

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTÉCNIA



Tema:

**“EFECTO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS SOBRE LA PREFERENCIA
DE CONSUMO EN OVINOS (*Ovis aries*)”**

Trabajo de investigación previo a la obtención del Título de:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Autor: Wilmer Hernán Chimborazo Azogue

Tutor: Ing. Mg. Verónica Rivera Guerra

Ambato - Tungurahua – Ecuador

2018

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, WILMER HERNAN CHIMBORAZO AZOGUE, portador de cedula identidad numero: 2200390348, libre y voluntariamente declaro que el trabajo de investigación titulado: **“EFECTO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS SOBRE LA PREFERENCIA DE CONSUMO EN OVINOS (*Ovis aries*)”** es original, autentico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido será mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



Wilmer Hernán Chimborazo Azogue

C.C: 2200390348

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del proyecto de Investigación titulado “**EFFECTO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS SOBRE LA PREFERENCIA DE CONSUMO EN OVINOS (*Ovis aries*)**” como uno de los requisitos previos para lo obtención del título de Tercer Nivel en la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que haga de esta tesis un documento disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de esta tesis, o de parte de ella.



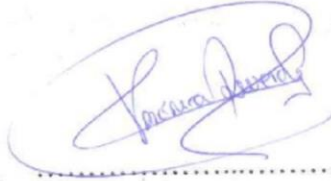
Wilmer Hernán Chimborazo Azogue

C.C: 2200390348

TEMA:

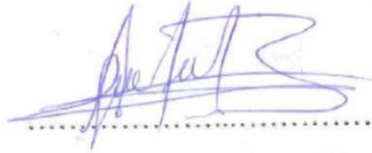
“EFECTO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS SOBRE LA PREFERENCIA DE CONSUMO EN OVINOS (*Ovis aries*)”

REVISADO POR:



Ing. Mg. Verónica Rivera Guerra

TUTOR



Ing. Marcos Barros Rodríguez, Ph.D

ASESOR DE BIOMETRIA

APROVADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN:

FECHA



15-02-2018

Ing. Mg. Hernán Zurita Vásquez

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN



15-02-2018

Dr. Roberto Almeida

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN



15-02-2018

Ing. Ricardo Guerrero

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme dado la vida, acompañado a lo largo de mi carrera, por ser mi luz en mi camino y por darme la sabiduría, fortaleza para alcanzar mis objetivos.

A la Ing. Mg. Verónica Rivera, Tutor de Tesis, a quien hago llegar mi más sincero agradecimientos, por permitirme ser partícipe de uno de sus proyectos dentro de la Universidad y por su entrega incondicional durante el desarrollo de este trabajo de investigación, de la misma manera a mis asesores, Ing. Marcos Barros Rodríguez, Ph.D y Dra. Mg. Mayra Montero, a todos quienes colaboraron directamente en el proyecto, y a todos mis amigos y amigas que me ayudaron en la ejecución de la tesis.

A mis padres, Luis M. Chimborazo y Marlene Azogue por los valores que me han inculcado, en especial a mi madre que se ha convertido en uno de los pilares fundamentales, por su confianza depositada en mí, sus consejos y apoyo incondicional durante mis estudios.

A mis hermanos, Fanny J y Mentor G Chimborazo, por ser amigos, formar parte de mi vida y sus apoyos diariamente; a mis tíos, en especial a mi tía María Chimborazo por ser una segunda madre, por sus consejos, ejemplos de triunfo, perseverancia y responsabilidad.

Un especial agradecimiento a mis docentes, compañeros y amigos, que brindaron sus enseñanzas, apoyo y consejos a los largo de la carrera para no rendirme y lograr culminar esta meta planteada.

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño primeramente a Dios, por darme inteligencia, sabiduría y una familia maravillosa.

De igual forma a mis padres, que han estado conmigo en todo momento, en especial a mi madre Marlene Azogue, por hacer todo lo posible para que yo no desmaye en el camino pese a las dificultades que se han presentado, y por estar ahí dándome ánimos, motivación para hacer realidad mi sueño. Y también a mis hermanos que me brindaron su apoyo incondicional y que muchas veces se pusieron en el rol de padre.

A mis tíos, primos, maestros y amigos que convivieron en el día a día brindándome sus enseñanzas, amor y llenándome de alegría que hacía que el camino sea menos difícil.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	3
2.2. MARCO CONCEPTUAL O CATEGORIAS FUNDAMENTALES.....	7
2.2.1. Leguminosas arbóreas.....	7
2.2.2. Preferencia de consumo	9
2.2.3. Producción de Gas en los Rumiantes	11
2.2.4. Reducción de la Metanogénesis	11
2.2.5. Degradación y digestibilidad de los alimentos.....	13
2.2.6. Ovinos	14
CAPÍTULO III	17
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	17
3.1. HIPÓTESIS	17
3.2. OBJETIVOS.....	17
3.2.1. Objetivo General	17
3.2.2. Objetivo Específicos	17
CAPÍTULO IV	18
MATERIALES Y MÉTODOS	18
4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	18
4.2. CARACTERISTICAS DEL LUGAR	18
4.3. EQUIPOS Y MATERIALES	18
4.3.1. Equipos.....	18
4.3.2. Materiales	19
4.3.3. Reactivos	20
4.3.4. Semovientes	20
4.4. FACTORES EN ESTUDIO	20
4.5. TRATAMIENTOS	21
4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	21

4.7.	VARIABLE RESPUESTA	22
4.7.1.	Leguminosas arbóreas	22
4.7.2.	Preferencia de consumo.	22
4.7.3.	Degradabilidad ruminal <i>in situ</i>	23
4.7.4.	Digestibilidad <i>in vitro</i>	24
4.7.5.	Producción de gases	25
4.8.	PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	25
CAPÍTULO V	.....	26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	.....	26
5.1.	Consumo voluntario en ovinos.	26
5.2.	Degradabilidad ruminal <i>in situ</i>	28
5.3.	Digestibilidad aparente de los nutrientes <i>in vitro</i>	30
5.4.	Producción de gas <i>in vitro</i>	32
CAPÍTULO VI	.....	34
CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y BIBLIOGRAFÍAS	.....	34
6.1.	CONCLUSIONES.....	34
6.2.	RECOMENDACIONES	34
6.3.	BIBLIOGRAFÍAS.....	35
6.4.	ANEXOS	42
CAPÍTULO VII	.....	47
PROPUESTA	.....	47
7.1.	DATOS INFORMATIVOS	47
7.2.	ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	47
7.3.	JUSTIFICACIÓN.....	48
7.4.	OBJEVIOS	49
7.4.1.	Objetivo general	49
7.4.2.	Objetivos específicos	49
7.5.	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	49
7.6.	FUNDAMENTACIÓN	50
7.7.	METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO.....	50
7.8.	ADMINISTRACIÓN	51
7.9.	PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de los ovinos (<i>Ovis aries</i>).....	15
Tabla 2. Distribución de los tratamientos.	21
Tabla 3. Composición fitoquímica de las leguminosas.....	22
Tabla 4. Consumo voluntario (g/kg MS y por Peso metabólico del animal) de las leguminosas arbóreas.	27
Tabla 5. Consumo voluntario (g/kg MS y por Peso metabólico del animal) de las leguminosas arbóreas.	28
Tabla 6. Degradabilidad <i>in situ</i> de las leguminosas arbóreas.	30
Tabla 7. Digestibilidad aparente <i>in vitro</i> de las leguminosas arbóreas.	31
Tabla 8. Parámetros de producción de gas <i>in vitro</i> (mL/0,5 g MS F) con las leguminosas arbóreas.	33

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Preferencia de consumo en ovinos (<i>Ovis aries</i>).	42
Anexo 2. Degradabilidad <i>in situ</i> de las leguminosas arbóreas.	43
Anexo 3. Digestibilidad aparente <i>in vitro</i> de las leguminosas arbóreas.	44
Anexo 4. Producción de gas <i>in vitro</i> .	45
Anexo 5. Pesos de los ovinos.	46

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar la preferencia de consumo de leguminosas arbóreas en ocho ovinos machos con peso promedio de $61,16 \pm 3,3$ kg. Donde se evaluó: *Acacia melanoxylon* (AM1), *Acacia mearnsii* (AM2), *Acacia hayesii* (AH), *Senna muliglandulosa* (SM), *Caesalpinia espinosa* (CE), *Genista monspessulana* (GM). Se determinó: preferencia de consumo voluntario, mediante una prueba de cafetería. Degradabilidad ruminal *in situ* de materia seca (MS) y materia orgánica (MO), mediante la técnica de la bolsa de nylon en el rumen Ørskov, Hovell, & Mould (1980). Digestibilidad y producción de gas *in vitro*. La preferencia de consumo en la primera fase mostró diferencias significativas ($P < 0.0001$) entre las leguminosas, con el mayor consumo las AM1, GM y AH. En la segunda fase, el mayor ($P < 0.0001$) consumo se observó en la AM2 (32,0 gMS/día, 14,9 gMS/kgPV^{0,75} y 311,6 gMO/día, 14,9 gMO/kg PV^{0,75}). En cuanto a la degradabilidad ruminal de la MS en la fracción A, la planta SM presentó mayor porcentaje (56,3%), seguida de CE con 48,4%, pero estadísticamente todas las plantas difieren significativamente ($P < 0.0001$). Fracción B, las especies con mayor ($P < 0.0001$) degradación fue AM2 (47,2%), seguida de GM con el 41,6% respectivamente. En la Fracción c los datos también difirieron significativamente ($P < 0.0001$). Algo similar ocurrió en la degradabilidad efectiva. Con respecto a la MO, en la fracción A con mayor ($P < 0.0001$) degradabilidad se obtuvo en SM (54,6%), precedida de CE con 47,5% respectivamente. Mayor ($P < 0.0001$) digestibilidad se mostró en GM, mientras que la mayor producción de gas en AM1 y CE. Se puede concluir que las leguminosas arbóreas como AM1, AH y GM son una buena alternativa para incorporar en las dietas de los ovinos, ya que presenta excelente consumo voluntario y un nivel de proteína, fibra alto que ayuda al proceso digestivo.

Palabras claves: Preferencia de consumo, degradación ruminal, digestibilidad, leguminosas, *in situ*, *in vitro*, producción de gas, ovinos.

ABSTRACT

The aim of this investigation was to determine the intake preference of arboreal legumes in eight male sheep with average weight of $61,16 \pm 3,3$ kg. The following treatments were evaluated: *Acacia melanoxylon* (AM1), *Acacia mearnsii* (AM2), *Acacia hayesii* (AH), *Senna muliglandulosa* (SM), *Caesalpinia espinosa* (CE), *Genista monspessulana* (GM). The voluntary intake preference was determined, through a cafeteria test. *In situ* ruminal degradability of MS and MO, though the technique that employs the nylon bag in the rumen Ørskov, Hovell, & Mould (1980). *In vitro* digestibility and gas production. The intake preference in the first phase showed significant differences ($P < 0.0001$) among the legumes, with the highest intake the AM1, GM and AH. In the second phase, the highest ($P < 0.0001$) intake was observed in the AM2 (32,0 gMS/day, 14,9 gMS/kgPV^{0,75} y 311,6 gMO/day, 14,9 gMO/kg PV^{0,75}). Regarding the ruminal degradability of the MS in fraction A, the SM plant presented a higher percentage (56,3%), followed by CE with 48,4%, but statistically all the plants differ significantly ($P < 0.0001$). Fraction B, the species with the highest ($P < 0.0001$) degradation was AM2 (47,2%), followed by GM with 41,6% respectively. In Fraction c the data also differed significantly ($P < 0.0001$). Something similar happened in the effective degradability. With respect to MO, in Fraction A with greater ($P < 0.0001$) degradability was obtained in SM (54,6%), preceded by CE with 47,5% respectively. Highest ($P < 0.0001$) digestibility was shown in GM, while higher gas production in AM1 and CE. It can be concluded that tree legumes such as AM1, AH and GM are a good alternative to incorporate in the sheep diets, since it has excellent voluntary intake and high protein level, which helps the digestive process.

Key words: Intake preference, ruminal degradation, digestibility, arboreal legumes, *in situ*, *in vitro*, gas production, sheep.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El aumento poblacional de las personas ha ocasionado que las áreas designadas para el pastoreo de los bovinos, ovinos y caprinos se vea disminuido, esto según Vizcarra, Lasso, & Tapia (2015) ha permitido crear un conflicto en la alimentación de estas especies, donde los ovinos son afectados directamente por ser marginados y principalmente por una baja disponibilidad de nutrientes (Garnier, 2010). Por lo que, se ha presenciado un decrecimiento poblacional, ya que en el año 2009 según datos del INEC-ESPAC , el número de cabezas fue 819564 a nivel nacional comparados a los datos del INEC-ESPAC (2014), que es de 674395 de ganado ovino.

