

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

Tema:

**“CINÉTICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL *in situ* Y
PRODUCCIÓN DE GAS *in vitro* DE RESIDUOS DE
POSCOSECHA *Theobroma cacao L.* ENSILADO”**

Trabajo de Titulación

Previo a la obtención del Grado Académico de Magíster en Agroecología y
Ambiente

Autor: Ing. Sixto Edmundo Mayorga Paredes

Director: Ing. Marcos Antonio Barros Rodríguez, Ph.D

Ambato - Ecuador

2016

Al Consejo de Posgrado de la Universidad Técnica de Ambato.

El Tribunal de Defensa del trabajo de titulación presidido por el Ingeniero José Hernán Zurita Vásquez, Magister Presidente del Tribunal, e integrado por los señores Ingeniero Ramón Gonzalo Aragadvay Yungán Magister, Ingeniero Segundo Euclides Curay Quispe Magister e Ingeniero Giovanni Patricio Velástegui Espín Magister designados por el Consejo Académico de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor la defensa oral del trabajo de titulación con el tema: **“CINÉTICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL *in situ* Y PRODUCCIÓN DE GAS *in vitro* DE RESIDUOS DE POSCOSECHA *Theobroma cacao L.* ENSILADO”** elaborado y presentado por el Ingeniero Sixto Edmundo Mayorga Paredes, para optar por el Grado Académico de Magíster en Agroecología y Ambiente.

Una vez escuchada la defensa oral el Tribunal aprueba y remite el trabajo de titulación para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. José Hernán Zurita Vásquez, Mg.
Presidente del Tribunal de Defensa

Ing. Giovanni Patricio Velástegui Espín Mg.
Miembro del Tribunal

Ing. Ramón Gonzalo Aragadvay Yungán, Mg.
Miembro del Tribunal

Ing. Segundo Euclides Curay Quispe, Mg.
Miembro del Tribunal

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el trabajo de titulación con el tema: “**CINÉTICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL *in situ* Y PRODUCCIÓN DE GAS *in vitro* DE RESIDUOS DE POSCOSECHA *Theobroma cacao L.* ENSILADO**”, le corresponde exclusivamente a: Ingeniero Sixto Edmundo Mayorga Paredes, Autor bajo la Dirección de Ingeniero Marcos Antonio Barros Rodríguez, Ph.D, Director del trabajo de titulación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato

.....
Ing. Sixto Edmundo Mayorga Paredes
Autor

.....
Ing. Marcos Antonio Rodríguez Barros, Ph.D
Director

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este trabajo de titulación como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los Derechos de mi trabajo de titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

.....
Ing. Sixto Edmundo Mayorga Paredes
C.C.1204570269

DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer derrotado he estado; por ello, con toda la humildad que mi corazón puede emanar, dedico primeramente mi trabajo a dios.

De igual forma, dedico esta tesis a mis padres María del Carmen Paredes Reyes y Edgar Edmundo Mayorga Guevara por su apoyo incondicional durante toda mi carrera, por siempre inculcarme buenos valores como el respeto, el amor y sobretodo la humildad, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mi hermano Edgar Antonio Mayorga Paredes que siempre ha estado junto a mí brindándome su apoyo.

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir con migo buenos y malos momentos.

A mis compañeros de clase que gracias a su apoyo, y conocimientos hicieron de esta experiencia una de las más especiales.

AGRADECIMIENTO

A dios por bendecirme con esta gran oportunidad de conocer buenas personas y vivir situaciones que contribuyen en mi crecimiento personal y profesional.

A mis Tías Amada Paredes Reyes y Estela Mayorga Guevara.

A mis primos(as) Carmen Delgado Paredes, Gladis Freire Mayorga, Fabricio Angulo Paredes, a Don Abelino Pazmiño.

Debo agradecer de manera especial y sincera al Ing. Marcos Antonio Barros Rodríguez, Ph.D, Director de Tesis, quien con su experiencia, paciencia y conocimientos me dirigió en esta investigación.

A los profesores por el apoyo brindado y en especial al Ing. Mg. Gonzalo Aragadvay, quien con sus conocimientos y experiencia contribuyo a la culminación de esta investigación.

A la universidad técnica de Ambato a la facultad de ciencias agropecuarias, por el apoyo académico brindado para mi desarrollo profesional y por haberme facilitado todas sus instalaciones para llevar a cabo mi trabajo de tesis.

A mis amigos por avernos apoyado mutuamente, y a todos quienes de una u otra manera contribuyeron para poder concluir con éxito este trabajo

ÍNDICE GENERAL.

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
EL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	3
1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1. Contextualización.....	3
1.2.2. Análisis Crítico.....	4
1.2.3. Formulación del Problema.....	5
1.2.4. Preguntas Directrices.....	5
1.2.5. Delimitación.....	6
1.3. JUSTIFICACION.....	6
1.4. OBJETIVOS.....	8
1.4.1. Objetivo General.....	8
1.4.2. Objetivos Específicos.....	8
CAPÍTULO II.....	9
MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. ANTECEDENTE INVESTIGATIVOS.....	9
2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	10
2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	10
2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	13
2.4.1. La Ganadería en el Ecuador.....	13
2.4.2. Efectos del Impacto Ambiental producidos por GEI.....	14
2.4.3. Efecto de las dietas sobre los gases de efecto invernadero.....	15
2.4.4. Digestión ruminal.....	16
2.4.5. La digestibilidad.....	17

2.4.6. Fermentación ruminal	17
2.4.7. Los microorganismos ruminales	18
2.4.7.1. Las bacterias ruminales.....	18
2.4.7.2. Protozoos en el rumen.....	19
2.4.7.3. Hongos en el rumen.	21
2.5. RESIDUOS DE POS COSECHA Y PRODUCTOS	
AGROINDUSTRIALES.	21
2.5.1. Empleo de subproductos como fuente de alimentación de los rumiantes.....	22
2.6. QUE ES EL ENSILAJE.	22
2.6.1. Procesó del Ensilaje.....	23
2.6.2. Ventajas y desventajas del ensilaje.....	24
2.7. HIPÓTESIS	25
2.8. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	25
CAPÍTULO III.....	26
METODOLOGIA	26
3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACION.....	26
3.2. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	26
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	26
3.3.1. Variable independiente:	26
3.3.2. Variable dependiente:	27
3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	27
3.4.1. Ubicación del ensayo	27
3.4.2. Caracterización del lugar	27
3.4.3. Metodología utilizada.....	28
3.5. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	30

3.5.1. Factores de Estudio.....	30
3.5.2. Tratamientos	30
3.5.3. Diseño experimental	30
3.5.4. Análisis estadístico.	31
CAPÍTULO IV.....	32
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	32
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIONES.	32
4.1.1. Screening fitoquímico de la cascara de la mazorca de cacao (<i>Theobroma cacao</i>).	32
4.1.2. Cinética de degradación ruminal <i>in situ</i>	33
4.1.3. Digestibilidad <i>in vitro</i> de la MS, producción de gas <i>in vitro</i> y población de protozoarios ruminales.....	34
4.2. VERIFICACION DE HIPOTESIS.....	35
CAPÍTULO V	36
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	36
5. 1. CONCLUSIONES.....	36
5.2. RECOMENDACIÓN.....	36
CAPÍTULO VI.....	37
PROPUESTA.....	37
6.1. DATOS INFORMATIVOS.....	37
6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.	37
6.3. JUSTIFICACIÓN.....	38
6.4. OBJETIVOS.....	38
6.4.1. Objetivo general	38
6.4.2. Objetivos específicos.....	39
6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	39

6.6. FUNDAMENTACIÓN	39
6.7. METODOLOGÍA.	39
6.8. ADMINISTRACIÓN	39
6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	40
REFERENCIAS.....	41
ANEXOS.....	50

ÍNDICE DE CUADROS Y DE GRÁFICOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Clasificación esencial de bacterias ruminales según las especies acorde a su relación con el tipo de alimento que fermentan en el retículo rumen.....	19
Tabla 2	Clasificación de los primordiales protozoos ruminales y sus sustratos de fermentación preferenciales.....	20
Tabla 3	Operacionalización de variable independiente.....	26
Tabla 4	Operacionalización de variable dependiente.....	27
Tabla 5	Tratamientos.....	30
Tabla 6	Screening fitoquímico de la cascara de la mazorca de cacao.....	32
Tabla 7	Cinética de Degradación ruminal <i>in situ</i> (g/kg MS) de residuos post cosecha de <i>Theobroma cacao</i> ensilado.....	33
Tabla 8	Digestibilidad Aparente (g/kg MS), producción de gas (ml/0.5 g/MSF) y poblaciones de protozoarios ruminal <i>in vitro</i> (log ₁₀).....	34

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1.	Árbol de problema.....	5
------------	------------------------	---

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Preparación de las muestras ensiladas.....	50
Anexo 2	Screening fitoquímico.....	51
Anexo 3	Degradación ruminal <i>in situ</i>	52
Anexo 4	Producción de gas <i>in vitro</i>	53
Anexo 5	Digestibilidad aparente de la MS <i>in vitro</i>	54
Anexo 6	Población de protozoarios <i>in vitro</i>	55

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

Tema: “CINÉTICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL *in situ* Y PRODUCCIÓN DE GAS *in vitro* DE RESIDUOS DE POSCOSECHA *Theobroma cacao L.* ENSILADO”

Autor: Ing. Sixto Edmundo Mayorga Paredes.

Director: Ing. Marcos Antonio Barros Rodríguez, Ph.D

Fecha: 01 de Diciembre 2015.

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del ensilado de la cáscara de la mazorca de cacao (CMC) sobre la cinética de degradación de la materia seca (DMS), digestibilidad aparente de la materia seca (DIVMS), población de protozoarios del rumen (PPR) y producción de gas *in vitro* (PGIV). Se utilizaron ocho ovinos canulados de aproximadamente 1 año de edad y 25 kg de peso vivo distribuidos en un diseño completamente al azar, sometidos a 3 tratamientos y 8 repeticiones. Los tratamientos fueron la CMC bajo 3 periodos de ensilaje T1: 0, T2: 40 y T3: 70 días. La DMS fue mayor ($P<0.05$) para T1, tanto para la fracción soluble (A) y la fracción insoluble (B) que fue de 404,2 y 403, 8 g/kg MS respectivamente. La DIVMS fue mayor (605,47 g/kg MS: $P=0.0001$) en el T1 con respecto a los demás tratamientos. Con respecto a la PGIV la menor ($P=0.0001$) producción de gas se observó en el T2: 23,22 y T3: 25,85 ml/0,5 g de materia seca fermentable, con respecto al T1. La PPR, la especie Entodinomorfa se disminuyó en el T1 a las 24 horas de incubación, siendo diferente ($P<0.05$) a los demás tratamientos. Se concluye que la utilización de los subproductos de post cosecha de la cascara de la mazorca de cacao sin ensilar, podrían ser incluidos en la dietas de los rumiantes, debido a que por sus propiedades nutricionales puede mejorar sus funciones ruminales.

Descriptor: Degradación, digestibilidad, ensilaje, *in situ*, *in vitro*, ovinos, producción de gas, protozoarios, screening.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

Topic: “RUMINAL DEGRADATION KINETICS *in situ* AND *in vitro* GAS PRODUCTION FROM SILAGE POSTHARVEST WASTE *Theobroma cacao L.*”

Author: Ing. Sixto Edmundo Mayorga Paredes.

Directed by: Ing. Marcos Antonio Barros Rodríguez, Ph.D

Date: 01 de December 2015.

EXECUTIVE SUMMARY

The aim of this study was to evaluate the effect of husk cocoa silage (CMC) on the kinetics of degradation of dry matter (DMS), apparent dry matter digestibility (IVDMD), protozoa population of rumen (PPR) and *in vitro* gas production (PGIV). Eight sheep cannulated about 1 year of age and 25 kg live weight distributed in a completely randomized design, received 3 treatments and 8 repetitions were used. The treatments were the CMC under 3 periods silage T1: 0, T2 40 and T3: 70 days. The DMS was higher ($P < 0.05$) for T1, both the soluble fraction (A) and insoluble fraction (B) was 404.2 and 403, 8 g / kg DM respectively. The IVDMD was May (605.47 g/kg MS: $P = 0.0001$) in T1 compared to the other treatments. Regarding the PGV the lower ($P = 0.0001$) gas production was observed in the T2: 23,22 and T3: 25,85 ml/0.5 g fermentable dry matter, with respect to T1. The PPR, the species Entodiniomorfos decreases in T1 to 24 hours of incubation, being different ($P < 0.05$) than the other treatments. It is concluded that the use of the byproducts of postharvest husk cocoa without silage could be included in ruminant diets because their nutritional properties that can improve rumen function.

