

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



EFFECTO DE LA *Acacia melanoxylon* EN DIFERENTES NIVELES MÁS
ENZIMAS FIBROLÍTICAS SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y
DIGESTIBILIDAD EN OVINOS.

Trabajo de investigación previo a la obtención del grado de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

AUTOR

ALEX ENRIQUE ABARCA CABRERA

TUTOR:

ING. GONZALO ARAGADVAY

Ambato – Ecuador

2022

Cevallos, 01 de agosto del 2022

APROBACIÓN DEL TUTOR

“EFECTO DE LA *Acacia melanoxyton* EN DIFERENTES NIVELES MÁS ENZIMAS FIBROLÍTICAS SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y DIGESTIBILIDAD EN OVINOS”

REVISADO POR:



ING. GONZALO ARAGADVAY

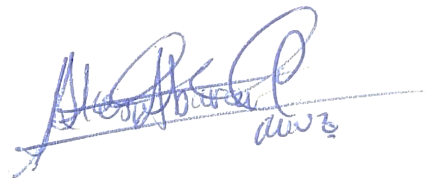
TUTOR TRABAJO TITULACIÓN

DERECHOS DE AUTOR:

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “**EFFECTO DE LA *Acacia melanoxylon* EN DIFERENTES NIVELES MÁS ENZIMAS FIBROLÍTICAS SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y DIGESTIBILIDAD EN OVINOS**” como uno de los requisitos previos para la 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.



.....
ALEX ENRIQUE ABARCA CABRERA

C.I: 2300531916

PÁGINA DE AUTORIA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

“ALEX ENRIQUE ABARCA CABRERA” portador de la cédula de identidad número: **2300531916**, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: **“EFECTO DE LA *Acacia melanoxylon* EN DIFERENTES NIVELES MÁS ENZIMAS FIBROLÍTICAS SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y DIGESTIBILIDAD EN OVINOS”** es original, autentico y personal. En tal virtud declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas”

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

“EFECTO DE LA *Acacia melanoxyton* EN DIFERENTES NIVELES MÁS ENZIMAS FIBROLÍTICAS SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y DIGESTIBILIDAD EN OVINOS”

APROBADO POR:

FECHA:

20 - 09 -2022

.....

.....

Ing. Marco Pérez, PhD

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

20 - 09 -2022

.....

.....

Dra. Diana Avilés, PhD

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

20 - 09 -2022

.....

.....

Dr. Marcos Barros, PhD

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

DEDICATORIA

Dedico esta querida tesis con todo mi afecto a mi familia, que siempre han estado apoyándome en cada paso de mi vida, valoro su aprecio, cariño y la paciencia que han tenido conmigo durante este proceso.

Gracias a Jehová por ayudarme en los momentos más difíciles de mi vida y por no dejarme caer nunca, por brindarme las capacidades y habilidades de realizar grandes cosas y poder cumplir todo lo que me propongo.

A mis abuelos Arcesio Abarca y Gloria Jaramillo que fueron mi guía durante mi niñez y adolescencia y ahora me cuidan desde el cielo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Jehová por darme la bendición de llegar a esta fase final de mi carrera universitaria. A mi familia por apoyarme y guiarme durante toda mi vida. A mi madre Fabiola Cabrera Jaramillo por ser mi mejor refugio y mi confidente durante toda mi vida, sin ella no lo hubiera logrado. A mi padre el Dr. Alex Abarca Córdova por enseñarme todos sus conocimientos y apoyarme en los momentos de dudas estudiantiles. A mi novia Dianita por tenerme paciencia y apoyarme en esta etapa muy importante en mi vida.

A mi querida Universidad Técnica de Ambato donde pasé los mejores momentos de mi vida y pude conocer a grandes personas y hacer buenos amigos en cada área que tuve la oportunidad de visitar, como los departamentos de Cultura Física, inglés e italiano. A todos mis maestros que siempre tuvieron la capacidad de hacerme comprender las cosas y compartir sus conocimientos para formarme profesionalmente.

Agradezco a mi tutor, Ing. Gonzalo Aragadvay por dejarme formar parte de este proyecto por su gran apoyo incondicional, confianza, paciencia y respeto durante todo este proceso guiándome y compartiéndome sus conocimientos durante este trabajo de investigación. Al Dr. Marcos Barros por sus enseñanzas y guía durante la obtención y tabulación de datos. A los doctores Marco Rosero y Efraín Lozada por sus consejos médicos durante la estadía de los borregos en sus respectivos corrales, y a la Dra. Diana Avilés por sus enseñanzas en el área de rumiantes menores y apoyo durante las correcciones.

A mis amigos y futuros colegas que fueron muy importantes en cada momento de esta etapa universitaria ayudándome y aconsejándome en los momentos difíciles.

A todos un Dios les pague por el apoyo y gracias totales.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	11
ABSTRACT.....	12
CAPITULO I.....	14
I. MARCO TEÒRICO	14
1.1 Antecedentes investigativos.....	14
1.2 Objetivos.....	20
1.2.1 Objetivo General.....	20
1.2.2 Objetivos Específicos.....	20
CAPÍTULO II.....	21
II. METODOLOGÍA.....	21
2.1. Materiales	21
2.2. Métodos	23
2.2.1. Ubicación	23
2.2.2. Características del lugar.....	23
2.2.3. Factores de estudio.....	23
2.2.4. Tratamientos	24
2.2.6. Preparación de los corrales:.....	26
2.2.7. Selección, recibimiento y adaptación de corderos destetados.....	26
2.2.8. Inicio del tratamiento.....	26
2.2.9. Orquiectomía:.....	27
2.2.10. Areteo de los corderos:	27
2.2.11. Desparasitación y vitaminización:.....	27
2.2.12. Control de índices productivos.	27
2.2.13. Control sanitario de los animales:	28
2.2.14. Ingreso a las jaulas metabólicas.....	28
2.2.15. Comportamiento productivo:	28
2.2.16. Pruebas de digestibilidad:	29
2.2.17. Análisis químico.	29
2.2.18. Comportamiento productivo.....	29
2.2.19. Digestibilidad	30
2.2.20. Costo de producción.....	30
2.2.21. Diseño experimental.....	31
CAPÍTULO III.....	32
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
3.1. Análisis de Resultados	32
3.1.1. Comportamiento productivo.....	32
3.1.2. Digestibilidad.....	33

3.2. Discusión:	37
3.3. Verificación de la hipótesis	42
CAPÍTULO IV	43
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
4.1. Conclusiones	43
4.2. Recomendaciones	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXOS	49

INDICE DE TABLAS

# de Tablas	CONTENIDO	# de Pág.
Tabla 1.	Condiciones meteorológicas.....	23
Tabla 2.	Número de tratamientos y repeticiones.....	24
Tabla 3.	Composición química en base a materia seca de los tratamientos experimentales.	25
Tabla 4.	Ganancia de peso y conversión alimenticia.....	32
Tabla 5.	Consumo voluntario de nutrientes.....	33
Tabla 6.	Digestibilidad en Ovinos.	34
Tabla 7.	Consumo voluntario en digestibilidad.....	35
Tabla 8.	Consumo voluntario en peso metabólico.....	35
Tabla 9.	Costo de producción.....	36

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la *Acacia melanoxyton* más enzimas fibrolíticas sobre el comportamiento productivo y digestibilidad en ovinos. Esta investigación se realizó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTA. Se utilizó 18 ovinos destetados con 15 kg promedio de peso, en un diseño completamente al azar (DCA) con tres grupos y 6 repeticiones, con dietas: T0: Dieta testigo que no contiene inclusión de *Acacia melanoxyton*, T1: El 15% de inclusión de *Acacia melanoxyton* y T2: El 30% de inclusión de *Acacia melanoxyton* + 0,2% enzimas fibrolíticas. Se evaluó el consumo voluntario, ganancia de peso, conversión alimenticia y digestibilidad en ovinos. El consumo voluntario de Materia Seca fue mayor (0,0002) para T1 (1265,25) y T2 (1268,85) en comparación a T0 (863,75), en Materia Orgánica mostró diferencias siendo mayor (0,0002) para T1 (1207,43) y T2 (1206,05) con relación a T0 (831,35); En Fibra detergente neutra y Fibra detergente ácida resultaron diferencias muy significativas (<0,0001) entre tratamientos, siendo el mayor T2 (442,00 y 97,72 respectivamente) para los demás tratamientos. La ganancia de peso obtuvo diferencias entre tratamientos (P=0,0288) siendo mayor para T1 (147,90) y la mejor conversión alimenticia fue para T2 (0,08). La digestibilidad aparente de MS y MO no mostraron diferencias significativas; sin embargo, hay un incremento de la digestibilidad en T1 (67,48 MS y 68,42 MO) y T2 (72,97 MS y 75,53 MO) en comparación a T0 que sólo obtuvo (44,18 MS y 45,14 MO). En fibra detergente neutra no mostraron diferencias significativas (0,0002) para T1 (31,40) y T2 (50,27) en relación a T0 (13,92); Y la Fibra detergente ácida no mostró diferencias significativas entre T0 (22,39) y T1 (22,58) pero la mejor digestibilidad de (FDA) la obtuvo T2 (37,46). El consumo voluntario de MS digerible fue mayor (0,0002) para T1 (874,82) y T2 (908,58) en comparación a T0 (637,30); En MO se encontró diferencia (0,0004) siendo (846,30) para T1 y (869,50) para T2 mientras que T0 obtuvo (627,32); FDN y FDA mostraron diferencias significativas (<0,0001) en T2 (218,88 y 35,58 respectivamente). El consumo voluntario del peso metabólico en MS fue mayor (0,0009) en T1 (106,93) y T2 (109,66) para T0 (79,65); en MO resultó mayor (0,0013) para T1 (102,03) y T2 (104,23) en comparación con T0 (76,67); en FDN Y FDA en T2 fueron diferentes

significativamente para ($<0,0001$) siendo (38,20 y 7,81 respectivamente). Se concluyó que el uso de *Acacia melanoxylon* más enzimas fibrolíticas mejora al comportamiento productivo y la digestibilidad en ovinos.

