UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE ENZIMAS EXÓGENAS Y *Saccharomyces cervisiae* EN LAS DIETAS DE OVINOS SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL *in vivo* E *in vitro* DE FORRAJES FIBROSOS

Trabajo de investigación previo a la obtención del grado de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Autora:

María Gabriela Barona Calderón

Tutor:

Ing. Marcos A. Barros Rodríguez, PhD.

Ambato – Tungurahua – Ecuador, 2018

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

"La suscrita, **Barona Calderón María Gabriela** portadora de cedula identidad número: **1804136891**, libre y voluntariamente declaro que el trabajo de investigación titulado: **"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE ENZIMAS EXÓGENAS Y *Saccharomyces cervisiae* EN LAS DIETAS DE OVINOS SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL *in vivo* E *in vitro* DE FORRAJES FIBROSOS."** es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas"

…….

Barona Calderón María Gabriela

C.I.1804136891

DERECHO DE AUTOR

"Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: **"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE ENZIMAS EXÓGENAS Y *Saccharomyces cervisiae* EN LAS DIETAS DE OVINOS SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL *in vivo* E *in vitro* DE FORRAJES FIBROSOS."** 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"

……

BARONA CALDERÓN MARÍA GABRIELA

C.I.1804136891

“INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE ENZIMAS EXÓGENAS Y *Saccharomyces cervisiae* EN LAS DIETAS DE OVINOS SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL *in vivo* E *in vitro* DE FORRAJES FIBROSOS.”

REVISADO POR:

Ing. Marcos Barros Rodríguez. Ph.D.
TUTOR

Ing. Verónica Elizabeth Rivera Guerra MSc
ASESOR DE BIOMETRÍA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

_____ _____
Ing. Hernán Zurita Vásquez. Mg. **FECHA**
Presidente del tribunal

_____ _____
Ing. Gonzalo Aragadvay. Mg. **FECHA**
Miembro del Tribunal de Calificación

_____ _____
Ing. Elizabeth Ibarra. Mg. **FECHA**
Miembro del Tribunal de Calificación

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar a culminar con una de mis metas dándome sabiduría y fortaleza frente a las adversidades.

A mis padres pero en especial a mi ángel en el cielo mi padre el Sr, Tobías Barona por ser mi guía y ejemplo de perseverancia, por enseñarme que la vida es de los valientes, que no importa cuántas veces me caiga si no cuantas veces me levante, por creer en mi más de lo que yo misma creía y sobre todo por su sacrificio y esfuerzo por darme una carrera para mi futuro. A mi esposo por brindarme su apoyo incondicional y permitirme luchar por mis metas.

GRACIAS.

ÍNDICE

CAPÍTULO I **1**

INTRODUCCIÓN **1**

CAPÍTULO II **3**

2. 1 MARCO TEORICO 3

2.1.1 PRODUCCIÓN OVINA 3

2.1.2 ALIMENTACIÓN OVINA 3

2.1.3 NUTRICIÓN DE LOS OVINOS 4

2.1.4 FERMENTACIÓN RUMINAL 7

2.2 CATEGORIAS FUNDAMENTALES 8

2.2.1. Enzimas Exógena y *Saccharomyces cervisiae* 8

2.2.2 VARIABLE DEPENDIENTE 11

2.2.3 PASTOS FIBROSOS (CEBADA, AVENA, PANCA DE MAIZ, AVENA) .. 11

CAPÍTULO III **13**

3.1. Hipótesis 13

3.2. Objetivo general 13

3.2.1. Objetivos específicos 13

CAPÍTULO IV **14**

4. Materiales y métodos 14

4.1. Ubicación del proyecto 14

4.2. Equipos y Materiales 14

4.2.1. Equipos 14

4.2.2. Materiales 15

4.3. Animales, alojamiento, alimentación y tratamientos 16

4.4. Colecta de material vegetal 17

4.5. Enzimas y levaduras utilizadas 18

4.6. VARIABLES DE RESPUESTA 18

4.6.1. Degradación ruminal in situ 18

4.6.2. Fermentación ruminal *in vitro* 18

4.7. Diseño experimental y análisis estadístico 19

CAPITULO V 20

5.1 RESULTADOS 20

5.1.1. DIGESTIBILIDAD 20

5.1.2. PRODUCCION DE GAS IN VITRO 20

5.2 DISCUSIÓN 27

CAPÍTULO VI 30

6.1 CONCLUSIONES 30

6.2 BIBLIOGRAFÍA 30

6.3 ANEXOS 34

CAPÍTULO VII 39

PROPUESTA 39

7.1 DATOS INFORMATIVOS 39

7.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA 39

7.3 JUSTIFICACIÓN ..... **¡Error! Marcador no definido.**

7.3. OBJETIVOS 40

Determinar el efecto de la adición de enzimas exógenas o saccharomyces cervisiae en la alimentación de ovinos sobre los parámetros de fermentación ruminal (digestibilidad), así como, la producción de metano entérico in vitro. 41

7.4 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD 41

7.5. FUNDAMENTACIÓN 41

7.6. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO 41

7.7. ADMINISTRACIÓN 41

7.8. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN 42

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Requerimientos nutricionales diarios para ovejas……..….	5
Tabla 2	Ingredientes y dietas experimentales con y sin enzimas o levaduras……..	17
Tabla 3	Digestibilidad de nutrientes *in vitro*……	20
Tabla 4	Degradación Ruminal *in situ*…….	21
Tabla 5	Parámetros *in vitro* de producción de Gas (ml/0.5 g MS) como efecto de la adición de enzimas y levaduras…….……...	22
Tabla 6	Parámetros *in vitro* de producción de gas (ml/0.5 g MO) como efecto de la adición de enzimas y levaduras……...	23
Tabla 7	Producción de gas Metano…..……	25