Descriptors: degradation, digestibility, gas production, *in situ*, *in vitro*, screening, sheep, silage, protozoa.

INTRODUCCIÓN.

Los sistemas de producción (carne y leche) de los rumiantes en las zonas tropicales y subtropicales se basan principalmente en la utilización de pastos y forrajes. Los cuales son afectados por el clima, producto de la presencia de las estaciones lluviosa y la seca, las mismas que inciden directa e indirectamente en la presencia de déficit de disponibilidad y calidad nutricional de las pasturas. Esto influye directamente en aspecto relacionado con el manejo productivo, referente al peso, la producción lechera y la reproducción animal, originando con ello la introducción y dependencia cada día más de los suministro de alimentos balanceados (concentrados), elaborados con una alta cantidad de materia prima importada encareciendo los costos de producción en el sector ganadero, sobre todos en los países en vía de desarrollo como el nuestro, donde el déficit de suelos productivos con infraestructura agrícola es alto (Chedly y Lee, 2001).

Esta realidad plantea la búsqueda de alternativas de nutrición que valore la utilización de los recursos disponibles locales. Siendo una alternativa la utilización de los residuos de post cosecha como fuente de alimentación para los rumiantes. Permitiendo también, a través de esta práctica cultural, la reducción de los gases de efecto invernadero (GEI), la tala de árboles, erosión de los suelos y disminución de los costos de producción ganadero. Mejorando la calidad de vida de los productores.

Según Garcés et al., (2004); Qamar, (2009); Reyes et al., (2009); Lara, (2011) sugieren que una alternativa viable, para subsanar los problemas antes mencionados es la fabricación de ensilajes, para lograr una mejor utilización de los distintos materiales biológicos con un bajo valor nutritivo. El método del ensilaje para conservación de los residuos post cosecha, subproductos industriales agrícolas y cultivos forrajeros, permitirá contribuir al mejoramiento del funcionamiento de los procedimientos de producción ganadera en las zonas tropicales y subtropicales (Según Garcés et al., (2004). Con base en lo anterior, el objetivo de la presente investigación, consiste en evaluar el efecto del ensilado de poscosecha del cultivo de *Theobroma cacao* sobre el valor nutrimental, cinética

de degradación ruminal, digestibilidad aparente de la materia seca *in vitro*, población de protozoarios del rumen y producción de gas *in vitro* en ovinos.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN

Cinética de degradación ruminal *in situ* y producción de gas *in vitro* de residuos de poscosecha *Theobroma cacao L.* Ensilado

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.2.1. Contextualización.

En las regiones andinas se destaca como segundo productor de leche (21%) y el tercer productor de carne (12%) al Ecuador según informe de la (FAO, 2007). Sin embargo el déficit de producción de pasto y forraje en este sector es de alrededor de un 60% Por lo que una continua provisión de forrajes durante todo el año, podría permitir que la producción ganadera sea eficiente.

En gran parte de las zonas ganaderas del trópico y sub- trópico del Ecuador, producto de la presencia de dos estaciones del año bien definidas, ha originado limitaciones en cuanto a una producción sistemática de pastos y forraje provocando un déficit de las mismas. Este déficit ocasiona el descenso considerable en la producción de carne y leche.

La ganadería, la agricultura y la agroindustria, cada vez produce mayor cantidad de residuos y desechos que producen la contaminación del medio ambiente, que en la actualidad son sub-utilizados o desperdiciados. La utilización de los subproductos de post cosecha del cultivo de cacao, como alimentos de los rumiantes constituye una alternativa para solucionar la escasez de forraje y mejorar la alimentación de los hatos ganaderos.

La suplementación con los residuos de las post cosechas y subproductos agrícolas, como la cascara de la mazorca de cacao, permite mejorar las dietas de una manera balanceadas, incrementar la eficiencia en la utilización de los pastos y mejorar los parámetros producción en cuanto a eficiencia y eficacia. Dentro de los

residuos de post cosecha de cacao, a nivel de subproducto, la cascara de la mazorca de cacao corresponde al 85% del fruto; siendo este el principal desecho de la producción cacaotera, la misma que es vertida al medio constituyéndose en una fuente de contaminación del ambiental.

La cascara de cacao al ser utilizada como abono sin composta se convierte en una fuente de enfermedades causadas por varias especies del género *phytophthora*, como la mazorca negra. Su alto contenido de alcaloides limita su utilización directa como alimentación del ganado, por cuanto el sistema digestivo del mismo se ve impedido para metabolizar dicho alcaloides, requiriendo previamente ser sometida a un proceso de ensilado.

El ensilado consiste en la conservación de forrajes frescos, residuos de post cosechas y sub productos agroindustriales, agrícolas y alimentos que poseen un alto contenido de humedad. Se produce mediante la fermentación anaeróbica del producto, ocasionado por la formación o adición de ácidos, obteniendo como producto final el ensilaje cuyo almacenamiento se realiza en silos de diferentes dimensiones y capacidades (Cañeque, Lauzurica, y Guia, 1987).

1.2.2. Análisis Crítico.

Escasos conocimientos del valor nutricional de los residuos de post cosecha de **Cacao** (*Theobroma cacao L.*) y despreocupación de tecnificación en la producción, lo que puede sobrellevar a un aumento en costos de producción y a disminuir los rendimientos productivos en los rumiantes, debido a una alimentación en monocultivos con pastos tradicionales de escasa cantidad y calidad de nutrientes.

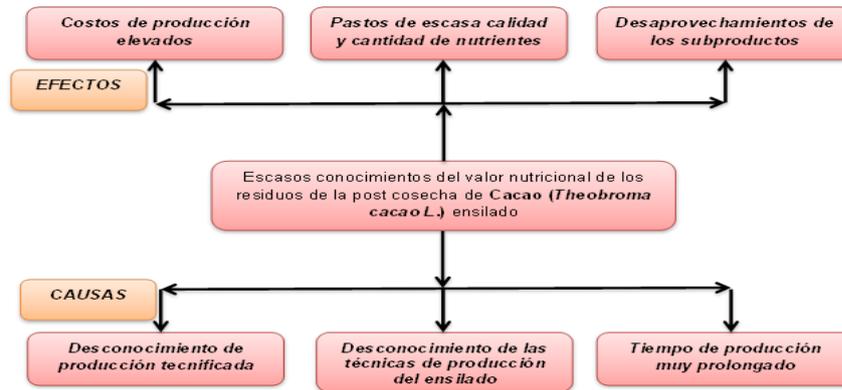


Grafico 1. Árbol de problemas

La falta de tácticas de alimentación, limita el conocimiento de alternativas para mejorar la actividad productiva, la cual crece con una deficiencia de aportes nutricionales muy alta a las dietas, por lo que se produce la baja rentabilidad que no permite el desarrollo ganadero.

1.2.3. Formulación del Problema.

La existencia de un limitado conocimiento por parte de los productores, del valor nutricional de los residuos de la post-cosecha de cacao (*Theobroma cacao* L.) a través del proceso del ensilado, por el cual se desperdician estos nutrientes, los mismos que bien aprovechados podrían ser utilizados como una opción para el almacenamiento y la alimentación de los rumiantes, y disminuir la contaminación del medioambiente producidos por estos residuos.

1.2.4. Preguntas Directrices.

¿En que afecta el desconocimiento entre los productores, sobre el beneficio que tienen los residuos de pos cosecha del cultivo de cacao en la producción ganadera?

¿Qué estrategias se debería utilizar para fortalecer dentro de los productores el desarrollo de proceso de ensilado a partir de residuos de post cosecha de cacao, a fin de mejorar la alimentación de los rumiantes, producir periodos de descanso de suelos productivos?

¿Siendo la mala calidad de los alimentos de los rumiantes, una de las causas de la producción de gases de efecto invernadero, en qué medida los alimentos ensilados producidos con residuos de post- cosecha del cacao, contribuye a disminuir los mismos sin que estos afecte la producción y calidad del hato ganadero?

1.2.5. Delimitación.

- **Campo:** Agroecología y Ambiente
- **Área:** Agroecología, Agricultura sostenible, Socio-económico, Ecosistemas y conservación de paramos andinos.
- **Aspecto:** Utilización de los productos de la post-cosecha en el cultivo de cacao, para la incidencia de degradación in situ, digestibilidad, protozoarios y producción de gas in vitro en los rumiantes.
- **Temporal:** El tiempo del problema en el segundo semestre del 2014 y la investigación se realizó en el primer semestre del 2015.
- **Espacial:** La presente investigación fue realizada en la Granja Experimental Querochaca de la Facultad de Ciencias Agronómica de la Universidad Técnica de Ambato, cantón Cevallos Provincia de Tungurahua a una distancia 20 Km. al sur de Ambato con una altitud de 2850 m.s.n.m., cuyas coordenadas geográficas son: 01° 22' 0.2'' de latitud Sur y 78° 36' 22'' de longitud Oeste según el sistema de posicionamiento global (GPS)

1.3. JUSTIFICACION.

La creciente demanda de nuevas tecnologías dentro del área agropecuaria del país, relacionada con el mejoramiento de la producción de los hatos ganaderos, están asociadas entre otras variables a la calidad de la ingesta de los animales. La presente investigación plantea un paradigma que asocia la producción y el medio ambiente. Esto es, como se puede obtener una mejor producción y calidad de derivados, mediante la incorporación de sub- productos de cosecha de cacao y al mismo tiempo contribuir a la disminución de los gases de efectos de invernaderos

por la descomposición al aire libre de residuos (mazorca de cacao) y los que se originan por la ingesta de los rumiantes (tipo de alimentos).

Mediante la elaboración de silos con los subproductos de la pos cosecha del cacao, se pretende disminuir la contaminación del medio ambiente que generan estos residuos de las cosechas al no ser aprovechados, por el desconocimiento de sus propiedades nutritivas, como alimentación para los animales, con el cual se pretende también disminuir la emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) producido por los rumiantes. A demás mejorar las condiciones económicas de los pequeños agricultores, disminuyendo la utilización de alimentos costosos para el ganado, con el aprovechamiento de estos subproductos. Por medio de esta investigación se fomentará, a la no deforestación y no quema de los residuos de las cosechas.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Evaluar el efecto del ensilado de poscosecha de cacao sobre el valor nutricional, cinética de degradación ruminal, digestibilidad aparente de la materia seca *in vitro*, población de protozoarios del rumen y producción de gas *in vitro* en ovinos.

1.4.2. Objetivos Específicos

Evaluar el efecto del ensilado de subproductos de cosecha de cacao sobre el valor nutricional y cinética de degradación ruminal en ovinos.

Determinar el efecto del ensilado de subproductos de cosecha del cacao sobre las poblaciones de protozoarios del rumen, digestibilidad aparente de la materia seca y producción de gas *in vitro*.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTE INVESTIGATIVOS.

Según la FAO (2004) en su investigación realizada en “*Theobroma cacao L. Cacao*”, mostro la presencia en bajos niveles de un alcaloide tóxico llamado teobromina en los granos y cascara de cacao, lo que hace que este no pueda dársele directamente en la ingesta de los rumiantes. Señala también que las mazorcas de cacao son ricas en nutrientes por lo que a través de un proceso de ensilado se podría utilizarlas como alimentos. En este mismo sentido (Mora, 2011), manifiesta que la mazorca de cacao es suma mente nutritiva, también plantea que es importante el aprovechamiento de los residuos agrícolas e implementar nuevas tecnologías para el uso estos recursos. Estos concepto está en correlación con la presente investigación que llevamos a cabo, en la cual a partir de los sustratos de cacao, el rumen y un proceso adecuado de ensilado se plantea, establecer a los subproductos de la post cosecha de la cascara de la mazorca de cacao como una alternativa para la conservación y alimentación del alimento de los rumiantes, amigable con medio ambiente y que el productor la perciba como un beneficio.