Una alternativa a esta problemática pueden ser las leguminosas arbóreas por tener una excelente resistencia y adaptabilidad tanto al clima como al suelo, crecen hasta una altura de 2 600 m s n m (MAE, 2012). En el continente Americano están distribuidas desde el norte de México, Centro América, Paraguay y Bolivia; en el Ecuador a nivel de la costa y sierra.; en la región interandina se distribuyen desde Imbabura y Pichincha hasta Zamora Chinchipe y Loja (Aguirre, Kvist, & Sánchez, 2006a). Dentro de las leguminosas tenemos especies como *Acacia farnesiana*, *Alnus acuminata*, *Baccharis latifolia*, *Malva sylvestris*, *Acacia macracantha*, *Lupinus bogotensis Benth*, *Genista monspessulana (L)*, *Senna multiglandulosa*, *Acacia mearnsii*, *Acacia melanoxylon*, *Acacia hayesii*, *Caesalpinia spinosa*, que se encuentran con una alta producción de follajes (Aguirre, Kvist, & Sánchez, 2006b).

Las leguminosas arbóreas se caracteriza por disponer de una excelente composición nutricional, como es el caso de la *Acacia macracantha*, que según Díaz, Giménez, Borges, & Almao (2014), esta dispone del 17,1% de proteínas, 55,9 % de Fibra Detergente Neutra (FND) y un 48,2% de Fibra Detergente Acida (FAD) en un ensilaje realizado con el 50% de melaza en base a materia seca, adicionalmente Barros, Carvalho, & Ferreira (2010) afirma que la *Malva sylvestris* posee 0,20mg/g de ácido ascórbico, 14,26g/100g de

proteína, 3,09g/100g de grasa, 10,76g/100g de ceniza y compuestos secundarios como los flavonoides con un 317mg/g del peso seco de la muestra. También ofrece altos niveles de antioxidantes como: polifenoles, vitamina C, vitamina E, b-caroteno; incluyendo enzimas como superóxido dismutasa y catalasa, peroxidasa y transferasas (Barros et al., 2010), que ayudan a eliminar radicales libres productos de desechos del metabolismo, por lo que los animales rumiantes al consumirlo podrían obtener mayor ganancia de peso (Rodríguez & Elizondo, 2012). Por otro lado los compuestos secundarios benefician en la actividad ruminal, debido a que reducen la cantidad de protozoarios que son unos de los causantes de la producción de metano (Barros-Rodríguez et al., 2014). Debido a estos beneficios que nos ofrece estas plantas podríamos emplear como un complemento en la alimentación de los ovinos, ya que muchos de estas especies no son tomadas en cuenta como una alternativa nutricional.

Con base a lo mencionado anteriormente, el propósito de esta investigación es evaluar la preferencia del consumo de algunas leguminosas arbóreas en ovinos, adicionalmente determinar la degradabilidad *in situ*, digestibilidad y producción de gas *in vitro*; mediante los cuales obtendríamos una gama de forrajes alternativos para la alimentación de rumiantes menores que mejoren el comportamiento productivo y reduzcan la emisión de gases de efecto invernadero.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Entre los trabajos de investigación que tienen relación con el uso de leguminosas arbóreas en la nutrición animal, suelo mencionar “*caracterización nutricional de follaje de Acacia macracantha preservado en melaza de caña de azúcar*”, realizado por Díaz et al., (2014), donde se obtuvo la siguiente composición química y nutricional. En el ensilo en el cual se empleó el 0% de melaza con un periodo de fermentación de 112 días, la composición química fue: materia seca 65 %, 22,8%, Fibra detergente neutra (FDN) 80,5%, Fibra detergente acida (FDA) 74,9%, hemicelulosa 5,6%, la digestibilidad para la MS fue de 42% y un 19% para la proteína cruda (PC). Mientras tanto al emplear un 25 % de melaza y fermentado durante 112 días; proteína cruda 22,1%, FDN 47,9% y FDA 40,4%.

En el caso de la leguminosa *Malva sylvestris*, en un estudio los tallos floridos y frondosos que posee la mejor composición química y nutricional en comparación de las flores y frutos ya que contiene 317mg/g de flavonoides, 0,11mg/g de carotenoides, 317,93 de fenólicos, 0,20mg/g de ácido ascórbico. Mientras tanto en la composición de azúcar contiene sacarosa 3,30g/100 g de peso seco, glucosa 4,71g/100g, fructosa 3,53g/100g, rafinosa no posee. Y finalmente en el contenido de humedad fue de 77,26g/100g, carbohidratos 71,89g/100g, proteína 14,26g/100g, grasa 3,09g/100g, ceniza 10,76g/100g y energía 372,43 kcal/100 g de peso seco por lo que en la nutrición de cabras tanto la cebo y como para producción de leche se debería emplear en esta fase (Barros et al., 2010). Mientras tanto todas las muestras fueron significativas en la eliminación de radicales del organismo pero siendo la más significativa las hojas con 0,43mg/ml.

Según García, Medina, Cova & Dominguez (2008) mencionan que al emplear 12 plantas en la prueba de preferencia de consumo en bovinos, ovino y caprino, las que mostraron mayor consumo fueron a *P. pedicellare*, *L. leucocephala*, *G. ulmifolia*, *M. alba*, *C.*

tinctoria y *C. alba* en el caso de los bovinos y en los ovinos fueron la *M. alba*, *C. tinctoria*, *G. ulmifolia*, *C. alba*, *P. pedicellare* y *L. leucocephala*. El consumo de alimento tanto para el ganado bovino y ovino no se vio afectado por la degradabilidad ruminal ni por los niveles de compuestos secundarios, debido a que las plantas empleadas sus niveles de Taninos condensados fueron menores al 6%, al igual que los Taninos precipitantes de proteínas fue inferior al 2,2%. Mientras tanto Sandoval et al.,(2005) citado por García et al., (2008), mencionan que la producción de gas *in vitro*, contenido de lignina y degradabilidad si influye en el consumo del alimento.

Saavedra, M; Rodriguez, E (s. f.) en una investigación “*Producción de forraje, valor nutritivo y consumo de la Leucaena leucocephala*” determinaron que la edad óptima para el consumo en ovinos de esta planta es en los días 98 (pre-floración), debido a que, en esta edad las especies vegetales dispone de menor cantidad de fibra y materia seca, mayor cantidad de proteína cruda, pero hay que tener mucho cuidado con las leguminosas arbóreas debido a que sus compuestos secundarios (mimosina) en la etapa de prefloración es mayor, ya que en este estudio se obtuvo un 20% superior en los días 98 en comparación con los días 143. En el consumo voluntario no se encontraron diferencias significativas y en cuanto a la digestibilidad aparente de la materia seca en los días 98 fue superior (64,4%) mientras que a los 143 días fue de 55,2%. La mimosina según Ramos, Frutos, Giráldez, & Mantecón, (1998), es un análogo de los aminoácidos aromáticos que se activan mediante la acción de las bacterias ruminales y tienen efecto bociogénico, adicionalmente los animales presenta pérdidas reversibles de pelo al inhibir la conversión de metionina en cisteína, es esta la razón, que se debe tomar en cuenta la edad de las plantas y la cantidad de adicionar en la ración de los rumiantes.

Rodríguez & Elizondo (2012), evaluaron el consumo de morera (*Morus alba*) y el pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), suplementado en forraje verde y seco, distribuidos en dos porciones iguales, siendo a las 9:00 a.m. y a las 2 p.m. en dicha investigación se emplearon 12 cabras de raza Saanen, Toggenburg y La Mancha, con un peso promedio de 37 más o menos 5kg, estos autores concluyeron que la morera fue la más consumida (3,15%) frente al pasto estrella (2,36%), Posiblemente se atribuyó a que la morera dispone de bajo niveles de fibra, elevada MS, PC y palatabilidad. En el caso del bajo contenido de MS (inferior al

25%) en los forrajes, se ha considerado como un factor que reduce el consumo voluntario en los rumiantes, debido a que el agua puede ocasionar un llenado físico a nivel ruminal.

Egea et al. (2016), mencionan que evaluaron la preferencia de consumo en plantas leñosas (*T. usillo*, *M. ephedroides*, *A. lampa*, *C. atamisquea* y *P. flexouosa*) mediante mezclas dietéticas y taninos condensados, para esto emplearon 30 cabras de 2 años de edad con peso promedio de $44 \pm 1,4$ kilogramos, colocados individualmente en jaulas de (1,5m x 2m). Los animales fueron desparasitados con ivermectina y brindado 15 días de adaptación, los forrajes fueron cortados, recolectados y ofrecidos diariamente desde las 8:00 a.m. hasta las 6:00 p.m. Evaluaron el consumo de materia seca mediante la diferencia entre el alimento ofrecido y rechazado. Los resultados del consumo voluntario de las especies vegetales de una manera descendente fueron: *M. ephedroides*, *T. usillos* y *P. flexouosa*, esto aconteció debido a que adicionó un aditivo (Polietilenglicol) en el agua de bebida, donde la digestibilidad y el proceso de digestión se incrementaron, ya que Polietilenglicol es capaz de bloquear el efecto de los taninos, por lo que los compuestos secundario (taninos, saponinas) si disminuye el consumo voluntario en rumiantes menores.

Díaz, Torres, Castro (2008) argumenta que para determinar la preferencia de consumo evaluaron las siguientes plantas forrajeras: *P. piscipula*, *A. pennatula*, *L. latisiliquum* y *B. alicastrum*. El experimento lo realizaron por fases, en la primera fase lo evaluaron las 4 plantas mencionadas anteriormente, donde las especies vegetales más consumidos fueron *B. alicastrum* (13,56 gMS/kg P.V.), seguido de *P. piscipula* (8,5 gMS/kg P.V.). Mientras tanto en la segunda fase del experimento se retiró a la *B. alicastrum* y solo se evaluaron las tres siguientes donde la *A. pennatula* se destacó con una menor cantidad de forraje consumido manteniéndose los demás en niveles similares a la primera fase. El consumo voluntario, digestibilidad y producción de gas *in vitro* no fue influenciado por el contenido de proteínas o compuestos secundarios presente en las plantas, sino que el contenido de celulosa y hemicelulosa fue el factor determinante, por lo que es muy importante tomar en cuenta al momento de alimentar estos animales.

La preferencia de consumo en ovejas, producción de gas *in vitro* y la digestibilidad están asociados a los compuestos secundarios (taninos condensados, taninos totales y

polifenoles totales) antes que por la cantidad de fibra (FDN) que poseen las plantas forrajeras. Además los ovinos aumentan la selectividad al retirar las leguminosas con menos contenidos de taninos, la cual no se asocia al contenido de fibra sino al sabor astringente de los compuestos secundarios. En el caso en que los niveles de taninos presentes en las plantas taniníferas no afecten el consumo de las ovejas se puede emplear en los sistemas de pastoreo para los pequeños rumiantes, datos que nos aportan (Díaz, A; Acosta, T & Castro, S 2009), donde emplearon 4 ovejas de 1 año con peso de $17,94 \pm 1,1$ kilogramo y entre las especies forrajeras fueron *Piscidia piscidia*, *Acacia pennatula*, *Lysiloma latisiliquum* y *Brosimum alicastrum*.

En la degradabilidad de las plantas forrajeras, según Roa M & Muñoz J (2012) mencionan que, la Acacia roja (*Delonix regia*) ha presentado una alta degradación de materia seca (MS) con un 56,1%, seguida del casco de la vaca (*Bahinia variegata*) con un 53%, en el caso de la FDN la cratilia presentó un 76%, seguida del casco de la vaca con un 73% y finalmente en la degradación de la FDN todos los tratamientos fueron similares. Por lo que este autor puede concluir, que la composición de las plantas, nivel de fibra y la eficiencia de las bacterias del rumen para degradar su pared celular, influyen directamente sobre la digestibilidad y degradabilidad de los nutrientes, permitiendo que el nitrógeno adherido quede liberado y a disposición de los microorganismos para favorecer su crecimiento.

Pinto, Gómez, Martínez, Hernández, Medina, Ortega & Ramírez (2004), manifiesta que el nivel de fibra (FDN, FDA) y Fenoles totales (FT) altos en las plantas como: *Guazuma ulmifolia* (FDN 42,5%; FDA 29,5, FT 2,8%), *Acacia pennatula* (FDN 59,0%; FDA 35,8%, FT 2,8%) y *Bahinia unguilata* (FDN 42,4%; FDA 26,5, FT 4,2%) han disminuido significativamente la degradabilidad ruminal de nutrientes (FDN, FDA y PC). Por lo que se evidencia, que, adicionalmente al alto contenido de fibra, los fenoles totales elevados también atribuyen en la disminución de la degradación ruminal, mientras tanto en el consumo voluntario de los ovinos incrementaron al incluir un 40% de las plantas en la dieta de los animales.

