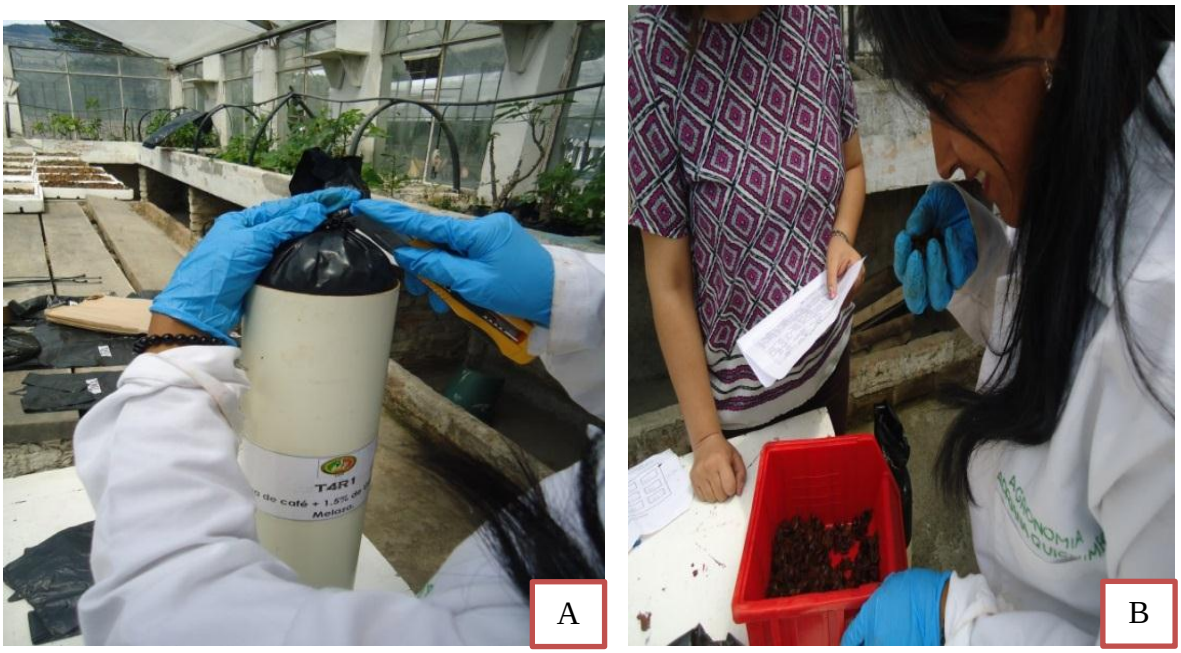


Figura 6. Evaluación de las características organolépticas, basada en la ficha establecida por Betancourt (2001) para ensilajes: a) apertura del micro silo; b) evaluación del olor mediante el olfato; c) evaluación de la humedad mediante el tacto; d) evaluación del color.

Anexo 9. Aceptabilidad del ensilaje por bovinos.

Figura 7. Determinación de la aceptabilidad del ensilaje de pulpa de café de los bovinos.

Anexo 10. Análisis del bromatológico de las muestras de la pulpa ensilada.

Figura 8. A; Toma de muestras de los tratamientos con sus respectivas repeticiones, **B:** Ingreso al laboratorio de Bromatologia, de la Universidad Nacional de Loja.

Anexo 11. Preparación de las muestras para el análisis bromatológico.

Figura 9. Molido de las muestras para el análisis Bromatológico.

Anexo 12. Determinación de la composición química de la pulpa ensilada.

Figura 10. Determinación de Fibra Cruda (FC), en el ensilado de la pulpa de café.

Figura 11. Determinación de Proteina Cruda (PC) de la pulpa de café Ensilada.

Figura 12. Determinacion de cenizas (Cz) de la pulpa de café Ensilada.

Anexo 13. Socialización de los resultados por parte de la tesista.

Figura 13. Difusión de los resultados preliminares a los estudiantes del sexto ciclo de la Carrera de ingeniería agronómica.

Anexo 14. Planificación de la socialización de los resultados a estudiantes y egresados de la Carrera de Ingeniería Agronómica.