Palabras claves: *Acacia melanoxylon*, *Ovis aries*, Enzimas fibrolíticas, Comportamiento Productivo, Consumo voluntario, Ganancia de peso, Conversión Alimenticia, Digestibilidad, Fibra Detergente Neutra y Ácida. Materia Seca y Materia Orgánica.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to evaluate the effect of *Acacia melanoxylon* plus fibrolytic enzymes on the productive behavior and digestibility in sheep. This research was carried out at the Faculty of Agricultural Sciences - UTA. 18 weaned sheep with an average weight of 15 kg were used, in a completely randomized design (DCA) with three groups and 6 repetitions, with diets: T0: Control diet that does not contain inclusion of *Acacia melanoxylon*, T1: 15% inclusion of *Acacia melanoxylon* and T2: 30% inclusion of *Acacia melanoxylon* + 0.2% fibrolytic enzymes. Voluntary intake, weight gain, feed conversion and digestibility in sheep were evaluated. The voluntary consumption of Dry Matter was higher (0.0002) for T1 (1265.25) and T2 (1268.85) compared to T0 (863.75), in Organic Matter it showed differences being higher (0.0002) for T1 (1207.43) and T2 (1206.05) in relation to T0 (831.35); In neutral detergent fiber and acid detergent fiber there were very significant differences (<0.0001) between treatments, being the highest T2 (442.00 and 97.72 respectively) for the other treatments. The weight gain obtained differences between treatments ($P=0.0288$) being higher for T1 (147.90) and the best feed conversion was for T2 (0.08). The apparent digestibility of DM and OM did not show significant differences; however, there is an increase in digestibility in T1 (67.48 MS and 68.42 MO) and T2 (72.97 MS and 75.53 MO) compared to T0 that only obtained (44.18 MS and 45.14 MO). In neutral detergent fiber they did not show significant differences (0.0002) for T1 (31,40) and T2

(50,27) in relation to T0 (13.92); And the acid detergent fiber did not show significant differences between T0 (22.39) and T1 (22.58) but the best digestibility of (FDA) was obtained by T2 (37.46). The voluntary intake of digestible DM was higher (0.0002) for T1 (874.82) and T2 (908.58) compared to T0 (637.30); In MO, a difference (0.0004) was found, being (846.30) for T1 and (869.50) for T2, while T0 obtained (627.32); FDN and FDA showed significant differences (<0.0001) in T2 (218.88 and 35.58 respectively). The voluntary consumption of the metabolic weight in DM was higher (0.0009) in T1 (106.93) and T2 (109.66) for T0 (79.65); in MO it was higher (0.0013) for T1 (102.03) and T2 (104.23) compared to T0 (76.67); in FDN and FDA in T2 were significantly different for (<0.0001) being (38.20 and 7.81 respectively). It was concluded that the use of Acacia melanoxyton plus fibrolytic enzymes improves the productive performance and digestibility in sheep.

Keywords: Acacia melanoxyton, Fibrolytic Enzymes, Productive Behavior, Voluntary Consumption, Weight Gain, Food Conversion, Digestibility, Neutral and Acid Detergent Fiber. Dry Matter and Organic Matter.

CAPITULO I

I. MARCO TEÒRICO

1.1 Antecedentes investigativos

Según el **INEC-ESPAC, (2009)**, el número de ovinos fue de 819.564, mientras que, en el año 2014 se registró 674.395 cabezas de animales. La población actual de ganado ovino en el Ecuador es de 465.000 cabezas de ganado distribuidas en todo el país (**ESPAC, 2019**). La producción ovina se ha visto afectada para su desarrollo debido a la falta de recursos económicos y al desconocimiento de nuevas técnicas para mejorar el rendimiento productivo (**Lema & Cacuango, 2012**). Su alimentación es a base de forrajes y a libre pastoreo dependiendo su sistema de producción, consumen Materia Seca de 2 – 4% del peso vivo **Castellaro et al., (2015)**, mientras que el consumo de agua para mantenimiento en corderitos es de 2 litros diarios y en ovejas lactantes de 4 a 7 L/día (**Romero, 2013**).

Ecuador siendo un país interandino se ha caracterizado por ser grande en flora y fauna, dentro de su amplia flora tenemos las especies arbóreas que crecen en los bosques secos, tales como la *Acacia melanoxylon*, que en la provincia de Tungurahua por su composición nutricional se ha utilizado para la alimentación de rumiantes, como bovinos, caprinos y ovinos (**Aguirre et al., 2006**). Esta Acacia pertenece a la División: Magnoliophyta, Clase: Magnoliopsida, Orden: Fabales y a la familia: Leguminosae, conocidas también como Fabáceas, Denominada también como Acacia negra es un árbol recto con la copa espesa, redondeada o piramidal, que puede lograr una altura de 27 metros, tiene hoja perenne, su corteza es oscura y fisurada, no tiene espina, en su fase juvenil sus hojas son compuestas con pequeños

foliolos, que luego son reemplazadas por filodios lanceolados de 8 – 10 cm de largo, por 2 cm de ancho, de color verdoso y con nervios a lo largo (**Carranza, 2007**).

Entre los trabajos de investigación que tienen relación empleando esta Acacia, se encuentra el “Efecto de leguminosas arbóreas sobre la preferencia de consumo en ovinos (*Ovis aries*)”, realizado por **Chimborazo, (2018)**, donde *Acacia melanoxylon* muestra un incremento en su consumo voluntario de Materia Seca, Materia Orgánica, Fibra detergente neutra y fibra detergente ácida; también se observa un mayor consumo con respecto al peso metabólico en MS, MO, FDN y FDA, y donde el nivel de fibra, proteína, degradabilidad y digestibilidad no afectaron el consumo voluntario, debido a que esta planta posee menos cantidad de taninos condensados y saponinas.

“Evaluación de la preferencia de consumo de leguminosas arbóreas con potencial forrajero en rumiantes menores” por **Tituaña, (2018)**, donde se obtuvo la siguiente composición fitoquímica: Materia Seca 43,40%, Proteína 15,05%, Energía 19,90KJ/g, Fibra detergente ácida (FDA) 37,8%, Fibra detergente neutra (FDN) 56,2%, MO 95,92%, Cenizas 4,98% y Taninos Condensados 5,71%. Mientras que, su Consumo Voluntario en FDN: 67,42 g/kg MS y FDA: 45,35 g/kg MS, y mayor tasa de degradabilidad *in situ* MS 0.082 %/h, digestibilidad *in vitro* MS 63.76 % y MO 65.76 %, con bajo contenido en taninos condensados (1,47 % TC) y ausencia de saponinas.

Dentro de la alimentación en pequeños rumiantes, la fibra es importante para mantener una adecuada función ruminal, estimular la masticación, la rumia y un pH ruminal ideal para que se dé una buena digestión. Por otra parte, la calidad y cantidad de la fibra suministrada influyen directamente en el comportamiento productivo de los animales y su salud; en prácticas de alimentación se utiliza para estimar el contenido de energía de los forrajes y su consumo voluntario (**Cruz, 2020**). El consumo voluntario en los rumiantes menores se determina como la cantidad de

alimento en MS que ingiere cuando es ofrecido en exceso, este consumo puede ser afectado por diferentes factores, como forraje, dieta, ambientales y estado fisiológico del animal (**Haro, 2002**). La ganancia de peso en animales jóvenes refleja la ingesta total y disponibilidad de los nutrientes en las dietas, animales alimentados con frutas de *A. sieberiana* y *A. nilótica* con niveles altos de taninos condensados dan (50 g/kg-1 MS), como resultados una tasa baja en la ganancia de peso por ende una mala conversión alimenticia **Shewangzaw, (2016)**, mientras que, al emplear leguminosas arbóreas como *A. melanoxylon* que posee una baja cantidad de taninos condensados se obtiene un mejor comportamiento productivo (**Chimborazo, 2018**).

