

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

TEMA:

“PREFERENCIA DE CONSUMO DE FORRAJES ARBÓREOS Y
ARBUSTIVOS ANDINOS EN OVINOS”

Trabajo de Titulación

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

Autor: Ing. Paúl Santiago Ortiz Tirado

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 Ingeniero José Hernán Zurita Vásquez Magister, Presidente del Tribunal e integrado por los señores: Ingeniero Edgar Luciano Valle Velástegui Magister, Ingeniero Alberto Cristóbal Gutiérrez Albán Magister e Ingeniera Verónica Elizabeth Rivera Guerra Magister, Miembros del Tribunal de Defensa, 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: “**PREFERENCIA DE CONSUMO DE FORRAJES ARBÓREOS Y ARBUSTIVOS ANDINOS EN OVINOS**”, elaborado y presentado por el señor Ingeniero Paúl Santiago Ortiz Tirado, para optar por el Grado Académico de Magister 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. Edgar Luciano Valle Velástegui, Mg.
Miembro del Tribunal

Ing. Alberto Cristóbal Gutiérrez Albán, Mg.
Miembro del Tribunal

Ing. Verónica Elizabeth Rivera Guerra, 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: “PREFERENCIA DE CONSUMO DE FORRAJES ARBÓREOS Y ARBUSTIVOS ANDINOS EN OVINOS”, le corresponde exclusivamente a: Ingeniero Paúl Santiago Ortiz Tirado, 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. Paúl Santiago Ortiz Tirado

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. Paúl Santiago Ortiz Tirado

C.C. 1803849478

DEDICATORIA

A mi hija Valentina, que a pesar de las adversidades es por quien lucho día a día para ser un ejemplo en su vida.

A mi madre, Rosario, que con su endereza ha entregado su vida enteramente para poder tener a uno de sus hijos culminando otro objetivo planteado.

A Martín y José Andrés mis sobrinos quienes caminan junto a mí y es por eso que los pasos que doy son firmes para que ellos no se desmoronen.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por la vida y la oportunidad de llegar a culminar otra etapa de mi carrera, guiándome siempre y dándome fuerzas para no decaer jamás.

A mis hermanas Ana Cristina y María Lorena, quienes han sido siempre mi apoyo incondicional y jamás declinaron en la lucha de salir adelante como familia a través del tiempo.

Al Ing. Marcos Antonio Barros Rodríguez, Ph.D, Director de Tesis, a quien hago llegar mi más sincero agradecimiento por su entrega incondicional durante el desarrollo de este trabajo de investigación, quien con sus consejos y apoyo ha permitido culminar con gran éxito este proceso.

A mis profesores y amigos, que han sido aliados incondicionales en cada paso dado durante esta etapa, brindándome sus conocimientos, su apoyo, su cariño y llegando a formar parte especial en mi vida.

A la Universidad Técnica de Ambato y principalmente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por permitirme seguir siendo parte de ella como estudiante en estas gloriosas aulas.

INDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCION	1
CAPÍTULO I.....	3
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. TEMA.....	3
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1. Contextualización.....	3
1.2.2. Análisis crítico	4
1.2.3. Prognosis	4
1.2.4. Formulación del problema	5
1.2.5. Interrogantes.....	5
1.2.6. Delimitación del objeto de investigación.....	5
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	6
1.4. OBJETIVOS.....	6
1.4.1. Objetivo general.....	6
1.4.2. Objetivos específicos	7
CAPÍTULO II	8
MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	8
2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA	9
2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL	9
2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	12
2.4.1. Ganadería y medio ambiente.....	12
2.4.2. Responsabilidad de la ganadería	12
2.4.3. Metano en los rumiantes	13
2.4.4. Fermentación ruminal	14
2.4.5. Métodos de manipulación de la fermentación ruminal	14

2.4.6.	Patrón de fermentación ruminal	15
2.4.7.	Taninos y saponinas para la reducción de gas metano.....	15
2.4.8.	La ganadería ovina en Ecuador y su importancia	16
2.4.9.	Árboles y Arbustos forrajeros andinos.....	16
2.4.9.1.	Chilca (<i>Baccharis latifolia</i>) (Ruiz y Pavón)	17
2.4.9.2.	Malva común (<i>Malva sylvestris</i> L.)	17
2.4.9.3.	Retamo liso (<i>Cytisus monspessulanus</i> L.)	17
2.4.9.4.	Cholán (<i>Tecoma stans</i> L. Juss. ex Kunth)	18
2.4.9.5.	Eneldo (<i>Anethum graveolens</i> L.)	18
2.4.9.6.	Aliso (<i>Alnus acuminata</i> Kunth)	18
2.4.9.7.	Tilo o Saúco (<i>Sambucus nigra</i> L.).....	19
2.5.	HIPÓTESIS	19
2.6.	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES	19
CAPÍTULO III.....		20
METODOLOGIA		20
3.1.	MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN	20
3.2.	NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN	20
3.3.	POBLACION Y MUESTRA	20
3.4.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	21
3.5.	PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	22
3.5.1.	UBICACIÓN DEL ENSAYO.....	22
3.5.2.	METODOLOGÍA UTILIZADA.....	22
3.6.	PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	23
3.6.1.	FACTORES DE ESTUDIO	23
3.6.2.	TRATAMIENTOS.....	24
3.6.3.	DISEÑO EXPERIMENTAL	24
3.6.4.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	24

CAPÍTULO IV	25
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	25
4.1. RESULTADOS.....	25
4.2. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS	29
CAPITULO V	30
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	30
5.1. CONCLUSIONES.....	30
5.2. RECOMENDACIONES	30
CAPITULO VI.....	31
PROPUESTA.....	31
6.1. DATOS INFORMATIVOS.....	31
6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	31
6.3. JUSTIFICACIÓN.....	32
6.4. OBJETIVOS.....	33
6.4.1. Objetivo general.....	33
6.4.2. Objetivos específicos	33
6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	33
6.6. FUNDAMENTACIÓN	34
6.7. METODOLOGÍA.....	34
6.8. ADMINISTRACIÓN	34
6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	35
REFERENCIAS	36
ANEXOS.....	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de la variable independiente: Árboles y arbustos forrajeros andinos.....	21
	Operacionalización de las variables dependientes:	
Tabla 2	Degradación <i>in situ</i> , digestibilidad y producción de gas <i>in vitro</i>	21
Tabla 3	Tratamientos.....	24
Tabla 4	Screening fitoquímico de los forrajes utilizados.....	25
Tabla 5	Preferencia de consumo voluntario, digestibilidad y producción de gas <i>in vitro</i> de los forrajes evaluados.....	26
Tabla 6	Parámetros de degradación ruminal <i>in situ</i> (g/kgMS) de los forrajes evaluados.....	28

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Datos de consumo voluntario de la materia seca.....	40
Anexo 2	Datos de consumo voluntario de alimento/ kg peso metabólico.....	40
Anexo 3	Datos de porcentaje de consumo voluntario.....	41
Anexo 4	Datos de producción de gas <i>in vitro</i>	41
Anexo 5	Datos de digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca.....	42
Anexo 6	Análisis de Varianza de Consumo Voluntario g/kg MS.....	42
Anexo 7	Prueba de significación de Tukey al 5% para consumo voluntario g/kg MS.....	43
Anexo 8	Análisis de Varianza de Consumo Voluntario g/kg PV.....	43
Anexo 9	Prueba de significación de Tukey al 5% para consumo voluntario g/kg PV.....	43
Anexo 10	Análisis de Varianza de porcentaje de Consumo Voluntario..	44
Anexo 11	Prueba de significación de Tukey al 5% para porcentaje de consumo voluntario.....	44
Anexo 12	Análisis de Varianza de Digestibilidad <i>in vitro</i> de la MS g/kg.....	44
Anexo 13	Prueba de significación de Tukey al 5% para digestibilidad <i>in vitro</i> de la MS g/kg.....	45
Anexo 14	Análisis de Varianza de Producción de gas <i>in vitro</i> ml/0.5g MSF.....	45
Anexo 15	Prueba de significación de Tukey al 5% para producción de gas <i>in vitro</i> ml/0.5g MSF.....	45
Anexo 16	Prueba de cafetería (preferencia de consumo).....	46
Anexo 17	Screening fitoquímico.....	47
Anexo 18	Producción de gas <i>in vitro</i>	48
Anexo 19	Degradación ruminal <i>in situ</i>	49

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

**Tema: “PREFERENCIA DE CONSUMO DE FORRAJES ARBÓREOS Y
ARBUSTIVOS ANDINOS EN OVINOS”**

Autor: Ingeniero Paúl Santiago Ortiz Tirado

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

Fecha: 09 de noviembre de 2015

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo de esta investigación fue determinar la preferencia de consumo de árboles y arbustos forrajeros, utilizando ocho ovinos machos de alrededor de 30 kg. Donde se evaluó: *Baccharis latifolia*, *Malva sylvestris*, *Cytisus monspessulanus*, *Tecoma stans*, *Anethum graveolens*, *Alnus acuminata*, y *Sambucus nigra*. Se determinó: preferencia de consumo voluntario, mediante una prueba de cafetería. Degradación ruminal *in situ* MS, mediante la técnica de la bolsa de nylon en el rumen. Digestibilidad y producción de gas *in vitro*. Los resultados del screening fitoquímico muestran que T5 presenta una moderada concentración de saponinas. En taninos totales T6 presenta una concentración. Para alcaloides totales y polifenoles totales T3, T4, T6 muestran presencia cuantiosa respectivamente. Aceites esenciales se observa que T5 y T7 tienen una alta concentración. La preferencia de consumo mostró diferencias ($P=0.0001$) entre tratamientos siendo el mayor consumo para T6 (117 gMS/animal/día). La mayor digestibilidad y menor producción de gas se observó en T2 y T1 (71.1% y 203.88 ml de gas/0.5g MS fermentable respectivamente). La degradación ruminal de la MS los mayores porcentajes ($P=0.0001$) para la fracción soluble A fue para T1 y T4, la fracción B mostró para T2, T5 y T7. Se puede concluir que los forrajes de árboles (T6 y T4) como de arbustos (T2) se puede incluir en la dieta de los ovinos mejorando funciones del rumen y disminuir emisiones de GEIs.

Descriptor: Degradación ruminal, digestibilidad, forrajeros, fracción soluble, *in situ*, *in vitro*, ovinos, preferencia de consumo, producción de gas, screening.