Por su parte Brenes (1990), en un estudio realizado determinó que el uso de la cascara de cacao se convierte en una alternativa para la alimentación de rumiantes, debido a su composición química: 3,2% de potasio, 6,25% de proteína cruda y 27% de fibra cruda. En otras investigaciones se empleó la cáscara de cacao como alimentación para los peces, sustituyendo al maíz como fuente de energía, los resultados indican que la inclusión del 10% de cascara de cacao ofrece un óptimo rendimiento y aceptabilidad del pez gato africano.

La FAO (2001), en su publicación anual, hace referencia sobre el estudio realizado por Rogelio R. “Ensilaje de orujo de tomate y paja de arroz, como alimento para bovinos en crecimiento”. En el mismo señalo, que el ensilaje de paja de arroz con orujo de tomate o con otros subproductos, es una adecuada alternativa para la nutrición del ganado en crecimiento para las épocas de escasez

del forraje. Dentro de sus resultados obtenidos indica que los animales suplementados con 50 % del tratamiento (TPRSS) presentaron mayor eficiencia de conversión requiriendo 8,56 kg de alimento para obtener una ganancia de 1 kg de peso vivo. Se obtuvo una reducción en el costo de producción para el aumento de 1 kg de peso vivo.

2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.

El presente trabajo investigativo, epistemológicamente se fundamenta en los principios orientadores dentro del Plan Nacional del Buen Vivir 2013- 2017, relacionados con el cambio de la matriz productiva en sinergia con los derechos de la naturaleza y justicia intergeneracional. Bajo esta cosmovisión se plantea que los procesos extractivos y productivos deben disminuir sus niveles de contaminación y diversificar sus actividades a través de la incorporación de bio-productos y servicios ecológicos, reduciendo la presión sobre el medio ambiente a mediano y largo plazo.

Axiológicamente se pretende definir dentro de los productores un valor social, ético y moral, donde lo económico dependa de la naturaleza y esta es su vez forma parte de un sistema mayor denominado ecosistema, soporte de la vida y proveedor de recursos y suministros.

Praxiologicamente se plantea un proceso sistemático productivo, aplicado en subproductos de post cosecha del cultivo de cacao, para una mejor ingesta nutritiva del ganado, a fin de evaluar el efecto del ensilado de subproductos de cosecha de cacao sobre el valor nutrimental y cinética de degradación ruminal en ovinos, determinación del efecto del ensilado de post- cosecha de cacao sobre el valor nutrimental, cinética de degradación ruminal, digestibilidad aparente de la materia seca *in vitro*, población de protozoarios del rumen y producción de gas *in vitro* en ovinos

2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.

En la Constitución Política de la República del Ecuador, Registro Oficial 449, del 20 de octubre del 2008. En el Título II Derechos, Capítulo segundo Derechos del buen vivir, Sección primera Agua y alimentación.

Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales.

El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria.

En la Constitución Política de la República del Ecuador, Registro Oficial 449, del 20 de octubre del 2008. En el Título II Derechos, Capítulo segundo Derechos del buen vivir, Sección segunda Ambiente sano.

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los

ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

Constitución Política de la República del Ecuador, Registro Oficial 449, del 20 de octubre del 2008. En el Título VI Régimen de Desarrollo, Capítulo Tercero Soberanía Alimentaria

Art. 281.- La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente.

Para ello, será responsabilidad del Estado:

1. Impulsar la producción, transformación agroalimentaria y pesquera de las pequeñas y medianas unidades de producción, comunitarias y de la economía social y solidaria.
3. Fortalecer la diversificación y la introducción de tecnologías ecológicas y orgánicas en la producción agropecuaria.
6. Promover la preservación y recuperación de la agrobiodiversidad y de los saberes ancestrales vinculados a ella; así como el uso, la conservación e intercambio libre de semillas.
7. Precautelar que los animales destinados a la alimentación humana estén sanos y sean criados en un entorno saludable.
8. Asegurar el desarrollo de la investigación científica y de la innovación tecnológica apropiada para garantizar la soberanía alimentaria.

Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, S RO N° 583, 5 de mayo de 2009, en el Título I Principios Generales.

Artículo 2. Carácter y ámbito de aplicación.- Las disposiciones de esta Ley son de orden público, interés social y carácter integral e intersectorial. Regularán el ejercicio de los derechos del buen vivir -sumak kawsay- concernientes a la soberanía alimentaria, en sus múltiples dimensiones.

Su ámbito comprende los factores de la producción agroalimentaria; la agrobiodiversidad y semillas; la investigación y diálogo de saberes; la producción, transformación, conservación, almacenamiento, intercambio, comercialización y consumo; así como la sanidad, calidad, inocuidad y nutrición; la participación social; el ordenamiento territorial; la frontera agrícola; los recursos hídricos; el desarrollo rural y agroalimentario; la agroindustria, empleo rural y agrícola; las formas asociativas y comunitarias de los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores, las formas de financiamiento; y, aquéllas que defina el régimen de soberanía alimentaria. Las normas y políticas que emanen de esta Ley garantizarán el respeto irrestricto a los derechos de la naturaleza y el manejo de los recursos naturales, en concordancia con los principios de sostenibilidad ambiental y las buenas prácticas de producción.

2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.4.1. La Ganadería en el Ecuador.

La producción ganadera en el Ecuador es la quinta actividad productiva dentro del país, representa el 8 % PIB dentro de la economía del país (FAO, 2005). Existen 2 millones de Ha de potreros correspondientes al total nacional de 46% Según (Rizzo. 1999). A lo largo del callejón interandino se desarrolla la explotación de la ganadería lecheras en forma intensiva y semi-intensiva; mientras que el sistema intensivo predomina en las explotaciones de carnes, especialmente en las zonas tropicales y subtropicales Según el III Censo Agropecuario (SICA, 2002).

Dentro de los principales sub productos derivados de los hatos ganaderos se destaca principalmente la producción de carne que representa el 65%. La producción de leche y sus derivados también constituye otros de los rubros de gran importancia dentro de esta áreas, así vemos que el 80 % se destina para la producción de leche, queso o yogures.

En relación a la producción ganadera por ubicación geográfica dentro del Ecuador, la Región andina representa con el 74 %, siendo la mayor productora,

seguida de la región costa y oriente que registrando valores porcentuales de 18 % y 8% respectivamente.

En la región andina los hatos ganaderos, se destacan como segundo productor de leche (21%) y el tercer productor de carne (12%), de acuerdo al informe de la (FAO, 2010).

Dentro del país existen aproximadamente con 4,5 millones de bovinos. Del stock total, una mínima parte corresponde a razas puras para la producción de leche, carne y doble propósito, 43% mestizos Holstein Friessian, Brahman, Cebuina y otros, el 55% son de raza criolla (SICA, 2010).

2.4.2. Efectos del Impacto Ambiental producidos por GEI

La producción ganadera y agricultura participan ampliamente en las emanaciones antropogénicas del (GEI), dentro de las cuales se destaca el dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) al medioambiente. El incremento de las conglomeraciones de estas emanaciones ocasiona el calentamiento de la superficie terrestre y la pérdida de la capa de ozono de la atmósfera (Primavesi, 2004).

Entre la variedad de gases a los que se les denomina de efecto invernadero (GEI), se tiene en cuenta al CO_2 el de mayor proporción y el que hoy en día tiene una importante contribución al aumento del calentamiento global. Actualmente las concentraciones de CH_4 son menores a las de CO_2 , a pesar que el CH_4 , está aumentando vertiginosamente y también tiene un impacto (21 – 30) con una alteración de mayor grado de contaminación con respecto al CO_2 tomando en cuenta que con el lapso de los años el metano pudiera ser dominante (Sánchez y Itzel, 2012).

Las emanaciones de (CH_4) por el ganado bovino, se encuentran calculadas en 58 MMt/año, lo que equivale al 73% del total de emisiones (80 millones) correspondientes a la especies domésticas (Kurihara *et al*, 1999); Johnson y Johnson 1995). Entre los principales animales domésticos responsable de la producción aproximada del 15% de (CH_4) global, se encuentra el ganado bovino.

Entre otros contribuyentes representativos tenemos, el (10%) de combustión de biomasa, el (14%) de pérdidas por combustión de hidrocarburos, (20%) de cultivos de arroz, y el (21%) de los pantanos naturales (McCaughey et al. 1997; Moss et al. 2000).

Las dietas juegan un papel fundamental en las producciones de (CH₄) a nivel global, se reportan informaciones de reducción de la emanación de (CH₄) y un incremento en la eficiencia energética. Debido a que ciertos países tienen una mejor alimentación para su ganado (Kinsman et al., 1995), ratifica lo mencionado anteriormente, que las emisiones son de 35 kg (CH₄)/ año por animal en los países desarrollados, mientras que para los países en vía de desarrollo, su emisiones son de 55 kg CH₄/año por animal.

Ecuador con su geografía y diversidad climática nos brinda una gran variedad de productos agropecuarios los cuales son fuentes potenciales de energía renovable. La primera comunicación nacional en cambio climática, utilizando información de 1990 y la técnica del PICC disponible en aquel tiempo. Los resultados obtenidos en aquel reporte señala que la actividad agrícola es una de las mayores emisoras de (CH₄) en un 70% (Cornejo et al., 2010).

El índice de aglomeración del dióxido de carbono y el metano en la atmósfera se ha alterado de manera considerable en los últimos tiempos presentándose un aumento de manera exponencial (Carmona, Bolívar, y Giraldo, 2005).

2.4.3. Efecto de las dietas sobre los gases de efecto invernadero

Diversas investigaciones indican que las tácticas de nutrición que suministran N para fermentación, también restablece el funcionamiento productivo de los animales, coadyuvan a reducir las emisiones de metano por unidad de carne o de leche obtenida en zonas tropicales (Monsalve, 2003). Mientras que se observó que en estado, de un pobre rendimiento de los rumiantes como efecto de la baja digestibilidad y falta de nutrientes esenciales - por ejemplo proteína cruda - en los forrajes, es viable mejorar las condiciones, reformando la fermentación ruminal a través de la manipulación de la dieta (uso de leguminosas), o influyendo por

medio de sistemas selectivos la población de microorganismos del rumen, asimismo aumenta, el cambio nutritivo y el rendimiento animal, mermando la dispersión de metano y de otras carencias nutritivas (Leng, 1997).

2.4.4. Digestión ruminal

La digestión de los alimentos ingeridos por el ganado es el efecto de una serie de fases que se producen en las distintas secciones del conducto gastrointestinal. Estos procesos incorporan: una fermentación de los componentes de la dieta por microorganismos en el retículo - rumen, una hidrólisis ácida y degradación enzimática en el abomaso e intestino, y una siguiente fermentación en el ciego y en el intestino grueso (Merchen y col., 1997).

El sitio principal de digestión es el rumen, donde el alimento es retenido por periodos de tiempo sustanciales y sometido a una extensa fermentación microbiana bajo condiciones anaeróbicas (Beever y Mould, 2000).

De este modo, la táctica alimenticia de los rumiantes se respalda por la simbiosis constituida entre los microorganismos ruminales y el huésped (McDonald, 2006). Es una habilidad gástrica para producir energía de alimentos fibrosos, es más eficiente que en la mayoría de los herbívoros (Van Soest, 1994).

Diferentes atributos del retículo-rumen suministra un medio de cultivo constante para la microbiota. Entre esta tenemos la habilidad de conservar un pH adecuado en el rumen que oscila entre 6,2 y 7,0 (Calsamiglia y Ferret, 2002; Kamra, 2005). Otra particularidad del ambiente ruminal es conservar una temperatura constante entre 38 y 42°C, requerido por el metabolismo corporal y al calor producido por la adecuada fermentación ruminal. Otra de las características fundamentales es la humedad del retículo - rumen debido a la abundancia de agua disponible procedente del agua de bebida, salivación y alimentación. A su vez, se conserva en un medio sin oxígeno (anaerobio) como resultado del ágil consumo de oxígeno que ingresa al rumen (McDonald, 2006). De este modo, el tipo y el grado de modificación de los alimentos en el rumen establecen el rendimiento productivo de los rumiantes (Mackie y White, 1990).