Las enzimas son compuestos orgánicos proteínicos, que realizan funciones de catalizadores biológicos en los procesos digestivos y metabólicos, como son la síntesis, digestión y degradación, y promueve el resto de funciones del organismo como mantenimiento, crecimiento y reproducción de los animales (**Salvador & Solorio, 2015**). Se obtienen a partir de hongos, levaduras y bacterias; son muy importantes en la nutrición animal ya que ayuda a abaratar costos en materias primas al elaborar las dietas, debido a su efecto catalizador hay un mejoramiento en el comportamiento productivo de los animales y la digestibilidad (**Rojas, 2014**). Logran una digestibilidad adecuada porque existe una forma de enzima particular para cada tipo de sustrato, con su efecto hidrolítico mejoran la absorción de los nutrientes y la biodisponibilidad, ahorrando energía que es aprovechada para ganar peso dando como resultado una mejor conversión alimenticia (**Salvador & Solorio, 2015**).

Las enzimas exógenas en el rumen son más estables cuando la enzima se suministra junto con el alimento, ya que ayuda la unión al sustrato aumentando la resistencia a la proteólisis y prolongando su tiempo de acción en el rumen (**Murad & Azzaz, 2010**). Con la adición de enzimas fibrolíticas hay mejor desempeño a lo largo del tracto digestivo de los rumiantes, una adecuada digestibilidad dando como resultados incrementos en la digestión de la materia seca, materia orgánica, FDN, FDA y nitrógeno del alimento (**Palma & Landi 2012**).

Enzimas fibrolíticas exógenas como la Celulasa, Xilanasas, y β -D Glucanasa que degradan la celulosa y hemicelulosa de las plantas, mejoran la digestibilidad de la fibra, aumentan la cantidad de proteína cruda para que los microorganismos del rumen sean utilizados para incrementar la densidad de energía metabolizable en la dieta (**Sanmartín, 2018**). El uso de enzimas ayuda a potencializar la acción de enzimas propias del rumen que hidrolizan la pared celular del alimento; por otra parte, se logra el aprovechamiento máximo de nutrientes por lo que se puede obtener ganancias de peso diaria de hasta 92% en corderos (**Gado et al., 2011**).

Es importante saber que esto conlleva a un gasto de energía para la fermentación ruminal que terminará en la liberación de metano y nitrógeno amoniacal **NRC, (2001)**, de la siguiente manera: el 2 – 12% de energía digestible consumida por el rumiante se libera como metano en el rumen; mientras que, el 75 – 85% se elimina como nitrógeno en las heces y orina (**Busquet et al., 2006**).

Dentro de las investigaciones con el uso de enzimas fibrolíticas tenemos “Efecto de enzimas fibrolíticas exógenas en dietas altas en fibra sobre la función ruminal *in vivo* e *in vitro* en ovinos” por **Sanmartín, (2018)**, donde nos indica que el consumo voluntario de Proteína cruda (PC) fue el mayor en T4 (dieta con enzimas 3ml/kg MS) con 368,8 g/animal/día; mientras que, el consumo de nutrientes digestibles de Materia seca y Fibra detergente ácida, no mostraron diferencias, pero Materia orgánica y Fibra detergente neutra dieron mejor respuesta en T1 (dieta sin enzimas), T3 (dieta con enzimas 2ml/kg MS) y T4; también nos menciona que al añadir mayor cantidad de enzimas fibrolíticas hasta 3ml/kg MS a las dietas altas en fibra, mejora la degradabilidad y digestibilidad de fibra, logrando mantener un pH adecuado y disminuye la producción de gases de efecto invernadero.

Se estudiaron 4 ovinos mestizos de 30 kg de peso vivo promedio, alojados en jaulas metabólicas, utilizando Xilanasas y Celulasa con una relación de 1:1, se evaluaron 4

tratamientos, T1 dieta testigo, T2 dieta con enzimas (2mg/kg), T3 dieta con levaduras (1,5 mg/kg) y T4 dieta con enzima (2mg/kg) y levaduras (1,5mg/kg); se determinó que el consumo voluntario de nutrientes no mostro diferencias, pero el consumo voluntario de nutrientes digestibles fue mayor en T1, T2 Y T4; la digestibilidad de la Materia Seca y Materia orgánica en T1, T2 y T4 fue superior, mientras que en Fibra detergente Neutra y Fibra detergente ácida no mostro diferencias significativas; por lo que se concluye que la adición de enzimas exógenas a la dieta favorece al consumo de alimento, digestibilidad de la fibra y su degradación **(Razo, 2018)**.

La enzima fibrolítica exógena utilizadas en la dieta de esta investigación fue FIBROZINE marca comercial Alltech, donde se evaluó el efecto de las enzimas y *Saccharomyces cerevisiae* en cuatro forrajes fibrosos por medio de 4 ovinos enteros mestizos fistulados, en jaulas metabólicas con 4 tratamientos: T1: Testigo, T2: dieta con 0.2% de enzimas, T3: dieta con 0.09% de levadura, T4: dieta con 0.2% de enzima + 0.09% de levaduras; donde se observó que la digestibilidad *in vitro* de Materia seca y Materia orgánica mostraron diferencias en las dietas que se suplementaron enzimas fibrolíticas exógenas (T2 y T4) **(Barona, 2018)**.

Las enzimas fibrolíticas exógenas tienen actividad xilanolítica en las dietas y mejoran notablemente la digestibilidad del rumiante, en el estudio realizado en seis corderos dio como resultado que la eliminación de la fibra detergente neutra aumenta cuando se suplementa con estas enzimas, mejorando la degradación de Materia seca o fibra detergente neutra, teniendo buenos resultados en el comportamiento productivo del rumiante **(Pinos et al., 2008)**. Y en el impacto ambiental, ya que un buen funcionamiento del rumen al llevar a cabo la degradabilidad y digestibilidad ruminal nos da grandes resultados potencializando la mitigación de gases de efecto invernadero **(Barros et al., 2014)**. Dentro rumen los alimentos son transformados en ácidos grasos volátiles: acético butírico y propiónico, que se absorben y metabolizan para generar energía al animal **(Cabrera, 2008)**. La actividad de enzimas exógenas puede cambiar de acuerdo a la composición de la dieta, tipo de animal, a la preparación de las enzimas, las funciones específicas, la naturaleza o fuente de la

enzima además del método de aplicación y la cantidad de enzima añadida (**Morgavi et al., 2000**).

La digestibilidad aparente de Materia seca y Materia orgánica mostró diferencias entre las leguminosas arbóreas, dentro de ellas *Acacia melanoxylon* por su parte al tener una baja cantidad de taninos condensado (5,71%) es justificable su uso para la elaboración de dietas, debido a que no afecta a la función ruminal por ende no disminuye su digestibilidad ruminal (**Chimborazo, 2018**). Una de las pruebas claras que indican que el exceso de taninos condensados reduce la digestibilidad del alimento, es el aumento de la excreción fecal de nitrógeno (**Shewangzaw, 2016**).

1.2 Objetivos.

1.2.1 Objetivo General.

- ✓ Evaluar el efecto de la *Acacia melanoxyton* más enzimas fibrolíticas sobre el comportamiento productivo y digestibilidad en ovinos.

1.2.2 Objetivos Específicos.

- ✓ Analizar la adición del 15% y 30% + enzimas fibrolíticas de harina de *Acacia melanoxyton* en dietas sobre el comportamiento productivo en ovinos.
- ✓ Determinar la digestibilidad de ovinos alimentados con diferentes niveles de inclusión de harina de *Acacia melanoxyton*.
- ✓ Establecer el costo de producción de un kilogramo de balanceado correspondiente a los diferentes tratamientos experimentales.

CAPÍTULO II

II. METODOLOGÍA

2.1. Materiales

Semovientes

- 18 ovinos destetados

De instalación:

- 18 corrales.
- 18 comederos.
- 18 bebederos.
- Dietas experimentales.
- Materiales de limpieza y desinfección.
- Balanza de 1000 kg de capacidad.
- Mezcladora.
- Peletizadora.
- Areteadora.
- Tijeras de pezuñas.
- Yodo.
- Amonio cuaternario.
- Kit quirúrgico.
- Fármacos para cirugías y suturas.
- Desparasitante y vitaminas.
- Indumentaria (botas, overol).
- Mesa de trabajo.
- Equipos de oficina.

De campo:

- Fundas plásticas.
- Aretes con respectivos datos.
- Agua destilada.