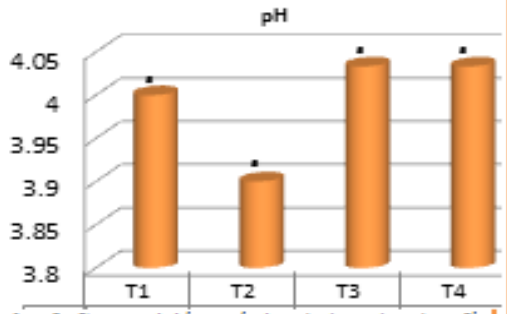
Actividad	Tiempo	Responsable
Saludo y presentación de la tesis, al mismo tiempo explica las razones de socialización de los resultados.	3min	Ing. Max Encalada.Mg.Sc. (director de la tesis)
Saludo y presentación del tema, objetivos, metodología, resultados, conclusiones y recomendaciones, mediante Power Point.	35 min	Adriana Quichimbo Córdova (tesista)
Respuestas a las interrogantes formuladas por los estudiantes.	10 min	Tesista
Entre de un triptico informativo	3min	Tesista
Cierre de la exposicion	2min	Ing. Max Encalada.Mg.Sc.
Refrigerio a los asistentes	10min	Tesista
Total	**01h03**	

Anexo 15. Tríptico de resultados entregado en la socialización.

Cuadro 2. Características organolépticas del ensilaje.

Tratamientos	Indicadores organolepticos para la evaluacion 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

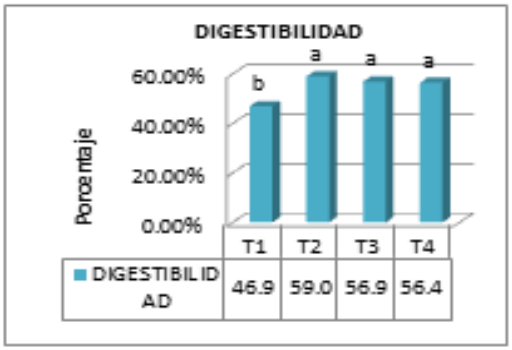
Figura 1. Efecto de los aditivos en el pH del ensilado del café durante 45 días.



Cuadro 3. Composición química de la pulpa de café ensilada, durante 45 días.

Parámetros (%)	Tratamientos			
	T1 (Testigo)	T2 (pulpa + 0.5% urea + 3.0 melaza)	T3 (pulpa + 1% urea+ 3.0 melaza)	T4 (pulpa + 1.5% urea+ 3.0 melaza)
MS	18.31b	19.56 ab	19.94 a	20.35 a
Cz	12.34 a	10.87 a	12.52 a	11.41 a
EE	1.83 b	2.16 ab	2.29 ab	2.6 a
PC	12.56 c	20.7 b	22.84 b	31.68 a
FC	19.47 a	18.68 a	18.09 a	19.36 a
ELN	53.8 c	47.6 b	44.26 b	34.95 a
pH	4 a	3.9 a	4 a	4 a

Figura 2. Digestibilidad del ensilaje de la pulpa de café.



CONCLUSIONES

La pulpa de café fresca mejoró su calidad al incrementar el porcentaje de PC con el ensilaje y la aplicación de los aditivos, sin afectar su digestibilidad (50%). Se puede concluir que al ensilar la pulpa de café con 1.5 % de urea más el 3.0 % de melaza son una alternativa para mejorar la calidad de la misma y conservarla.

El indicador de la fermentación pH se mantuvo en un rango optimo (3.9- 4.0) en todos los tratamientos, crenado condiciones favorables para la fermentación y conservación del material ensilado. La evaluación organoléptica en los tratamientos demostró características aceptables dentro de los parámetros de calidad en las características de color, olor, humedad y textura.

El costo del ensilaje con la adición de los aditivos es aceptable, siendo el costo por Kg de $ 0.10 centavos de dólar, valores bajos en relación a adquirir el concentrado comercial en el mercado.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA

TESIS:
"ENSILAJE DE PULPA DE CAFE CON LA APLICACION DE ADITIVOS, EN EL CANTON LOJA"

AUTORA:
Adriana Micaela Quichimbo Córdova.

DIRECTOR:
Ing. Max Encalada Córdova.

Loja – Ecuador
2016

INTRODUCCIÓN

En la provincia de Loja, la ganadería se 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 una de esta las bajas precipitaciones en ciertos meses de año, que afectan considerablemente la disponibilidad de pastos, llevando consigo bajos rendimientos en la producción de leche y carne.

En Loja, el proceso de beneficio húmedo del café genera grandes volúmenes de pulpa, que no tiene un uso y destino adecuado; y que pueden estar causando afecciones al medio ambiente. La producción anual de café en la provincia de Loja, es de 180.320 qq, de los cuales el 40%, es decir 108.192 qq se benefician por la vía húmeda, lo que genera una disponibilidad de 48.686 qq, de pulpa al año (COFENAC, 2009).