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

Topic: “INTAKE PREFERENCE OF FODDER FROM ANDEAN TREES AND BUSHES IN SHEEP”

Author: Ing. Paúl Santiago Ortiz Tirado

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

Date: November 9, 2015

EXECUTIVE SUMMARY

The aim of this investigation was to determine the intake preference among fodder from trees and bushes. Eight male sheep of about 30kg were used. The following treatments were evaluated: *Baccharis latifolia*, *Malva sylvestris*, *Cytisus monspessulanus*, *Tecoma stans*, *Anethum graveolens*, *Alnus acuminata*, y *Sambucus nigra*. The voluntary intake preference was determined, through a cafeteria test. *In situ* ruminal degradation of MS, through the technique that employs the nylon bag in the rumen. *In vitro* Digestibility and gas production. The results of the phytochemical screening show that T5 show a moderate concentration of saponins. In total tannins only T6 presents a light concentration. In total alkaloids and total polyphenols T3, T4, T6 show a considerable presence, in essential oils, it was possible to observe that T5 and T7 are the ones that have a high concentration. The intake preference showed differences ($P=0.0001$) among treatments, being the highest for T6 (117 gMS/animal/day), the highest digestibility *in vitro* and less gas production was observed in T2 and T1 (71.1% and 203.88 ml gas/0.5g dry fermentable matter respectively). For the ruminal degradation, the highest percentage ($P=0.0001$) for the soluble fraction A was for T1 and T4, as for fraction B, the highest percentages were observed in T2, T5 and T7. It is possible to conclude that the fodder from both trees (T6 and T7) as well as bushes (T2) can be included in the diet of sheep, since they can improve the functions of the rumen and diminish the emissions of greenhouse gas.

Descriptors: Digestibility, fodder, gas production, intake preference, *in situ*, *in vitro*, ruminal degradation, screening, sheep, soluble fraction, voluntary intake.

INTRODUCCIÓN

Esta investigación pretende contribuir a mejorar la calidad de las dietas utilizadas en la alimentación del ganado ovino, incorporando especies andinas arbóreas y arbustivas con características forrajeras. Obteniendo así, una combinación de forrajes de diversos tipos y composición nutrimental, los cuales ayudarán a mejorar los rendimientos productivos en los animales en un menor tiempo y con la menor inversión.

Las especies menores sobre las mayores tienen ventaja a nivel de economía, debido a que se necesita menor inversión financiera, mejor control, menor cantidad de alimento, poseen mayor poder reproductivo y se pueden sacrificar para el consumo en la granja. Por lo anterior, los rumiantes por su capacidad de consumir alimentos con alto contenido de fibra, los cuales, para los monogástricos no podrían ser asimilados. Por ello, se puede aplicar a la dieta recursos fibrosos existentes en la zona, los cuales reducen los gastos de alimentación (Mejía & Vargas, 1993). La producción ganadera es una de las principales actividades del hombre para cubrir la demanda en cantidad y calidad alimentaria, lo que ha provocado un incremento considerable en la producción agrícola y ganadera a gran escala alrededor del mundo; que conlleva a la utilización de tecnologías no amigables con el ambiente, es decir, éstos métodos de producción han inferido directamente en el incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de origen antropogénico a la atmósfera y así provocar un incremento en la temperatura de la superficie del planeta. El Metano, dióxido de carbono, óxido nítrico son los gases más importantes que se producen en estos procesos. Se estima que aproximadamente 1.3 gigatoneladas de GEI, es decir el 18% de las emisiones mundiales, son provocadas por los países de América Latina y el Caribe anualmente por actividades agropecuarias, ganadería, agricultura, deforestación (Armando, Cardenas, & Flores, 2012).

Las investigaciones, en los últimos años, se han enfocado en la relación entre la alimentación y las emisiones de gases de los rumiantes a la atmósfera. El consumo del alimento, digestibilidad, composición de la dieta y el procesamiento previo del

alimento son los factores más importantes para determinar la producción de gas, para ello también se presentan diferentes alternativas como la utilización de plantas que contengan metabolitos secundarios los cuales ayudarán a mejorar la actividad ruminal, reduciendo la cantidad de protozoarios que son unos de los causantes de la producción de gas metano (Barros-Rodríguez et al., 2014). Con base en lo anterior, el objetivo de esta investigación es determinar la preferencia de consumo de árboles y arbustos forrajeros andinos en ovinos, degradación ruminal *in situ* y producción de gas *in vitro*.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. TEMA

“Preferencia de consumo de forrajes arbóreos y arbustivos andinos en ovinos”

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema en estudio es la subnutrición de los ovinos que se genera por la baja calidad de los pastos administrados en las dietas, produciendo una variación en el proceso de fermentación ruminal lo que conlleva a incrementar la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera.

1.2.1. Contextualización

En Ecuador durante el período de escasez de lluvia, existe un déficit de áreas donde puedan pastar los animales, por lo que se alimentan con productos de bajo valor energético y proteico, afectando directamente la producción. No obstante, la utilización adecuada de los recursos agroforestales, durante la época de menores precipitaciones pudiera asumir un papel muy importante para resolver los problemas de la alimentación animal, siempre y cuando se balanceen adecuadamente. Los rumiantes aprovechan con mucha eficiencia este tipo de alimentos, por tal razón se deben considerar nuevas alternativas alimenticias *a priori* a un rendimiento productivo alto lo que conlleva la minimización de los costos de alimentación (Zambrano, Sanchez, & Jines, 2011).

La preferencia de consumo es una estrategia que permite utilizar el valor nutricional potencial de especies arbóreas y arbustivas no convencionales como una fuente de alimento y suplemento proteico para la ganadería, lo que favorece al aporte de alimento en época de escasas del mismo, siendo de gran importancia conocer la palatabilidad de las especies a ser ofrecidas, ya que esto se consideraría

un limitante en la incorporación de nuevas especies en los sistemas de alimentación ganadera (Pinto et al., 2012).

La identificación de especies arbóreas y arbustivas por medio de evaluaciones con animales se trata de un aspecto zootécnico para ahondar en investigaciones sobre alimentación de rumiantes en las zonas de producción de América. Las pruebas de preferencia de consumo en animales por forrajes arbóreos y arbustivos pueden presentar limitaciones en la práctica ya que nos sirven para poder elegir cuál de las especies en estudio presentan las mejores características de incorporación a la dieta. Las regiones andinas proporcionan gran cantidad de variedades forrajeras arbustivas, donde se encuentra la mayor producción de rumiantes (Medina et al., 2008).

1.2.2. Análisis crítico

En el Ecuador la ganadería ovina es una de las actividades principales donde la mayor población es campesina, no es casualidad que se produzca esto, y tampoco se puede aseverar que la oveja es de uso para la gente pobre. Los ovinos como fuente principal de alimento consumen plantas forrajeras nativas, las cuales al estar en estado de madurez avanzada posee niveles bajos de energía metabolizable (EM), y de proteína digestible (PD). La cantidad de proteína cruda (PC) es diversa de acuerdo con la madurez del forraje, tipo de forraje y época del año, el consumo voluntario del alimento por el animal depende gran parte de la cantidad de proteína cruda que se encuentra en el vegetal, teniendo generalmente valores de 50 a 60 g de PC/kg de materia seca (MS), lo cual es insuficiente para estimular la ganancia de peso, la cual debería superar 70 g/animal/día (ASOGAN-SD. 2014).

1.2.3. Prognosis

El manejo en alimentación del ganado ovino mediante la utilización de pasturas de baja calidad es ineficiente, lo que promueve a la utilización de pastos y forrajes con mejores características nutricionales adecuadas para satisfacer las necesidades de los animales, la producción ovina en el Ecuador generalmente se la realiza por productores de las comunidades indígenas, quienes utilizan en su gran mayoría

pastos pobres en nutrientes, llegando a reducir el promedio de ganancia de peso diario y tener menores ingresos económicos.

1.2.4. Formulación del problema

¿La deficiente alimentación con forrajes poco nutritivos es la causa principal de los bajos rendimientos en la producción y ocasiona pérdidas de energía en forma de gases de efecto invernadero?

1.2.5. Interrogantes

- ¿El limitado conocimiento del aporte nutricional de los forrajes hace que no se aprovechen otros recursos vegetales?
- ¿La utilización de pasturas nutricionalmente pobres se refleja en animales de bajo peso y mala calidad de sus productos?
- ¿El desgaste energético por las caminatas de los rebaños incide en la ganancia de peso?
- ¿La alimentación con forrajes altos en fibra ocasiona elevadas pérdidas de energía en forma de gases de efecto invernadero?

1.2.6. Delimitación del objeto de investigación

- **Campo:** Agroecología y Ambiente
- **Área:** Agroecología, Agricultura sostenible, Ecosistemas y conservación de páramos andinos.
- **Aspecto:** Utilización de árboles y arbustos forrajeros para la incidencia sobre la preferencia de consumo y producción de gas *in vitro* en ovinos.
- **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 se efectuó en la Granja Experimental Querochaca de la Facultad de Ciencias Agropecuarias 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 msnm, 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. JUSTIFICACIÓN

La utilización de árboles y arbustos en la producción ovina puede ser un aliciente para disminuir el deterioro de las praderas, y aprovechar su potencial en la ganadería. No obstante, el uso de estas especies forrajeras en la alimentación de rumiantes es ampliamente conocido por los ganaderos, pero la utilización en la nutrición es limitada. Uno de los problemas que se enfrenta la ganadería es el rendimiento y calidad del forraje a través del año, esto afecta los indicadores productivos del ganado. En este contexto, la utilización de especies arbóreas y arbustivas del altiplano andino se convierte en una alternativa, debido a su alto valor nutrimental potencial en comparación con las gramíneas y el pastoreo en praderas con monocultivo (Pezo et al., 1989; Rubio, Rodríguez, Reyes, & Buenfil, 2004; Speedy & Pugliese, 1992). El aprovechamiento de las especies arbóreas y arbustivas de la zona no se limita únicamente a la alimentación animal. Para utilizar los mejores forrajes las pruebas de preferencia de consumo con los animales es la mejor alternativa, ya que en función del contenido nutricional y de compuestos secundarios de los forrajes determina la preferencia en los animales. Por esta razón, el propósito de esta investigación se basa en que los ovinos escojan los forrajes que mejor palatabilidad.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

- Determinar la preferencia de consumo de árboles y arbustos forrajeros, degradación ruminal *in situ* y producción de gas *in vitro* en ovinos.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar la preferencia de consumo de árboles y arbustos forrajeros andinos en ovinos.
- Determinar la degradación ruminal *in situ* de los forrajes de árboles y arbustos andinos
- Estimar la producción de gas *in vitro* y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de árboles y arbustos forrajeros andinos

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Nuestro país se encamina al cambio de la matriz productiva dando importancia a impulsar granos andinos y ganados menores que potencialmente pueden contribuir a la seguridad alimentaria y a la reactivación económica, basada en la utilización de tecnologías amigables con el ambiente.