- Acacia negra (*Acacia melanoxylon*).
- Alfarina.
- Maíz molido.
- Soya.
- Afrecho.
- Melaza.
- Aceite de palma.
- Sal.
- Núcleo (Vitaminas y minerales).
- Extensión eléctrica.
- Mesa de madera.
- Termómetro de agua.
- Termómetro común.
- Fonendoscopio.
- Bandeja de recolección.

Laboratorio y equipos:

- Balanza de 10 kg de capacidad (1 g).
- Balanza analítica.
- Calentador mezclador.
- Cámara de flujo laminar BIOBASE.
- Incubadora red line – by BINDER.
- Bandejas de recolección.
- Tubos graduados.
- Bolsas de papel.
- Fundas de bolo.
- Fundas ziploc.
- Bolsas de polietileno.

2.2. Métodos

2.2.1. Ubicación

El presente trabajo experimental se realizó en las instalaciones de la Granja Experimental Docente Querochaca de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, ubicada en el sector Querochaca, de la parroquia “La Matriz” del cantón Cevallos provincia de Tungurahua. Cuyas coordenadas geográficas corresponden a: 1°25′0″ Sur (latitud) y 78° 36′20″ Oeste (longitud).

2.2.2. Características del lugar

Altitud: 2 864 msnm

Temperatura media: 13-16° °C

Humedad relativa: 60 – 75 %

Precipitación: 517.8 mm media anual

Clima: Cálido – templado

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2019.

Tabla 1: Condiciones meteorológicas

2.2.3. Factores de estudio

- T0: 0% de inclusión *Acacia melanoxylon*.
- T1: El 15% de inclusión de *Acacia melanoxylon*.
- T2: El 30% de inclusión de *Acacia melanoxylon* + 0,2% enzimas fibrolíticas.
- Ovinos destetados.
- Comportamiento productivo.
- Digestibilidad.

2.2.4. Tratamientos

Se realizaron tres tratamientos y seis repeticiones para todas las variables, las cuales son: El 15% de inclusión de *Acacia melanoxylo*n; El 30% de inclusión de *Acacia melanoxylo*n más 0,2 % de enzimas fibrolíticas; y un grupo control 0% de inclusión de *Acacia melanoxylo*n.

CÓDIGO	TRATAMIENTOS	UNI. EXP.	REPE.	TOTAL
T0	(0% de <i>Acacia melanoxylo</i> n).	1	6	6
T1	(15% de <i>Acacia melanoxylo</i> n).	1	6	6
T2	(30% de <i>Acacia melanoxylo</i> n + 0.2% Enzimas fibrolíticas exógenas).	1	6	6
			Total	18

Tabla 2. Número de tratamientos y repeticiones. **Leyenda:** T0, T1 y T2 Tratamientos; UNI. EXP: Unidad experimental; REPE: Repeticiones.

Tabla 3.- Composición química en base a materia seca de los tratamientos experimentales.

Materias primas (%)	T0	T1	T2
Acacia negra	0,00	14,96	29,85
Afrecho	10,28	15,91	14,63
Torta de soya	16,34	14,65	12,84
Alfarina	20,56	13,80	10,55
Maíz	45,56	29,50	17,51
Melaza	3,25	5,80	7,46
Aceite de palma	2,71	4,53	6,17
Sal común	0,87	0,42	0,50
Vitaminas	0,43	0,42	0,50
Aporte			
PM (g/Kg MS)	100,35	100,82	101,39
EM (MJ/kg MS)	11,78	11,67	11,74
MO	962,45	954,27	950,50
Cenizas	37,55	45,73	49,50
FND	207,10	282,90	366,50
FAD	89,60	155,20	221,10

T0: Tratamiento control; T1: Dieta + 15% de Acacia; T2: Dieta + 30% de Acacia; PM: Proteína metabolizable; EM: Energía metabolizable; MO: Materia orgánica; FND: Fibra detergente neutra; FAD: Fibra detergente ácida.

2.2.5. Enzimas utilizadas

Dyadic® PLUS, Dyadic International, Inc., Jupiter, L, USA, el producto tuvo como composición: 34 000–41 000 unidades de xylanasa/g, 12 000–15 000 unidades de β -glucanasa/g y 45 000 – 55 000 unidades de celulasa/g.

2.2.6. Preparación de los corrales:

1. Lavado y desinfección de los corrales con amonio cuaternario, 10 ml/litro de agua. Desinfección de pisos y paredes con cal sodada.
2. Desinfección de comederos y bebederos con Yodo 5 ml/litro de agua y enjuagar.
3. Colocación cebo rodenticidas cada 3 metros alrededor de todo el galpón.
4. Las dimensiones de los corrales deben ser de 1,5 m de ancho, 1,5 m de largo y 1,20 m de alto.
5. Elaboración de la cama de los corderos empleando tamo.
6. Instalación de bebederos, comederos y balanza, previamente desinfectados.

2.2.7. Selección, recibimiento y adaptación de corderos destetados.

Selección de 18 corderos machos destetados de 2 meses aproximadamente, cruces de Merino con Criollos con un peso de 14 a 16 kg;

Transportación a la Granja Experimental Docente Querochaca de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, en donde se les proporcionará forraje (Alfalfa) y agua fresca evitándoles estrés, estarán 7 días adaptándose a las condiciones experimentales del proyecto, donde se conformarán 3 grupos de estudio, con 6 corderos cada uno, homogenizando peso.

2.2.8. Inicio del tratamiento

Suministración de dietas experimentales como: T1 el 15% de *Acacia melanoxylon*; T2 El 30% de *Acacia melanoxylon* más 0,2% enzimas fibrolíticas; y T0 que es un grupo control 0% *Acacia melanoxylon*.

2.2.9. Orquiectomía:

Esterilización de los ovinos a los 5 días de adaptación, empleando la técnica quirúrgica adecuada, respetando principios quirúrgicos y controlando el dolor y el manejo adecuado de antibióticos.

2.2.10. Areteo de los corderos:

Ejecución del areteo en la oreja derecha, para facilitar la identificación de cada unidad de análisis, cumpliendo todas las normas de asepsia al momento de realizar el procedimiento (Rueda, 2016).

2.2.11. Desparasitación y vitaminización:

Desparasitación y vitaminización de los corderos a los 11 días de adaptación, empleando Fenbendazol y Vitaminas del complejo b.

2.2.12. Control de índices productivos.

Control de pesos a los corderos para conocer el peso inicial, suministración del balanceado elaborado en la facultad de acuerdo a cada tratamiento. Llevar registros periódicos de ganancia de peso y consumo de alimento, durante 70 días. Realización los días miércoles, jueves, viernes y sábados, cada 2 semanas; Los miércoles (8:00 am) se pesan a los corderos con un ayuno previo, los días jueves (8:00 am) se coloca el alimento pesado, los días viernes se pesa el alimento sobrante del día jueves y se coloca nuevamente alimento pesado, los días sábados se pesa el alimento sobrando del día viernes.

2.2.13. Control sanitario de los animales:

Inspección periódica a los corderos para realizar la limpieza de cascos.

2.2.14. Ingreso a las jaulas metabólicas.

1. Lavado y desinfección las jaulas con amonio cuaternario, 10 ml/litro de agua. Desinfección de pisos y paredes con cal sodada.
2. Lavado de las mallas y el plástico, y se realizó la desinfección general con formol 37%, 50 ml/litro de agua, por aspersion.
3. Desinfección de bebederos y comederos con Yodo 5 ml/litro de agua y enjuagar.
4. Colocación de cebo rodenticidas cada 3 metros alrededor de todo el galpón.
5. Las dimensiones de las jaulas metabólicas serán de 3 metros de largo, de ancho, 0,60 m de ancho y 2 m de alto, con pesebres para que no haya desperdicio del alimento.
6. Instalación de bebederos, comederos y balanza, previamente desinfectados.
7. Los corderos estarán una semana adaptándose a las jaulas metabólicas.

2.2.15. Comportamiento productivo:

Control de peso al finalizar la estadía en las jaulas metabólicas. Para obtener una ganancia de peso final durante toda la administración de los 3 tratamientos.

2.2.16. Pruebas de digestibilidad:

A partir del día 8 de los corderos en las jaulas metabólicas, se procede a realizar las pruebas de digestibilidad, recolectando el total de las heces de cada cordero durante 10 días, para analizar las muestras en el laboratorio, y obtener datos como materia seca, materia orgánica y otros indicadores de digestibilidad (**Toapanta, 2018**).

2.2.17. Análisis químico.

La Materia Seca y Materia orgánica son determinadas en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias según la metodología descrita por **AOAC (1990)**. La Fibra Detergente Neutra y la Fibra Detergente Ácida se determinan mediante el método 12 Y 13 respectivamente del analizador Ankon Technology Corp., Fairport, NY, USA (2000).