2.4.5. La digestibilidad

La digestibilidad se entiende como la capacidad de un alimento para ser asimilado por una determinada especie de rumiante, siendo este parámetro de gran trascendencia en la prescripción de dietas (NRC, 2001). Si un definido grupo genético emplean mejor la composición nutritiva de una dieta, se puede mencionar que esta especie tendrá un destacado desempeño productivo (Angulo, Noguera y Berdugo. 2005). La digestibilidad de los alimentos está definida por la organización de la pared celular, primordialmente por el volumen de lignina que está presente (Jung y Allen, 1995).

La digestibilidad se altera por los agentes relacionados con el alimento, los animales que lo consumen o por las dos. Para la asimilación de los alimentos en una misma especie animal existen alteraciones y dependen exclusivamente de la edad, estado de salud, raza, clase o magnitud de las labores a la que están sometidos (Shimada, 2009).

2.4.6. Fermentación ruminal

Podemos encontrar en el rumen una de las mayores concentraciones y diversas poblaciones de microorganismos notables, mediante la cual sostiene una convivencia simbiótica con el hospedero. En su mayoría están compuestas por microorganismos anaerobios estrictos, sin embargo existe una reducida población de bacterias anaerobias facultativas, las cuales soportan diminutas densidades de O₂ que pueden emplear en su metabolismo. La población microbiana del rumen, está formada por bacterias, hongos y protozoos. La clases y equilibrio de microorganismos se alteran de acuerdo al tipo de pienso (Doré y Gouet 1991). Las bacterias, son las encargadas fundamentalmente en la fermentación de los carbohidratos estructurales y la proteína de las plantas (Stewart, 1991). Los protozoos ciliados son fundamentales en el aprovechamiento de los carbohidratos no estructurales, los cuales participan en la desintegración físico del alimento y es el principal reguladores del pH ruminal (Prins, 1991).

2.4.7. Los microorganismos ruminales

En el hábitat ruminal se encuentra una amplia gama de microorganismos que se hallan en una relación simbiótica en un entorno anaerobio estricto (Ozutsumi et al., 2005). La microbiota ruminal está integrada por bacterias más 200 especies, llegando a una concentración de (10^{10} cv/g), los protozoos ruminales más de 20 especies, se presenta en una concentración de (10^6 cv/g) y hongos se encuentran en concentraciones de (10^4 cv/g) (Mackie et al., 2002). Se requiere una estabilidad prolongada del alimento en el rumen de 48 – 72 h para que puedan reproducirse los organismos de desarrollo lento, tales como los protozoarios y hongos y se mantengan así la densidad de las poblaciones microbianas (McAllister et al., 1994). Los periodos de reproducción varían de 5 – 14 h para los protozoarios (Williams y Coleman, 1988) mientras que para los hongos es de 24 – 30 h (Bauchop, 1981; Joblin, 1981). El desarrollo eficaz del incremento bacteriano es posible que esté relacionado con la tasa del contenido ruminal o dilución de las bacterias, ya que las bacterias en el rumen están incorporadas a los sólidos alimenticios, al líquido y la pared ruminal; mientras que, la tasa del incremento bacteriano podría estar en vinculado a la tasa de dilución del fluido ruminal (Bergen, 1979).

2.4.7.1. Las bacterias ruminales

Las bacterias son microorganismos unicelulares (procariotas) sin núcleo definido y pared celular formada por peptoglicanos

El retículo – rumen contiene una variedad de géneros bacterianos muy abundantes (Tabla 1.) que constituyen la mayoría de los microorganismos que viven en ambiente anaeróbico (Pitta et al 2010). La rivalidad entre las bacterias en el rumen está definida por diversas circunstancias, entre las preferidas por ciertos sustratos, por ciertas exigencias de energía para la conservación, y la fortaleza a específicos productos del metabolismo que podrían ser tóxicos (Russell et al 1979). Los responsables de degradación o hidrolización de las macromoléculas que componen los sustratos concurrentes en los alimentos, como son las grasas,

pectinas, almidón, celulosa, aceites y hemicelulosa. Con la fermentación de los carbohidratos obtenemos como producto final en mayor proporción ácidos grasos volátiles (AGV), propiónico, acético y butírico, los cuales representan la primordial fuente de energía para el rumiante (Rodríguez, A. y Valencia, e. 2008).

Tabla1: Clasificación esencial de bacterias ruminales según las especies acorde a su relación con el tipo de alimento que fermentan en el retículo – rumen.

Sustratos	Especies	Propiedades funcionales	Primordiales desenlaces finales de la digestión
Celulolíticas	<i>Fibrobacter succinogenes</i> <i>Ruminococcus flavefaciens</i> <i>Ruminococcus albus</i>	Transforma los hidratos de carbono estructurales de la pared celular (celulosa, hemicelulosa y pectinas)	AGV (principalmente acetato)
Amilolíticas	<i>Streptococcus bovis</i> <i>Succinomonas amilolytica</i> <i>Bacteroides amylophilus</i>	Fermentan los hidratos de carbono de reserva de granos (almidón)	AGV (esencialmente propionato)
Sacarolíticas	<i>Treponema bryantii</i> <i>Lactobacillus vitulinus</i> <i>Lactobacillus ruminus</i>	Modifican los hidratos de carbono simples (azúcares vegetales)	AGV (especialmente butirato)
Lactolíticas	<i>Megasphaera elsdenii</i> <i>Selenomonas ruminantium</i>	metabolizan el lactato	AGV (especialmente propionato)
Lipolíticas	<i>Anaerovibrio lipolytica</i> <i>Butyrivibrio fibrisolvens</i> <i>Treponema bryantii</i> <i>Eubacterium spp.</i> <i>Prevotella spp</i>	metabolizan las grasas	Acidos grasos libres y AGV (primordialmente propionato)
Proteolíticas	<i>Selenomonas ruminantium</i> <i>Eubacterium spp.</i> <i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>	disminuyen las proteínas	AGV y amoníaco (NH_3)
Metanógenas	<i>Methanobrevibacter ruminantium</i> <i>Methanobacterium formicicum</i> <i>Metanomicrobium mobile</i>	elaboran metano	Metano (CH_4).
Ureolíticas	<i>Butyrivibrio sp.</i> <i>Treponema sp.</i> <i>Ruminococcus bromii</i> <i>Selenomonas sp.</i> <i>Succinivibrio dextrinosolvens</i>	hidrolizan la urea	CO_2 y NH_3

(Rodríguez y Valencia, 2008)

2.4.7.2. Protozoos en el rumen

Los protozoarios son microorganismos unicelulares (eucariotas), correspondientes al reino Protista, que tienen cilios como medio de locomoción

El tamaño de los protozoarios es (10 – 200 μm de ancho y 15 – 25 μm de largo) el cual es mucho mayor que los de las bacterias y representan el 40% del

nitrógeno microbiano total, además solo colaboran con el 20% de las proteínas y alrededor del 50% de la biomasa. Son sumamente delicados a las alteraciones de las dietas, aumentando ()

Los protozoos constituyen el 40 - 80% de la biomasa, más abundante (tabla 2) de los cuales son los pedidos Entodiniomorpha y Holotricha (Firkins et al 2007; Yáñez-Ruiz et al 2004). El flujo de protozoos ruminal para el abomaso de los rumiantes es menor que la de las bacterias, ya que se conservan en las partículas de alimentación (Romero et al 2012). Holotricos puede asimilar azúcares solubles y mantener algunos de ellos en los polisacáridos de reserva; por lo tanto, este protozoo puede disminuir el riesgo de acidosis después de consumir altas concentraciones de azúcares de fácil digestión (Van Zwieten et al 2008).

Sin embargo los protozoos conforman una parte integral del hábitat microbiano y posee una función considerable en la fermentación, su aprovechamiento para los rumiantes sigue siendo polemizado. Varias investigaciones han comprobado que los protozoos aumentan la digestibilidad ruminal y el rendimiento de los animales, mientras tanto otros ensayos no han observado ninguna diferencia entre rumiantes defaunados y faunados. Ante esta aparente contradicción, distintos autores han asignado a los protozoos una función de estabilización de la fermentación, inspeccionado al nivel de nutrientes y asegurando una fermentación más uniforme durante los intervalos entre comidas, previniendo así considerables fluctuaciones de pH (Orskov, 1992).

Tabla2: Clasificación de los primordiales protozoos ruminales y sus sustratos de fermentación preferenciales

familia	Subclase	Genero	Sustratos fermentados			
			almidón	azúcares	celulosa	hemicelulosa
<i>Isotrichidae</i>	<i>Holotricha</i>	<i>Isotricha</i>	X	X		
		<i>Dasytricha</i>	X	x		
<i>Ophyocholecidae</i>	<i>Entodiniomorfa</i>	<i>Diplodinium</i>	X		x	X
		<i>Entodinium</i>	X	X		X
		<i>Epidinium</i>	X		x	X

2.4.7.3. Hongos en el rumen.

Los hongos poseen paredes celulares ensanchadas con quitina, son organismos eucariotas y heterótrofos.

Los hongos en el rumen representan aproximadamente el 8% de la biomasa microbiana ruminal y son estrictamente anaerobios, estos colaboran con la asimilación del alimento fibroso entre las primeras horas luego de consumido. Estos no predominan en el rumen debido a una tasa de multiplicación muy baja (Rodríguez, 2005).

2.5. RESIDUOS DE POS COSECHA Y PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES.

En el sector industrial y la agricultura, el manejo del cultivo en el campo y la manufactura, generan grandes cantidades de residuos sólidos y semisólido contaminantes. Lo anterior es muy frecuente en cultivos de exportación como son los cítricos, café, el cacao y la caña de azúcar entre otros (Ruiz. 1974).

El *Theobroma cacao* L. es una especie de planta que crece en el trópico entre 20° norte y 20° sur del Ecuador (León, 1956). Es producido principalmente por África Occidental, Centro y Sur América y Asia. Los países que poseen mayor producción son: Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Nigeria, Camerún, Brasil, Ecuador, y Malacia, los cuales representan alrededor del 90% de la producción mundial. Por otro lado los países mayores consumidores del cacao, son Estados Unidos, Alemania, Francia, Inglaterra, Federación Rusa y Japón (INFOCOMM, 2008).

En la actualidad existen 243.059 hectáreas de cacao, como cultivo solo y 190.919 hectáreas de cultivo asociado. La provincia de Los Ríos encabeza la superficie de área de cultivo con el 24,1%, seguido de la provincia del Guayas con el 21,08% y Manabí el 21,63%, en tanto que la provincia de Esmeralda y El Oro

participa con el 10% y 7,62%, respectivamente; la diferencia se encuentra en el resto de provincias del callejón interandino y la Amazonia. Alrededor de 110.000 t/año es la producción de cacao en el Ecuador, cuyo volumen se encuentra en función a los factores climáticos (Rivadeneira 2010).

2.5.1. Empleo de subproductos como fuente de alimentación de los rumiantes.

Los costos muy elevados de los concentrados para la alimentación animal, hace imprescindible que en la misma granja se haga una búsqueda de nuevas alternativas, de menor costo y amplia disponibilidad. Se conoce la propiedades nutricionales de algunos desechos de pos cosecha y agroindustriales útiles en la alimentación de los rumiantes (Castro, 1974).

Un ensilaje de muy buena calidad mejora las condiciones de los forrajes y disminuye la intensidad de emisión de los GEI. La inclusión de alimentos concentrados en la dieta de los rumiantes seguramente disminuye las emisiones del CH₄ entérico por unidad de producto animal, especialmente cuando el consumo de materia seca sea por encima del 40%. En estas situaciones, el mejoramiento del valor nutricional de los forrajes de baja calidad en las dietas de los rumiantes puede tener un gran beneficio en la productividad del hato, a la vez que puede ser reducida o constante la producción CH₄ (FAO, 2013).

2.6. QUE ES EL ENSILAJE.

El ensilaje de subproductos o forrajes es un sistema de conservación sencillo y eficaz con un alto contenido de humedad (60 - 70%) y su función principal es la conservación y mejoramiento del valor nutritivo del alimento durante el almacenamiento. El cual consiste en la compactación de los subproductos o forrajes, bajo condiciones anaeróbicas (ausencia de aire) produciéndose el proceso de fermentación, esto contribuye al incremento de las bacterias que acidifican el forraje.