El uso de las especies de ramoneo que contienen compuestos secundarios como suplemento alimenticio rico en metabolitos secundarios de las plantas (PSM) para rumiantes en muchas partes de los trópicos está aumentando con el fin de mejorar el rendimiento de los animales y reducir el metano. Los taninos y saponinas constituyen las principales clases de PSM que se encuentran actualmente bajo investigación en varios laboratorios. La acción y los efectos sobre la fermentación del rumen de estos compuestos antimicrobianos dependen de su naturaleza, la actividad y la concentración en una planta (Abdulrazak, Fujihara, Ondiek, & Ørskov, 2000).

Los estudios encaminados en caracterizar forrajes representativos de las zonas andinas, independientemente de sus características agronómicas, composición nutricional y persistencia al pastoreo; constituye uno de los elementos medulares para establecer, de forma integrada, sistemas agrosilvopastoriles para la producción, donde el forraje es la principal fuente de alimentación en los rumiantes (García et al., 2008).

La caracterización de recursos forrajeros no convencionales es una de las formas de inclusión de dietas de bajo costo lo que afianza la conformación de sistemas de producción pecuaria a pequeña escala, disminuyendo los costos de producción por la reducción de dietas comerciales (Estrada-Flores, González-Ronquillo, Mould, Arriaga-Jordán, & Castelán-Ortega, 2006) La época de estiaje reduce la disponibilidad de forrajes; sin embargo, los entornos regionales brindan alternativas de alimentos no convencionales que pueden ser aprovechados como

fuentes de alimentos de bajo costo para rumiantes. Es de conocimiento que las leguminosas arbóreas como la *Acacia farnesiana* contiene taninos, que son agentes anti nutricionales, los cuales pueden reducir la degradación de la fibra y el aprovechamiento de la proteína en el rumen. El objetivo de la utilización de *Acacia farnesiana*, incorporadas en dietas se fundamenta sobre el consumo voluntario, ganancia de peso, producción, digestibilidad y relación beneficio costo (Velázquez, González, Perezgrovas, Bórquez, & Domínguez, 2011)

2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La presente investigación filosóficamente se fundamenta en el paradigma positivista que juzga como válidos los hechos que pueden ser captados por los sentidos y sometidos a verificación cuantitativa. La ciencia es física y no puede ir más allá de las cosas sensibles. Buscan los hechos o causas de los fenómenos sociales con independencia de los estados subjetivos de los individuos por tanto para los paradigmas la única fuente de conocimiento es la percepción sensible., todo enunciado científico adquiere sentido en su descripción y posterior transformación de los datos sensibles. Entiende por ciencia una serie de sistemas hipotéticos-deductivos y cuyos métodos de conocimiento serían los formales o experimentales.

2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Constitución Política de la República del Ecuador, Registro Oficial 449, del 20 de octubre del 2008. En el Título II de los Derechos, Capítulo Segundo, Derechos del buen vivir

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.

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.
2. Adoptar políticas fiscales, tributarias y arancelarias que protejan al sector agroalimentario y pesquero nacional, para evitar la dependencia de importaciones de alimentos.
3. Fortalecer la diversificación y la introducción de tecnologías ecológicas y orgánicas en la producción agropecuaria.
4. Promover políticas redistributivas que permitan el acceso del campesinado a la tierra, al agua y otros recursos productivos.
5. Establecer mecanismos preferenciales de financiamiento para los pequeños y medianos productores y productoras, facilitándoles la adquisición de medios de producción.
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.

9. Regular bajo normas de bioseguridad el uso y desarrollo de biotecnología, así como su experimentación, uso y comercialización.

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 agro biodiversidad 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. Ganadería y medio ambiente

En el último siglo la temperatura superficial de la Tierra ha aumentado 0,7 °C. En las regiones polares se ha producido un deshielo significativo por el incremento de temperatura en los océanos, por lo que se estima el incremento en el nivel del mar. El IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) ha concluido que los gases de efecto invernadero (GEI) producidos por la actividad humana, como el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O) y los hidrocarburos halogenados, son los principales causantes de la mayor parte del incremento de la temperatura desde mediados del siglo XX. Es de gran importancia buscar normativas y soluciones técnicas que ayuden a identificar y reducir los efectos de la producción pecuaria, en particular la ganadería, en el cambio climático (Lal et al., 2012).

La acumulación de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), en la atmósfera ha incrementado entre un 0,5%, 0,6% y 0,35%, la temperatura del planeta anualmente respectivamente. Se estima que el 30% de estos gases se produce por el cambio en el uso del suelo. Aproximadamente se emiten de 10 a 30 millones de toneladas de Carbono al año en los trópicos como consecuencia de la reducción de la materia orgánica en los suelos deforestados (Abarca & Montenegro, 2002).

2.4.2. Responsabilidad de la ganadería

Los rumiantes de manera natural en su proceso digestivo producen metano, lo que conlleva a la pérdida de energía y favorece con las emisiones de gases de efecto invernadero, de esto se han derivado investigaciones con el fin de reducir la metanogénesis del rumen, este proceso es producido por varios factores, en donde el consumo de alimento, composición y digestibilidad de la dieta y procesamiento previo del alimento son los que destacan. Se han propuesto la manipulación dietética–nutricional como estrategia para reducir las emisiones de gases por su potencial, sencillez y posibilidad. Existen varios métodos para estimar y cuantificar las emisiones de metano, lo que ayuda a desarrollar procedimientos para mitigar dichas emisiones (Bonilla Cárdenas & Lemus Flores, 2012).

Las emisiones de GEI se deben a la producción animal en todo el mundo, Diversas instituciones como el (IPCC), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos por sus siglas en inglés (EPA), entre otras, han estimado que la producción ganadera y las emisiones antropogénicas constituyen entre el 7 y el 18 por ciento de las emisiones totales (Lal et al., 2012).

La contribución de emisiones antropogénicas de metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) y óxido nitroso (N₂O) a la atmósfera son causadas principalmente por la agricultura y la ganadería, lo cual incrementa la acumulación de dichos gases en la atmósfera y por consecuencia ocasiona el calentamiento de la superficie de la tierra y el deterioro de capa de ozono. Estiman los científicos que por su ubicación y condiciones climáticas los países en desarrollo que se encuentran en la región tropical, son los principales emisores de gases de efecto invernadero, lo que conlleva al incremento del potencial de emisión de gases de efecto invernadero (Primavesi et al., 2004).

2.4.3. Metano en los rumiantes

El metano es un resultado del proceso digestivo microbiano; lo que representa del 2 al 12% de la energía perdida de la alimentación. Uno de los problemas ambientales más importantes es la producción y emisión de gas metano, es decir. La reducción en la producción de gas metano en los sistemas de producción ganadera es deseable para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que mejoraría la utilización de la energía digerida (Goel & Makkar, 2012).

Los rumiantes, principalmente los bovinos, favorecen con el calentamiento global al emitir metano por el proceso de digestibilidad, cuando se transforma el material con gran contenido de celulosa en alimento de alta calidad nutritiva como la carne y la leche. El metano, representa la pérdida de energía alimenticia en forma gaseosa y perdiendo la capacidad de incrementar la transformación de alimento en leche o carne (Abarca & Montenegro, 2002).

2.4.4. Fermentación ruminal

La fermentación microbiana de los aminoácidos y los hidratos de carbono produce como resultado metano y el dióxido de carbono, en el rumen y el intestino grueso del ganado doméstico. El metano es producido por arqueas metanógenas especializados y en condiciones anaeróbicas. La producción de metano entérico en mayor cantidad se efectúa en el retículo-rumen. Aproximadamente del 2 al 3% de las emisiones de metano se reflejan en forma rectal en los rumiantes. Del total del metano producido en el proceso digestivo de los rumiantes el 11% son expulsados por el ano y el 89% restante es eliminado por los pulmones (Gerber, Henderson, & Makkar, 2013).

Entre el 15% al 20% de las emisiones de metano a la atmósfera se deben a la actividad ganadera. En el proceso digestivo de los rumiantes se presentan diversos tipos de microorganismos (bacterias anaeróbicas), las cuales son las responsables de la producción de metano, éstas bacterias degradan la celulosa a glucosa, que posteriormente por procesos de fermentación se transforman en ácido acético, reduciendo al final el dióxido de carbono y convirtiendo en este proceso metano. La energía alimenticia que se utiliza en el proceso de producción de metano se pierde y no es usada por el animal (Carmona, Bolívar, & Giraldo, 2005).

2.4.5. Métodos de manipulación de la fermentación ruminal

Diversos tipos de manipulación de la fermentación ruminal han sido evaluados y adoptados luego de varias fases experimentales y otros aun están en estudio. De los que se puede destacar la incorporación de microorganismos, antibióticos, ácidos orgánicos, compuestos secundarios de ciertas especies vegetales, defaunación, enzimas entre otros en el rumen. Las bacterias ruminales son las que, en mayor cantidad, intervienen en la fermentación, debido a su cantidad y diversidad. Variaciones en el pH, potencial redox y osmolaridad pueden afectar con la población de estos microorganismos, lo que al final se resume en una variación en la cantidad de los productos de la fermentación. La actividad microbiana y el metabolismo ruminal puede ser afectada por la adición de ciertos minerales al rumen. De igual manera sucede con la alteración de las propiedades

físico-químicas del medio y cambios enzimáticos, en absorción o cinética ruminal. Mediante estudios *in vivo* e *in vitro* se han podido describir efectos sobre diversas variables ruminales con la utilización de macro y micro elementos, en donde, el balance de electrolitos, osmolaridad, variación de pH, producción de ácidos grasos volátiles, metabolismo del Nitrógeno y digestión de la fibra son los más importantes (Arelovich, 2013).