2.2. MARCO CONCEPTUAL O CATEGORIAS FUNDAMENTALES

2.2.1. Leguminosas arbóreas

Aguirre et al. (2006), argumenta que los bosques secos son vegetales donde la precipitación anual es de 1600 mm en las temporadas secas e incluso pueden llegar hasta menos de 100mm. En el continente Americano se encuentran distribuidos en el norte de México, Centro América, Paraguay y Bolivia. En el Ecuador los bosques secos se encuentran distribuidos en la costa y la región interandina. En la región interandina se distribuye desde Imbabura y Pichincha hasta Zamora Chinchipe y Loja. En las zonas interandinas de entre 1 100 a 2 600 m s n m se encuentran la *Acacia macracantha*, *mearnsii* que puede llegar a medir hasta 4 metros de altura, en las hondonadas debido a la profundidad del suelo y la humedad pueden llegar a medir hasta 8 metros de altura. Aguirre, Kvist, & Sánchez (2006), argumenta, que en el Ecuador esta planta es empelada como tramojo con la finalidad de evitar que los animales pasen los cercos, leña y forrajes para la alimentación de cabras, ovinos y vacunos debido a su composición nutricional. En la provincia de Tungurahua las plantas como *Acacia farnesiana*, *Alnus acuminata*, *Baccharis latifolia*, *Malva sylvestris*, *Lupinus bogotensis Benth*, *Genista monspessulana (L)*, *Senna multiglandulosa*, *Acacia melanoxylon*, *Acacia hayesii*, *Caesalpinia spinosa*, crece hasta una altitud de 2 600 m s n m.

Los árboles y arbustos es parte fundamental de los silvopastoriles que permite mejorar el suelo ya que tienen la capacidad de captar el nitrógeno mediante sus raíces donde se encuentran las bacterias de vida libre como *Rhizobium*, adicionalmente en la alimentación animal incrementa la producción de leche como argumenta Botero (2010), donde las vacas fueron pastadas con *Casuarina equisetifolia*, *Pennisetum clandestinum* y *Alnus acuminata* otros de los aspectos beneficiosos es que permite aumentar el número de animales por hectárea/año alcanzando de 8 a 18 bovinos/hectárea/año.

- *Acacia melanoxylon*

Es un árbol conocido como Acacia negra que pertenece al Phylum Magnoliophyta, Clase Magnoliopsida, Orden Fabales y Familia Leguminosae; llegan a medir de 10-15 m de

altura, copa densa, corteza gris oscura, sus hojas son bipinnadas junto con los filodios. Flores en racimos axilares, capítulos globosos de color amarillo o crema y sus frutos son legumbres de 4-12cm de largo con semillas de color negro (Biológica, 2011).

- *Acacia mearnsii*

SEED LEAFTLET (s. f) menciona que estas plantas llegan a medir de 7-10 m de altura, pertenece al Reino plantae, Orden Fabales, Familia Fabaceae. Estos árboles presentan hojas sin estipulas, pecioladas, bilinnadas, con 8-25 pares de pinnas; peciolo de 1-5 cm, inflorescencia en glomérulo capituliforme de 5-6 mm de diámetro, semillas de 5,5 x 1 cm. Crecen en zonas de 600-1700 m s n m con temperaturas de 14,7 – 278 °C, además pueden tolerar precipitación anual entre 0,66 – 2,28 m Brown, (s. f.)

- *Acacia hayesii*

Estos arbustos se caracteriza por sus tallos y ramas angulados, flores en espigas, sus glándulas peciolares puede variar de crateriforme o circular, su tronco llega a medir 12 cm de diámetro, las hojas de 17-40cm de largo (ARCE, 2001). Mientras tanto Smithsonian Tropical Reserch Institute (1950), afirma: “que pertenece al Reino Plantae, Clase Magnoliopsida, Orden Fabales, Familia Fabaceae”.

- *Senna multiglandulosa*

Son arbustos que alcanzan de 1 – 4 metros de altura, pertenece al Orden Fabales, Familia Fabaceae (UNAN s. f.). Sus tallos son tomentosos, hojas de 1- 5 cm de largo y con 6 – 8 pares de folículos lanceolados, inflorescencias en racimos cortos con 3 – 15 flores de color amarillas, legumbre estipitada, rectas o levemente curvada, sus frutos son legumbres comprimidas, que cuando son jóvenes son de color verde y al madurarse tornan de color café, semillas de 5 x 3 mm de diámetro (Barneby, 1982).

- *Caesalpinia spinosa*

Esta planta es nativa de los Andes, comúnmente conocida como algarrobo en nuestro país, está distribuido por las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Azuay y Loja, dentro de una rango altitudinal que va desde 1 500 a 3000 msnm. Esta leguminosa arbórea pertenece al Orden Fabales, Clase Magnoliophyta,

Familia Caesalpiniaceae (Narváez, Calvo, & Troya, 2009). Alcanza una altura de 3-5 m, se caracteriza por su copa globosa, ramas cortas y con espinas cónicas recurvadas entre los nudos. Hojas compuestas, inflorescencias en racimos espiciformes terminales, fruto en legumbre comprimida y sus semillas de color rojizo en la madurez (Sanchez, 2011). Mancero (2008) citado por Narváez et al., (2009), menciona que las poblaciones en nuestro país cultivan estas plantas para vender los taninos que se encuentran en las vainas de las legumbres, las cuales están alrededor del 58 a 62%.

- ***Genista monspessulana***

Estas leguminosas se han introducido en todo el mundo para usos múltiples, tiene una excelente resistencia a las sequías y mejoran el suelo gracias a su gran capacidad de fijación de nitrógeno (Geerts, Botha, Visser, Richardson, & Wilson, 2013). Según Join, (2017) estas plantas pertenecen a la Familia Papilionáceas, Genero *Genista* y Especie *monspessulana*; alcanzan una altura de 2-3 metros; sus hojas son compuestas de tres foliolos, flores agrupadas de color amarillas.

2.2.2. Preferencia de consumo

El consumo voluntario en los animales rumiantes es considerado como la cantidad de alimento en MS que ingiere cuando es ofrecido en exceso, este consumo se puede ver afectado por diferentes factores como fisiológicos del animal, forraje o dieta y factores ambientales (Haro, 2002).

Entre los factores asociados con el animal, se encuentran la raza, etapa fisiológica, necesidades nutricionales, fin zootécnico, velocidad de crecimiento, condiciones sociales, tasa de pasaje y metabólica. Hormonas como la insulina que aumentan el consumo; la leptinas, catecolaminas, esteroides y la colecistoquininas responsables del reflejos de la saciedad Navas y Lodoño (2010) citado por (Borrero, L. Collazos, 2014). Las hormonas proteicas como la lecitina que está formada por 146 aminoácidos, se encuentra en las plantas y los animales lo sintetizan en el tejido adiposo, su efecto al unirse en los receptores que se encuentran en los centros de saciedad (cerebro) son, reducir la ingesta

de alimento e intensificar la respuesta de la saciedad de la colecistoquinina (Tarazona, Ceballos, Naranjo, & Cuartas, 2012).

Por otra parte el alimento o las plantas también influyen altamente en el consumo voluntario de los rumiantes (ovinos), tal es el caso de las leguminosas que en su estructura disponen como mecanismo de defensa, las espinas, pubescencias, hojas con sus nervaduras resistentes al desgarrar, producción de ceras y compuestos secundarios como los fenoles (taninos, fitoestrógenos, cumarina), tóxicos nitrogenados (alcaloides, glucósidos, cianógenos), aminoácidos tóxicos (lecitinas), terpenos (saponinas), ya que según Tarazona et al., (2012) las plantas más rechazadas por los herbívoros son aquellas que presentan mecanismos más sofisticados de defensa, adicionalmente según Haro (2002), la composición nutricional de las plantas afecta su consumo, ya que los animales pueden preferir alimentos que de acuerdo a su experiencia satisfacen sus necesidades metabólicas.

Los ovinos durante el pastoreo normalmente comen desplazándose con la cabeza cercana al suelo a lo largo de la superficie a pastar. Su aparato bucal le permite cortar el pasto con gran precisión que incluso pueden dejar residuos menores a 1 cm sobre la superficie terrestre, debido a que su labio superior es muy móvil, rodete dentario ancho, ligamentos mandibular inferior relativamente laxos, paladar y lengua poco cornificados, estas características hace que estos animales tengan una alta capacidad de selección de alimento. Las ovejas poseen una excelente memoria, que les permite conocer el alimento mediante mecanismo como el aprendizaje materno-filial y la experiencia propia a partir de las consecuencias post-ingesta de la dieta (Cesa & Barra, 2015).

Es por ello que las pruebas de cafeterías y de consumo en las ovejas es muy importante aplicar para poder determinar si un forraje es aceptado, e incluso para conocer el límite de inclusión y tolerancia, de esta manera evitar trastornos fisiológicos que son comunes debido a que algunas plantas poseen compuestos secundarios como taninos y saponinas.

2.2.3. Producción de Gas en los Rumiantes

La población de rumiantes en el mundo ha venido incrementando con el pasar de los años, en particular los sistemas pastoriles han afectado significativamente el medio ambiente ya que se han expandido fragmentando el hábitat natural, generando erosión e inestabilidad en la flora y fauna, en el caso de la flora muy importante ya que los árboles y arbustos han sido talados reduciendo la captación de CO₂ atmosférico, sumado a la emisión de gas carbónico y metano por parte de los rumiantes contribuyen al calentamiento global (Elena & Varón, 2011).

González (2006) citado por Elena & Varón, (2011), menciona que la producción de metano se estima que va de 300 a 600 litros al año, la cual se lleva a cabo mediante la fermentación anaeróbica, donde las bacterias utilizan diferentes sustratos como H₂, CO₂. El proceso fermentativo de las bacterias anaerobias comprende de tres etapas: hidrólisis-fermentación, acetogénesis y finalmente la metanogénesis que se da mediante las bacterias Archaea (Corrales, Antolinez, Bohórquez, & Corredor, 2015). Y según Armando, Cárdenas, & Lemus (2013) los microorganismos especializados del rumen convierten los carbohidratos, proteínas y lípidos en fragmentos de menor peso molecular, y estos son utilizados por bacterias acetogénicas productoras de H para formar acetato de H, CO₂. La metanogénesis es llevada a cabo por dos reinos del dominio Archaea que comprenden: Euryarchaeota (metanogénicos), Crenarchaeota (hipertermofilos y termofilicos). Donde la producción de metano es parte de su metabolismo energético y la mayoría utiliza CO₂ como su aceptor terminal de electrones en la respiración anaeróbica, convirtiéndolo a CH₄, el donador de electrones utilizado en este proceso es el H₂. Adicionalmente las condiciones anaeróbicas, ausencia de luz y la presencia de NO₃, S y SO₄ conducen a la biogénesis del CH₄.

2.2.4. Reducción de la Metanogénesis

Para la disminución de la metanogénesis y por ende la producción de metano Armando et al. (2013), lo ha clasificado en tres grandes grupos, la primera que consiste en la

disminución del CH₄ en el rumen indirectamente por medio de la defaunación, disminuyendo la cantidad de carbohidratos estructurales y aumentando alimentos de fácil degradación; la segunda involucrado el uso de productos (extractos de plantas, ionoforos y antibióticos), que inhiben directamente las bacterias metanogénicas; finalmente la tercera con la evaluación de vías alternas para la utilización de H⁺ producidos en el rumen.

Tavendale (2005) citado por Armando et al. (2013), mencionan que al emplear plantas taniníferas (*Stylobium aterrimum*, *Leucaena leucocephala*, *Mimosa caesalpiniaefolia*) y *Cynodon* como testigo, dio como resultado que al tiempo medio de la máxima producción de gas, el metano se redujo un 17% y al relacionar con la degradabilidad verdadera del sustrato la reducción promedio fue de 50 % con *Leucaena* y *S. aterrimum* y en un 25% con *S. derringgatum* y *M. caesalpiniaefolia* con la adición de leguminosas realizado *in vitro*. Esto sucedió debido a que los taninos condensados de las plantas reducen la metanogénesis ruminal mediante la disminución de la formación de hidrogeno e inhibiendo a los microorganismos metanogénicos.

Por otro lado, al emplear en la dieta de ovejas, ropadiar (extracto de orégano 250 mg/día; Ropapharm Inc product, Holland 250mg/día) y saponinas (extractos de *Yuca schidigera*) 170mg/día; la producción de metano en las dietas suplementados con adictivos disminuyo aproximadamente a 2,4 g/día en 19,9-24,1 y 45,1-57,1g/kg de Materia orgánica y FND digerida; en cuanto a la digestibilidad y consumo de alimento no se vieron afectados los tratamientos (Wang, Wang, & Zhou, 2009). Esto se dio, según Armando et al., (2013) debido a que las saponinas tiene efecto anti protozario que se atribuye al enlace de las saponinas con el colesterol de la membrana celular del protozario, causando su lisis, y dado a que un 25% de los metanogénicos están en simbiosis con protozoarios ciliados, la inhibición de la metanogénesis se atribuye principalmente al efecto adverso de las saponinas en los protozoarios ciliados productores de hidrogeno y en las bacterias celulíticas, reduciendo la disponibilidad de hidrogeno para la metanogénesis.