2.2.18. Comportamiento productivo

Consumo voluntario de alimento de acuerdo con **Forbes, (2007)**, es la cantidad de alimento ingerido por un animal o grupo de animales durante un período de tiempo en el cual tuvieron libre acceso al mismo y dicha medición debe cumplir con la condición de ofrecer al menos un excedente de 15% durante dicho periodo. Los períodos de consumo que incluyen breves descansos, pero separados por intervalos relativamente largos se denominan comidas. Este consumo de alimento se determina diariamente con la diferencia entre las cantidades de alimento ofrecido y rechazado.

La ganancia de peso se determina por diferencias de pesos y registradas en forma individual en forma periódica y total. $G.P. = \text{peso final} - \text{peso inicial}$ (**Tituaña, 2018**).

La conversión alimenticia se calcula por la relación entre el consumo total de materia seca / animal / día y la ganancia de peso total cada 15 días.

$$\text{Conversión} = \frac{\text{Consumo de materia seca (kg)}}{\text{Ganancia de peso en (kg)}}$$

2.2.19. Digestibilidad

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.

Según **Estrada, (2014)**, la digestibilidad aparente de la materia seca de las dietas, se obtiene cuantificando los nutrientes aportados por la dieta y excretados en las heces, mediante la siguiente formula:

$$\text{Coeficiente} = \frac{\text{Nutrientes ingeridos} - \text{Nutrientes fecales}}{\text{Nutrientes ingeridos}} \times 100$$

2.2.20. Costo de producción

El costo de producción de 1 kg de balanceado de cada tratamiento se calcula en base a las dietas T0, T1 y T2 que fueron establecidas para 60 kg; se considera los costos de cada materia prima en relación a lo requerido en cada tratamiento experimental y mediante una regla de 3 obtendremos el costo real en dólares estadounidenses de 1 kg de balanceado elaborado en nuestra Facultad.

2.2.21. Diseño experimental

Se utiliza el diseño completamente al azar (DCA) con tres grupos y 6 repeticiones, se tendrá en cuenta al elaborar los grupos homogéneos de peso inicial. Para el procesamiento de la información se utiliza el paquete estadístico SAS 2009. En los datos que tenga distribución normal y homogeneidad de varianza se utilizará ANOVA y, pruebas comparativas Tukey ($P > 0,05$).

CAPÍTULO III

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis de Resultados

3.1.1. Comportamiento productivo

Los animales se mantuvieron en corrales y en jaulas metabólicas las últimas 2 semanas. Entonces se consideró a la ingesta resultando de la diferencia entre la cantidad de nutriente ofrecido menos los nutrientes rechazados después de 24 horas, durante siete días consecutivos. Los ovinos con respecto a la ganancia de peso obtuvieron diferencias entre tratamientos ($P=0,0288$) con la mayor ganancia de peso los animales alimentados con la inclusión del 15% de la *Acacia melanoxylon* T1 (147,90) y la mejor conversión alimenticia fue la inclusión del 30% de *A. melanoxylon* más 0,2 % de enzimas fibrolíticas T2 (0,08) (Tabla 4).

Tabla 4.- Ganancia de peso y conversión alimenticia.

	T0	T1	T2	ESM	Pr >F
Peso inicial	18,85A	18,45A	18,20A	1,26	0,9344
Peso final	24,30A	27,18A	26,33A	1,23	0,2630
GPD	95,43A	147,90B	141,33AB	13,42	0,0288
CA	0,04A	0,06AB	0,08B	0,01	0,0419

ABC Medias con letras diferentes en las filas difieren significativamente ($P<0,05$). T0: 0% de inclusión *Acacia melanoxylon*. T1: El 15% de inclusión de *Acacia melanoxylon*. T2: El 30% de inclusión de *Acacia melanoxylon* + 0,2% enzimas fibrolíticas. ESM: Error estándar de la media. GPD: Ganancia de peso diaria. CA: Conversión alimenticia.

Los animales se mantuvieron en corrales y en jaulas metabólicas las últimas 2

semanas. Entonces se considera a la ingesta resultando de la diferencia entre la cantidad de nutriente ofrecido menos los nutrientes rechazados después de 24 horas, durante siete días consecutivos.

El consumo voluntario en Materia Seca fue mayor (0,0002) para T1 (1265,25) y T2 (1268,85). El consumo voluntario de materia orgánica mostró diferencias siendo mayor (0,0002) para T1 (1207,43) y T2 (1206,05). En cuanto al consumo voluntario de fibra detergente neutra y fibra detergente ácida resultaron diferencias muy significativas (<0,0001) entre tratamientos, siendo el mayor para T2 (442,00 y 97,72 respectivamente) (Tabla 5).

Tabla 5.- Consumo voluntario de nutrientes

	T0	T1	T2	ESM	Pr >F
CVMS	863,75A	1265,25B	1268,85B	57,77	0,0002
CVMO	831,35A	1207,43B	1206,05B	55,10	0,0002
CVFDN	172,17A	341,60B	442,00C	17,30	<0,0001
CVFDA	15,42A	53,03B	97,72C	3,35	<0,0001

ABC Medias con letras diferentes en las filas difieren significativamente (P<0,05). T0: 0% de inclusión *Acacia melanoxylon*. T1: El 15% de inclusión de *Acacia melanoxylon*. T2: El 30% de inclusión de *Acacia melanoxylon* + 0,2% enzimas fibrolíticas. ESM: Error estándar de la media. CVMS: Consumo voluntario de materia seca. CVMO: Consumo voluntario de materia orgánica. CVFDN: Consumo voluntario de Fibra detergente neutra. CVFDA: Consumo voluntario de fibra detergente ácida.

3.1.2. Digestibilidad

Se realizó mediante la utilización de jaulas metabólicas con recolección total de heces donde se empleamos la siguiente fórmula: nutriente ingerido–nutriente excretado cada 24 horas, durante cuatro días consecutivos.

En la tabla 6 podemos observar que la digestibilidad aparente de materia seca, materia orgánica no mostraron diferencias significativas, sin embargo, se observa que en las dietas con inclusión de *A. melanoxylon* hay un incremento de la digestibilidad aparente. Mientras tanto la Digestibilidad de la fibra detergente neutra mostro diferencias significativas (0.0002) para T1 (31.40) y T2 (50.27), y fibra detergente ácida no mostraron diferencias significativas, sin embargo, se obtiene una mejor digestibilidad de Fibra detergente ácida en T2 (37,46).

Tabla 6.- Digestibilidad aparente en Ovinos

	T0	T1	T2	ESM	Pr >F
DMS	44.18A	67.48A	72.07A	9.9182	0.1312
DMO	45.14A	68.42A	75.53A	10.1300	0.1473
DFDN	13.92A	31.40B	50.27C	4.6297	0.0002
DFDA	22,39A	22,58A	37,46A	5,43	0,1126

ABC Medias con letras diferentes en las filas difieren significativamente ($P < 0,05$). T0: 0% de inclusión *Acacia melanoxylon*. T1: El 15% de inclusión de *Acacia melanoxylon*. T2: El 30% de inclusión de *Acacia melanoxylon* + 0,2% enzimas fibrolíticas. ESM: Error estándar de la media. DMS: Digestibilidad de materia seca. DMO: Digestibilidad de materia orgánica. DFDN: Digestibilidad de fibra detergente neutra. DFDA: Fibra detergente ácida.

Dentro del consumo voluntario de materia seca digerible (Tabla 7) fue mayor (0,0002) para T1 (874,82) y T2 (908,58). Para el consumo voluntario de materia orgánica digerible se encontró diferencia (0,0004) siendo (846,30) para T1 y (869,50) para T2. Con respecto a la fibra detergente neutra y fibra detergente ácida mostraron diferencias significativas ($< 0,0001$) teniendo así el mayor T2 (218,88 y 35,58 respectivamente).

Tabla 7.- Consumo voluntario digerible.

	T0	T1	T2	ESM	Pr >F
CVMSD	637,30A	874,82B	908,58B	36,49	0,0002
CVMOD	627,32A	846,30B	869,50B	35,75	0,0004
CVFDND	45,33A	120,63B	218,88C	12,19	<0,0001
CVFDAD	3,40A	11,80A	35,58B	2,89	<0,0001

ABC Medias con letras diferentes en las filas difieren significativamente ($P < 0,05$). T0: 0% de inclusión *Acacia melanoxylon*. T1: El 15% de inclusión de *Acacia melanoxylon*. T2: El 30% de inclusión de *Acacia melanoxylon* + 0,2% enzimas fibrolíticas. ESM: Error estándar de la media. CVMSD: Consumo voluntario de materia seca digerible. CVMOD: Consumo voluntario de materia orgánica digerible. CVFDND: Consumo voluntario de Fibra detergente neutra digerible. CVFDAD: Consumo voluntario de fibra detergente ácida digerible.