2.4.6. Patrón de fermentación ruminal

Los hidratos de carbono durante la fermentación ruminal, son fermentados por microorganismos ruminales hasta azúcares, los mismos que son absorbidos por los microorganismos del rumen y metabolizados hasta ser convertidos en ácidos grasos volátiles (AGV), metano y dióxido de carbono, energía y calor. La degradación de los hidratos de carbono se producen gracias a la presencia del ácido pirúvico, y de éste se derivan los trayectos metabólicos hasta llegar a obtener cada uno de los AGV, en lo que depende también la población microbiana y/o ración. Cerca del 95% de los ácidos grasos volátiles producidos en la fermentación ruminal son el ácido acético; propiónico y butírico, y otros como el isovalerato, 2-metilbutirato e isobutirato que son muy importantes en el desarrollo de bacterias celulolíticas (Castillejos, 2005).

2.4.7. Taninos y saponinas para la reducción de gas metano

Compuestos secundarios (taninos y las saponinas) de diversas especies vegetales han sido utilizados en numerosos estudios lo que ha determinado que se los puede utilizar como un potencial instrumento de mitigación de metano. Los taninos con frecuencia demuestran que su potencial de reducción de emisiones de metano puede llegar hasta 20 por ciento (Gerber et al., 2013).

Los compuestos fenólicos (taninos) son conocidos por sus propiedades anti nutricionales en los animales debido a que pueden causar reducción en el consumo de alimento o a su vez minimizar la digestibilidad de las plantas consumidas y conllevar así a un funcionamiento inadecuado del rumen. Las

saponinas (terpenoides) por su parte se consideran como causantes en la reducción del consumo de alimento, lo que origina carencia alimenticia, hemólisis y hasta la muerte (Torres-Acosta, Alonso-Díaz, Hoste, Sandoval-Castro, & Aguilar-Caballero, 2008).

2.4.8. La ganadería ovina en Ecuador y su importancia

El ganado ovino en Ecuador ha venido siendo un estilo de vida para personas e instituciones, desde la colonia se ha utilizado los productos provenientes de las ovejas para la elaboración de telas y paños de comercialización nacional y exportación, las diferentes razas de ovejas existentes en el país llegaron desde España. Si tomamos en cuenta que en nuestro país existen miles de hectáreas de páramos y subpáramos que no están siendo aprovechadas adecuadamente, la ovejería es sin duda una alternativa que podría solucionar estos problemas. La oveja de raza criolla es un animal completamente adaptado a las condiciones hostiles de clima y manejo lo que favorece a que ésta sea explotada (ASOGAN-SD. 2014).

2.4.9. Árboles y Arbustos forrajeros andinos

Un árbol o arbusto para ser calificado como forrajero debe tener diversas ventajas en nutrición, producción y de variabilidad agronómica, ante los forrajes convencionales. El consumo voluntario de los animales debe ser apropiado y mejorar los parámetros de respuesta de los animales hacia el alimento; es quizá el más importante de los requisitos para ser considerado como forrajero que el contenido nutricional del árbol o arbusto sea adecuado para la producción animal; otra de las características agronómicas que se debe considerar antes de clasificarlo como forrajero es que sea apto para podarlo lo que produciría mayor cantidad de brotes, incrementando de esta manera la cantidad de biomasa por unidad de área (Benavides, 1999).

Las plantas demuestran con el pasar de los tiempos su inmenso potencial natural multipropósito en las diferentes regiones del planeta; de lo que los árboles y arbustos con características forrajeras son el más claro ejemplo de dicho

potencial que se puede encontrar en casi todas las regiones del mundo principalmente en las del trópico. Por esta razón se han realizado se han realizado investigaciones que no cubren los requerimientos por aplacar la urgente necesidad de satisfacer la demanda de nutrientes por los animales domésticos, principalmente proteína. En el mundo existe una gran cantidad de especies arbóreas y arbustivas con capacidades forrajeras, principalmente leguminosas. Este grupo vegetal presenta la característica de poder captar nitrógeno atmosférico y de otros minerales (Gómez et al., 1995).

2.4.9.1. Chilca (*Baccharis latifolia*) (Ruiz y Pavón).

Se trata de un arbusto que abunda en América del Sur, puede llegar a una altura de 2 metros y un espesor de 3 metros es un vegetal de rápido crecimiento, con ramas verticiliadas. Posee hojas enteras, lanceoladas brillantes con un largo de 10 a 20 cm, con peciolo que tiene una distancia de unos 4 mm de largo. La inflorescencia posee muchas flores pentámeras muy pequeñas, el cáliz posee dientes temporales y pétalos blancos, el fruto es una cápsula ovoide y las semillas son oblongas de color blanco (Wikipedia.org, 2015)

2.4.9.2. Malva común (*Malva sylvestris* L.)

Chiclana, et al., (2009), indican que la malva común es una especie herbácea, de la familia de las Malváceas. Llegando a tener alturas variadas de más de un metro de alto, con hojas, alternas y vellosas de bordes dentados y nervaduras palmeadas, con peciolo largos. Las flores poseen cinco pétalos conformados en ramilletes de color azulado o lila. Se reproducen con mucha facilidad, no tienen preferencia de suelos ya que poseen raíces muy fuertes, es una planta que se adapta preferentemente a climas templados o de templado a cálido

2.4.9.3. Retamo liso (*Cytisus monspessulanus* L.)

Hoshovsky, et al., (2015), manifiesta que se trata de un arbusto leguminoso perenne de entre 1 y 2 metros de altura con hojas caducas, ramas verdes, aparecen desnudos o casi desnudos. Tienen hojas trifoliadas de 6 a 12 mm de largo, pecioladas de 2 a 10 mm de largo. Las flores son de color amarillo de forma

ovalada o redondeada de aproximadamente 2 cm de largo. Tienen vainas de color negro pardo, de 3 a 5 cm de largo.

2.4.9.4. Cholán (*Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth)

Sánchez, J. (2011) manifiesta que se trata de un árbol de entre 4 a 6 metros de alto, tiene hojas lanceoladas, aserradas que pueden llegar hasta 25 cm de largo, con peciolo de 2,5 a 9 cm de largo. Las inflorescencias se presentan en racimos o panículas terminales, con alrededor de 8 a 20 flores, las mismas que se colocan sobre pedicelos de 3 a 8 mm de longitud, el fruto es una vaina de forma cilíndrica o ligeramente comprimida que puede llegar hasta 25 cm, de color marrón pálido en su etapa de madurez y semillas de hasta 24 mm, con alas translúcidas bien destacadas del cuerpo.

2.4.9.5. Eneldo (*Anethum graveolens* L.)

Se trata de una planta aromática, anual, herbácea que puede llegar a medir más de un metro de altura, posee un tallo fistuloso (hueco en el interior) que en su interior se encuentra una gran cantidad de una médula blanca, es muy ramificado y en la punta y su floración se produce con una gran cantidad de umbelas con flores amarillas y brillantes. Las hojas del eneldo son muy finas, de forma acicular, de color verde oscuro, y sabor semejante al del perejil. Sus frutos llegan a tamaños de entre 4 a 6 mm de largo por 2.5 mm de ancho, son de color pardo oscuro, algo brillante. Las semillas son ovaladas y planas de color café claro y un sabor amargo (Wikipedia.org, 2015).

2.4.9.6. Aliso (*Alnus acuminata* Kunth)

Es un árbol de hoja perenne que puede llegar a medir hasta 25 m, con un diámetro a la altura del pecho de 35 a 40 cm, hasta 1 m, la copa es angosta y piramidal, las hojas son ovaladas de 6 a 15 cm de largo y 3 a 8 cm de ancho, con bordes biserrados; el haz y el envés glabros en la madurez. El tallo es cilíndrico o ligeramente ovalado, a campo abierto se desarrollan ramas gruesas desde la base mientras con corteza lisa o ligeramente rugosa. Las inflorescencias son amentos (masculinas), agrupadas de 3, llegando a 10 cm de largo, y las inflorescencias femeninas se agrupan en racimos de 3 a 4, llegando a 8 mm de largo. El fruto es

de forma elíptica, con margen alado, el aliso se encuentra distribuido desde el norte de México hasta Argentina en pisos altitudinales de 500m hasta 2,800 m sobre el nivel del mar (Conabio.gob.mx, 2015).

2.4.9.7. Tilo o Saúco (*Sambucus nigra* L.)

Árbol o arbusto caducifolio que puede llegar a medir hasta 6m, posee un tallo con una corteza suberosa (similar al corcho) con médula de color blanquecina. Las hojas son opuestas, pecioladas, aserradas, que pueden llegar hasta los 30 cm de largo, se trata de una planta hermafrodita con flores distribuidas en corimbos de hasta 25 cm de diámetro, las flores son individuales de color blanco con un tamaño de 5 a 6 mm con 5 pétalos dentados; su fruto es una baya de color púrpura negruzca de 3 a 5 mm de diámetro, posee características laxantes por lo cual no se recomienda el consumo (Wikipedia.org, 2015)

2.5. HIPÓTESIS

Los forrajes arbóreos y arbustivos en función a los compuestos secundarios determinan la preferencia de consumo voluntario y pueden reducir los gases de efecto invernadero.

2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

Variable independiente: Árboles y arbustos forrajeros andinos

Variable dependiente: preferencia de consumo, producción de gas *in vitro*, digestibilidad de la MS, degradación ruminal *in situ*.

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

Términos de relación: Verificación del trabajo en laboratorio.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación es cuali cuantitativa; cualitativa porque se analizó ciertas cualidades de los forrajes; cuantitativo, por cuanto todos los datos obtenidos se pudieron medir, procesar y ordenar en el transcurso de la investigación; es decir, la investigación se la realizó de acuerdo al diseño experimental planteado

El ensayo se realizó en campo mediante la utilización de un animal canulado (toro) y a su vez experimental de laboratorio porque se manejó diferentes tratamientos para ver su efecto sobre los parámetros de fermentación ruminal tanto *in vivo* como *in vitro*.

3.2. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación es de tipo exploratorio explicativo ya que evaluó el efecto del valor nutricional de la ingestión de árboles y arbustos forrajeros sobre las funciones del rumen tanto *in vivo* como *in vitro*.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

Al tratarse de un trabajo experimental no se aplicó técnicas de muestreo, sin embargo, a continuación se detallan algunos aspectos relacionados con las cantidades de materiales utilizados.

Los forrajes administrados a los animales durante la prueba de preferencia de consumo se repartieron de la siguiente manera: Chilca: 21.3 kg; Malva: 30.2kg; Retamo liso: 17.3kg; Cholán 17.6kg; Eneldo: 10.2kg; Aliso: 16.4kg y Tilo: 6.0kg, repartidos para los 8 animales durante los 7 días

3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Operacionalización de variables.