Se conoce como ensilado al alimento fermentado en condiciones anaeróbicas que resulta del producto almacenado durante un lapso de tiempo, conservando o

mejorando el valor nutritivo del alimento original, para luego alimentar a los rumiantes, garantizando la alimentación del ganado en el año (León, 2003; Filippi, 2011).

2.6.1. Procesó del Ensilaje.

El ensilaje es un método de preservación de forraje y su objetivo es la conservación del valor nutritivo del alimento durante el almacenamiento, que se logra bajo condiciones anaeróbicas por medio de una fermentación láctica espontánea. Las bacterias del ácido láctico (BAL), fermentan los carbohidratos hidrosolubles (CHS) del forraje, produciendo ácido láctico y en menor grado ácido acético. La presencia de los microorganismos que inducen la putrefacción son inhibidos por la reducción del pH en el material ensilado, por la presencia de estos ácidos. Una vez elaborado los microsilos, el proceso del ensilaje se puede dividir en cuatro etapas (Weinberg y Muck, 1996).

2.6.1.1. Fase (1) - Fase Aeróbica.

Esta fase es muy corta, por los microorganismos aerobios y aerobios facultativos como las levaduras y enterobacterias ya que estos disminuyen la presencia de oxígeno atmosférico presente en las masas vegetales. El pH fluctúa en el rango normal para el jugo del forraje fresco (pH 6,5 y 6,0), por medio de la actividad realizan varias enzimas vegetales, como la proteasa y las carbohidrasas.

2.6.1.2. Fase (2) – Fase de fermentación.

Al producirse un ambiente anaerobio empieza esta fase. Dependiendo de las condiciones en el momento del ensilaje y de las características del material ensilado, Podría durar varias semanas o días. Si las BAL proliferan, será debido a una buena fermentación, y estas se convertirán en la población predominante. El valor del pH se reduce a valores entre 3,8 – 5, debido a la producción de ácidos lácticos y otros ácidos.

2.6.1.3. Fase (3) – Fase estable.

Los microorganismos de la fase 2 lentamente reducen su presencia, mientras se mantenga el ambiente sin aire. Ocurren pocos cambios. La mayoría de los microorganismos de la Fase 2 lentamente reducen su presencia. Los clostridios y bacilos, sobreviven como esporas, mientras que otros microorganismos acidófilos sobreviven este periodo en estado inactivo. Solo algunas proteasas y carbohidrasas, y microorganismos especializados, que toleran ambientes ácidos, continúan activos pero a menor ritmo, como *Lactobacillus buchneri*.

2.6.1.4. Fase (4) – Fase de deterioro aeróbico.

Esta fase ocurre al abrir el ensilaje para su distribución, es expuesta al aire y es inevitable, pero puede producirse antes de empezar la extracción por daño de la cobertura del silo (p. ej. roedores o pájaros). Se divide en dos etapas el periodo de deterioro. La primera se debe al inicio de la degradación de los ácidos orgánicos que conservan el ensilaje, el incremento del pH es inducido por la acción de levaduras y ocasionalmente por bacterias que producen ácido acético. Lo que permite el inicio de la segunda etapa de deterioro; en ella se constata la actividad de los microorganismos que deterioran el ensilaje al aumentar su temperatura, como algunos bacilos. En esta última etapa también incluye la actividad mohos y enterobacterias que son microorganismos igualmente aeróbicos. La tasa de deterioro del ensilaje depende de la concentración y de la actividad de estos organismos. Las pérdidas por deterioro pueden oscilar entre 1,5 y 4,5% de MS (Honig y Woolford, 1980).

2.6.2. Ventajas y desventajas del ensilaje.

Las ventajas que presentan el ensilaje son:

- Conserva y mejora el valor nutricional de los subproductos y pastos durante un tiempo prolongado.
- Mejora la palatabilidad y elimina la presencia de sustancias tóxicas.

- Disminuye los costos de producción, restringiendo el uso de alimentos concentrados.
- Permite emplear alimentos de calidad en cualquier temporada del año.
- Permite elaborar métodos de alimentación en tiempo de escasez de forrajes.

Entre las desventajas que presenta el ensilado tenemos las siguientes:

- El ensilaje demanda de un alto costo de equipos (tractor, cosechadora, silos, picadora)
- El manejo de los silos pueden ser dificultosos, porque al ser abiertos comienza a perder su calidad.
- El ensilaje es difícil de comercializar, no tiene un precio de mercado fijo (Argueta. 2005; Bethancourt y García 2009).

2.7. HIPÓTESIS

El ensilado de subproductos de poscosecha de cacao mejora las funciones del rumen y baja la población de protozoarios del rumen, así como la producción Gases de Efecto Invernadero en rumiantes.

2.8. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

Variable independiente: Valor nutricional del subproducto del cacao (cascara de la mazorca y el mucilago).

Variable dependiente: función ruminal *in situ*, Producción de gas *in vitro*, población de protozoarios.

Unidad de observación: Trabajo experimental *in situ* e *in vitro*.

Términos de relación: Verificación del trabajo en el laboratorio.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACION.

El enfoque de la presente investigación es de tipo científica experimental, que incluyó una fase de recolección y análisis de datos para probar la hipótesis, confiando en la medición numérica con su respectiva aplicación estadística.

La fase de campo, se la realizó mediante la utilización de animales fistulados, e implicó un proceso experimental, mediante el manejo de diferentes tratamientos para medir el efecto del mismo, sobre los parámetros de fermentación ruminal.

3.2. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Esta investigación es de tipo exploratorio explicativo ya pretende evaluar el efecto de la ingestión de **cacao** (*Theobroma cacao L.*), sobre las funciones del rumen tanto in vivo como in vitro, población de protozoarios y producción de gas *in vitro*.

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1. Variable independiente: valor nutricional del ensilaje de la cascara de la mazorca de cacao.

Tabla 3. Operación de variables independiente: valor nutricional del ensilaje de cacao

CONTEXTUALIZACIÓN	CATEGORIAS	INDICADORES	INDICE
Composición química del ensilado de cacao en diferentes tiempos.	Cacao: Sin ensilar. Ensilado a 40 días. Ensilado a 70 días.	Cacao 100%: Sin ensilar. Ensilado. Ensilado.	.Gramos.

3.3.2. Variable dependiente: Degradación ruminal *in situ* de la MS, digestibilidad aparente de la MS *in vitro*, población de protozoarios del rumen y producción de gas *in vitro*

Tabla 4. Operación de variables dependientes Función ruminal *in situ*, producción de gas *in vitro*, población

CONTEXTUALIZACIÓN	CATEGORIAS	INDICADORES	INDICE
En los estudios <i>in situ</i> , correspondientes a la función ruminal, se determinó información sobre la degradación ruminal de la MS.	Degradación ruminal de la MS <i>in situ</i> .	Cantidad de MS degradada.	g/kg MS.
	Digestibilidad aparente de la MS <i>in vitro</i> .	Cantidad de alimento digerido.	g/kg MS.
En cuanto a los estudios <i>in vitro</i> se determinaron la producción de gas de la MS fermentable, la digestibilidad aparente de la MS y el conteo de protozoarios.	Producción de gas <i>in vitro</i> .	Producción de gas	g/kg de MS fermentable.
	Población de protozoarios del rumen	Numero de protozoarios.	(log ₁₀).

3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

3.4.1. Ubicación del ensayo

La presente investigación se realizó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Técnica de Ambato, ubicada en el Cantón Cevallos, Provincia de Tungurahua, a 20 Km al sur de Ambato con una altitud de 2950 m.s.n.m. cuyas coordenadas geográficas son: 01° 22' 0.2" de latitud Sur y 78° 36' 22" de longitud Oeste.

3.4.2. Caracterización del lugar

Según la información de la estación Estación Meteorológica de primer orden ubicado en la Granja Experimental Docente Querochaca, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, los

datos meteorológicos de los años 2005 al 2009, reportan las siguientes características agroclimáticas:

- Clima: templado y seco.
- Temperatura: Temperatura máx. 20° C
- Temperatura mim. 7° C
- La temperatura ambiente promedio es de 15°C.
- Pluviosidad: A nivel de la provincia de Tungurahua se tiene una humedad relativa baja y precipitación pluviométrica que oscila entre 470 mm. y 10 mm. En el cantón Cevallos tiene una pluviosidad de 517.8 mm media anual.
- La intensidad de las lluvias se presentan de septiembre, octubre y noviembre.

3.4.3. Metodología utilizada.

- Los microsilos se elaboraron a partir de la cascara de la mazorca de cacao fresca, se utilizaron bolsas de polietileno de 0,07mm de grosor. De color transparente, con una capacidad de 50kg. En cada bolsa se colocó el material previamente picado (8 a 12 mm) con un peso 3,9 kg, a las que se les extrajo el aire y fueron selladas adecuadamente, de las cuales se obtuvo 8 muestras sin ensilar y 8 por cada tiempo de ensilaje (40 y 70 días), que se procedió a su análisis, las cuales fueron secadas en estufas con circulación forzada de aire de 65°C por 48 h. las cuales fueron molidas a un tamaño de partícula menor a 1mm. Esto se realizó en todas las muestras.
- Para la técnica *in situ* se utilizó (n=8) con bolsas de nylon, 8 ovinos machos adultos, con un peso vivo de 32kg, fistulados en el rumen, mientras que para la prueba *in vitro* (n=8) se utilizaron botellas de vidrio de 100 ml. Las muestras corresponden a: cascara de la mazorca de cacao sin ensilar, ensilada a 40 y 70 días.

- La degradación de la MS, fue realizada mediante el método de la bolsa de nylon descritas por (Ørskov et al. 1980) utilizando ocho ovinos fistulados en el rumen, se introdujeron las bolsas de 0,42 μ de porosidad con las muestra, a las 0, 4, 8, 12, 24, 36, 48, 72 y 96 horas, la cantidad utilizada de muestra fue de 3 g por bolsita (tratamientos).
- La digestibilidad aparente de la MS *in vitro*, se estimó de acuerdo a la metodología descrita por (Theodorou et al. 1994), manteniéndose el líquido ruminal y la saliva artificial a 39°C que fueron gaseados con CO₂, en seguida se adiciono a cada frasco la mezcla se preparó con: 0.5 g de muestra, 42 ml (70%) de saliva (mezcla química artificial) y 18 ml (30%) de líquido ruminal de bovino, en ocho frascos de vidrio de 100 ml, 60 ml de bufer a una concentración de (70:30), los frascos fueron incubados a una temperatura de 39°C a 40°C Los datos fueron tomados a las 48 h de incubación. Se utilizaron tres frascos sin la muestras como blancos (testigo).
- Producción de gas *in vitro*, se estimó de acuerdo a la metodología descrita por (Theodorou et al. 1994), manteniéndose el líquido ruminal y la saliva artificial a 39°C que fueron gaseados con CO₂, en seguida se adiciono a cada frasco la mezcla se preparó con: 0.5 g de muestra, 42 ml de saliva (mezcla química artificial) y 18 ml de líquido ruminal de bovino, los frascos fueron incubados a una temperatura de 39°C a 40°C y se inició el registro de producción de gas utilizando un traductor de presión. Los datos fueron tomados a las 3, 6, 9, 12, 18, 24, 36 y 48 h de incubación. Se utilizaron tres frascos sin la muestras como blancos (testigo).
- Poblaciones de protozoarios ruminales: se determinó la presencia de protozoarios de las clases: Holotrica y Entodiniomorfa, utilizando una cámara Fucsh-Rosenthal Chamber de acuerdo a la metodología descrita por (Ogimoto y Imai 1981), cada 0, 12, 24, 36 y 48 horas, la mezcla se preparó con: 0.5 g de muestra, 42 ml de saliva (mezcla química artificial) y 18 ml de líquido ruminal de bovino.

- El análisis nutrimental de las muestras: de la cascara de la mazorca de cacao sin ensilar y ensilada a 40 y 70 días fueron realizadas en un laboratorio químico privado.
- El contenido de metabolitos secundarios se determinó cualitativamente mediante un screening fitoquímico.