2.2.5. Degradación y digestibilidad de los alimentos

El conocimiento real de la digestibilidad y degradación de los alimentos, que van a ser empleados en la nutrición de los rumiantes es muy importante al momento de establecer su valor nutritivo y por ende, en las formulaciones de raciones diarias; ya que esto ayudara a emplear de una manera eficaz ciertas leguminosas arbóreas con alto valor biológico en forma de complemento o sustituto, logrando mejorar el sistema de producción de una manera amigable con el medio ambiente.

La determinación de la digestibilidad *in vivo* es un proceso laborioso, costoso y que requiere de grandes cantidades de alimento y muchas veces se ve afectado por otros factores, como el tipo de ración, especie y el estado fisiológico del animal, por lo que han buscado alternativas para determinar la digestibilidad de la materia seca, materia orgánica, proteína bruta, fibra detergente neutra, fibra detergente acida a nivel de laboratorio *in vitro*, donde según Van Soest (1966) citado por Bochi-Brum, Carro, Valdés, S, & López (1999), menciona que este procedimiento consiste en una incubación de los alimentos con liquido ruminal y saliva artificial durante 48 horas a 39°C, seguida del tratamiento del residuo con una solución neutro-detergente durante 1 hora a 100°C, de esta manera facilitando y siendo eficiente en el proceso de investigación.

En cuanto a la degradación lo más viable es realizarlo *in situ*, aunque al igual que la digestibilidad se ve afectado por el tipo de dieta, forrajes, tasa de pasaje, nivel de fibra y tamaño de las partículas. La fibra de los alimentos ayuda a mantener el equilibrio de la microflora y por ende el pH ruminal, esta es degradada por bacterias que producen celulosa y que pertenecen al género *Ruminococcus*, *Bacteroides* y *Butyrivibrio*, (Roa M & Muñoz J, 2012). La degradación anaeróbica según Corrales et al. (2015), se da en polímeros como celulosa y hemicelulosa con la participación de enzimas procedentes de microorganismos como *Peptostreptococcus*, *Propionibacterium*, *Bacteroides*, *Micrococcus* y *Clostridium*, estas enzimas celulasas incluyen las endocelulasa, encargadas de romper los enlaces 1,4-B glucosidico internos; exocelulasas encargadas de romper los enlaces 1, 4-B glucosidico de los polímeros reducidos por las endocelulosas y por ultimo las celobiosas o B-glucosidasas las cuales hidrolizan las moléculas resultantes de la última

hidrólisis en los moléculas de glucosa, de esta manera la pared celular de las plantas son rotas quedando expuestos los nutrientes para ser empleado en la nutrición de las bacterias y de los animales.

Dietas altas en fibras, el porcentaje de degradación y digestibilidad es menor, así como demuestra Bonilla, Flores, Montaña, Gonzalez Victor & Carmenatti Julio (2012), al emplear tratamientos con cuatro niveles de inclusión de rastrojo de Maíz en dietas completas para ovinos: T1:15%, T2: 30%, T3: 45% y T4; 60%; a medida que ha incremento rastrojo de maíz el nivel de FDN y FNA también se ha elevado, por lo tanto el consumo de MS, FDA, FDN, y EE han tenido diferencias significativas, mientras tanto en la digestibilidad aparente de MS *in vivo* fue superior el T1 (75,3%) que el T2, T3 y T4 cuyo promedio fue 67,2%, de la misma manera la digestibilidad total de la Materia Orgánica difirió con un 47,5% en el T1 y T4 61,9%, pero la producción de metano se elevó en el T4 (1,65) vs al T1 (1,30). Donde respecto a la producción de CH₄ según Moss et al. (2000) citado por (Bonilla et al., 2012), menciona que está estrechamente relacionado con la cantidad de MO fermentable en el rumen o la cantidad de MO digestible. Mientras que García et al., (2008) menciona que la digestibilidad de la M S está estrechamente relacionada con la digestibilidad de la Materia Orgánica.

2.2.6. Ovinos

- **Generalidades.**

La carne de cordero posee muchos atributos positivos, tanto por su contenido nutricional como en calidad de la carne ya que está totalmente al margen de los escándalos alimentario (Garnier, 2010), por lo que su consumo se incrementará en un futuro. Los ovinos son pequeños rumiantes, su alimentación está enfocado básicamente en forrajes y al pastoreo dependiendo del tipo de explotación. Consumen en materia seca del 2,0-4,0 % del peso vivo en dependencia del estado fisiológico (Castellaro et al., 2015), sin embargo según Romero (2013), el consumo de agua para mantenimiento y en corderitos es 2 litros diarios, en caso de ovejas lactantes el consumo se incrementa de 4 a 7 litros al día. Y en cuanto a la clasificación taxonómica se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de los ovinos (*Ovis aries*).

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	
Nombre científico	<i>Ovis aries</i>
Reino	Animalia
Filo	Chordata
Clase	Mammalia
Orden	Artiodactyla
Familia	Bovidae
Género	Ovis
Especie	<i>O. aries</i>

Fuente: (Medellín, 2005)

- **Distribución**

La llegada de los bovinos, ovinos y cabras al continente Americano se dio mediante el segundo viaje de Cristóbal en el año de 1493, en el Ecuador se ha venido tomando gran importancia desde año 1573 donde la producción de carne y leche se ha incrementado, siendo un sustento principal en la alimentación diaria de las personas (Vizcarra et al., 2015). En nuestro país según los datos del INEC-ESPAC (2014), el número de cabezas de ganado ovino es de 674395 distribuidos en las tres regiones, Sierra 643901, Costa 28688, Oriente 1805. En la provincia de Tungurahua con un total de 28235 cabezas.

- **Anatomía y fisiología digestiva**

El órgano de prensión esta constituidos por, labios, lengua, dientes incisivos inferiores y cojinete dental, mientras tanto el estómago formado por el pre estomago (retículo, rumen omaso) y abomaso. Los pre-estómagos es donde se da la fermentación microbiana en ausencia de oxígeno, permitiendo la digestión de alimentos y la absorción de AGVs (propiónico, butírico, acético). Es importante que en el rumen se lleve un equilibrio en el alimento que ingresa, saliva y producción de ácidos volátiles para mantener un pH adecuado de 5,5 en la cual permite mantener la osmolaridad de esta manera evitando ácidos o alcalosis ruminal que lleva a complicaciones metabólicas del animal. En el rumen

están presentes bacterias, protozoos y levaduras y entre las bacterias encontramos celulíticas, amilolíticas, lactogénicas y metanogénicas que ayudan a la fermentación. Las bacterias celulíticas son encargadas de la fermentación de hemicelulosa, fructosanos y pectinas; mientras tanto las bacterias amilolíticas fermentan almidón, azúcares simples, la particularidad de estas bacterias es la capacidad de replicarse más rápido logrando duplicarse cada 0,25-4 horas a diferencia de las celulíticas que tardan 18 horas, los ovinos aprovechan los AGV como el acético, propiónico y butírico cuya concentración total varía de 60-120 mmol/L, los cuales tienen un aporte del 70% de energía. En el caso del ácido butírico se metaboliza en el epitelio ruminal o en el hígado transformándose en β -hidroxibutirato. Mientras tanto el ácido propiónico se transforma en ácido láctico en un 30% en el rumen y el restante pasa a metabolizarse en el hígado transformándose en glucosa. En el caso del ácido acético es absorbido llegando al hígado y de ahí llevado hacia los tejidos donde es convertido en acetil CoA que ingresará al ciclo de Krebs para la producción de energía a nivel mitocondrial. En cuanto a la fermentación y síntesis de proteínas microbiana es llevado a cabo mediante las bacterias proteolíticas las cuales representan del 12-38% del total de bacterias ruminales, en el caso que la dieta tenga un exceso de proteínas la producción de amoníaco se incrementa predisponiendo a intoxicaciones. Y en cuanto a la digestión de lípidos también es llevada a cabo mediante microorganismos ruminales donde se obtienen ácidos grasos libres, triglicéridos y glicerol, cuando la dieta es alta en grasa se produce enranciamiento y disminuye la palatabilidad (Gutiérrez & Savón, 2001; Rodríguez Carias & Valencia Chin, 2007).

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1. HIPÓTESIS

Las leguminosas arbóreas con potencial forrajero son una alternativa viable en la alimentación de ovinos (*Ovis aries*), por su aporte nutricional, nivel de consumo, porcentaje de degradabilidad, digestibilidad y disminución de gases con efecto invernadero.

3.2. OBJETIVOS

3.2.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de las leguminosas arbóreas sobre su preferencia de consumo en ovinos (*Ovis aries*).

3.2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la preferencia de consumo de las leguminosas arbóreas (*Genista monspessulana* (L), *Senna multiglandulosa*, *Acacia mearnsii*, *Acacia melanoxylon*, *Acacia hayesii*, *Caesalpinia spinosa*) en ovejas.
- Determinar la digestibilidad y producción de gas *in vitro*, así como la degradabilidad *in situ* de las leguminosas arbóreas.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, ubicado en el sector Querochaca, cantón Cevallos de la provincia de Tungurahua. Se encuentra con una temperatura que oscila de 12-15 ° C, humedad relativa de 73%, altitud de 2 865 m s n m, coordenadas geográficas son: 01° 22' 0,2'' de altitud Sur y 78° 36' 22'' de longitud Oeste (sistema de posicionamiento global, GPS).

4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

La fase de campo se realizó en la Granja Experimental Docente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, en los corrales de investigación para rumiantes menores.

Mientras que los análisis de laboratorio fueron ejecutados en los laboratorios de Química, Biotecnología y Suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

4.3. EQUIPOS Y MATERIALES

4.3.1. Equipos

- Balanza analítica de 1000g y sensibilidad 0,001g.
- Balanza digital.
- Estufas.
- Picador de forraje.

- Baño María.
- Desecador.
- Mufla.
- Analizador Ankom Technology 2000.
- Transductor de presión (DO 9704, Delta OHM, Italia).
- Computadora portátil.
- Tanque de CO₂.
- Molino de martillo.
- Licuadora Oster (600 vatios, 1,25 litros).
- Agitador magnético con calentador.

4.3.2. Materiales

- Galpón.
- Corrales.
- Bebederos.
- Comederos.
- Palas.
- Tamiz (1 mm).
- Embudo buchner
- Papel filtro.
- Jeringas de 5, 10, 20, 60 ml.
- Bolsas de nylon (0,42 μ).
- Bolsa fibra artificial nylon (140 mm de alto por 90 mm de ancho).
- Frascos de vidrio color marrón de 100 ml.
- Crisoles.
- Vasos de precipitación (40, 100, 200y 500 ml).
- Varilla agitadora.
- Guantes (ginecológico bovinos y manejo).
- Fundas plásticas de 5 lb.
- Desecador

- Probetas.
- Micro pipetas.
- Cuaderno, esferos.
- Mandil y overol.

4.3.3. Reactivos

- L-Cisteína.
- Bicarbonato de Amonio.
- Fosfato de Sodio.
- Sulfato de magnesio.
- Resazurina de sodio.
- Cloruro de cobalto.
- Fosfato monobásico.
- Agua destilada.

4.3.4. Semovientes

- 6 Toros (mestizos fistulados)
- 8 Ovejas (*Ovis aries*).

4.4. FACTORES EN ESTUDIO

Las leguminosas arbóreas empleadas en el presente estudio tenemos las siguientes.

- *Acacia melanoxylon*
- *Acacia mearnsii*
- *Acacia hayesii*
- *Senna multiglandulosa*
- *Caesalpinia spinosa*
- *Genista monspessulana (L)*

4.5. TRATAMIENTOS

Tabla 2. Distribución de los tratamientos.

Tratamientos			
N°	Nombre común	Nombre Científico	Concentración
T1	Acacia negra	<i>Acacia melanoxylon</i>	100%
T2	Pedo chino	<i>Acacia mearnssi</i>	100%
T3	Acacia australiana	<i>Acacia hayesii</i>	100%
T4	Retama	<i>Senna multiglandulosa</i>	100%
T5	Guarango	<i>Caesalpinia spinosa</i>	100%
T6	Retamilla	<i>Genista monspessulana (L)</i>	100%

4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

- La preferencia de consumo se realizó mediante un diseño completamente al azar de 6 x 8, donde las 6 especies forrajeras son los tratamientos y los 8 ovejas corresponde a las repeticiones. Se ejecutó la prueba de análisis de varianza (ADEVA) y pruebas de comparación de medias (Tukey) al 5% de significancia para comprobar los promedios de los tratamientos en las diferentes variables respuesta.
- Mientras que para degradación ruminal *in situ* se empleó un diseño completamente al azar con 6 tratamientos (especies forrajeras) y 6 repeticiones (bolsa de nylon).
- Para las pruebas de digestibilidad y producción gas *in vitro* se utilizó mediante un diseño completamente al azar con 6 tratamientos (especies forrajeras) y 6 repeticiones (frascos de vidrio).