Tabla 1. Operacionalización de la variable independiente: Árboles y arbustos forrajeros andinos

CONTEXTUALIZACIÓN	CATEGORIAS	INDICADORES	ÍNDICE
Un árbol o arbusto para ser forrajero debe tener varias condiciones en nutrición y producción sobre los forrajes convencionales. Debe mejorar la respuesta de los animales sobre el consumo voluntario; además debe contener un adecuado valor nutricional y cantidad de biomasa por unidad de área.	Chilca	100% Forraje	Gramos
	Malva		
	Retamo liso		
	Cholán		
	Eneldo		
	Aliso		
Tilo			

Tabla 2. Operacionalización de las variables dependientes: Degradación *in situ*, digestibilidad y producción de gas *in vitro*

CONTEXTUALIZACIÓN	CATEGORIAS	INDICADORES	ÍNDICE
Los estudios <i>in situ</i> e <i>in vitro</i> dan información sobre el mecanismo de acción de varias sustancias en la producción de gas metano, sus efectos comparativos y los posibles efectos <i>in vivo</i> . Además <i>in vitro</i> podemos estudiar el comportamiento frente a diferentes sustancias.	Preferencia de consumo de forrajes	Cantidad de forraje consumidos	Gramos totales del forraje consumido
	Degradación Ruminal <i>in situ</i>	Cantidad de forraje degradado	% de MS degradada
	Producción de gas <i>in vitro</i>	Mililitros de gas producido	g/kg de MS fermentable
	Digestibilidad aparente <i>in vitro</i>	Cantidad de forraje digerido	% de MS digerida

3.5. PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

3.5.1. 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 2850 msnm

Según el sistema de posicionamiento global (GPS) se encuentra en la altitud de 2847 msnm y en las siguientes coordenadas: 01° 22' 0.2" latitud Sur y 78° 36' 22" longitud Oeste.

De acuerdo a los datos de la Estación Meteorológica de primer orden ubicada 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, da a conocer que esta zona es templada, con temperatura media de 12,5°C, y precipitación anual de 600 mm, humedad relativa de 77% y velocidad de viento de 4,2 m/s

3.5.2. METODOLOGÍA UTILIZADA

- Preferencia de consumo voluntario: la prueba de preferencia se realizó mediante el método directo, utilizando 8 ovinos sin historial de consumo de los forrajes ofrecidos, se alojaron en corrales individuales de 2 x 2 m de ancho y largo respectivamente. A cada animal se le ofreció 7 forrajes, los cuales fueron recogidos diariamente de la zona y fueron evaluados durante 5 horas por 10 días. Y se determinó los parámetros de preferencia de consumo.
- Degradabilidad de la MS se estimó siguiendo la metodología de la bolsa de nylon en el rumen descrita por (Orskov, Hovell, & Mould, 1980) utilizando un toro con una fistula en el rumen, se introdujeron las bolsas de 0.42 μ de porosidad, a las 0, 4, 8, 12, 24, 36, 48, 72 y 96 horas, la cantidad utilizada de muestra (forraje) fue de 3 gramos por bolsita y se incubaron cinco bolsitas por tratamiento.

- La digestibilidad aparente de la MS *in vitro*, se estimó de acuerdo a la metodología descrita por (Theodorou, Williams, Dhanoa, McAllan, & France, 1994), utilizando 6 frascos de vidrio (capacidad de 100ml) por tratamiento, se tomó los datos a las 48 horas, la mezcla se preparó con: 0.5g de muestra, y 60ml de buffer donde se utiliza una proporción de 70% de saliva (42ml), que es una mezcla química artificial y 18 ml de líquido ruminal de bovino a una temperatura de 39°C a 40°C.
- Producción de gas *in vitro*, se estimó de acuerdo a la metodología descrita por (Theodorou, Williams, Dhanoa, McAllan, & France, 1994), se tomó los datos a las 3, 6, 9, 12,18, 24, 36 y 48 horas, la mezcla se preparó con: 0.5g de muestra, 42ml de saliva (mezcla química artificial) y 18 ml de líquido ruminal de bovino, para determinar la cantidad de gas se utilizó un transductor de presión de gases.
- El contenido de metabolitos secundarios se determinó cualitativamente mediante un screening fitoquímico

3.6. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

3.6.1. FACTORES DE ESTUDIO

Los factores de estudio fueron los siguientes:

- Chilca (*Baccharis latifolia*)
- Malva común (*Malva sylvestris*)
- Retamo liso (*Cytisus monspessulanus*)
- Cholán (*Tecoma stans*)
- Eneldo (*Anethum graveolens*)
- Aliso (*Alnus acuminata*)
- Tilo (*Sambucus nigra*)

3.6.2. TRATAMIENTOS

Tabla 3. Tratamientos

N°	TRATAMIENTOS		Concentración
	Nombre común	Nombre Científico	
T1	Chilca	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz y Pavón)	100%
T2	Malva común	<i>Malva sylvestris</i> L.	100%
T3	Retamo liso	<i>Cytisus monspessulanus</i> L.	100%
T4	Cholán	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	100%
T5	Eneldo	<i>Anethum graveolens</i> L.	100%
T6	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	100%
T7	Tilo	<i>Sambucus nigra</i> L.	100%

3.6.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño completamente al azar con 7 tratamientos y 8 repeticiones para la prueba de preferencia de consumo. Para las pruebas de degradación ruminal *in situ* se utilizó un diseño completamente al azar con 7 tratamientos y 5 repeticiones (bolsitas de nylon). Para las pruebas de producción de gas *in vitro* se utilizó un diseño completamente al azar con 7 tratamientos y 6 repeticiones.

3.6.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

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

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. RESULTADOS.

Se puede observar en la Tabla 4 que *A. graveolens* presenta una moderada concentración de saponinas mientras que los demás forrajes presentan concentraciones leves o ausencia de este metabolito. Los Taninos Totales únicamente la *A. acuminata* presenta una concentración leve mientras que el resto de forrajes presenta ausencia de estos compuestos. Los forrajes *C. monspessulanus*, *T. stans*, *A. acuminata* muestran presencia cuantiosa, mientras que en los demás forrajes están ausentes de Alcaloides Totales. Con respecto a los Polifenoles Totales en los forrajes *C. monspessulanus*, *T. stans*, *A. acuminata* se observó presencia cuantiosa, mientras que los demás forrajes se observó ausencia a una leve presencia. En cuanto a la presencia de Aceites Esenciales se observa que *A. graveolens* y *S. nigra* son los que tienen una alta concentración, algo no observado en los demás forrajes.

Tabla 4. Screening fitoquímico de los forrajes utilizados

Especie de forrajes	Perfil cualitativo de metabolitos secundarios				
	S	AT	TT	PT	AE
<i>Baccharis latifolia</i>	-	++	-	+	++
<i>Malva sylvestris</i>	+	+	-	-	+
<i>Cytisus monspessulanus</i>	+	+++	-	+++	+
<i>Tecoma stans</i>	+	+++	-	+++	+
<i>Anethum graveolens</i>	++	-	-	-	+++
<i>Alnus acuminata</i>	-	+++	+	+++	+
<i>Sambucus nigra</i>	-	-	-	+	+++

S: saponinas; AT: alcaloides totales; TT: taninos totales; PT: Polifenoles totales; AE: Aceites esenciales. Presencia: cuantiosa (+++); moderada (++); leve (+); ausencia (-)

La presencia de los metabolitos secundarios presentes en las plantas (Tabla 4), se debe posiblemente al desarrollo de diversos mecanismos de defensa (metabolitos secundarios) frente a circunstancias adversas de tipo biótico y abiótico, siendo una manera de evitar laceraciones producidas por los animales herbívoros y que en condiciones climáticas desfavorables se hace difícil la regeneración de los tejidos,

por tal motivo, tienen la capacidad de sintetizar enzimas que degradan la membrana celular o a su vez de inactivar compuestos tóxicos de origen microbiano (Sepúlveda-Jiménez, Porta-Ducoing, & Rocha-Sosa, 2004). Estos resultados son consistente con lo mencionado por (Ramos, Frutos, Mantecón, & García, 1998).

La preferencia de consumo de MS, Consumo PV^{0.75} y porcentaje de consumo fue mayor ($P<0.05$) en *A. acuminata*, *T. stans* y *M. sylvestris* (117.1, 110.5 y 97.4 g/kgMS; 9.9, 9.5 y 8.4 CV/PV^{0.75}; 23.5, 21.6 y 19.2 %C respectivamente) con respecto a los demás forrajes. La digestibilidad *in vitro* de la MS, a pesar que matemáticamente no mostró diferencia ($P=0.0765$), debido a que es un valor cercano a 0.05 y a la amplitud de los valores entre rangos, se puede observar que existen diferencias entre los forrajes evaluados, siendo la mayor digestibilidad para *M. sylvestris* (71.1%) y la menor para *A. acuminata* (51.2%). La producción de gas *in vitro* fue menor en *B. Latifolia* (203.8 ml/0.5 g/MSF) mostrando diferencias ($P<0.0001$) con los demás forrajes (Tabla 5), la estadística descriptiva de las variables antes mencionadas se encuentran en anexos (**Anexo 6.** Análisis de Varianza de CV g/kg MS; **Anexo 8.** Análisis de Varianza de CV g/kg PV, **Anexo 10.** Análisis de Varianza de porcentaje de CV, **Anexo 12.** Análisis de Varianza de DIVMS g/kg, y **Anexo 14.** Análisis de Varianza de PGIV ml/0.5g MSF).