3.5. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

3.5.1. Factores de Estudio

Los factores de estudio serán los siguientes:

- Digestibilidad aparente de la MS (g/kg MS) y producción de gas *in vitro* (ml gas/g MS fermentable): se realizó de acuerdo a la metodología descrita por (theodorou et al 1994).
- Degradabilidad de la MS, FDN y PC; mediante el método de la bolsa de nylon (Ørskov *et al.* 1980) utilizando animales fistulas en el rumen.
- Poblaciones de protozoarios ruminales: utilizando una cámara Fucsh-Rosenthal chamber de acuerdo a la metodología descrita por (Ogimoto y Imai 1981).

3.5.2. Tratamientos

En el (Tabla 5.) se muestra la composición de las raciones integrales

Tabla 5. Composición de las raciones integrales.

INGREDIENTE	TRATAMIENTOS		
	T1	T2	T3
cacao (<i>Theobroma cacao L</i>)	Si ensilar	Ensilado a 40 días	Ensilado a 70 días

3.5.3. Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con 3 tratamientos y ocho repeticiones, para toda la investigación.

3.5.4. Análisis estadístico.

Todas las variables estudiadas fueron procesadas utilizando el PROC GLM del SAS (2009), la comparación de medias mediante la prueba de Tukey. La degradación ruminal de la MS se analizaron con el programa Graphpad Prism 6, Software, Inc. San Diego, CA, USA.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

4.1.1. Screening fitoquímico de la cascara de la mazorca de cacao (*Theobroma cacao*).

La tabla 6 muestra los resultados del screening fitoquímico, para determinación de compuestos secundarios como saponinas, alcaloides, taninos y polifenoles totales, aplicados a T1, T2 y T3. Donde se pudo observar una presencia leve (+) para polifenoles totales en T1 y ausencia de demás metabolitos. T2 y T3 presentaron ausencia total (-) para todos los compuestos secundarios analizados.

Tabla 6. Screening fitoquímico de la cascara de la mazorca de cacao.

	Grado de positividad			
	Saponinas	Alcaloides	Taninos totales	Polifenoles totales
T1	-	-	-	+
T2	-	-	-	-
T3	-	-	-	-

T1: cascara de mazorca de cacao sin ensilas. **T2:** cascara de mazorca de cacao ensila 40 días. **T3:** cascara de mazorca de cacao ensila 70 días. Presencia: cuantiosa (+++); moderada (++); leve (+); ausencia (-)

La ausencia de polifenoles totales para T2 y T3 podría estar relacionada a la pérdida de taninos condensados que se producen durante el proceso de ensilaje, en condiciones ácidas y en un ambiente de anaerobiosis (Reichert et al., 1980). Dicho comportamiento no se observa para T1, que muestra presencia leve de polifenoles totales, debido, al no ser ensilado conserva sus contenidos nutrimentales, incluidos en éstos los metabolitos secundarios (Sánchez y Rubio, 2010), y conociendo de antemano la existencia de polifenoles totales en el cacao, especialmente de tipo flavonoide como procianidinas, catequinas y epicatequinas (Maydata, 2002; Sanchez y Rubio, 2010; Cuéllar, 2010).

Por otro lado, el tiempo de conservación es otro factor que incrementa la reducción de polifenoles totales (Reichert et al., 1980) comportamiento que se evidenció en T2 y T3 que fueron ensilados en diferentes periodos de tiempo 40 y 70 días respectivamente y podrían estar relacionados a la disminución de dichos taninos.

4.1.2. Cinética de degradación ruminal *in situ*

Con respecto a la degradación ruminal de la MS, podemos observar que, para la fracción soluble (A) muestra diferencia (P<0.05) entre tratamientos, siendo el de mayor porcentaje para T1 (40,4%). La fracción insoluble (B) pero potencialmente degradable muestra diferencia (P<0.05) entre tratamientos, teniendo el de mayor porcentaje de degradación el T1 (40,3%). Mientras que para la tasa de degradación en porcentaje por hora (c) no presentaron diferencia (P>0.05) los tratamientos (Tabla 7).

Tabla 7. Cinética de Degradación ruminal *in situ* (g/kg MS) de residuos post cosecha de *Theobroma cacao* ensilado.

Parámetros	Tratamientos			Valor P
	T1	T2	T3	
T0	524,2±54,56	253,2±13,70	288,9±33,71	
A	404,2a±18,85	240,5c±14,02	267,3b±10,96	< 0,05
B	403,8a±35,64	337,8b±32,81	288,3b±35,93	< 0,05
c	0,016a±0,0060	0,012a±0,0060	0,010a±0,0060	>0,05
A+B	808	578,3	555,6	
r²	0,91	0,93	0,91	

^{abc} Medias con letras distintas entre columnas difieren significativamente (P<0.05). **T₀**: tiempo cero (muestras lavadas en laboratorio). **A**: fracción soluble, **B**: fracción insoluble pero potencialmente degradable, **c**: tasa de degradación en porcentaje por hora, **A+B**: potencial de degradación. **T1**: cascara de mazorca de cacao sin ensilas. **T2**: cascara de mazorca de cacao ensila 40 días. **T3**: cascara de mazorca de cacao ensila 70 días

La mayor degradación ruminal de la MS (Tabla 7) se observó en el T1, esto podría estar relacionado al alto contenido de carbohidratos solubles representado por la fracción (A), así como, en su tasa de degradación relacionado a la tasa de pasaje (c), tiempo de colonización de bacterias en las partículas de alimento (Aragadvy et al., 2015).

4.1.3. Digestibilidad *in vitro* de la MS, producción de gas *in vitro* y población de protozoarios ruminales

En la Tabla 8 se muestra la producción de gas *in vitro* que fue menor en T2 (23,22 ml/0.5g MSF) y T3 (25,85 ml/0.5g MSF) mostrando diferencia ($P=0.0001$) con respecto al T1 (90,64 ml/0.5g MSF). En cuanto a la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) fue menor para el T2 (31,9%) y T3 (35,5%) presentando diferencia ($P=0.0001$) con respecto al T1 (60,5%).

Con respecto a la población de protozoarios ruminales *in vitro* se observa que desde la hora 0 hasta las 12 horas no presentaron diferencia ($P>0.05$) entre tratamientos tanto en las poblaciones de Holotricos y Entodiniomorfos. Mientras que a la hora 24 los protozoarios Entodiniomorfos mostrando diferencia entre tratamientos ($P<0.05$) siendo el tratamiento T1 el de menor población de protozoarios con respecto al T2 y T3. Para la hora 48 la población de protozoarios no presentó diferencias ($P>0.05$) entre tratamientos (Tabla 8).

Tabla 8. Digestibilidad Aparente (g/kg MS), producción de gas (ml/0.5g MSF) y poblaciones de protozoarios ruminal *in vitro* (\log_{10}).

Parámetros	Tratamientos			ESM	Valor P
	T1	T2	T3		
PGIV ml/0.5g MSF	90,64a	23,22b	25,85b	1,218	0,0001
DIVMS	605,47a	319,76b	355,92b	11,691	0,0001
Protozoarios					
Hora 0					
H	2,80	2,26	3,23	0,588	0,5164
E	4,97	4,88	5,07	0,050	0,3490
Horas 12					
H	0,00	0,00	0,00	0,00	>0,05
E	3,96	3,79	3,28	0,0376	0,2830
Hora 24					
H	0,00	0,00	0,00	0,00	>0,05
E	1,37b	3,41a	3,29a	0,558	0,0289
Hora 48					
H	0,00	0,00	0,00	0,00	>0,05
E	4,09a	4,00a	3,96a	0,301	0,292

^{ab} Medias con letras distintas entre filas difieren significativamente ($P<0.05$). **ESM**: error estándar de la media. **DIVMS**: Digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca. **PGIV**: Producción de gas *in vitro*.

vitro. **MS**: Materia Seca. **MSF**: materia seca fermentable. **H**: Holotricos, **E**: Entodiniomorfos. **T1**: cascara de mazorca de cacao sin ensilas. **T2**: cascara de mazorca de cacao ensila 40 dias. **T3**: cascara de mazorca de cacao ensila 70 dias

Con base en los resultados, se observó que T2 y T3 presentaron valores inferiores de digestibilidad de la MS y producción de gas *in vitro* en comparación a T1, esto puede estar relacionado a los cambios que experimenta las cáscara de la mazorca de cacao en su composición al ser ensilados, especialmente a un aumento en el contenido de fibra, influyendo a su vez, en una menor digestibilidad y producción de gas (Nsahlai et al 1995), al mencionar que la producción de gas está relacionada con el contenido de fibra y ésta a su vez con la digestibilidad. Al respecto Pell et al. (1997) observaron que existe una relación lineal entre ambos conceptos, con una pendiente constante. En este sentido, se observa que T1 presenta valores superiores en digestibilidad y producción de gas *in vitro*.

Por otro lado, la Tabla 8 indica los cambios en la dinámica poblacional de protozoarios influenciados por la presencia de polifenoles totales, en este sentido Francis et al. (2002) mencionan que la presencia de metabolitos secundarios posee un efecto defaunante sobre los protozoarios, dicho efecto se basa en el mecanismo de acción de los polifenoles para reaccionar y formar complejos irreversibles con el colesterol de la membrana celular, lo que provoca lisis celular y muerte de los protozoos, consecuentemente T1 con una presencia leve de polifenoles totales mostró menor cantidad de protozoarios a la hora 24 en comparación a T2 y T3.

4.2. VERIFICACION DE HIPOTESIS.

El ensilado de la cascara de la mazorca de cacao a diferentes tiempos de conservación, mantiene la población de protozoarios, alterando las funciones ruminales y reduciendo la producción de gas *in vitro*.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. 1. CONCLUSIONES.

Se concluye que la utilización de los subproductos de poscosecha de la cascara de la mazorca de cacao sin ensilar, podrían ser incluidos en la dietas de los rumiantes, debido a que por sus propiedades nutricionales puede mejorar sus funciones ruminales.

La presencia de los polifenoles totales en la cascara de la mazorca de cacao, reduce la población de protozoarios presentes en el líquido ruminal a las 24 horas post incubación, mejorando además la digestibilidad aparente de la materia seca.

5.2. RECOMENDACIÓN.

Se recomienda emplear la cascara de la mazorca de cacao sin ensilar, como alternativa de alimentación para ser incorporada en la dieta de los rumiantes, debido a que poseen características favorables para mejorar las funciones ruminales y su nutrición, aprovechando así, los residuos que generan las propias fincas, para la disminución de los GEI y el uso de alimentos no convencionales para la alimentación animal. Lo que contribuiría en el mejoramiento de la producción ganadera en el Ecuador.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1. DATOS INFORMATIVOS.

Tema: “Emplear la cascara de mazorca de cacao **Theobroma cacao** como alimento alternativo no convencional y suplementario en la dieta de animales rumiantes”.

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.

Se empezaron las investigaciones de subproductos en alimentación de rumiantes a partir de 1973, realizados por el ICA.

Por su parte Brenes (1990), en un estudio realizado determinó que el uso de la cascara de cacao se convierte en una alternativa para la alimentación de rumiantes, debido a su composición química: 3,2% de potasio, 6,25% de proteína cruda y 27% de fibra cruda. En otras investigaciones se empleó la cáscara de cacao como alimentación para los peces, sustituyendo al maíz como fuente de energía, los resultados indican que la inclusión del 10% de cascara de cacao ofrece un óptimo rendimiento y aceptabilidad del pez gato africano.

Los subproductos de maíz y patatas mezcladas con remolacha se usan para la finalización de bovinos (Boucqué, Fiems, y Cottyn, 1994) y, los subproductos anteriormente mencionados son utilizados para la alimentación de rumiantes en algunas zonas ganaderas a costo competitivo. Así la pulpa de remolacha mezclada con cebada, y concentrado a base de pulpa de cítricos, gluten de maíz complementados con heno y semillas de soja se han probado en la alimentación de rumiantes (Arthington, Kunkle, y Martin, 2002).