4.7. VARIABLE RESPUESTA

4.7.1. Leguminosas arbóreas.

Para determinar la MS, MO y PC se analizó mediante la metodología descrita por AOAC (1990) citado por (Jaurena & Wawrzkievicz, 2013). La FDN y la FDA se analizó según la metodología ANKOM (2005) citado por (Jaurena & Wawrzkievicz, 2013). Mientras tanto el contenido de compuestos secundarios; taninos condensados (TC) mediante la metodología de Pricen and Butler, (1977) y saponinas se determinó cualitativamente mediante un screening fitoquímico. En la tabla 2 se muestra las leguminosas empleadas con su respectiva composición fitoquímico.

Tabla 3. Composición fitoquímico de las leguminosas.

Parámetros	Tratamientos					
	AM1	AM2	AH	SM	CE	GM
Composición fitoquímico en %						
MS	43,40	38,22	43,49	27,89	43,97	34,09
Proteína	15,05	15,96	14,89	19,93	13,45	20,95
FDA	37,8	10,0	23,4	12,4	14,4	16,9
FDN	56,2	15,6	37,5	17,4	22,0	26,9
MO	95,02	94,73	95,03	91,35	94,62	95,59
CENIZAS	4,98	5,27	4,97	8,65	5,38	4,41
TC	5,71	18,44	4,23	1,1	1,45	1,47
Compuesto secundarios Screening						
Saponinas	+	+++	-	++	-	-

FDA: Fibra Detergente Acida, FDN: Fibra Detergente Neutra, MO: Materia Orgánica, TC: Taninos condensados, (+++): abundante, (++) moderado, (+): escaso, (-): ausencia, AM1: *Acacia melanoxylon*, AM2: *Acacia mearnsii*, AH: *Acacia hayesii*, SM: *Senna muliglandulosa*, CE: *Caesalpinia espinosa*, GM: *Genista monspessulana*.

4.7.2. Preferencia de consumo.

Esta prueba se ejecutó mediante el método directo, se empleó 8 ovejas merino machos de edad uniformes y peso promedio de $61,16 \pm 3,3$ kg, los mismos que fueron ubicados en corrales individuales (ancho 2 m x largo 2,5 m), la metodología de evaluación consistió en dos fases:

Primera Fase: antes de iniciar con este periodo los animales fueron evaluados clínicamente y desparasitados con ivermectina para evitar errores en la investigación por condiciones fisiológicas, seguido, los ovinos entraron a un periodo de adaptación de 7 días y posteriormente 7 días de evaluación.

Segunda Fase: nuevamente fueron sometidos a un periodo de adaptación y evaluación al igual que en la primera fase, con la diferencia que solo se evaluaron 3 plantas que presentaron menor consumo voluntario, con la finalidad de obtener datos del límite máximo que pueden tolerar el consumo de dichas especies sin mostrar signos fisiopatológicos.

Durante el periodo de adaptación los animales consumieron el 3 % de peso vivo (P.V.) en materia seca (MS), donde está incluida la mezcla de *Medicago sativa* y *Ray grass* picado (4400 g) más 100 g de cada leguminosa evaluada en base fresca. Durante la evaluación, las especies forrajeras de crecimiento natural fueron identificadas y recogidas diariamente de las áreas destinadas al proyecto de investigación de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias; en la primera fase, las 6 leguminosas se administraron al mismo tiempo en bandejas individuales a cada ovino, el periodo de evaluación fue de 4 horas siendo desde las 10:50 am hasta las 14:50 pm, de la misma manera se ejecutó en la segunda fase. Para determinar el consumo voluntario de materia seca (MS), materia orgánica (MO), fibra detergente neutra (FDN) y la fibra detergente acida (FDA) de las especies evaluadas, se realizó mediante el método directo (cantidad ofrecida menos cantidad rechazada) (Duncan & Young, 2000).

4.7.3. Degradabilidad ruminal *in situ*.

En esta parte de la investigación se emplearon los bovinos, debido a que estas especies son bastante similar a los ovinos en la composición de la microflora ruminal, sus patrones de fermentación y que nos permite transpolar los datos ya de sea de bovinos a ovinos o viceversa, adicional a esto se aprovechó una de las fortalezas que presenta la Universidad como es los toros fistulados con cánula en el rumen que ayuda en los procesos

investigativos. La degradabilidad se llevó a cabo mediante la metodología de la bolsa de nylon en el rumen descrita por Ørskov, Hovell, & Mould (1980), en la cual se empleó 6 bovinos machos castrados con peso aproximado 450 kg de raza mestizo, provisto de una fistula con cánula en el rumen (Bar Diamond, Parma, Idaho, USA), alimentados con *Medicago sativa*, *Ray grass* y mantenidos en corrales con techos de zinc y piso de cemento. Las muestras previamente fueron secadas, molidas y tamizadas en mallas de acero inoxidable con medidas de 0,1 mm, 0,3 mm y 0,6 mm; las bolsas de nylon (0,42 μ) se identificó, pesó y posteriormente llenadas con las muestras (500 g mínimo y máximo 520 g), una vez selladas se introdujo en bolsas artificial de nylon grandes (140 mm de alto por 90 mm de ancho) provisto de un cordón para mantener en la parte ventral del rumen y facilitar su retirada cuando el caso lo amerite. Se incubó en el rumen mediante las cánulas a las 96, 72, 48, 36, 24, 12 y 6 h. A las 96 h de incubación, las muestras fueron retiradas, adicionadas los de la horas 0 y lavadas con agua fría hasta obtener solo la base del sustrato, finalmente se secó a 60°C hasta obtener peso constante. El residuo se almacenó en fundas plásticas pequeñas para el análisis de MS y MO. La pérdida de los nutrientes fue calculada como una proporción del material inicial incubado y el residual. Para estimar las constantes de degradación los datos se procesaron mediante la ecuación: $Y = a + b(1 - e^{-ct})$ y la degradación efectiva mediante la ecuación: $DE = a + b[(b*c)/(c+k)]$ considerando una tasa de pasaje (k) de 0,02, 0,05 y 0,08% (Ørskov & McDonald, 1979).

4.7.4. Digestibilidad *in vitro*.

La digestibilidad aparente de la materia seca y orgánica se determinó mediante la metodología descrita por Theodorou, Williams, Dhanoa, Mcallan, & France (1994), dónde se emplearon 6 frascos de vidrio (color marrón de 100 ml) por tratamientos, adicional 3 frascos testigos, la mezcla se preparó con 0,5 g de muestra y 60 ml de buffer compuesta de 42 ml de saliva artificial y 18 ml de líquido ruminal, incubada a una temperatura de 38-40°C y constantemente movidos para simular los movimientos ruminales, a las 48 horas de incubación se retiró todos los frascos, se filtró las muestras y el residuo se secó a una

temperatura de 60°C hasta obtener peso constante, y finalmente se obtuvo la materia orgánica al someter los residuo de la muestra en la mufla a 600°C durante 5 horas y posteriormente pesados.

4.7.5. Producción de gases *in vitro*.

La producción de gas *in vitro*, se determinó mediante la metodología descrita por Theodorou et al., (1994), la mezcla se preparó con 0,5 g de muestra y 60 ml buffer compuesta de 42 ml de saliva artificial y 18 ml de líquido ruminal de bovino e incubados en frascos de vidrio (color marrón de 100 ml) herméticamente sellados; la saliva artificial que es a base de bicarbonato, fosfatos, agente reductor, una fuente de nitrógeno, minerales, resarzurina y se formuló un día antes del inicio del experimento en la cual se empleó CO₂ para asegurar un ambiente anaeróbico, el líquido ruminal fue extraído en dos porciones (líquido y solidos), licuado y filtrado 15 minutos antes de la incubación el cual fue manejado constantemente a temperaturas de 39-40°C para evitar la muerte o alteraciones de los microorganismo; durante la incubación los frascos se colocaron en una estufa a 39-40°C y constantemente movidos para simular la fisiología ruminal, el volumen de gas producido fue manualmente medido a las 3, 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 60, 72 y 96 h mediante un transductor de presión (DO 9704, Delta OHM, Italia) y jeringa de plástico. Se evaluaron 6 frascos (repeticiones) por tratamientos, adicionalmente 3 frascos que corresponde a los testigos. El ajuste de datos se ejecutó mediante la ecuación: $ml\ GAS = GV(1+(B/t)C)^{-1}$ descrita por Groot, Cone, Williams, Debersaques, & Lantinga (1996).

4.8. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

El consumo voluntario se procesó mediante el PROC-GLAM-SAS 2009. La degradabilidad *in situ* y producción de gas *in vitro* mediante el programa Prism 4, Graphpad Software, Inc. De San Diego, CA, USA. La comparación de media mediante la prueba de Tukey al 5%.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Consumo voluntario en ovinos.

Los ovinos tuvieron mayor ($P < 0.0001$) consumo voluntario de MS, MO, FDN y FDA en las leguminosas *Acacia melanoxylon* (AM1), *Genista monspessulana* (GM), *Acacia hayesii* (AH) y *Caesalpinia espinosa* (CE), siendo estadísticamente diferente a las demás leguminosas. Con respecto al consumo voluntario por peso metabólico también fue mayor ($P < 0.0001$) en el consumo de MS, MO, FDN y FDA en las leguminosas (AM1), (GM), (AH) y (CE) (Tabla 4).

El consumo voluntario de MS, MO, FDN y FDA se incrementaron en las leguminosas AM1, GM y AH, debido a que estas plantas tienen menor porcentaje de compuestos secundarios (taninos condensados y saponinas) así como se muestra en la tabla 3, pero el nivel de fibra, proteína, degradabilidad y digestibilidad no afectaron el consumo en los ovinos. En el caso de los TC fue el factor principal por su sabor astringente, adicionalmente a esto, tanto las saponinas, taninos condensados y lecitinas disminuye la ingesta de alimento ya que sus metabolitos se unen a los receptores de la saciedad en los centros nervio intensificando la respuesta. Estos datos son consistentes a los reportados por Díaz et al., (2009), que al administrar plantas con mayor contenido de taninos el consumo de alimento se disminuye. Adicionalmente Shewangzaw, A (2016) hace énfasis a que el consumo voluntario se reduce significativamente cuando el contenido de taninos condensados son superiores a 50 g por kg de alimento suministrado, esto debido a la sensación astringente que es causado por la formación de complejos entre taninos y glicoproteínas salivales que incrementan la secreción salival (Paolini, Dorchies, & Hoste, 2003). Y en otro estudio encontramos argumentos similares, que según García et al., (2008), al emplear leguminosas arbustivas con taninos precipitantes de proteínas (TPP) menores al 2,2% y taninos condensados (TC) inferiores al 6,0% no influye negativamente sobre el consumo voluntario de los bovinos y ovinos, pero si tienen efectos beneficiosos.

Tabla 4. Consumo voluntario (g/kg MS y por Peso metabólico del animal) de las leguminosas arbóreas.

Parámetros	Tratamientos						SEM	P
	AM1	AM2	AH	SM	CE	GM		
Consumo Voluntario								
MS	143,0a	84,5ab	129,0a	23,3b	122,5a	130,5a	16,192	<.0001
MO	135,9a	80,2ab	122,6a	21,2b	116,4a	125,3a	15,440	<.0001
FDN	80,4a	13,9cd	48,4b	4,0d	26,9bcd	35,1bc	6,142	<.0001
FDA	54,0a	8,4cd	30,2b	2,9d	17,6bcd	22,0bc	4,058	<.0001
Consumo voluntario PV 0.75								
MS	6,4a	3,8ab	5,9a	1,0b	5,6a	6,0a	0,734	<.0001
MO	6,1a	3,6ab	5,6a	0,9b	5,3a	5,7a	0,700	<.0001
FDN	3,6a	0,6cd	2,24b	0,1d	1,2bcd	1,6bc	0,272	<.0001
FDA	2,4a	0,3cd	1,4b	0,1d	0,8bcd	1,0cb	0,179	<.0001

^{a,b,c,d} Medias con letras distintas entre filas diferentes difieren significativamente ($P < 0.05$). SEM: error estándar de la media. Consumo voluntario PV 0,75: Consumo voluntario por kilo metabólico, AM1: *Acacia melanoxylon*; AM2: *Acacia mearnsii*; AH: *Acacia hayesii*; SM: *Senna muliglandulosa*; CE: *Caesalpinia espinosa*; GM: *Genista monspessulana*; MS: materia seca; MO: materia orgánica; FDN: fibra detergente neutra; FDA: fibra detergente acida.