En la (Tabla 8) se observa que el peso vivo metabólico no mostró diferencias significativas. Mientras que en el consumo voluntario de materia seca del peso metabólico fue mayor (0,0009) para T1 (106,93) y para T2 (109,66). Consumo voluntario de materia orgánica del peso metabólico resulto mayor (0,0013) teniendo así T1 (102,03) y T2 (104,23). El consumo voluntario de fibra detergente neutra del peso metabólico y fibra detergente ácida del peso metabólico en T2 fueron diferentes significativamente para ($< 0,0001$) siendo (38,20 y 7,81 respectivamente).

Tabla 8.- Consumo voluntario en peso metabólico del animal.

	T0	T1	T2	ESM	Pr >F
PV*0,75	10,91 ^a	11,45 ^a	11,84 ^a	0,42	0,2969
CVMS*0,75	79,65 ^a	106,93B	109,66B	4,89	0,0009
CVMO*0,75	76,67 ^a	102,03B	104,23B	4,67	0,0013
CVFDN*0,75	15,88 ^a	28,87B	38,20C	1,34	<0,0001
CVFDA*0,75	1,42 ^a	4,02B	7,81C	0,63	<0,0001

ABC Medias con letras diferentes en las filas difieren significativamente ($P < 0,05$). T0: 0% de inclusión *Acacia melanoxylon*. T1: El 15% de inclusión de *Acacia melanoxylon*. T2: El 30% de inclusión de *Acacia melanoxylon* + 0,2% enzimas fibrolíticas. ESM: Error estándar de la media. CVMS*0,75: Consumo voluntario de materia seca del peso metabólico. CVMO*0,75: Consumo voluntario de materia orgánica del peso metabólico. CVFDN*0,75: Consumo voluntario de Fibra

detergente neutra del peso metabólico. CVFDA*0.75: Consumo voluntario de fibra detergente ácida del peso metabólico.

En la (Tabla 9) se muestra que el costo real de producción de 60 kg de balanceados mostró una diferencia significativa siendo el más costoso T0 (33,54) en relación a T1 (30,22) y T2 (27,73); mientras que, en 1 Kg de balanceado el que menor costo de producción fue T2 (0,46) en comparación a T0 (0,56) y T1 (0,50).

Tabla 9.- Costo de producción de 1 kg de peso de cada tratamiento.

	T0	T1	T2	ESM	Pr >F
60 KG/\$	33,54C	30,22B	27,73A	3,35	<0,0001
1 KG/\$	0,56BC	0,50AB	0,46A	0,41	0,2962

ABC Medias con letras diferentes en las filas difieren significativamente (P<0,05). T0: 0% de inclusión *Acacia melanoxylon*. T1: El 15% de inclusión de *Acacia melanoxylon*. T2: El 30% de inclusión de *Acacia melanoxylon* + 0,2% enzimas fibrolíticas. ESM: Error estándar de la media; 60 KG/\$ Costo real de 60 kg; 1 KG/\$ Costo real de 1 kg.

3.2. Discusión:

En la (Tabla 4) se observó una mejor ganancia de peso en los ovinos alimentados con dietas a base de *A. melanoxyton*, que pese a ser una leguminosa arbórea con compuestos secundarios, pero en una menor cantidad, tales como los taninos, le permite desarrollar un adecuado funcionamiento digestivo, y así obtener una mejor absorción de nutrientes para los ovinos, esto concuerda con **Chimborazo, (2018)**, que nos menciona que la *A. melanoxyton* tienen 5,71 g/kg de Taninos condensados, y que éstos ayudan a la digestibilidad del animal y funcionalidad ruminal provocando grandes resultados en los animales alimentados a base de leguminosas arbóreas; mientras que, **Shewangzaw, (2016)**, en su estudio realizado en ovinos jóvenes alimentados a base de *A. siberiana* y *A. nilótica*, con altos niveles de compuestos secundarios (50 g/kg-1 MS Taninos condensados) mostraron una muy baja tasa de ganancia de peso.

Por otra parte, la mejor conversión alimenticia (Tabla 4) se obtuvo en T2 la dieta que contiene 30% de inclusión de *A. melanoxyton* con 0,2% de enzimas fibrolíticas. Según **Sanmartín, (2018)**, esto se debe a que las enzimas ayudan a la degradación de la celulosa y hemicelulosa de la *Acacia* y mejoran la digestibilidad del alimento por lo que hay una mayor asimilación de nutrientes. Dando como resultado mayor ganancia de peso vivo en un 35% y una conversión de 10% **Beauchemin et al., (1995)**, datos respaldados con el estudio de **Gado et al., (2011)**, que con la inclusión de enzimas en sus dietas obtuvo un aprovechamiento máximo de nutrientes, que resultó en ganancias de peso diarias de 92% en ovinos, con una adecuada conversión alimenticia.

El consumo voluntario de nutrientes en materia seca (MS) y materia orgánica (MO) fue mayor en las dietas que empleamos *A. melanoxyton* (Tabla 5), datos que tienen relación a los reportados por **Chimborazo, (2018)**, con un consumo voluntario de 143 g/kg en MS y 135,9 g/kg en MO, y a los de **Tituaña, (2018)**, que en su estudio de la primera fase *A. melanoxyton*, tuvo un consumo voluntario de 119,98 g/kg en

MS y 114 g/kg en MO. Esto se ve influenciado directamente a que las dietas presentan menor cantidad de compuestos secundarios, taninos condensados y saponinas. Según (**Haro, 2002**), el consumo voluntario puede verse alterado por factores ambientales, fisiológicos y sobre todo en las características del forraje y la dieta. Por lo que **Shewangzaw, (2016)**; determinó que, al administrar forrajes con alta cantidad de taninos condensados el consumo voluntario de nutrientes se vería disminuido.

En T2 con la inclusión de *Acacia* al 30% + 0,2 % de enzimas fibrolíticas, tuvo mejor resultados en el consumo voluntario de fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) (Tabla 5), esto se debe a que las enzimas fibrolíticas tienen un efecto catalizador en procesos digestivos y en el rumen que permite obtener incrementos en el consumo voluntario y una mejor digestibilidad (**Rojas, 2014**). Según **Razo, (2018)**, utilizando Xilanasas y Celulasas en relación 1:1 no mostramos diferencias significativas; concluyendo que las enzimas favorecen al consumo voluntario, degradación y digestibilidad de la Fibra. Por su acción hidrolítica actúan directamente en la degradación de Celulosa y Hemicelulosa, que conlleva a un incremento de la degradación de FDN y FDA (**Sanmartín, 2018**). Según **Yang et al., (1999)**; además, las enzimas exógenas favorecen la colonización de las partículas del alimento por parte de los microorganismos ruminales. Por lo que **Adesogan, (2005)** determinó que estas enzimas ayudan al vaciado del rumen por consecuencia aumenta el consumo voluntario de alimento.

La digestibilidad aparente de MS y MO no mostraron diferencias significativas (tabla 6), pero se puede apreciar una mejor digestibilidad aparente en las dietas con la inclusión de *A. melanoxylon*. Datos que coinciden con los reportados por **Tituaña, (2018)**, donde *A. melanoxylon* muestra una digestibilidad de MS (22,26%) y MO (22,38%) menor en comparación con otras especies de leguminosas arbóreas. Según el estudio de **Razo, (2018)**, donde la dieta con la inclusión de enzimas fibrolíticas mostró diferencias para $P = (0.0001)$ en la digestibilidad de MS y MO. Al igual que la investigación de **Barona, (2018)**, donde la digestibilidad *in vitro* de MS y MO

mostraron diferencias en las dietas que se suplementaron enzimas fibrolíticas exógenas, como es nuestro caso de T2, dieta con 30% de *A. melanoxylon* y 0,2% de enzimas fibrolíticas. Cabe destacar que el incremento de la digestibilidad aparente en nutrientes se puede deber al bajo nivel de fibra que tiene la leguminosa arbórea **Manotoa, (2016)**, y la baja cantidad de taninos condensados y saponinas que posee **(Chimborazo, 2018)**. Al emplear enzimas fibrolíticas exógenas beneficia a la sinergia entre los microorganismos ruminales y sus enzimas, favoreciendo a la degradación de polisacáridos estructurales (celulosa y hemicelulosa) que impiden la digestibilidad de la dieta, obteniendo fuente de energía como Glucosa Celobiosa y Xilosa que van a ser aprovechadas por los microorganismos ruminales **(Caja et al., 2003)**.