Las semillas de cucurbitáceas y otros frutos tropicales, abundantes en América central, tienen un elevado contenido de grasas y proteínas, suministrando alimentos ricos en provitamina A, ácido ascórbico y compuestos aromáticos variados (Bressani, Elías, Molina, y Navarrete, 1977). En algunas zonas que producen el cacao, se utilizan como alimentación animal las vainas rígidas por su

elevado contenido proteico (Echarte, J. L. U., Hernández, L. F., y Briones, A. 2004).

6.3. JUSTIFICACIÓN.

En las zonas tropicales uno de los problemas que se producen en la ganadería es el déficit de alimento, por el tipo de clima que poseen estas regiones (húmedas y secas), la cual influye en pérdidas de peso, disminución de la producción de leche.

Los subproductos agroindustriales y los residuos de cosechas agrícolas en la nutrición de los rumiantes se ha incrementado en los últimos años, constituyéndose como una fuente importante de alimento en los países agrícolas, las cuales por la falta de conocimiento no son utilizadas de manera adecuada, y al no ser utilizadas, se constituyen en contaminantes del medio ambiente

Al utilizar subproductos agroindustriales y los residuos de cosechas agrícolas (mazorca de cascara de cacao), se pretende aprovechar los valores nutritivo que poseen para la alimentación de los rumiantes y disminuir la contaminación del GEI que estos producen al no ser utilizados.

Al realizar este proyecto de investigación aprovechando los subproductos agrícolas o residuos de pos cosecha *Theobroma cacao*, cuya implementación en la producción agropecuaria, garantiza un gran impacto en la economía al disminuir los costos de alimentación y restablece los valores nutritivos del ganado en los periodos de carencia de los pastos, mejorando la economía de los productores y disminuyendo la contaminación ambiental.

6.4. OBJETIVOS

6.4.1. Objetivo general

Emplear la cascara de mazorca de cacao **Theobroma cacao** como alimento alternativo no convencional y suplementario en la dieta de animales rumiantes

6.4.2. Objetivos específicos

- ❖ Determinar el consumo y la aceptación de la cascara de la mazorca de cacao en los rumiantes.
- ❖ Evaluar el efecto de la suplementación a base de cascara de la mazorca de cacao en la ganancia de peso de los rumiantes.

6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Este proyecto es totalmente factible en lo económico, en lo social y ambiental, al pretender aprovechar los recursos provenientes de las propias fincas, disminuyendo los gases de efecto invernadero que producen, y reduciendo los costos de producción de los productores ganaderos.

6.6. FUNDAMENTACIÓN

La demanda actual de alimentos obliga a los productores agropecuarios ser más eficientes en su producción y competitivos en el mercado nacional y mundial.

La utilización de los subproducto de la cascara de la mazorca de cacao, reduciendo los costos de producción y disminuir la contaminación ambiental, al aprovechar estos residuos que se encuentran en la propias fincas sin ser utilizados.

6.7. METODOLOGÍA.

- ❖ Palatabilidad de la cascara de la mazorca de cacao como alimentación de los rumiantes.
- ❖ Determinación de la ganancia de peso diaria del animal.
- ❖ Consumo diario de MS de cada tratamiento.

6.8. ADMINISTRACIÓN

La administración de esta investigación estará a cargo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato.

6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Se recomienda realizar la evaluación de este proyecto para que los resultados sean confiables y ayuden a la reducción de los costos de producción de los agricultores y ganaderos del país.

REFERENCIAS.

- Aldama, H. 2001. Producción agrícola. Enciclopedia Agropecuaria segunda edición Terranova editorial Gogota, Colombia 400 p
- Andrabi, S.M., Ritchie, M.M., Stimson, C., Horadagoda, A., Hyde, M., McNeill, D.M. 2005. In vivo assessment of the ability of condensed tannins to interfere with the digestibility of plant protein in sheep. *Animal Feed Science and Technology* 122: 13-27.
- ANECACAO. 2012. Cacao ecuador. Breve historia del clon CCN – 51., disponible en <http://www.anecacao.com>. Consultado: 7 de enero de 2015.
- Angulo, R. A., Noguera, R. R., & Berdugo, J. A. (2005). El búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) un eficiente utilizador de nutrientes: aspectos sobre fermentación y digestión ruminal. *Livestock Research for Rural Development*, 17(67).
- Aragadvay-Yungán, R. G., Amor, A. A. R., Heredia-Nava, D., Estrada-Flores, J. G., Martínez-Castañeda, F. E., & Arriaga-Jordán, C. M. (2015). Evaluación *in vitro* del ensilaje de girasol (*Helianthus annuus* L.) solo y combinado con ensilaje de maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 6(3), 315-327.
- Argueta, R, 2005. Alternativas nutricionales para la época seca Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación., Secretaría de Agricultura y Ganadería. SAG, Agencia Española de Cooperación Internacional. AECI. y Proyecto Especial para la Seguridad Alimentaria. PESA. Serie: Divulgativa.
- Animut G, Puchala R, Goetsch AL, Patra AK, Sahlu T, Varel VH and Wells J 2008 Methane emission by goats consuming diets with different levels of condensed tannins from lespedeza. *Animal Feed Science and Technology*, 144: 212–227.
- Arthington, J. D., Kunkle, W. E., & Martin, A. M. (2002). Citrus pulp for cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 18(2), 317-326.
- Apráez, J. E., Delgado, J. M., & Narváez, J. P. (2012). Composición nutricional, degradación *in vitro* y potencial de producción de gas de herbáceas, arbóreas y arbustivas encontradas en el

- tropical alto de Nariño. *Livestock Research for Rural Development*, 24(44).
- Atlas del Cacao, 2002. *Biología del cacao*. Foundation of the German Cocoa and Chocolate Industry. Hamburg/ Bonn, Germany.
- Bauchop, T. (1981). The anaerobic fungi in rumen fibre digestion. *Agriculture and Environment*, 6(2), 339-348.
- Beever D.E., Mould F.L. (2000). Forage evaluation for efficient ruminant livestock production. En: Givens D.I., Owen E., Omed H.M., Axford R.F.E. *Forage Evaluation in Ruminant Nutrition*. Wallingford. CAB. 475 p.
- Bergen, W. G. (1979). Factores que influyen la tasa de crecimiento de microorganismos en el rumen. *Produccion Animal Tropical*.
- Bethancourt, H. ; García L. 2009. Identificación e inoculación de bacterias, uso de aditivos y su efecto en parámetros de calidad del ensilaje. Tesis de Maestría en Biotecnología. Universidad ISA, Santiago, DO.
- Boucqué, C. V., Fiems, L., & Cottyn, B. (1994). Beet fed as such or ensiled with maize and fresh potatoes in diets for finishing bulls. *Archives of Animal Nutrition*, 46(1), 93-101.
- Brenes Gómez Oscar, 1990. Posibilidades de la utilización de los subproductos del beneficio del cacao. IICA. Descargado de http://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=UHPptC_7HNEC&oi=fnd&pg=PA141&dq=cascara+de+cacao+y+cascarilla+de+cacao&ots=C83kTpOoeG&sig=2YjDQTXrWVgPrXo_9uICZsbRkmE&redir_esc=y#v=onepage&q&f=true el 21 de marzo del 2015.
- Bressani, R., Elías, L., Molina, M., & Navarrete, D. (1977). Composition and potential use of some tropical fruits. *Archivos latinoamericanos de nutricion*, 27(4), 475-493.
- Buta, J. G., & Spaulding, D. W. (1997). Endogenous levels of phenolics in tomato fruit during growth and maturation. *Journal of Plant Growth Regulation*, 16(1), 43-46.
- Calsamiglia S., Ferret A. (2002). Fisiología ruminal relacionada con la patología digestiva: acidosis y meteorismo. XVIII Curso de especialización FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal). *Avances en Nutrición y Alimentación Animal*. Eds. P.G Rebollar, C. de Blas y G.G. Mateos. Barcelona, España. p. 97. Disponible en:

<http://www.etsia.upm.es/fedna/publi.htm>. Consultado: 7 de enero de 2015.

- Castro, A. 1974. Investigación sobre la utilización de los rechazos bananeros. Tesis de Maestría. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 66 p.
- Cañeque, V., Lauzurica, S., & Guía, E. (1987). Bases técnicas del ensilado de forrajes.
- Carmona, J. C., Bolívar, D. M., & Giraldo, L. A. (2005). El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 18(1), 49-63.
- CATIE, 2012. Calidad de Cacao en Centroamérica: Un vistazo a la situación en 2009. Compiladoras Marilyn Villalobos Rodríguez, Shirley Orozco Estrada. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Proyecto Cacao Centroamérica. Turrialba, Costa Rica, 2012. División de Investigación y Desarrollo Sede Central. Descargado de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A7555E/A7555E.PDF> el 20 de Marzo del 2015.
- Centro de Comercio Internacional UNTAD/OMC, 2001. Cacao: Guía de prácticas comerciales. Ginebra, Suiza. 188 p.
- Cornejo, C., Wilkie, A. C. (2010). De Estiércol a Energía-Captura de Metano en Ecuador. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 23(1).
- Corral-Luna, A., Domínguez-Díaz, D., Rodríguez-Almeida, F. A., Villalobos-Villalobos, G., Ortega-Gutiérrez, J. A., & Muro-Reyes, A. (2011). Composición química y cinética de degradabilidad de ensilaje de maíz convencional y sorgo de nervadura café. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 6(1), 181-187.
- CG-SENA, 2009. Guía para la utilización de recursos forrajeros tropicales en la alimentación de bovinos. Comité de ganaderos del Huila. SENA. Gobernación de Huila. Descargado de http://www.comitedeganaderosdelhuila.org/publicaciones/recursos_forrajeros.pdf el 21 de enero del 2015.
- Chedly, K., & Lee, S. (2001). Ensilaje de subproductos agrícolas como opción para los pequeños campesinos. Ed: Lt Mannelje. *Estudio FAO Producción y Protección Vegetal*, 161, 87-97.

- Doré, J., & Gouet, P. (1991). Microbial interactions in the rumen. Rumen microbial metabolism and ruminant digestion. Paris, France, 71-88.
- Echarte, J. L. U., Hernández, L. F., & Briones, A. (2004). Aprovechamientos de subproductos agrícolas en alimentación animal. *Ganadería*, (26), 64-67.
- FAO. Boletín Informativo N° 11. Seminario Taller sobre Control Sanitario de la Ganadería Bovina en el Ecuador. 2010. Disponible www.fao.org.ec consultado 3 de mayo 2015.
- FAO. 2005. Ecuador: Livestock Sector Brief. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. http://www.fao.org/Ag/againfo/resources/en/publications/sector_briefs/lb_ECU.pdf
- Filippi, R. 2011. Conceptos básicos en la elaboración de ensilajes. Universidad de la Frontera. Chile. P.1-95
- FIRKINS, J.L.; YU, Z.; MORRISON, M. Ruminal nitrogen metabolism: Perspectives for integration of microbiology and nutrition for dairy. *Journal of Dairy Science*, v.90, p.E1- E16, 2007 (Suppl.).
- Garcés Molina, A. M., Berrío Roa, L., Ruíz Alzate, S., & Builes Arango, A. F. (2012). Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado.
- Garcés, A.M., L. Berrio, S. Ruíz, J.G. Serna, y A.F. Builes. 2004. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Rev. Lasallista Investig.* 1 (001):66-71.
- Gómez, M. 2006. Introducción a la metodología de la investigación científica. Editorial Brujas. 190 pág. Acceso en: http://books.google.com.ec/books?id=9UDXP4U7aMC&printsec=frontcover&q=metodologia+de+investigacion&hl=es&ei=w02iTs3YBunm0QHtmrz6BA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=3&ved=0CD8Q6AEwAg#v=onepage&q&f=false Consultado, 22-Agosto -2012.
- Honig, H and Woolford, M.K. 1980. Changes in silage on exposure to air. *Journal forage conservation in the 80's*. pp. 76-87.
- INFOCOMM (2008) Market information in the commodities área disponible en Internet desde: <

<http://r0.unctad.org/infocomm/anglais/cocoa/market.htm>>
(Consultado: Marzo/20/ 2015).