En la segunda fase, en la que se tomaron tres leguminosas de menor consumo voluntario durante la primera evaluación, se pudo determinar que el mayor ($P < 0.0001$) consumo se dio en la *Acacia mearnsii* (328,0 g/MS/día, 14,9 g/MS/kgPV^{0,75} y 311,6 g/MO/día; 14,9 g/MO/kgPV^{0,75}), mostrando diferencias significativas. Con respecto al consumo voluntario de FDN y FDA las leguminosas con mayor $P < 0.0001$ consumo fue AM2 con promedio de 51,1g/FDN/día; y 32,8a g/FDA/día; algo similar ocurrió en el consumo voluntario por peso metabólico (Tabla 5).

En este caso, el consumo voluntario no disminuyó por la presencia de compuestos secundarios, degradabilidad y digestibilidad, posiblemente a que los animales adaptaron su organismo para reducir los efectos negativos de TC y saponinas, adicionalmente los animales mostraron mayor selectividad tomando en cuenta el nivel de fibra y materia orgánica, algo similar se encontró en investigaciones reportadas por Díaz et al., (2008), en la cual consistían de dos periodos de evaluación y con la utilización de plantas leguminosas que contenían compuestos secundarios; en otro estudio también argumentan que los rumiantes menores han buscado diversos mecanismo para atenuar los efectos adversos de las plantas con mecanismos de defensa (taninos, saponinas, espinas y presencia de pubescencias) y de esta manera aumentar el consumo Díaz et al., (2010). Por

otro lado, el nivel de fibra en el alimento si afectó negativamente, tal es el caso de la SM y CE que su contenido de FNA y FDN son altos comparada con la AM2, por lo que el consumo de estas dos plantas disminuyeron, esto, posiblemente se asocia a que la FDN tiene una relación directa con el efecto del llenado del rumen y con el transito del alimento por tracto gastrointestinal que es más lento.

Tabla 5. Consumo voluntario (g/Kg MS y por Peso metabólico del animal) de las leguminosas arbóreas.

Parámetros	Tratamientos			SEM	P
	AM2	SM	CE		
Consumo Voluntario					
MS	328,0a	17,99b	129,6b	35,346	<.0001
MO	311,a	16,3b	123,1b	33,577	<.0001
FDN	51,1a	3,1c	28,5b	5,563	<.0001
FDA	32,8a	2,2c	18,6b	3,569	<.0001
Consumo voluntario PV0.75					
MS	14,9a	0,8b	5,9b	1,611	<.0001
MO	14,1a	0,7b	5,6b	1,531	<.0001
FDN	2,3a	0,14c	1,3b	0,254	<.0001
FDA	1,4a	0,10c	0,8b	0,162	<.0001

^{a,b,c} Medias con letras distintas entre filas diferentes difieren significativamente (P<0.05); SEM: error estándar de la media. AM2: *Acacia mearnsii*; SM: *Senna muliglandulosa*; CE: *Caesalpinia espinosa*; MS: materia seca; MO: materia orgánica; FDN: fibra detergente neutra; FDA: fibra detergente acida.

5.2. Degradabilidad ruminal *in situ*.

Los resultados respecto a la cinética de degradación ruminal *in situ* de la MS, podemos observar en la tabla 6, se determinaron el efecto del líquido ruminal de los bovinos alimentados con pastos de la zona (*Ray grass* y *Medicago sativa*) sobre las seis plantas incubadas *in situ*, obteniendo diferencias significativas de degradación ruminal en su fracción A, la cual representa la fracción soluble de las plantas, se observa que la leguminosa *Senna muliglandulosa* (SM) presenta una mayor degradación con un porcentaje de 56,3%, seguida de la *Caesalpinia espinosa* (CE) con un 48,4%, pero estadísticamente todas las plantas difieren significativamente (P<.0001). En cuanto de la fracción B (fracción insoluble pero potencialmente degradable y determinante del tiempo de colonización de las bacterias), todas las leguminosas difieren en su degradación

($P < .0001$), la *Acacia mearnsii* (AM2) con 47,2% rango superior, seguido de la *Genista monspessulana* (GM) con el 41,6% respectivamente. En la fracción C (tasa de degradabilidad en porcentaje por hora) también difieren significativamente las leguminosas ($P < .0001$), a excepción de la SM con la GM, pero con un rango mayor de 0,105% de degradabilidad la SM, seguida de la GM con un 0,082%. En cuanto a la degradación ruminal efectiva de la MS (K , $0,08 \text{ h}^{-1}$, $0,05 \text{ h}^{-1}$, $0,02 \text{ h}^{-1}$), valores obtenidos presentaron una degradación efectiva significativa ($P < .0001$).

Con respecto a la degradabilidad ruminal *in situ* de la materia orgánica, en la fracción A difieren significativamente las leguminosas ($P < .0001$), la SM presenta un rango mayor con 54,6% de degradabilidad, precedida de la CE con un 47,5% y con el menor porcentaje la planta *Acacia melanoxylon* (AM1) 23,6%. Los resultados en la degradabilidad ruminal efectiva de la MO (K , $0,08 \text{ h}^{-1}$, $0,05 \text{ h}^{-1}$, $0,02 \text{ h}^{-1}$) difieren significativamente todas las plantas ($P < .0001$), de la misma manera que en el caso de la materia seca, la SM lidera con el valor mayor (86,5; 80,0 y 75,8%).

En base a los resultados obtenidos, puedo argumentar que la degradabilidad ruminal *in situ* está influenciado por el nivel de fibra de las leguminosas, ya que en el caso de la AM1 su nivel de FDN y FDA son elevados (tabla 3) y su porcentaje de degradabilidad es inferior (tabla 6), posiblemente se debe a que las paredes celulares son más resistentes a la acción de las enzimas celulíticas y liberan menor cantidad de nitrógeno adherido, lo cual beneficia el crecimiento de microorganismo, en este caso como existe menos nitrógenos las bacterias no logran multiplicarse para alcanzar una población considerable y de esta forma se prolongando el tiempo de degradación y siendo menos eficiente la degradabilidad, por lo que, concuerdo con lo reportado por Bonilla et al., (2012), que mientras el alimento empleados en la dieta de los rumiantes es más fibroso, menor es la degradabilidad, y de la misma manera está acorde a lo citado por Roa M & Muñoz J (2012), que la degradabilidad de las leguminosas está influenciado principalmente por el porcentaje de fibra del alimento y la eficiencia de las bacterias ruminales para degradar. Por otro lado el nivel de compuestos secundarios (TC) no afectó en la degradabilidad, ya que la AM2 mostro los TC un 15,64% superior al promedio de las cinco leguminosas

restantes y su porcentaje de degradabilidad no es muy bajo comparado con las plantas que tienen alto nivel de fibra.

Tabla 6. Degradabilidad *in situ* de las leguminosas arbóreas.

Parámetros	Tratamientos						ESM	Valor P
	AM1	AM2	AH	SM	CE	GM		
% degradabilidad MS								
A	25.1e	41,7c	30,3d	56,3a	48,4b	47,8b	0.863	<.0001
B	10,3d	47,2a	37,4bc	37,2bc	30,6c	41,6ab	1,589	<.0001
C	0,027b	0,023b	0,009b	0,105a	0,020b	0,082a	0,007	<.0001
A+B	35,417d	88,917a	67,817c	93,533a	79,13b	89,500a	1,393	<.0001
DE 2k	30,89f	66,9c	41,3e	87,0a	63,6d	80,9b	0,496	<.0001
DE 5k	28,6e	56,5c	35,7d	80,8a	57,1c	73,2b	0,752	<.0001
DE 8k	27,6e	52,2c	33,9d	76,8a	54,5c	68,5b	0,833	<.0001
% degradabilidad MO								
A	23,6e	46,9b	28,7d	54,6a	47,5b	46,9b	0,912	<.0001
B	11,4d	48,7a	39,3b	38,8b	31,3c	42,2ab	1,573	<.0001
C	0,026b	0,023b	0,008b	0,104a	0,021b	0,081a	0,007	<.0001
A+B	34,9d	88,8a	68,0c	93,3a	78,8b	89,2a	1,338	<.0001
DE 2k	29,7f	66,2c	40,1e	86,5a	63,6d	80,4b	0,515	<.0001
DE 5k	27,3e	55,5c	34,3d	80,0a	56,8c	72,6b	0,788	<.0001
DE 8k	26,3e	51,0c	32,4d	75,8a	54,1c	67,9b	0,874	<.0001

^{a,b,c,d,e,f} Medias con letras distintas entre filas diferentes difieren significativamente (P<0.05). ESM: error estándar de la media. **A**: fracción soluble, **B**: fracción insoluble pero potencialmente degradable, **c**: tasa de degradabilidad en porcentaje por hora. DE: degradabilidad efectiva; K: Tasa de pasaje; AM1: *Acacia melanoxylon*; AM2: *Acacia mearnsii*; AH: *Acacia hayesii*; SM: *Senna muliglandulosa*; CE: *Caesalpinia espinosa*; GM: *Genista monspessulana*.

5.3. Digestibilidad aparente de los nutrientes *in vitro*.

La digestibilidad aparente de la materia seca y materia orgánica mostró diferencias significativas entre las plantas (P<.0001), a excepción de las plantas (GM) y (SM) que son estadísticamente iguales. En el caso de la materia seca, la *Genista monspessulana* (GM) presentó un porcentaje mayor de digestibilidad (63,76%), seguida de la *Senna muliglandulosa* (SM) con 63,32%, estos rangos no comparte con la mayoría de los tratamientos empleados en la investigación. En caso de la digestibilidad aparente de la materia orgánica, la SM mostró el porcentaje mayor con el 69,05%, seguida de la GM con un 65,76%, las demás mostraron niveles menores de digestibilidad (tabla 7).

En cuanto a la digestibilidad aparente de la MS y MO se ve influenciado por el nivel de fibra que posee las plantas utilizadas en la alimentación de los ovinos, es por ellos que las leguminosas como *Genista monspessulana* y *Senna muliglandulosa* con niveles de fibras inferiores (tabla 3) manifestaron un porcentaje superior de digestibilidad, posiblemente debido a que los microorganismos ruminales logran obtener mayor nutrientes (energía y nitrógeno) en menos tiempos, llevándolos a replicarse rápidamente y produciendo mayor cantidad de enzimas encargadas de llevar el proceso de digestivo, por lo que estos datos son consistentes a los datos reportado por (Bonilla et al., 2012), a menor nivel de fibra mayor es la digestibilidad. También el contenido de MO de estas plantas son inferiores como se muestra en la tabla 3, por lo que la digestibilidad de la MS y MO está estrechamente relacionada con el porcentaje de MO que tiene las plantas, esto se debe posiblemente a que las estructuras celulares están reforzadas y las enzimas de origen bacteriano no pueden ejercer su acción, algo similar García et al., (2008) mencionan que, la digestibilidad de la materia orgánica está relacionado con la digestibilidad de la materia seca y la cantidad de materia orgánica que dispone el alimento. Adicionalmente la producción de gas está estrechamente relacionado con la cantidad de MO fermentable en el rumen según Moss et al. (2000) donde la producción de metano también es mayor en los alimentos con alto nivel de fibra posiblemente debido a que la fibra le brinda un ambiente confortable en la replicación de microorganismo.

Tabla 7. Digestibilidad aparente *in vitro* de las leguminosas arbóreas.

Parámetros	Tratamientos						SEM	P
	AM1	AM2	AH	SM	CE	GM		
DIVMS%	22,26d	30,52c	18,94d	63,32a	41,33b	63,76 ^a	1,236	<.0001
DIVMO%	22,38d	36,67c	22,13d	69,05a	45,87b	65,76 ^a	1,130	<.0001

^{a,b,c,d} Medias con letras distintas entre filas diferentes difieren significativamente (P<0.05). ESM: error estándar de la media. DIVMS%: digestibilidad *in vitro* de materia seca, DIVMO%: digestibilidad *in vitro* de materia orgánica. AM1: *Acacia melanoxylon*; AM2: *Acacia mearnsii*; AH: *Acacia hayesii*; SM: *Senna muliglandulosa*; CE: *Caesalpinia espinosa*; GM: *Genista monspessulana*.

5.4. Producción de gas *in vitro*.

En la tabla 8 se muestra la cinética de producción de gas (PG) (ml/0,5g MS fermentada). La PG fue mayor ($P<.0001$) en las leguminosas AM1 y CE. La asíntota de gas (B1) y la velocidad de producción de gas (C1) también se mostraron diferencias entre las plantas ($P<.0001$). Con respecto a las horas de producción de gas entre la hora 3 y la hora 24 se observó diferencias entre las leguminosas ($P<.0001$), sido mayor la AH (220,55 ml/0,5g MS/F). Sin embargo, a partir de la hora 48 hasta el final de la incubación hora 96, se observó que las leguminosas con mayor ($P<.0001$) producción de gas fueron AM1 (372,16 ml/0,5g MS/F) y (CE 364,02 ml/0,5g MS/F).