Tabla 5. Preferencia de consumo voluntario, digestibilidad y producción de gas *in vitro* de los forrajes evaluados

Forrajes	CV g/kg MS	CV g/kg PV ^{0.75}	% CV	DIVMS g/kg	PGIV ml/0.5g MSF
<i>B. latifolia</i>	84.68bc	7.33bc	16.74bc	648.11ab	203.88d
<i>M. sylvestris</i>	97.49abc	8.42abc	19.13abc	711.27a	224.42c
<i>C. monspessulanus</i>	72.82c	6.24c	14.49c	624.81ab	270.89b
<i>T. stans</i>	110.51ab	9.53ab	21.67ab	650.14ab	221.69c
<i>A. graveolens</i>	20.45d	1.78d	4.02d	619.91ab	283.02b
<i>A. acuminata</i>	117.1a	9.97 ^a	23.57a	512.69b	218.38c
<i>S. nigra</i>	1.73d	0.15d	0.34d	583.36ab	303.06a
ESM	6.179	0.560	1.175	42.495	3.129
Valor <i>P</i>	<.0001	<.0001	<.0001	0.0765	<0.0001

^{abcd} Medias con letras distintas entre columnas difieren significativamente ($P<0.05$). **ESM:** error estándar de la media. **CV:** consumo voluntario. **PV^{0.75}:** Peso vivo metabólico. **DIVMS:** Digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca. **PGIV:** Producción de gas *in vitro*. **MS:** Materia Seca. **MSF:** materia seca fermentable

La preferencia de consumo observada en este estudio (Tabla 5) se debe posiblemente a que los animales han desarrollado una habilidad para poder determinar, en condiciones no controladas de clima, la calidad de alimento a disposición. Al alimentarse con un forraje con altos contenidos de algún metabolito secundario podría causar intoxicación al animal o incluso en peores escenarios la muerte. Lo cual es concordante con lo expuesto por, (Ramos et al., 1998), donde se hace referencia que la ingesta de alimento con un contenido alto de alcaloides, glicósidos cianogénicos, etc, resultaría en una intoxicación del animal, concurriendo principalmente en el ganado doméstico debido al inadecuado pastoreo o a su vez la insuficiencia de alimento.

Los resultados obtenidos de digestibilidad *in vitro* (Tabla 5) son derivados debido a la cantidad de fibra existente en los forrajes utilizados, lo que supone que a mayor cantidad de fibra la digestibilidad se reduce, es por ese motivo que los animales combinan sus alimentos para balancear la dieta diaria; lo cual es coherente con lo indicado por (Travieso, López, González, Valdés, & Bochi-Brum, 1999), donde se refiere que para establecer un valor nutritivo de los alimentos es muy importante conocer la digestibilidad de los mismos, en lo que intervienen diversos factores tales como: tipo de ración, el nivel de ingesta del alimento, la especie y el estado fisiológico del animal, lo cual altera la digestibilidad del alimento, (NRC, 2001) expresa que el desarrollo y rendimiento de los rumiantes se ve reflejado en el consumo voluntario del alimento, digestibilidad y la calidad del mismo. Los métodos de evaluación del valor nutricional de los alimentos son muy importantes para poder racionar adecuadamente la dieta del animal y mejorar el rendimiento. Para estimar con mayor precisión la cantidad de nutrientes de los alimentos digeridos por los animales, es necesario expresarlas cuantitativamente y así conocer la disponibilidad de nutrimentos (López, Carro, González, & Ovejero, 1998).

Los resultados de producción de gas *in vitro* obtenidos en el experimento, se deben posiblemente a la variación y decreción del proceso fermentativo y a la concentración de compuestos secundarios presentes en los forrajes (Tabla 4). Estos resultados son consistente con los reportados por (Barros-Rodríguez et al.,

2014) quienes al incorporar en la dieta de ovinos forrajes de plantas arbustivas ricas en compuestos secundarios decreció la producción de gases de efecto invernadero.

Para la degradación ruminal *in situ*, la fracción soluble (A) muestra diferencias ($P<0.05$) entre los tratamientos, siendo el mayor porcentaje para *B. latifolia* y *T. stans* (37.9 y 38.5% respectivamente). La fracción insoluble pero potencialmente degradable muestra diferencias ($P<0.05$) entre tratamientos, con los mayores porcentajes de degradación para *M. sylvestris*, *A. graveolens* y *S. nigra* (87.2, 84.9, 83.1% respectivamente). La *M. sylvestris* mostró mayor (0.324%/h: $P<0.05$) tasa de degradación en porcentaje por hora (c) que los demás tratamientos (Tabla 6).

Tabla 6. Parámetros de degradación ruminal *in situ* (g/kgMS) de los forrajes evaluados

Forrajes	Parámetros de degradación ruminal				r^2
	T_0	A	B	c	
<i>B. latifolia</i>	415.7±4.34	379.0±16.83a	423.0±15.47c	0.066±0.0054c	0.96
<i>M. sylvestris</i>	569.2±18.95	45.1±18.00e	872.6±83.21a	0.324±0.0225a	0.97
<i>C. monspessulanus</i>	380.3±9.86	326.1±19.80b	478.1±18.08b	0.058±0.0054cd	0.96
<i>T. stans</i>	463.5±5.21	385.0±18.28a	435.3±17.36c	0.040±0.0050cd	0.94
<i>A. graveolens</i>	388.5±5.62	86.8±16.89d	849.8±45.16a	0.119±0.0092b	0.96
<i>A. acuminata</i>	329.1±12.96	224.2±19.15c	496.1±19.21b	0.035±0.0045d	0.94
<i>S. nigra</i>	494.5±1.15	94.0±18.68d	831.0±47.73a	0.191±0.0116b	0.97
Valor P		<0.05	<0.05	<0.05	

^{abcde} Medias con letras distintas entre columnas difieren significativamente ($P<0.05$). T_0 : tiempo cero (muestras lavadas en laboratorio). **A**: fracción soluble, **B**: fracción insoluble pero potencialmente degradable, **c**: tasa de degradación en porcentaje por hora.

Los datos obtenidos de degradación ruminal *in situ* de la MS (Tabla 6). Se dio, posiblemente a las bajas cantidades de fibra y alto contenido de almidones (carbohidratos no estructurales) que posee (Arzapalo Quinto, Huamán Córdor et al. 2015), A medida que el sustrato se vuelve más fibroso baja la calidad nutricional del producto (Molina Botero, I. C., et al. 2013) como se puede observar con los datos obtenidos en todas las variables estudiadas.

4.2.VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

En la hipótesis que se planteó para investigación, el uso de forrajes arbóreos y arbustivos determinan la preferencia de consumo y pueden reducir los gases de efecto invernadero, todo esto en función de la composición química.

Una vez realizada la investigación se ha verificado la hipótesis de manera positiva en cuanto a preferencia de consumo y la disminución de producción de gases de efecto invernadero.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.CONCLUSIONES

Se puede concluir que los forrajes arbóreos (*A. acuminata*, *T. stans*) como arbustivos (*M. sylvestris*) pueden ser incluidos en la dieta de los ovinos, debido a que por sus propiedades nutricionales y compuestos secundarios pueden mejorar las funciones del rumen y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.

5.2.RECOMENDACIONES

Se recomienda incorporar especies forrajeras arbóreas (*A. acuminata*, *T. stans*,) y arbustivas (*M. sylvestris*) en la dieta de ovinos como alternativa para la alimentación, debido que poseen características favorables para mejorar la nutrición y a su vez función ruminal, producción de gases de efecto invernadero, con un enfoque sostenible, económicamente rentable y amigable con el ambiente, lo que contribuiría en el mejoramiento de la producción ovina en Ecuador.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1. DATOS INFORMATIVOS

Tema: “Incorporación de *Alnus acuminata* y *Malva sylvestris* en dietas balanceadas para ovinos, y su posible influencia sobre la ganancia de peso”.

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

La producción de ganado ovino, en general, es muy dispersa con sistemas de explotación tradicionales, donde los ovinos se crían en pastoreo, método que se ha venido utilizando por siglos con el objetivo de reducir costos de producción. Los forrajes utilizados en pastoreo poseen una baja cantidad de energía metabolizable, proteína digestible, siendo el aprovechamiento limitado para conseguir una ganancia de peso promedio de 70 g/animal/día. La ganancia de peso, consumo de materia seca y el comportamiento del animal en pastoreo se ven afectados por la calidad del forraje (Núñez, Mencio, Renteria, Solís, & Ortega, 2007).

La capacidad de los rumiantes para consumir diversas fuentes de alimentos, gracias a los microorganismos existentes en el rumen, los cuales permiten que los alimentos con gran cantidad de fibra puedan ser asimilados y transformados en carne y leche.

Es común que se utilice alternativas de alimentación (balanceados) para los animales, con el objeto de incrementar la ganancia de peso diaria, para llevar a cabo aquello es una buena alternativa la utilización de árboles y arbustos con características forrajeras procedentes del medio; en nuestro caso el empleo de *Alnus acuminata* y *Malva sylvestris* en dietas balanceadas para ovinos, es quizá, una de las alternativas con mayor eficiencia y menor gasto en el incremento de peso.

En este estudio se determinará, la degradabilidad ruminal de MS *in situ*, digestibilidad *in vitro* de la MS, la conversión alimenticia de los alimentos y la ganancia de peso por día.

La información disponible sobre el uso de árboles y arbustos forrajeros en la alimentación de rumiantes para incrementar peso es limitada por lo cual este ensayo es de gran importancia para incorporar un método alternativo en la producción de ovinos.

6.3. JUSTIFICACIÓN

La ganadería ovina en el Ecuador ha constituido tradicionalmente un medio de vida y de ingresos para personas e instituciones, desde la época de la colonia se ha utilizado los productos de la ganadería para la producción de paños y telas utilizados para el comercio nacional y la exportación. Considerando que en nuestro país existen zonas donde la agricultura no es rentable, muchas veces se encuentran abandonadas o desaprovechadas, es aquí donde la producción de ovinos puede ser una alternativa muy útil para la utilización y explotación de estos lugares. Es aquí donde el uso de ovejas es una gran opción ya que éstas han sido adaptadas a condiciones extremas de clima y manejo y es una especie que se puede explotar con mayor facilidad. Por muchos años se ha considerado a la producción ovina como un trabajo únicamente de los campesinos marginales pobres, ya que ellos por medio de la producción de sus animales obtienen alimento, vestido, ingresos económicos, etc. Esta actividad ha sido mal encaminada desde sus inicios, ya que se ha utilizado a las ovejas como animales de repele en los pastizales, lo que reduce notablemente el incremento de peso por la utilización de pasturas de baja calidad.

La utilización de diferentes técnicas de producción podrían mejorar los aspectos endógenos de la crianza de ovinos, llegando a obtener mejores resultados en menor tiempo y con la menor inversión posible. Éstas técnicas de explotación donde encierran la nutrición, sanidad, genética permiten mejorar el nivel de vida de los productores y sus familias.

Este proyecto tiene por objeto incluir en la dieta de los ovinos especies arbóreas y arbustivas no convencionales las cuales servirán en la inclusión de nutrientes, proteína y fibra en la alimentación habitual del animal, permitiendo incrementar altamente la ganancia diaria de peso y reduciendo los costos de producción y al mismo tiempo la madurez del animal para la canal.