El ensilaje es un método de conservación de forrajes en el cual se utilizan forrajes y/o subproductos agroindustriales con alto contenido de humedad (60-70%).Este método consiste en la compactación del forraje o subproducto, expulsión del aire y fermentación en un medio anaeróbico, que permite el desarrollo de bacterias que acidifican el forraje.

Es por ello que, el presente trabajo de investigación se orientó a determinar el valor nutricional del ensilaje a base de pulpa de café con la aplicación de diferentes niveles de urea más melaza, con la finalidad de mejorar el valor nutritivo de este residuo agrícola y brindar una alternativa para la alimentación de ganadería bovina del cantón Loja.

OBJETIVOS

Objetivo General

Brindar una alternativa para la alimentación de

.

Objetivos Específicos

- Determinar el valor nutricional del ensilaje a base de pulpa de café con la aplicación de aditivos.
- Evaluar la calidad nutricional mediante la comparación de los tratamientos para recomendar el mejor.
- Determinar los costos de producción del ensilaje de pulpa de café.

METODOLOGIA

Metodología para el primer objetivo 'Determinar el valor nutricional del ensilaje a base de pulpa de café con la aplicación de aditivos".

⇒ Obtención del material (pulpa fresca).
⇒ Toma de muestras previo al ensilado para su análisis.
⇒ Proceso del ensilaje (llenado, adición de urea más melaza, compactado y sellado).
⇒ Apertura de los silos.
⇒ Evaluación de las características organolépticas.
⇒ Toma de muestras (1Kg/ repetición).
⇒ Análisis en el laboratorio del bromatología de la universidad nacional de Loja..

Metodología para el segundo objetivo "Evaluar la calidad nutricional mediante la comparación de los tratamientos para recomendar el mejor".
Las características químicas de la pulpa de café ensilada se cuantificaron de acuerdo a los niveles de inclusión de urea 0, 0.5, 1 y 1.5% de urea mas el 3% de melaza.

Se aplicó un análisis de varianza completamente aleatorizado teniendo (4) tratamientos que representaron los niveles de inclusión urea con tres repeticiones. En los caso donde existían diferencias estadísticas se aplicó una prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Para esto se utilizó el programa estadístico Info Stat versión 2015.

Metodología para el tercer objetivo "Determinar los costos de producción del ensilaje de pulpa de café".

Para establecer los costos de producción, se elaboró un cuadro en donde se describieron los insumos, materiales, y demás recursos utilizados, considerando el valor de cada uno de los rubros utilizados, para de esa manera poder establecer el costo por cada tratamiento.

RESULTADOS

Cuadro 1. Composición química de la pulpa de café fresca.

Base Cálculo	M.S	Cz.	E.E	P.C	F.C	E.L.N	pH
Muestra fresca	20.32%	1.89%	0.29%	1.68%	3.16%	13.29%	5
BS	100%	9.31%	1.41%	8.28%	15.58%	65.42%	

Significado: (MS): Materia seca, (Cz): Cenizas, (EE): Extracto Etéreo, (PC): Proteína Cruda, (FC): Fibra Cruda, (ELN): Extracto Libre de Nitrógeno.

Anexo 16. Tablas de costos de producción para producir 36 Kg de ensilaje de pulpa de café.

Insumos	**Cantidad (Kg, gr)**	**Costo unitario**	**Costo total**
Urea	45	0.0007	0.0315
	90	0.0007	0.063
	135	0.0007	0.0945
Melaza	90	0.0047	0.423
pulpa de café	36	0.044	1.6
Total			**2.212**

Materiales	**Cantidad**	**Costo unitario**	**Costo total**	**vida útil**	**depreciación /anual**	**depreciación/ mensual**
Tubos de PVC	12	0.8	9.6	5 años	1.92	0.32
Tapones para tubos	12	1.75	21	5 años	4.2	0.70
Abrazaderas plásticas	12	0.1	1.2	0	1.2	0.20
fundas de polietileno	2	1.5	3	0	3	0.50
balanza gramera	1	80	80	25	3.2	0.53
Total					**13.52**	**2.25**

Descripción	**Cantidad**	**Costo unitario**	**Costo total**
arriendo del local	1	0.5	0.5
mano de obra	0.5	1.5	0.75
Total			**1.25**