La producción de gas está asociado a la cantidad de FDN, FDA y MO que posee las plantas, ya que, la AM1, AH y CE a la hora 96 presentaron mayor ($P<.0001$) producción de gas y su nivel de fibras y MO son superiores (Tabla 2), esto posiblemente se debe a que la fibra brinda un ambiente confortable a los microorganismos, tanto a nivel del pH ruminal manteniéndoles en rango cercanos a 5,5, adicionalmente a esto, la fibra aporta con energía y nutrientes necesario para la replicación de microorganismos. Por lo que estos resultados son similares a los reportados por Bonilla et al. (2012), que al incrementar la fibra en la alimentación de los rumiantes, la producción de gas, metano se incrementan significativamente. Y de la misma manera en otra investigación García et al., (2008) acotan que la digestibilidad y producción de gas está estrechamente relacionado con la digestibilidad de la MO y la cantidad de fibra.

Por otro lado, estas plantas (AM1, AH y CE) incrementaron el porcentaje en la producción de gas, debido a su nivel mínimo de compuestos secundarios (taninos condensados y saponinas) (Tabla 2), posiblemente a que las saponinas tienen efecto anti protozoarios metanogénicos, el cual se atribuye al enlace de las saponinas con el colesterol de la membrana celular del protozoario causando lisis y muerte celular, reduciendo de esta forma la producción de gases (metano) Armando et al., (2013), y en el caso de los taninos condensados debido a que reducen la formación de hidrogeno ruminal que son empleados por los microorganismos para el proceso de la metanogénesis Tavendale (2005) citado por Armando et al. (2013).

Tabla 8. Parámetros de producción de gas *in vitro* (mL/0,5 g MS F) con las leguminosas arbóreas.

Parámetros	Tratamientos						ESM	Valor P
	AM1	AM2	AH	SM	CE	GM		
Producción de gas mL/0,5 g MS F								
PG	766,78a	446,38c	484,93c	361,83d	553,13ab	430,38c	8,74	<.0001
B1	103,55a	34,34b	31,72bc	17,56c	34,34b	36,50b	3,36	<.0001
C1	1,10a	0,90b	0,72c	1,10 ^a	0,90b	093b	0,11	<.0001
Horas de producción de gas <i>in vitro</i>								
3	65,72a	48,66b	70,41a	47,06b	50,82b	40,87c	1,11	<.0001
6	101,43b	76,54c	111,51a	83,14c	78,68c	67,66d	1,65	<.0001
9	126,73b	102,09d	143,25a	115,67c	103,11d	91,29e	1,97	<.0001
12	146,18b	123,43c	164,26a	143,49b	122,25c	111,48d	2,33	<.0001
18	182,46b	155,86c	196,39a	185,00ab	151,87c	144,48c	3,09	<.0001
24	207,65a	186,08b	220,55a	213,69a	176,42b	176,00b	3,62	<.0001
36	251,40a	228,23bc	248,66a	246,45ab	216,90c	212,18c	4,38	<.0001
48	291,91a	261,13bc	274,24ab	272,02ab	273,63ab	243,09c	4,85	<.0001
60	319,18a	280,89cd	294,49bc	288,74cd	308,51ab	266,89d	5,16	<.0001
72	342,43a	297,16cd	314,50bc	301,26cd	334,96ab	284,84d	5,43	<.0001
96	372,16a	315,81bc	337,20b	312,48bc	364,02a	302,87c	5,80	<.0001

^{a,b,c,d,e,f} Medias con letras distintas entre filas diferentes difieren significativamente (P<0.05). ESM: error estándar de la media. GV, B1 y C1 son parámetros de la ecuación ml gas= GV(1+(B/t)C)-1. AM1: *Acacia melanoxylon*; AM2: *Acacia mearnsii*; AH: *Acacia hayesii*; SM: *Senna muliglandulosa*; CE: *Caesalpinia spinosa*; GM: *Genista monspessulana*.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y BIBLIOGRAFÍAS

6.1. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de esta investigación puedo concluir que, las leguminosas arbóreas como *Acacia melanoxylon*, *Acacia hayesii*, *Genista monspessulana* son una buena alternativa para incorporar en las dietas de los ovinos, ya que presenta excelente consumo voluntario, nivel de proteína y fibra alto, que al ser suministrado en cantidades adecuadas los animales no presentan alteraciones fisiológicas negativas.

Se determinó la digestibilidad y producción de gas *in vitro*, en la que, la *Genista monspessulana* presentó el mayor porcentaje de digestibilidad 63,76%, mientras tanto que la producción de gas con el valor superior se encontró en la *Acacia melanoxylon* y finalmente la degradabilidad *in situ*, el porcentaje superior se manifestó en *Senna multiglandulosa*.

6.2. RECOMENDACIONES

Incorporar en la dieta de ovinos las leguminosas arbóreas (*Acacia melanoxylon*, *Acacia hayesii*, *Genista monspessulana*) como una alternativa para mejorar la producción, ya que aporta altos niveles de nutrientes, excelente consumo voluntario, pero no exceder del 22,59% en la primera planta, 20,3% en la segunda y 20,6% para la *Genista monspessulana* de la ración total, datos que fueron obtenidos del consumo voluntario durante el experimento, esto debido a que poseen compuestos secundarios que podrían causar efectos negativos en los animales.

6.3. BIBLIOGRAFÍAS

- Aguirre, Z., Kvist, L., & Sánchez, O. (2006a). Bosques secos en Ecuador y su diversidad. *Botánica Económica de Los Andes Centrales*, (8), 162–187. Retrieved from [http://beisa.dk/Publications/BEISA Book pdfer/Capitulo 11.pdf](http://beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2011.pdf)
- Aguirre, Z., Kvist, L., & Sánchez, O. (2006b). Bosques secos en Ecuador y sus plantas útiles. *Botánica Económica de Los Andes Centrales*, 188–204.
- ARCE, M. (2001). EL GÉNERO ACACIA (LEGUMINOSAE, MIMOSOIDEAE) EN EL ESTADO DE OAXACA, MÉXICO, 58. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55658206>
- Armando, J., Cárdenas, B., & Lemus, C. (2013). AG-007 Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático . Revisión Enteric methane emission by ruminants and its contribution to global climate change . Review. *Revista Mexicana Ciencias Pecuarias*, 3(2), 215–246. Retrieved from <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v3n2/v3n2a6.pdf>
- Barneby. (1982). 8.4. senna multiglandulosa, 35(1), 2762.
- Barros, L., Carvalho, A. M., & Ferreira, I. C. F. R. (2010). Leaves, flowers, immature fruits and leafy flowered stems of *Malva sylvestris*: A comparative study of the nutraceutical potential and composition. *Food and Chemical Toxicology*, 48(6), 1466–1472. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.03.012>
- Barros-RodríguezA, D, F. J. Solorio-SánchezA, C. A. Sandoval-CastroA, D, A. M. M. AhmedA, C, R. Rojas-HerreraB, E. G. B.-P. and J. C. K.-V., & A. (2014). Effect of intake of diets containing tannins and saponins on in vitro gas production and sheep performance, 1486–1489.
- Biológica, F. (2011). *Acacia melanoxylon*, 2011.
- Bochi-Brum, O., Carro, M. D., Valdés, C., S, G., & López, J. S. (1999). Digestibilidad in vitro de forrajes y concentrados: Efecto de la ración de los animales donantes de líquido ruminal. *Arc.Zootec.*, 48(Div), 51–61.

- Bonilla, J. ., Lemus, C., Martin., M., Víctor González, & Carmenatti Julio. (2012). Fermentación ruminal, digestibilidad y producción de metano en ovinos alimentados con cuatro niveles de rastrojo de maíz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15(3), 499–509.
- Borrero, L. Collazos, L. (2014). PREFERENCIA BOVINA DE ESPECIES ARBUSTIVAS FORRAJERAS EN EL PIEDEMONTE LLANERO, 45. Retrieved from <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/17683/T13.14B648p.pdf?sequence=1>
- Botero, R., & Russo, R. (2010). Utilización de arboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. *Agroforestería Para La Producción Animal En Latinoamérica*, 121–143. Retrieved from www.fao.org/ag/aga/AGAP/frg/AGROFOR1/Botero8.htm
- Brown, R. (n.d.). LXXXVIII. LEGUMINOSAE – ACACIEAE 1. Acacia 11.
- Castellaro, G., Agr, G. I., Orellana, C., Agr, M. I., Pablo, J., & Ingeniero, E. C. (2015). MANUAL BÁSICO DE NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DE GANADO, 56. Retrieved from <http://ficovino.agronomia.uchile.cl/wp-content/uploads/2016/01/Manual-Básico-de-Nutrición-y-Alimentación-Ovina.pdf>
- Cesa, A., & Barra, R. D. E. L. A. (2015). Relación planta-animal en ovinos a pastoreo, (64). Retrieved from <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2016/01/INFORMATIVO-157-INIA-Remehue.pdf>
- Corrales, L. C., Antolínez, D., Bohórquez, J., & Corredor, A. (2015). Bacterias anaerobias : procesos que realizan y contribuyen a la sostenibilidad de la vida en el planeta. *Nova*, 13 (23), 55–81. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v13n24/v13n24a06.pdf>
- Díaz, A; Torres, A; Castro, S. (2008). Is goats ' preference of forage trees affected by their tannin or fiber content when offered in cafeteria experiments ?, *141*, 36–48. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.04.009>
- Díaz, M., Torres, J. F. J., & Sandoval-castro, C. A. (2009). *Animal Feed Science and*

- Technology Sheep preference for different tanniniferous tree fodders and its relationship with in vitro gas production and digestibility, *151*, 75–85. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2008.12.002>
- Díaz, E., Giménez, I., Borges, G. E. N., & Almao, R. (2014). Preservado en melaza de caña de azúcar Nutritional characterization of Acacia macracantha foliage preserved in sugar cane molasses *Materiales y Métodos Resultados y Discusión*, *22*, 79–82.
- Díaz, Castro, Sandoval, C. Torres, A. Hoste, H. (2010). Tannins in tropical tree fodders fed to small ruminants : A friendly foe ? & . *Small Ruminant Research*, *89*(2–3), 165–174. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.12.040>
- Duncan, A. J., & Young, S. A. (2000). Can goats learn about foods through conditioned food aversions and preferences when multiple food options are simultaneously available ? *1*, 2091–2098. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12211377>
- Egea, A. V, Allegretti, L. I., Lama, S. A. P., Grilli, D., Fucili, M., Guevara, J. C., & Villalba, J. J. (2016). Ac ce p te d t. *Animal Feed Science and Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.02.021>
- Elena, L., & Varón, S. (2011). Las dietas en las emisiones de metano durante el proceso de rumia en sistemas de producción bovina Diets in methane emissions during rumination process in ca le production systems. *Revista de Investigación Agraria Y Ambiental*, *2*(1), 55–64.
- García, D. E., Medina, M. G., Cova, L. J., Soca, M., Pizzani, P., & Baldizán, A. (2008). Aceptabilidad de follajes arbóreos tropicales por vacunos, ovinos y caprinos en el estado Trujillo , Venezuela *26*(3), 191–196.
- Garnier, J. P. (2010). Análisis del mercado mundial de la carne de ovino. *Eurocarne*, *184*, 115–122. Retrieved from <http://listas.eurocarne.com/boletin/imagenes/18409.pdf>
- Geerts, S., Botha, P. W., Visser, V., Richardson, D. M., & Wilson, J. R. U. (2013). Montpellier broom (*Genista monspessulana*) and Spanish broom (*Spartium junceum*) in South Africa: An assessment of invasiveness and options for management. *South*

- African Journal of Botany*, 87, 134–145. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2013.03.019>
- Groot, J. C. J., Cone, J. W., Williams, B. A., Debersaques, F. M. A., & Lantinga, E. A. (1996). Multiphasic analysis of gas production kinetics for in vitro fermentation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 64(1), 77–89. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(96\)01012-7](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(96)01012-7)
- Gutiérrez, O., & Savón, L. (2001). Aspectos bioquímicos y fisiológicos de la Nutrición Animal, 1–281.
- Haro, J. (2002). Consumo Voluntario de Forraje por Rumiantes en Pastoreo. *Acta Universitaria*, 12(2), 48–57.
- INEC-ESPAC. (2009). Encuesta de Producción Agropecuaria Continua. Retrieved from <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-produccion-agropecuaria-continua/>
- INEC-ESPAC. (2014). Encuesta de Producción Agropecuaria Continua. Retrieved from <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-produccion-agropecuaria-continua/>
- Jaurena, G., & Wawrzkievicz, M. (2013). Evaluación de forrajes y alimentos Guía de procedimientos analíticos, 1–62.
- Join, E. (2017). *Genista monspessulana*. *Eol.Org*, 25–27. Retrieved from [http://eol.org/Genista monspessulanus](http://eol.org/Genista_monspessulanus)
- MAE. (2012). Bosques Secos. *Bosques Secos En Ecuador Y Su Diversidad*, 162–187. Retrieved from <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Bosques-Secos4.pdf>
- Medellín, J. R. A. (2005). *Ovis aries* (doméstica) Linnaeus , 1758 Información general Información taxonómica Medidas Distribución Original, 1–7.
- Moss, A., Pierre, j., newbold, j. (2000). Methane production by ruminants: its contribution to global warming. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.153.2162&rep=rep1&type=pdf>
- Narváez, A., Calvo, A., & Troya, A. M. (2009). Las poblaciones naturales de la tara