Se justifica el uso de *Alnus acuminata* y *Malva sylvestris* en dietas balanceadas para ovinos, ya que son vegetales de gran disponibilidad y se encuentran ampliamente en diversos pisos altitudinales en donde se desarrolla con mayor proporción la ganadería ovina.

La misión de la Universidad Técnica de Ambato es: satisfacer la demanda, científico - tecnológicas de la sociedad ecuatoriana en interacción dinámica con sus actores.

6.4. OBJETIVOS

6.4.1. Objetivo general

- Incorporar *Alnus acuminata* y *Malva sylvestris* en dietas balanceadas para ovinos para incrementar la ganancia de peso diaria.

6.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la preferencia de consumo de dietas balanceadas que contengan *Alnus acuminata* y *Malva sylvestris*.
- Evaluar el efecto de las dietas balanceadas enriquecidas con *Alnus acuminata* y *Malva sylvestris* sobre la ganancia de peso diaria en ovinos.

6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Este proyecto es factible económica, social y ambientalmente, ya que se va a utilizar árboles y arbustos existentes en la zona y que no son utilizados para el consumo humano, muchas de las veces estos recursos son desaprovechados en las comunidades productoras de ganado ovino, además poseen excelentes

propiedades nutrimentales para la alimentación de rumiantes y también se reduciría los costos de producción.

6.6. FUNDAMENTACIÓN

La demanda de alimentos ha venido incrementándose desde hace varios años, por lo cual es necesario desarrollar tecnologías que ayuden a los ganaderos a producir más eficientemente y así poder consolidarse en un lugar adecuado en el mercado nacional e internacional. Diseñar dietas que mejoren la calidad del alimento ofrecido al animal es una de las técnicas que promueven el incremento de ganancia de peso en menor tiempo orientándose a ser económicamente sustentables y ecológicamente sostenibles.

El uso de diferentes árboles y arbustos forrajeros se ha venido dando desde siglos atrás pero con la utilización de conocimientos rutinarios, donde las características nutricionales de estos vegetales no eran adecuadamente aprovechadas. En este contexto, el suministro de plantas forrajeras no convencionales es una alternativa interesante para mejorar la alimentación de los rumiantes.

6.7. METODOLOGÍA

- Preferencia de consumo de alimento balanceado enriquecido con *Alnus acuminata* y *Malva sylvestris*.
- Determinación de la ganancia de peso diaria del animal.
- Consumo diario de MS de cada forraje.
- Degradabilidad de la MS, MO, FND y FAD, mediante el método de la bolsa de nylon (Ørskov *et al.* 1980) utilizando animales con fistulas en el rumen.

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 del proyecto para que los resultados sean confiables, y los mismos publicados en beneficio de los productores de nuestro país.

REFERENCIAS

- Abarca, S., & Montenegro, J. (2002). Los Sistemas Silvopastoriles y el calentamiento global: un balance de emisiones. *Agronomía Costarricense*.
- Abdulrazak, S., Fujihara, T., Ondiek, J., & Ørskov, E. (2000). Nutritive evaluation of some Acacia tree leaves from Kenya. *Animal Feed Science and Technology*, 85(1), 89-98.
- Arelovich, H. M. (2013). Elementos minerales. Su impacto en la fermentación ruminal. *Revista argentina de producción animal*, 28(3), 235-253.
- Armando, J., Cardenas, B., & Flores, C. L. (2012). Enteric methane emission by ruminants and its contribution to global climate change. Review. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 3(2), 215-246.
- ASOGAN-SD. 2014. La ganadería ovina en Ecuador. Agronegocios.com.ec. Disponible en: <http://asogansd.com/la-ganaderia-ovina-en-ecuador/#>
- Arzapalo Quinto, D., et al. (2015). "Extracción y caracterización del almidón de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) negra collana, pasankalla roja y blanca junín." *Revista de la Sociedad Química del Perú* 81(1): 44-54.
- Barros-Rodríguez, M., Solorio-Sánchez, F., Sandoval-Castro, C., Ahmed, A., Rojas-Herrera, R., Briceño-Poot, E., & Ku-Vera, J. (2014). Effect of intake of diets containing tannins and saponins on *in vitro* gas production and sheep performance. *Animal Production Science*, 54(9), 1486-1489.
- Benavides, J. E. (1999). Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. *FAO ANIMAL PRODUCTION AND HEALTH PAPER*, 449-477.
- Bonilla Cárdenas, J. A., & Lemus Flores, C. (2012). Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático: Revisión. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 3(2), 215-246.
- 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.
- Castillejos, L. (2005). *Modificación de la fermentación microbiana ruminal mediante compuestos de aceites esenciales*. Tesis Ph. D. Universidad Autónoma de Barcelona. Depto. de Ciencia Animal y de los Alimentos. Barcelona, España.
- Chiclana, C. F., Enrique, A., & Consolini, A. E. (2009). Actividad antiinflamatoria local de *Malva sylvestris* L.(Malvaceae) en el edema inducido por carragenina en ratas. *Latin American Journal of Pharmacy*, 28(2), 275-278.
- Constitución Política de la República del Ecuador. Registro Oficial N° 449, Lunes 20 de Octubre del 2008
- Estación Meteorológica de primer orden Querochaca.
- Estrada-Flores, J., González-Ronquillo, M., Mould, F., Arriaga-Jordán, C., & Castelán-Ortega, O. (2006). Chemical composition and fermentation characteristics of grain and different parts of the stover from maize land

- racas harvested at different growing periods in two zones of central Mexico. *Animal Science*, 82(06), 845-852.
- García, D. E., Medina, M. G., Cova, L. J., Soca, M., Pizzani, P., Baldizán, A., & Domínguez, C. E. (2008). Aceptabilidad de follajes arbóreos tropicales por vacunos, ovinos y caprinos en el estado Trujillo, Venezuela Acceptability of tropical tree fodder by cattle, sheep and goats in Trujillo state, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 26(3), 191-196.
- Gerber, P. J., Henderson, B., & Makkar, H. P. (2013). *Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production. A review of technical options for non-CO2 emissions*: FAO.
- Goel, G., & Makkar, H. P. (2012). Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins. *Tropical animal health and production*, 44(4), 729-739.
- Gómez, M. E., Rodríguez, L., Murgueitio, E., Ríos, C. I., Rosales, M., Molina, C. H., Molina, J. P. (1995). Arboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica: Matarratón (*Gliricidia sepium*), Nacedero (*Trichantera gigantea*), Pizamo (*Erythrina fusca*) y Botón de oro (*Tithonia diversifolia*). CIPAV, Cali, Colombia.
- Hoshovsky, M., & Team, G. I. S. (2015). *Genista monspessulanus*. Disponible en: http://www.discoverlife.org/mp/20q?search=Cytisus+canariensis&guide=North_American_Invasives&flags=HAS:
- Lal, R., Stewart, B., James, C., Sachs, J., Lothoré, A., Delmas, P., Leite, J. (2012). El Estado Mundial de la agricultura y la alimentación: FAO, Roma (Italia).
- Ley Orgánica del Régimen de Soberanía Alimentaria. Registro Oficial N° 583 -- mayo de 2009
- López, S., Carro, M., González, J., & Ovejero, F. (1998). Comparison of different in vitro and in situ methods to estimate the extent and rate of degradation of hays in the rumen. *Animal feed science and technology*, 73(1), 99-113.
- Medina, M. G., García, D. E., Cova, L. J., Soca, M., Domínguez, C. E., Baldizán, A., & Pizzani, P. (2008). Preferencia de rumiantes por el follaje de árboles, arbustos y herbáceas en la zona baja del estado Trujillo. *Zootecnia Tropical*, 26(3), 201-205.
- Mejía, C. E., & Vargas, J. E. (1993). Análisis de selectividad de ovejas africanas con cuatro tipos de forrajes. *Livestock Research for Rural Development*, 5(3), 37-41.
- Molina Botero, I. C., Cantet, J. M., Montoya, S., Correa Londoño, G. A., & Barahona Rosales, R. (2013). Producción de metano *in vitro* de dos gramíneas tropicales solas y mezcladas con *Leucaena leucocephala* o *Gliricidia sepium*. CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, 8(2), 15-31.
- NRC. (2001). Nutrient requirements of dairy cattle. 7th rev. ed, 381.
- Núñez, A. C., Mencio, P. R., Rentería, I. D., Solís, A. S., & Ortega, M. L. (2007). Influencia de la suplementación sobre la ganancia de peso y calidad de la canal en borregos Dorper/Katahdin. *Revista Científica UDO Agrícola*, 7(1), 245-251.
- 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 (R. Dominicana)(México)(Venezuela)..*(5(3), 213-233.

- Pezo, D., Kass, M., Benavides, J., Romero, F., Chares, C., & Devendra, C. (1989). *Potential of legume tree fodders as animal feed in Central America*. Paper presented at the Shrubs and tree fodders for farm animals. Proceedings of a workshop in Denpasar, Indonesia, 24-29 July.
- Pinto, R., Gómez, H., Hernández, A., Medina, F., Martínez, B., Aguilar, V., . . . Carmona, J. (2012). Preferencia ovina de árboles forrajeros del centro de Chiapas, México. *Pastos y Forrajes*, 26(4).
- Primavesi, O., Frighetto, R. T. S., Pedreira, M. d. S., Lima, M. A. d., Berchielli, T. T., & Barbosa, P. F. (2004). Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 39(3), 277-283.
- Ramos, G., Frutos, P., Mantecón, Á. R., & García, F. J. G. (1998). Los compuestos secundarios de las plantas en la nutrición de los herbívoros. *Archivos de zootecnia*, 47(180), 1.
- Rubio, E., Rodríguez, D., Reyes, L., & Buenfil, G. (2004). Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Téc Pecu Méx*, 42(2), 129-144.
- Sánchez Jose. (2011). *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth, Disponible en: <http://www.arbolesornamentales.es/Tecoma%20stans.pdf>
- Sepúlveda-Jiménez, G., Porta-Ducoing, H., & Rocha-Sosa, M. (2004). La participación de los metabolitos secundarios en la defensa de las plantas. *Rev Mex Fitopatol*, 21, 355-363.
- Speedy, A., & Pugliese, P.-L. (1992). *Legume trees and other fodder trees as protein sources for livestock*: FAO.
- 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.
- Torres-Acosta, J. F. d. J., Alonso-Díaz, M. Á., Hoste, H., Sandoval-Castro, C. A., & Aguilar-Caballero, A. (2008). Efectos negativos y positivos del consumo de forrajes ricos en taninos en la producción de caprinos. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 9(1), 83-90.
- Travieso, M. D. C., López, S., González, J., Valdés, C., & Bochi-Brum, O. (1999). Digestibilidad in vitro de forrajes y concentrados: efecto de la ración de los animales donantes de líquido ruminal. *Archivos de zootecnia*, 48(181), 51-61.
- Velázquez, A., González, M., Perezgrovas, R., Bórquez, J., & Domínguez, I. (2011). Producción, digestibilidad y rentabilidad en corderos de dietas con vainas de *Acacia farnesiana*. *Archivos de zootecnia*, 60(231), 479-488.
- Wikipedia.org 2015. *Anethum graveolens*. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Anethum_graveolens
- Wikipedia.org 2015. *Baccharis latifolia* Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Baccharis_latifolia
- Wikipedia.org 2015. *Sambucus nigra* Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Sambucus_nigra
- Zambrano, G., Sanchez, L., & Jines, F. (2011). digestibilidad (*in vivo*) de ovinos tropicales alimentados con subproductos de cosechas agrícolas bajo tres

metodos de conservacion. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*
AICA, 1, 347-349.