Por otra parte, se observa una digestibilidad aparente de la FDN con diferencias significativas (0.0002) para T1 (31,40) y T2 (50,27) (tabla 6), Según **Shewangzaw, (2016)** los taninos condensados llegan a disminuir la digestibilidad de la pared celular, al formar complejos no digeribles con carbohidratos, también que a niveles superiores al 5,9% estos taninos reducen la degradabilidad de la fibra del rumen y dietas con taninos que sobrepasen el 9% pueden significar un peligro para los animales. Mientras tanto; **Tituaña, (2018)**, menciona que, *Acacia melanoxylon* presentó un mayor consumo en FDN 67,42 g/kg y FDA: 45,35 g/kg, y una mayor tasa de digestibilidad *in vitro* en MS y MO, esto debido a su baja cantidad de taninos condensados (1,47%). Según **Sanmartín, (2018)**, la digestibilidad aparente de la fibra detergente neutra mostró una respuesta lineal ($P=0.0129$) al incrementar las enzimas fibrolíticas exógenas en los tratamientos; Esto concuerda con **Pinos et al., (2008)**, que determinó que el aumento de la digestibilidad de la FDN se da cuando se suplementa la dieta con enzimas fibrolíticas exógenas que ayudan a la degradación de Celulosa y Hemicelulosa. Esto se debe a que son aditivos modificadores del metabolismo ruminal que benefician a la degradabilidad de compuestos fibrosos del forraje, aumentando la energía digestible en el rumiante **(Beauchemin & Holtshausen, 2010)**. Según **Fosberg et al., (1997)**, la hidrólisis de la Celulosa se da gracias a la sinergia enzimática de endoglucanasas, exoglucanasas y B-glucanasas. Y para la Hemicelulosa por la función de Xilanasas, que a través de las endo-B-1.4-

xilanasas y B-xilosidasas producidas por las endoxilanasas que ejercen función sobre el polisacárido Xilano; mientras que, las estererasas degradan los grupos acetilo de la estructura del Xilano (**Poutanen et al. 1991**).

La fibra detergente ácida (FDA) no mostró diferencias significativas (Tabla 6) datos similares a los reportados por **Razo, (2018)**, que incluyendo enzimas fibrolíticas exógenas en las dietas la digestibilidad de FDN y FDA, no mostro diferencias $P=$ (0.1035 y 0.2029) entre tratamientos. Sin embargo, se observa una mejor digestibilidad de FDA en T2 (37,46) (tabla 6), datos que coinciden a los reportados por **Sanmartín, (2018)**, que la digestibilidad aparente en FDA fue mayor ($P=0.0407$) en los tratamientos con niveles ascendentes de enzimas (lineal $P=0.0060$). Esto se debe a que las enzimas fibrolíticas funcionan como un catalizador biológico, que desencadena un mayor desempeño en el sistema digestivo de los rumiantes, dando como resultados una mayor absorción de nutrientes e incrementos en la digestibilidad de MS, MO, FDN y FDA (**Palma & Landi, 2012**). Las enzimas utilizadas en este estudio fueron la Celulasa, xilanasas, y β -D glucanasa que degradan la celulosa y hemicelulosa de las plantas, hidrolizando la pared celular del alimento y mejorando así la digestibilidad de la fibra. Esto ayuda a una buena digestibilidad ruminal que conlleva a una mitigación de gases de efecto invernadero (**Barros et al., 2014**).

El consumo voluntario de MS y MO digerible fue mayor para las dietas a base de *Acacia melanoxylon*; mientras tanto, el consumo voluntario digerible de FDN y FDA, fue mayor en T2 dieta con 30% de inclusión de *Acacia melanoxylon* y 0,2% de enzimas fibrolíticas exógenas (Tabla 7). Datos similares a los reportados por **Sanmartín, (2018)**, que su consumo de nutrientes digestibles de la MS y FDA no mostraron diferencias entre los tratamientos, pero en la MO y FDN mostró una respuesta cuadrática ($P<0.05$) a los tratamientos, obteniendo la mejor respuesta en T1 (dieta testigo), T3 (dieta con enzimas fibrolíticas) y T4 (dieta con enzimas fibrolíticas) respectivamente. Datos que difiere a los reportados por **Razo, (2008)**, donde el consumo de nutrientes digestibles de MS, MO, FDN y FDA mostraron diferencias entre los tratamientos, obteniendo el mayor ($P<0.05$) consumo los T1

dieta testigo, T2 dieta con enzimas y T4 dieta con enzimas y levaduras.

El peso vivo metabólico no mostró diferencias significativas (Tabla 8), el consumo voluntario del peso metabólico de MS y MO mostro diferencia significativa (0,0009 MS) y (0,0013 MO) en T1 Y T2, mientras que el consumo voluntario del peso metabólico de FDN y FDA fue mejor en T2 (<0,0001) siendo (38,20 FDN y 7,81 FDA) (Tabla 8). Datos que difieren a los de **Sanmartín, (2018)**, que utilizando enzimas fibrolíticas exógenas en las dietas tiene un consumo voluntario específico de MS, MO, FDN y FDA sin diferencias ($P>0.05$) entre los tratamientos; mientras que, el estudio de **Razo, (2018)**, reportó que el consumo voluntario por PV0.75 de nutrientes presentaron un comportamiento semejante $P=$ (0.0486 y 0.0491) entre los tratamientos. En estudios que utilizaron dietas a base de *Acacia melanoxylon*, **Chimborazo, (2018)**, reportó un consumo voluntario del peso metabólico (6,4 g/MS/PV0,75, 6,1 g/MO/PV0,75, 3,6 g/FDN/PV0,75, 2,4 g/FDA/PV0,75), datos similares a los de **Tituaña, (2018)**, con (5,509 g/MS/PV0,75, 5,23 g/MO/PV0,75, 3,00 g/FDN/PV0,75 y 2,08 g/FDA/PV0,75).

El costo real de producción de 60 kg de balanceados mostró una diferencia significativa siendo el más costoso T0 (33,54) en relación a T1 (30,22) y T2 (27,73); Datos respaldados por **MAGAP, (2011)**, que refiere que los ganaderos se han decidido a mejorar la genética de sus hatos, descuidando la importancia de mejorar sus pastos o de emplear forrajes arbóreos a sus dietas lo que les representa elevados costos de producción, mientras que, en 1 Kg de balanceado el que menor costo de producción fue T2 (0,46 USD) en comparación a T0 (0,56 USD) y T1 (0,50 USD), datos similares a los reportados por **Lema & Cacuango, (2012)**, donde el costo de producción por kg de carne es de (0,58 USD). El beneficio real de la utilización de forrajes arbóreos como *Acacia melanoxylon*, es su incremento en los indicadores de producción como ganancia de peso y conversión alimenticia, lo que nos permite abaratar los costos de producción. **Chimborazo, (2018)**,

3.3.Verificación de la hipótesis

Se aprueba la Ha, que menciona que la dieta a base de *Acacia melanoxylon* más enzimas fibrolíticas influye sobre el comportamiento productivo y digestibilidad en ovinos, mejorando su consumo voluntario y conversión alimenticia.

CAPÍTULO IV

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- ✓ Se evaluó el efecto de la *Acacia melanoxylon* más enzimas fibrolíticas sobre el comportamiento productivo y digestibilidad en ovinos, donde se observan los mejores resultados en indicadores como conversión alimenticia, consumo voluntario de nutrientes y digestibilidad aparente en MS, MO, FDN y FDA.
- ✓ Se analizó la adición del 15% y 30% + enzimas fibrolíticas de harina de *Acacia melanoxylon* en dietas sobre el comportamiento productivo en ovinos, donde la inclusión del 15% de la *Acacia melanoxylon* obtuvo una ganancia de peso de (147,90 g/kg/día); y el 30% de *Acacia melanoxylon* + 0,2% enzimas fibrolíticas mostró diferencias significativas en conversión alimenticia (0,08 kg/día) y consumo voluntario de nutrientes (1268,85 g/kg/MS, 1206,05 g/kg/MS MO, 442,00 g/kg/MS FDN y 97,72 g/kg/MS FDA).
- ✓ Se determinó la digestibilidad de ovinos alimentados con diferentes niveles de inclusión de harina de *Acacia melanoxylon*, donde el 15% obtuvo una digestibilidad en FDN (31,40) y FDA (22,58); mientras que, el 30% + 0,2% enzimas fibrolíticas mostró los mejores resultados en MS (72,97), MO (75,53), FDN (50,27) y FDA (37,46).
- ✓ Se estableció el costo de producción de un kilogramo de balanceado correspondiente a los diferentes tratamientos experimentales, T0 (0,56\$), T1 (0,50\$), T2 (0,46\$) datos que nos indican que el uso de harina de *Acacia melanoxylon* + enzimas fibrolíticas en las dietas de ovinos puede abaratar costos de producción y mejorar notablemente el comportamiento productivo y la digestibilidad en los animales.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda la inclusión del 30% de *Acacia melanoxylon* + 0,2% de enzimas fibrolíticas en dietas de ovinos destetados y castrados, para mejorar el comportamiento productivo de los animales, abaratar costos de producción a los ganaderos y obtener mayor rentabilidad cuidando al medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adesogan, A. T. (2005, February). Improving forage quality and animal performance with fibrolytic enzymes. In *Florida ruminant nutrition symposium* (pp. 91-109).
- AFRC, (1996). Necesidades energéticas y proteicas de los rumiantes. Editorial Acribia. S.A. Es. 175 pp.
- Aguirre, Z., Kvist, L. P., & Sánchez, O. (2006). Bosques secos en Ecuador y su diversidad. *Botánica económica de los Andes Centrales, 2006*, 162-187.
- Barona Calderón, M. G. (2018). *Influencia de la adición de enzimas exógenas y Saccharomyces cerevisiae en las dietas de ovinos sobre la fermentación ruminal in vivo E in vitro de forrajes fibrosos* (Bachelor's thesis).
- Barros-Rodríguez, MA; Solorio-Sánchez, FJ; Sandoval-Castro, CA; Ahmed, AMM; Rojas-Herrera, R; Briceño-Poot, EG; Ku-Vera, JC. 2014. Effect of intake of diets containing tannins and saponins on in vitro gas production and sheep performance. *Animal Production Science* 54(9):1486-1489. DOI: <https://doi.org/10.1071/AN14294>.
- Beauchemin, K. A., Rode, L. M., & Sewalt, V. J. H. (1995). Fibrolytic enzymes increase fiber digestibility and growth rate of steers fed dry forages. *Canadian Journal of Animal Science*, 75(4), 641-644.
- Busquet, M., Calsamiglia, S., Ferret, A., & Kamel, C. (2006). Plant extracts affect in vitro rumen microbial fermentation. *J. Dairy Sci.*, 89(2), 761–771. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72137-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72137-3)
- Cabrera, C. (2008). *Evaluación de tres sistemas de alimentación (balanceados y pastos), con ovinos Tropicales Cruzados (Dorper x Pelibuey) para la Fase de Crecimiento y Acabado en el canton Balzar*. ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL.
- Caja, G., García, E. G., Flores, C., Carro, M. D., & Albanell, E. (2003, October). Alternativas a los antibióticos de uso alimentario en rumiantes: probióticos, enzimas y ácidos orgánicos. In *19. Curso de Especialización "Avances en nutrición y alimentación animal"* (pp. 212-p).
- Carranza, S. (2007). Revisión bibliográfica sobre Acacia melanoxylon: su silvicultura y su madera. *Revista de la Facultad de Agronomía, La*