- (*Caesalpinia spinosa*) en el Ecuador: una aproximación al conocimiento de la diversidad genética y el contenido de tanino a través de estudios moleculares y bioquímicos. Retrieved from <http://www.asocam.org/biblioteca/files/original/5e0c5545065d8fca9741ed9ef4923e84.pdf>
- Ørskov, E. R., & McDonald, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *The Journal of Agricultural Science*, 92(2), 499. <https://doi.org/10.1017/S0021859600063048>
- Ørskov, F. D. D. H. & F. M. R. (1980). THE USE OF THE NYLON BAG TECHNIQUE FOR THE EVALUATION OF FEEDSTUFFS 1 E R Ørskov, F D DeB Hovell & F Mould, 195–213. Retrieved from http://www.cipav.org.co/TAP/TAP/TAP53/53_1.pdf
- Paolini, V., Dorchie, P., & Hoste, H. (2003). Effects of sainfoin hay on gastrointestinal nematode infections in goats, (1990), 246–248.
- Pinto, R; Gómez, R; Martínez, B; Hernández, A; Medina, F; Ortega, L; Ramírez, L. (2004). Especies forrajeras utilizadas bajo silvo-pastoreo en el centro de Chiapas. *Av.en Inv.Agropecuaria*, 8(2), 1–11. Retrieved from <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=b49902f1-fc21-4717-b86e-57cf0de69998@sessionmgr4001&vid=1&hid=4114>
- Ramos, G., Frutos, P., Giráldez, F. J., & Mantecón, a R. (1998). Los compuestos secundarios de las plantas en la nutrición de los herbívoros. *Arch. Zootec*, 47, 597–620.
- Roa, M., & Muñoz, Javier, . (2012). Evaluación de la degradabilidad in situ en bovinos suplementados con cuatro especies arbóreas. *Revista MVZ Cordoba*, 17(1), 2900–2907.
- Rodríguez, J., & Elizondo, J. (2012). Consumo, calidad nutricional y digestibilidad aparente de morera (*Morus alba*) y pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en cabras. *Agronomia Costarricense*, 36(1), 13–23. Retrieved from

<http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/9951/9363>

Rodriguez Carias, A. A., & Valencia Chin, E. (2007). El estómago del pequeño rumiante. *Ruminantia*, 3(2), 2–5. Retrieved from <http://www.uprm.edu/ciag/inpe/ruminantia/ruminantia3-2-2007.pdf>

Romero, O. (2013). Alimentación y nutrición en los ovinos, 23–40. Retrieved from <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR38521.pdf>

Saavedra, E; Rodriguez, M. (n.d.). Epoca de cor, diges, de la *Leucaena leucocephala*, 9, 10. Retrieved from http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Vol9_rev2_año87_art3.pdf

Sanchez, L. (2011). *Caesalpinia spinosa*, 44(1863), 2011.

SEED LEAFTLET. (s. f.). *Acacia mearnsii*. Recuperado de <http://sl.ku.dk/rapporter/seed-leaflets/filer/acacia-mearnsii-4.pdf>

Shewangzaw, A. (2016). Effect of Dietary Tannin Source Feeds on Ruminal Fermentation and Production of Cattle; a Review. *Online J. Anim. Feed Res. Scienceline/Journal Online Journal of Animal and Feed Research*, 6(2), 45–56. Retrieved from <http://www.science-line.com/index/;http://www.ojafr.ir>

Tarazona, A. M., Ceballos, M. C., Naranjo, J. F., & Cuartas, C. A. (2012). Factores que afectan el comportamiento de consumo y selectividad de forrajes en rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25(3), 473–487.

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, 185–197.

UNAN (s. f.). Recuperado de http://biologia.fciencias.unam.mx/plantasvasculares/ArbolesArbustosFCiencias/Angiospermas/senna_multiglandulosa.html

Vizcarra, R., Lasso, R., & Tapia, D. (2015). La Leche del Ecuador. *Centro De La Industria*

Láctea Del Ecuador, 183. Retrieved from http://www.pichincha.gob.ec/phocadownload/publicaciones/la_leche_del_ecuador.pdf

Wang, C. J., Wang, S. P., & Zhou, H. (2009). Influences of flavomycin, ropadiar, and saponin on nutrient digestibility, rumen fermentation, and methane emission from sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 148(2–4), 157–166. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2008.03.008>

6.4. ANEXOS

Anexo 1. Preferencia de consumo en ovinos (*Ovis aries*).



Recolección de leguminosas.



Picado de pasto.



Aporte de alimento pesado.



Periodo de adaptación



Periodo de evaluación.



Periodo de evaluación.

Anexo 2. Degradabilidad *in situ* de las leguminosas arbóreas.



Pesaje de bolsa de Nylon.



Identificación, llenado con la muestra.



Retirada y lavada de las muestras.



Obtención de MS de la muestra.



Obtención de MS de la muestra.



Obtención de MO de la muestra.

Anexo 3. Digestibilidad aparente *in vitro* de las leguminosas arbóreas.



Identificación y llenado con la muestra. Preparación de saliva y liquido R.



Sellado de los frascos.



Incubación de las muestras.



Filtrado de la muestra.



Obtención de MO de la muestra.

Anexo 4. Producción de gas *in vitro*.



Identificación y llenado con la muestra. Preparación de saliva artificial.



Preparación de saliva y líquido R.



Sellado de los frascos.



Incubación de las muestras.



Medición de gases.

Anexo 5. Pesos de los ovinos (*Ovis aries*).

Identificación de los animales	Peso en kilogramos	Peso Metabólico
1	59,8	21,504
2	62,2	22,148
3	64,7	22,813
4	59,1	21,315
5	62,7	22,282
6	56,7	20,663
7	57,9	20,990
8	66,2	23,208

CAPÍTULO VII

PROPUESTA

Incorporar las leguminosas arbóreas (*Acacia melanoxylon*, *Acacia hayesii*, *Genista monspessulana*) y evaluar el comportamiento productivo de los ovinos (*Ovis aries*).

7.1. DATOS INFORMATIVOS

En la presente propuesta, las instituciones involucradas será la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, los pequeños y grandes productores dedicados a la crianza de rumiantes menores (ovinos) de la provincia de Tungurahua.

7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Los ovinos en nuestro país ha constituido un medio de ingreso para los pequeños productores y la alimentación de estos ganados, comúnmente hasta la actualidad se basa en un sistema de pastoreo, el cual dichas áreas se ven reducidos por el aumento de la población humana que día a día se van extendiendo, adicionalmente, al incremento de la demanda de carne y leche de origen animal en especial proveniente de los bovinos. Esto ha ocasionado una reducción notable del 17,75 % de los ovinos, comparando datos del 2009 al 2014 reportados por el INEC-ESPAC (2014).

Estos factores mencionados anteriormente, y sumado a que los alimentos que se suministra comúnmente son de origen tradicional, por lo que su aporte nutricional es deficiente, esto, hacen que la conversión alimenticia y ganancia de peso sean bajos llevando a una producción no eficaz de los ovinos. Para lo cual es una buena alternativa

la utilización de leguminosas arbustivas como es caso de *Acacia melanoxylon*, *Acacia hayesii*, y *Genista monspessulana* en la alimentación de esta especie, de esta forma aprovechando de la mejor manera los recursos naturales que hay a disponibilidad en nuestro medio.

7.3. JUSTIFICACIÓN

La inclusión de las leguminosas arbóreas en la alimentación de los ovinos, puede ayudar a reducir el conflicto nutricional de los rumiantes, al utilizar eficientemente los recursos vegetales de la zona evitando la erosión de los suelos por el sobrepastoreo y manteniendo las áreas protegidas intactas.

Adicionalmente podría incrementar la conversión alimenticia y reducir los costos de producción, al emplear alimentos con mejor calidad de nutrientes, con un excelente consumo voluntario y leguminosas arbóreas con compuestos secundarios en cantidades adecuadas que, según Shewangzaw, A (2016) taninos condensados menores de 50g/kg de alimento ayuda a la formación de proteína sobrepasante, disminuye la parasitosis, evitando el timpanismo y aumentando la longevidad y el tiempo de vida productivo de sus propiedades antioxidantes.

Por lo que se sugiere adicionar en la alimentación porcentajes no mayor al 22,59% en el caso de la *Acacia melanoxylon*, 20,3% en la *Acacia hayesii*, y 20,6% en la *Genista monspessulana*, ya que son datos del consumo voluntario durante la evaluación y de esta forma se evitara problemas en los animales por efectos de los compuestos secundarios. Por lo que se justifica el uso de leguminosas arbóreas para mejorar la producción de los ovinos.

7.4. OBJEVIOS

7.4.1. Objetivo general

Incorporar las leguminosas arbóreas (*Acacia melanoxylon*, *Acacia hayesii*, *Genista monspessulana*) y evaluar el comportamiento productivo de los ovinos (*Ovis aries*).

7.4.2. Objetivos específicos

- Incorporar las leguminosas arbóreas (*Acacia melanoxylon*, *Acacia hayesii*, *Genista monspessulana*) y evaluar la conversión alimenticia y ganancia de peso en ovinos.
- Determinar la relación costo beneficio del empleo de las leguminosas arbóreas (*Acacia melanoxylon*, *Acacia hayesii*, *Genista monspessulana*) en la alimentación de los ovinos.

7.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Este proyecto es totalmente factible tanto ambiental, económico y social, ya que se pretende utilizar árboles y arbustos existentes en las zona, con excelentes propiedades nutricionales, que muchas de las veces son desaprovechados por los productores de rumiantes, esto reduciría el costo de producción al ser eficiente en la utilización de los recursos naturales, evitaría la erosión de los suelos al dejar de emplear a los rumiantes menores como ramoneadoras después del pastoreo de los bovinos, adicionalmente se alimentaría adecuadamente a los ovinos sin poner en conflicto con el ser humano y mucho menos con otras especies como son los ganados bovinos que requieren de grandes extensiones de terreno para su pastoreo.

7.6. FUNDAMENTACIÓN

La demanda de los productos de origen animal, en especial, la carne y leche se ha venido incrementando día a día con el aumento poblacional de las personas, es ahí que la alimentación de los rumiantes en especial de los ovinos se ha visto afectado, debido a las reducidas áreas designadas para el pastoreo, balanceados que aportan con los nutrientes necesarios para los requerimientos son costosos y que, muchas de las veces siendo la necesidad llevan a extenderse sobre las áreas protegidas como son las reservas biológicas.

Por lo cual, es necesario y urgente desarrollar alternativas, tecnologías que ayuden a los ganaderos a producir eficientemente, mediante el uso de las leguminosas arbóreas de la zona, que antiguamente lo han venido empleando pero de una forma tradicional sin las mejorías necesarias y siendo poco eficiente en los resultados. En este contexto, el empleo de las leguminosas arbustivas en la alimentación de los rumiantes menores es una alternativa para mitigar los conflictos y por ende mejorar su producción.

7.7. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO

Para la incorporación de las leguminosas arbóreas en la alimentación de los ovinos, ya sea de una manera fresca (forraje verde) o formulando una dieta balanceada es muy importante tomar en cuenta los límites de inclusión de estas especies, así tenemos los siguientes. Para la *Acacia melanoxylon* un 22,59%, *Acacia hayesii* un 20,3% y *Genista monspessulana* de un 20,6%, estos datos fueron obtenidos durante la evaluación de este proyecto, y que me permite darles a conocer a los productores de ovinos, que, al utilizar en rangos inferiores a lo mencionado anteriormente los animales no presentan alteraciones negativas (disminución del consumo voluntarios, intoxicación y pérdida de peso. En la inclusión de estas especies arbóreas en base fresca, se debe tomar en cuenta el consumo total del animal, pesar tanto la leguminosa y la mezcla de los forrajes distribuyendo adecuadamente de acuerdo a su porcentaje. Y para incluir en las dietas balanceadas respetar los niveles de inclusión al momento de formular la dieta.

En la evaluación de la ganancia de peso, aplicar el método directo que consiste, tomar el peso inicial de los ovinos previos a ser alimentados y posteriormente tomar el peso final, verificando la cantidad de la ganancia de peso obtenido.

Para conocer la conversión alimenticia de los ovinos mediante la alimentación de las leguminosas mencionadas, es importante que lo realice mediante una estimación matemática que consiste de alimento consumido dividido para los gramos de peso ganado.

Y finalmente para la estimulación de los costos de producción, registrar todos los ingresos, egresos obtenidos y hacer un balance.

7.8. ADMINISTRACIÓN

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

7.9. 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.