ANEXOS

Anexo 1. Datos de consumo voluntario de la materia seca

Tratamientos	Repeticiones							
	1	2	3	4	5	6	7	8
T1	56.62	92.69	76.13	84.69	115.44	88.23	94.42	69.29
T2	53.51	100.59	112.89	89.44	81.67	111.51	118.61	111.75
T3	68.39	67.16	63.76	54.65	81.66	94.82	63.78	88.37
T4	69.38	102.25	111.80	103.20	110.51	115.23	161.22	110.51
T5	10.41	12.60	23.43	22.19	27.44	20.62	24.03	22.88
T6	153.25	131.02	116.08	120.65	79.20	122.52	117.74	96.36
T7	1.48	1.76	2.67	2.22	1.42	1.65	1.59	1.08

Anexo 2. Datos de consumo voluntario de alimento/kg peso metabólico

Tratamientos	Repeticiones							
	1	2	3	4	5	6	7	8
T1	4.24	7.46	7.39	7.69	10.78	7.58	7.82	5.69
T2	4.01	8.09	10.96	8.12	7.63	9.57	9.82	9.18
T3	5.12	5.40	6.19	4.96	7.63	8.14	5.28	7.26
T4	5.19	8.22	10.86	9.37	10.32	9.89	13.35	9.08
T5	0.78	1.01	2.28	2.02	2.56	1.77	1.99	1.88
T6	11.47	10.54	11.27	10.96	7.40	10.52	9.75	7.92
T7	0.11	0.14	0.26	0.20	0.13	0.14	0.13	0.09

Anexo 3. Datos de porcentaje de consumo voluntario.

Tratamientos	Repeticiones							
	1	2	3	4	5	6	7	8
T1	13.71	18.24	15.02	17.75	23.21	15.91	16.24	13.85
T2	12.95	19.80	22.28	18.75	16.42	20.11	20.40	22.34
T3	16.56	13.22	12.58	11.46	16.42	17.10	10.97	17.67
T4	16.80	20.12	22.06	21.63	22.22	20.78	27.73	22.09
T5	2.52	2.48	4.62	4.65	5.52	3.72	4.13	4.57
T6	37.10	25.79	22.91	25.29	15.92	22.09	20.25	19.26
T7	0.36	0.35	0.53	0.46	0.29	0.30	0.27	0.22

Anexo 4. Datos de producción de gas *in vitro* ml/05g MSF

Tratamientos	Repeticiones					
	1	2	3	4	5	6
T1	210.644	209.458	203.507	202.587	198.079	199.037
T2	221.112	226.075	227.649	224.447	221.083	226.172
T3	267.496	273.159	270.102	271.110	270.572	272.919
T4	223.385	225.651	226.597	224.218	212.532	217.775
T5	289.983	279.630	288.599	285.691	267.046	287.211
T6	230.366	215.620	214.393	208.365	226.192	215.383
T7	330.625	302.936	300.463	297.607	290.152	296.602

Anexo 5. Datos de digestibilidad *in vitro* de la materia seca g/kg

Tratamientos	Repeticiones					
	1	2	3	4	5	6
T1	695.18	709.20	682.97	693.59	550.05	557.65
T2	700.72	715.96	721.24	673.11	733.25	723.32
T3	623.06	644.44	612.94	593.58	631.06	643.79
T4	662.02	599.79	622.72	671.83	647.03	697.45
T5	612.94	587.40	629.55	735.30	568.36	585.88
T6	442.72	734.82	719.96	430.08	410.20	338.35
T7	754.87	679.45	684.61	345.61	338.12	697.47

Anexo 6. Análisis de Varianza de Consumo Voluntario g/kg MS

F.V.	S.C	G.L	C.M	F	P
Modelo	95390.76	6	15898.46	52.04	<0.0001
Tratamiento	95390.76	6	15898.46	52.04	<0.0001
Error	14969.77	49	305.50		
Total	110360.53	55			
C.V: 24.23	R²: 0.86				

Anexo 7. Prueba de significación de Tukey al 5% para consumo voluntario g/kg
MS

Tratamiento	Medias	N			
T6	117.10	8	A		
T4	110.51	8	A	B	
T2	97.49	8	A	B	C
T1	84.68	8		B	C
T3	72.82	8			C
T5	20.45	8			D
T7	1.73	8			D

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Anexo 8. Análisis de Varianza de Consumo Voluntario g/kg PV

F.V.	S.C	G.L	C.M	F	P
Modelo	701.64	6	116.94	46.53	<0.0001
Tratamiento	701.64	6	116.94	46.53	<0.0001
Error	123.16	49	2.51		
Total	824.80	55			
C.V: 25.54	R²: 0.85				

Anexo 9. Prueba de significación de Tukey al 5% para consumo voluntario g/kg
PV

Tratamiento	Medias	N			
T6	9.97	8	A		
T4	9.53	8	A	B	
T2	8.42	8	A	B	C
T1	7.33	8		B	C
T3	6.24	8			C
T5	1.78	8			D
T7	0.15	8			D

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Anexo 10. Análisis de Varianza de porcentaje de Consumo Voluntario

F.V.	S.C	G.L	C.M	F	P
Modelo	3760.44	6	626.74	56.73	<0.0001
Tratamiento	3760.44	6	626.74	56.73	<0.0001
Error	541.32	49	11.04		
Total	4301.76	55			
C.V: 23.26		R²: 0.87			

Anexo 11. Prueba de significación de Tukey al 5% para porcentaje de consumo voluntario.

Tratamiento	Medias	N			
T6	23.57	8	A		
T4	21.67	8	A	B	
T2	19.13	8	A	B	C
T1	16.74	8		B	C
T3	14.49	8			C
T5	4.02	8			D
T7	0.34	8			D

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Anexo 12. Análisis de Varianza de Digestibilidad *in vitro* de la MS g/kg

F.V.	S.C	G.L	C.M	F	P
Modelo	137368.45	6	22894.74	2.11	0.0765
Tratamiento	137368.45	6	22894.74	2.11	0.0765
Error	379237.08	35	10835.34		
Total	516605.53	41			
C.V: 16.74		R²: 0.26			

Anexo 13. Prueba de significación de Tukey al 5% para digestibilidad *in vitro* de la MS g/kg.

Tratamiento	Medias	N		
T2	711.27	6	A	
T4	650.14	6	A	B
T1	648.11	6	A	B
T3	624.81	6	A	B
T5	619.91	6	A	B
T7	583.36	6	A	B
T6	512.69	6		B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Anexo 14. Análisis de Varianza de Producción de gas *in vitro* ml/0.5g MSF

F.V.	S.C	G.L	C.M	F	P
Modelo	53027.26	6	8837.87	150.38	<0.0001
Tratamiento	53027.26	6	8837.87	150.38	<0.0001
Error	2056.98	35	58.77		
Total	55084.25	41			
C.V: 3.11	R ² : 0.96				

Anexo 15. Prueba de significación de Tukey al 5% para producción de gas *in vitro* ml/0.5g MSF

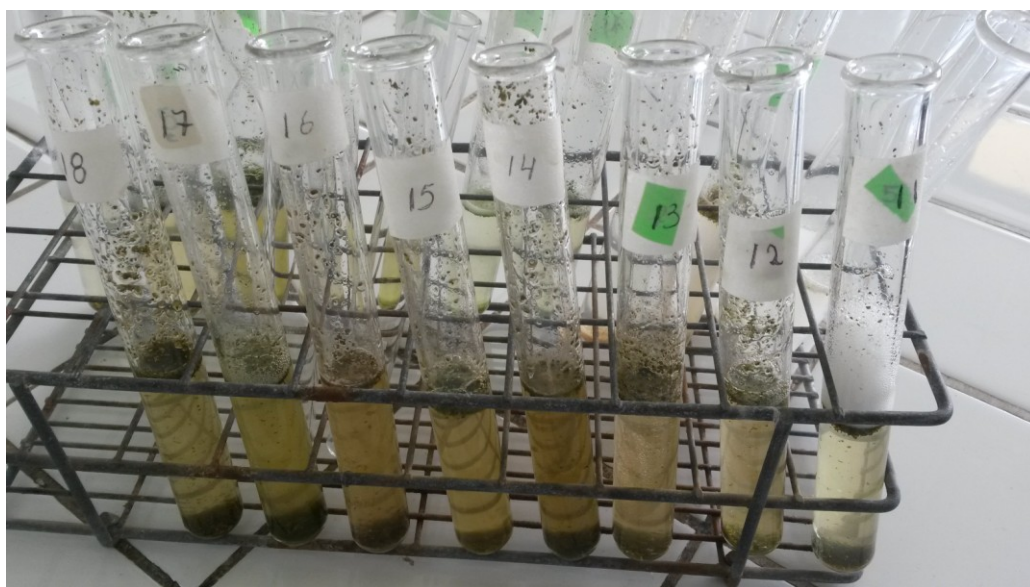
Tratamiento	Medias	N		
T7	303.06	6	A	
T5	283.02	6		B
T3	270.89	6		B
T2	224.42	6		C
T4	221.69	6		C
T6	218.38	6		C
T1	203.88	6		D

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Anexo 16. Prueba de cafetería (preferencia de consumo)



Anexo 17. Screening fitoquímico



Anexo 18. Producción de gas *in vitro*



Anexo 19. Degradación ruminal *in situ*