Plata, 106(2), 145-154.

- 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>
- Chimborazo Azogue, W. H. (2018). *Efecto de leguminosas arbóreas sobre la preferencia de consumo en ovinos (ovis aries)* (Bachelor's thesis).
- Cruz, M. (2000). La fibra en la alimentación del ganado lechero. *Nutrición Animal Tropical*, 6(1).
- ESPAC. (2019). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2019: Producción ovina en el Ecuador. 34 -38.
- Estrada, M. A. (2014). *Comparación de coeficientes de digestibilidad aparente y balance del nitrógeno en llamas (Lama glama) y ovinos (Ovis aries) criados en la región andina del altiplano boliviano* (Doctoral dissertation).
- Forbes, J. M. (Ed.). (2007). Voluntary food intake and diet selection in farm animals. Cabi.
- Gado, H. M., Salem, A. Z. M., Odongo, N. E., & Borhami, B. E. (2011). Influence of exogenous enzymes ensiled with orange pulp on digestion and growth performance in lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 165(1–2), 131–136. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.02.016>
- 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.
- Guamaní Toapanta, S. N. (2018). *Efecto de la inclusión de sachá inchi (Plukenetia volubilis) en la dieta de ovinos sobre la fermentación ruminal y producción de gas IN VITRO* (Bachelor's thesis).
- Haro, J. (2002). Consumo Voluntario de Forraje por Rumiantes en Pastoreo. *Acta Universitaria*, 12(2), 48–57.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). (2019). Querochaca – Ecuador.
- Lema, E., & Cacuango, G. V. (2012). Crecimiento Y Desarrollo De Ovinos Corriedale Estabulados Utilizando Tres Mezclas Forrajeras Al Corte, En El

Sector De Peguche Del Cantón Otavalo.

- MAGAP. (2011). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Recuperado de <https://www.agricultura.gob.ec/magap-trabaja-en-mejoramiento-genetico-deganado/>
- Murad, H. H., Hanfy, M. A., Kholif, A. M., Gawad, M. A., & Murad, H. A. (2009). Effect of cellulases supplementation to some low quality roughages on digestion and milk production by lactating goats. *J Biol Chem Environ Sci*, 4, 791-809.
- NRC. (2001) Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7 th rev. ed. Nat. Acad. Press, Washington, DC.
- Palma, P. F., & Landi, H. G. (2012). Enzimas fibrolíticas: una alternativa para incrementar la utilización de pared celular por rumiantes. *FAVE: Sección Ciencias Veterinarias*, 11(1-2), 71-80.
- Pinos-Rodríguez, J. M., Moreno, R., González, S. S., Robinson, P. H., Mendoza, G., & Álvarez, G. (2008). Effects of exogenous fibrolytic enzymes on ruminal fermentation and digestibility of total mixed rations fed to lambs. *Animal feed science and technology*, 142(3-4), 210-219.
- Razo Barrera, J. Y. (2018). *Influencia de enzimas exógenas O Saccharomyces cerevisiae en dietas fibrosas sobre la fermentación ruminal y producción de gas in vitro en ovinos* (Bachelor's thesis).
- Rojas, M., (2014). Uso estratégico de enzimas en la nutrición animal, 1-10.
- Romero, O. (2013). Alimentación y nutrición en los ovinos, 23–40. Retrieved from <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR38521.pdf>
- Rueda, N., & Rubí, M. (2016). *Efecto de la alfalfa contaminada con Pseudopeziza medicaginis sobre la calidad del semen de carneros criollos* (Bachelor's thesis).
- Salvador, F., & Solorio, F. (2015). Utilización de enzimas exogenas en aves y porcinos, 1-14.
- Sanmartín, D (2018). *EFEECTO DE ENZIMAS FIBROLÍTICAS EXÓGENAS EN DIETAS ALTAS EN FIBRA SOBRE LA FUNCIÓN RUMINAL in vivo e in vitro EN OVINOS*. (Bachelor's thesis).
- 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/>; \n<http://www.ojafri.ir>
- Tenkanen, M., Schuseil, J., Puls, J., & Poutanen, K. (1991). Production, purification and characterization of an esterase liberating phenolic acids from lignocellulosics. *Journal of Biotechnology*, 18(1-2), 69-83.
- Tituaña Pulluquitín, M. C. (2018). *Evaluación de la preferencia de consumo de leguminosas arbóreas con potencial forrajero en rumiantes menores* (Bachelor's thesis).
- Toapanta, G., & Nataly, S. (2018). *Efecto de la inclusión de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) en la dieta de ovinos sobre la fermentación ruminal y producción de gas IN VITRO* (Bachelor's thesis).
- Yang, WZ; Beauchemin, KA; Rode, LM. 1999. Effects of fan enzyme feed additive on extent of digestion and milk production of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci* (82): 391 – 403.

ANEXOS



Anexo 1: Recibimiento y adaptación.



Anexo 2: Orquiectomía.



Anexo 3: Areteo de los animales.



Anexo 4: Limpieza de pezuñas.



Anexo 5: Desparasitación y
vitaminización.



Anexo 6: Elaboración de dietas.



Anexo 7: Control de índices productivos.



Anexo 8: Consumo voluntario de nutrientes.



Anexo 9: Alimento sobrante.



Anexo 10: Control sanitario e identificación de corrales.



Anexo 11: Ingreso a las jaulas metabólicas.



Anexo 12: Pruebas de digestibilidad.



Anexo 13: Secado de muestras.



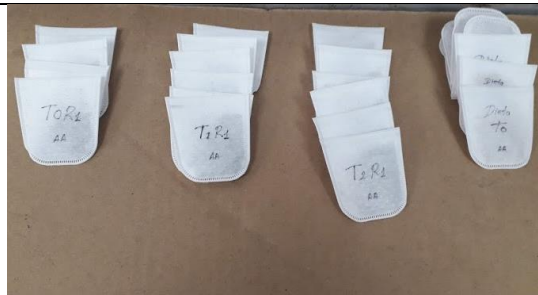
Anexo 14: Molido de muestras.



Anexo 15: Obtención de Materia Orgánica, Cenizas y Materia Seca.



Anexo 16: Pesado de muestras para pruebas de digestibilidad de FDN y FDA.



Anexo 17: Muestras listas para pruebas de digestibilidad.



Anexo 18: Preparación de reactivos para digestibilidad de FDN y FDA.



Anexo 19: Digestibilidad de FDN y FDA.



Anexo 20: Análisis de fibra detergente Neutra y Fibra detergente ácida.



Anexo 21: Desechado de muestras para obtención de FDN y FDA.



Anexo 22: Reactivos para obtención de Fibra detergente ácida.



Anexo 23: Secado de muestras de FDN y FDA.



Anexo 24: Pesado de muestras y obtención de FDN y FDA.