- Joblin, K. N. (1981). Isolation, enumeration, and maintenance of rumen anaerobic fungi in roll tubes. *Applied and environmental microbiology*, 42(6), 1119-1122.
- Johnson, K. A, Johnson, D. E. (1995). Methane emissions from cattle. *Journal animal science*, 73(8), 2483-2492.
- Jung, H. G., & Allen, M. s. (1995). Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *Journal of animal science*, 73(9), 2774-2790.
- Kamra, D. N. (2005). Rumen microbial ecosystem. *Current Science*, 89(1), 124-135.
- Kinsman R, Sauer FD, Jackson HA, Wolynetz, MS. Methane and carbon dioxide emissions from cows in full lactation monitored over a six-month period. *J Dairy Sci*, 1995; 78 (12): 2760-2766
- Kurihara M, Magner T, McCrabb H, McCrabb G. (1999). Methane production and energy partition of cattle in the tropics. *British Journal of Nutrition*, 81(03), 227-234.
- Leng, R.A. 1997. Tree foliage in ruminant nutrition. *Fao Animal Production and Health. Documento No. 139, Rome.*
- León A. F. 2003. Consumo voluntario y digestibilidad de nutrientes de heno de gramíneas tropicales nativas y ensilaje de sorgo y el efecto de la suplementación con residuos fermentados de pescadería. Tesis Maestría. Universidad de Puerto Rico.
- Macheix, J. J., et al. (1991). Phenolic compounds and polyphenoloxidase in relation to browning in grapes and wines. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 30(4), 441-486.
- Mackie, R. I., McSweeney, C. S., & Klieve, A. V. (2002). 4 Microbial Ecology of the Ovine Rumen. *Sheep Nutrition*, 71.
- Mackie, R. I., & White, B.A. (1990). Recent advances in rumen microbial ecology and metabolism: potential impact on nutrient output. *Journal of dairy science*, 73(10), 2971-2995.
- McAllister, T. A., Bae, H. D., Jones, G. A., & Cheng, K. J. (1994). Microbial attachment and feed digestion in the rumen. *Journal of animal science*, 72(11), 3004-3018.

- McCaughey W, Wittenberg K, Corrigan D. (1997). Methane production by steers on pasture. *Canadian Journal of Animal Science*, 77(3), 519-524..
- McDonald P., Edwards R.A., Greenhalgh J.F.D., Morgan C.A. (2006). *Nutrición Animal*, 6a.ed. Zaragoza, Acribia. 587 p.
- Merchen N.R., Elizalde J.C., Drackley J.K. (1997). Current perspective on assessing site of digestion in ruminants. *J Anim Sci*. 75:2223-2234.
- MERTENS, D.R. (1987) *J. Anim. Sci.* 64, 1548.
- Monsalve L, 2003. Suplementación de una gramínea tropical con leguminosas y *Sapindus saponaria*: Efectos sobre la fermentación ruminal y la metanogénesis in vitro. Trabajo de grado para optar el título de Zootecnista, Universidad Santa Rosa de Cabal.
- Moss, A. R., Jouany, J. P., Newbold, J. (2000). Methane production by ruminants: its contribution to global warming. In *Annales de zootechnie* (Vol. 49, No. 3, pp. 231-253). EDP Sciences.
- Ogimoto, K. y Imai, S. (1981). *Atlas of rumen microbiology*. (Japan Scientific Societies Press: Tokyo).
- Ojeda, F., I. Montejo, y O. López. 2006. Estudio de la calidad fermentativa de la morera y la hierba de guinea ensiladas en diferentes proporciones. *Revista Pastos y Forrajes* 29:1-9.
- Ojeda, F., I. Montejo, y O. López. 2006. Estudio de la calidad fermentativa de la morera y la hierba de guinea ensiladas en diferentes proporciones. *Revista Pastos y Forrajes* 29:1-9.
- Otero, M., Hidalgo, L. 2004. Condensed tannins in temperate forages species: effects on the productivity of ruminants infected with internal parasites (a review). *Livestock Research for Rural Development* 16(2): 18-36.
- Orskov, E., Hovell, F., & Mould, F. 1980. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos [digestión, rumen]. *Producción Animal Tropical*. 5(3), 213-233.
- Orskov, E.R. 1992. *Protein Nutrition in Ruminants*. 2nd Edition. Academic Press. New York, EUA
- Ozutsumi Y, Tajima K, Takenaka A & Itabashi H (2005) The effect of protozoa on the composition of rumen bacteria in cattle using

- 16S rRNA gene clone libraries. *Biosci Biotech Bioch* 69: 499–506.
- Pitta, D. W., Pinchak, W. E., Dowd, S. E., Osterstock, J., Gontcharova, V., Youn, E., ... & Malinowski, D. P. (2010). Rumen bacterial diversity dynamics associated with changing from bermudagrass hay to grazed winter wheat diets. *Microbial ecology*, 59(3), 511-522.
- Primavesi O, Shiraishi RT, Dos Santos M, Aparecida M, Teresinha T, Franklin P. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. *Pesq agropec bras*, 2004 39 (3): 277-283.
- Prins R A 1991 The rumen ciliates and their functions. In: Jouany J P (editor). *Rumen microbial metabolism and ruminant digestion*. INRA Editions. Paris, Cedex. Pp 39-52.
- Provenza, F.D., Burritt, E.A., Perevolotsky, A., Silanikove, N. 2000. Self-regulation of intake of polyethylene by sheep fed diets varying in tannin concentrations. *Journal Animal Science* 78: 1206-1212.
- Ribeiro, S.; y Schieber, A. 2010. Bioactive Compounds in Mango (*Mangifera indica* L.). *Bioactive Foods Prom. Health*. 34:507 - 523.
- Rivadeneira, F. (2010). El mejor cacao y chocolate del mundo. <http://www.ecuadorinmediato.com/hoyenlacocina/Informacion/chocolateecuatoriano.html>. Consultado 4-abril-2015.
- Rizzo P. Logros de la Asociación de Ganaderos del Litoral y Galapagos. Proyecto SICA. Guayaquil, Ecuador. 1999. Disponible en: www.sica.gov.ec consultado 15 de marzo 2015.
- Reichert RD., Fleming SE., Schwab DJ (1980). Tannin desactivation and nutritional improvement of sorghum by anaerobic storage of h₂o-hcl or NaOHtreated grain. *J. Agric. Food Chem.* 28:824.
- Rodríguez, F. (2005). Sonda oro-ruminal experimental como alternativa para la obtención de microorganismos anaeróbicos del rumen. *Revista Corpoica*, 6(1).
- Rodríguez, A., & Valencia, E. (2008). *Microbiología Ruminal. Ruminantia*. Vol 3. No 1, 1-4.
- Rojas, D.K., López, J., Tejada, I., Vásquez, V., Shimada, A., Sánchez, D., Ibarra, F. 2006. Impacto f condensed tannins from trpocal forages on *Haemonchus contortus* burdens in Mongolia gerbils

- (*Meriones unguiculatus*) and pelibuey lambs. *Animal Feed Science and Technology* 128: 218-228.
- Romero Huelva, M. (2012). Uso de bloques multinutrientes de desechos de tomate y pepino como alternativa al concentrado en la dieta de caprino. Efectos sobre la fermentación y microbiota ruminal, la utilización de nutrientes y la producción y composición de la leche.
- Ruiz, M. 1974. Sistema de alimentación intensiva en corrales de engorde a base de subproductos del trópico. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 12p.
- Russell, J. B., Sharp, W. M., & Baldwin, R. L. (1979). The effect of pH on maximum bacterial growth rate and its possible role as a determinant of bacterial competition in the rumen. *Journal of animal science*, 48(2), 251-255.
- Sánchez, R., & Itzel, A. (2012). Estrategia de Mitigación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Estudio de Caso: Instituto Politécnico Nacional.
- SICA. Panorama de la Cadena Agroindustrial de la Carne y Subproductos. 2010 Disponibles en: www.sica.gov.ec consultado 15 de marzo 2015.
- SICA. Servicio de Información y Censo Agropecuario. Base de datos. Ecuador. 2002. Disponible en www.sica.gov.ec consultado 15 de marzo 2015.
- SICA. Análisis corporativo de los resultados de los Censos de 1974 y 2000. Consultado 13 enero 2015. Disponible: www.sica.gov.ec.
- Sánchez, I., y Rubio, A. (2010). Atención Farmacéutica en la Enfermedad Periodontal (y II) Plantas Medicinales. *Offarm*, 29(4), 62-67.
- Shimada, A. 2009. Nutrición animal. Importancia e historia de la nutrición. Edi 2^{da}. Trillas. México. pag. 337.
- Stewart C S 1991 The rumen bacteria. In: Jouany J P (editor). Rumen microbial metabolism and ruminant digestion. INRA Editions. Paris, Cedex. Pp 15-26.
- Stürm, C.D., Tiemann, T.T., Lascano, C.E., Kreuzer, M., Hess, H.D. 2007. Nutrient composition and in vitro ruminal fermentation of tropical legume mixtures with contrasting tannin contents. *Animal Feed Science and Technology* 138: 29-46.

- Theodorou, M. K., Williams, B. A., Dhanoa, M. S., McAllan, A. B., & France, J. (1994). A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal feed science and technology*, 48(3), 185-197.
- VALDERRAMA, X. 1993. Dinámica de degradación ruminal de alimentos para rumiantes. Tesis Magíster en Ciencias, Mención Producción Animal. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, 135 p.
- Van Soest P.J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2a Ed. Cornell University Press. 476 p.
- Van Zwieten, J. T., Van Vuuren, A. M., & Dijkstra, J. (2008). Effect of nylon bag and protozoa on in vitro corn starch disappearance. *Journal of dairy science*, 91(3), 1133-1139.
- Vargas J, Cárdenas E, Pabón M y Carulla J 2012 Emisión de metano entérico en rumiantes en pastoreo. *Archivos de Zootecnia*, 61(R):51-66.
- Vega Virguez, A. R., & Bohórquez Galindo, C. I. (2014). Evaluación de la calidad nutricional de mezclas de morera (*Morus alba*) y cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*) ensiladas y su efecto en la simulación bajo el sistema de carbohidratos y proteína neta de cornell.
- Williams, A. G., & Coleman, G. S. (1997). The rumen protozoa. In *The rumen microbial ecosystem* (pp. 73-139). Springer Netherlands.
- Weinberg, Z.G and Muck, R.E. 1996. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. *FEMS Microbiology Reviews*. 19: 53-68.
- Yanez Ruiz, D. R., Moumen, A., Martin Garcia, A. I., & Molina Alcaide, E. (2004). Ruminant fermentation and degradation patterns, protozoa population, and urinary purine derivatives excretion in goats and wethers fed diets based on two-stage olive cake: Effect of PEG supply. *Journal of animal science*, 82(7), 2023-2032.

ANEXOS.

Anexo. 1. Preparación de las muestras ensiladas



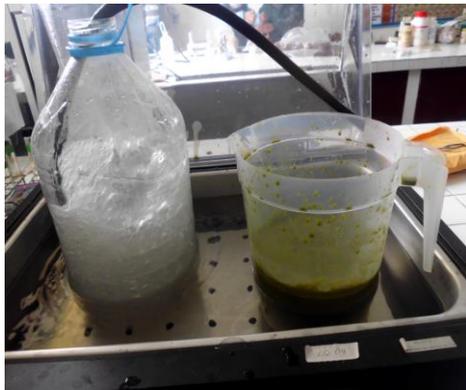
Anexo. 2. Screening fitoquímico



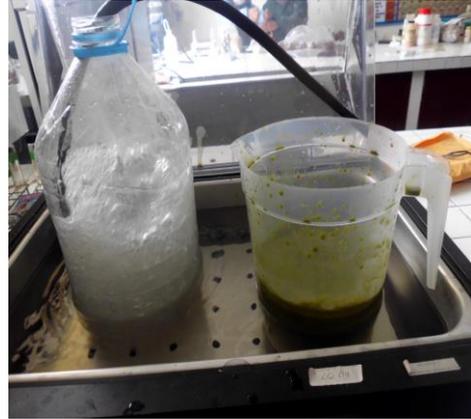
Anexo 3. Degradación ruminal *in situ*



Anexo 4. Producción de gas *in vitro*



Anexo 5. Digestibilidad aparente de la MS *in vitro*



Anexo 6. Población de protozoarios *in vitro*