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de las enzimas exógenas y *Saccharomyces cerevisiae* en cuatro forrajes fibrosos (cebada, avena, panca de maíz, panca de quinua) sobre la fermentación ruminal *in vivo* e *in vitro* en ovinos. Para esto se utilizaron 4 ovinos machos mestizos (enteros) fistulados (cánula marca Bar Diamond, Parma, Idaho, USA) de 2 pulgadas de diámetro interno y 5 pulgadas de diámetro externo). Los animales fueron alojados en cubículos individuales y se alimentaron con una dieta a base de paja de cebada que cubrió los requerimientos nutricionales, a esa dieta se le incluyó enzimas fibrolíticas exógenas y *Saccharomyces cervisiae* bajo las siguientes dosis o tratamientos: T1: 0% (enzimas o levaduras), 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. Las funciones ruminales evaluadas fueron digestibilidad *in vitro,* cinética de la degradación ruminal *in situ* y la producción de gas *in vitro*. Se observo que la digestibilidad *in vitro* de MS y MO mostraron diferencia (P<0,05) entre los tratamientos. En la cebada se obtuvo mayor índice de digestibilidad en los tratamientos T4, y T3 (P= 0,0242 y 0,0204 respectivamente). En la avena en T2, y T4 (P=0,0098 y 0,0060). En la panca de maíz en T1 y T4 (P=0.0111 y 0,0128) y en la panca de quinua en T2 y T3 (P=0,0061 y 0,0052). La producción de gas *in vitro* en MS y MO muestra diferencias estadísticas entre los líquidos ruminales. Obteniendo como resultado que en la cebada y panca de maíz los tratamientos que tiene menos índice de producción de gas acumulado ml/0.5g MS fermentable (GV) es el T1 y T4 (P=<.0001). Sin embargo en la avena los más efectivos fueron T1 y T2 (P=<.0001) y finalmente en la panca de quinua el T1 (<.0001). En la cebada los tratamientos que tiene menos producción de gas metano (PM) es el T2 y T1 (P=<.0001). En la avena el T2, T3 y T4 (P=0.0003). En la panca de maíz el T3 y T4 (P=0.0009) y en la panca de quinua el T2 y T3 (<.00460).

Palabras claves: degradación**,** enzimas exógenas, levaduras (*Saccharomyces cervisiae*), digestibilidad, cinética de degradabilidad.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to evaluate the effect of exogenous enzymes and Saccharomyces cerevisiae in four fibrous forages (barley, oats, corn panca, quinoa panca) on ruminal fermentation in vivo and in vitro in sheep. For this, 4 male crossbred (whole) male sheep were used (Bar Diamond branded cannula, Parma, Idaho, USA) of 2 inches of internal diameter and 5 inches of external diameter). The animals were housed in individual cubicles and fed a diet based on barley that met the nutritional requirements, this diet was included exogenous fibrolytic enzymes and Saccharomyces cervisiae under the following doses or treatments: T1: 0% (enzymes or yeasts), T2: diet with 0.2% enzymes, T3: diet with 0.09% yeast, T4: diet with 0.2% enzyme + 0.09% yeast. The ruminal functions evaluated were in vitro digestibility, kinetics of ruminal degradation in vivo and in vitro gas production. It was observed that the in vitro digestibility of MS and MO showed difference (P <0.05) between the treatments. In barley, greater digestibility index was obtained in treatments T4, and T3 (P = 0.0242 and 0.0204 respectively). In the oats in T2, and T4 (P = 0.0098 and 0.0060). In the corn pan in T1 and T4 (P = 0.0111 and 0.0128) and in the quinoa panca in T2 and T3 (P = 0.0061 and 0.0052). The production of in vitro gas in MS and MO shows statistical differences between rumen liquids. Obtaining as a result that in barley and corn pan the treatments that have less index of accumulated gas production ml / 0.5g MS fermentable (GV) is T1 and T4 (P = <.0001). However, in oats the most effective were T1 and T2 (P = <.0001) and finally in the quinoa pancake T1 (<.0001). In barley the treatments that have less production of methane gas (PM) is T2 and T1(P = <.0001). In oats T2, T3 and T4 (P = 0.0003). In the corn pan T3 and T4 (P = 0.0009) and in the quinoa panca T2 and T3 (<.00460).

Key words: degradation, exogenous enzymes, yeasts (Saccharomyces cervisiae), digestibility, kinetics of degradability

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El medio ruminal es catalogado como un ecosistema que está formado básicamente por especies microbianas en su mayoría bacterias y protozoos, sus dos funciones principales son: digerir los alimentos y aportar nutrientes en forma de productos obtenidos de la fermentación como son los ácidos grasos volátiles y cuerpos microbianos que son ricos en proteína (Calsamiglia, 1997).

La producción ovina está influenciada por dos factores principales que son la disponibilidad de alimentos y condiciones climáticas. La disponibilidad de alimentos para ovinos es una problemática en la mayoría de los países dedicados a su explotación debido a que se ha puesto mayor interés en la alimentación humana y de las demás especies animales, dejándole de lado a los ovinos. Es por eso que se ha propuesto la utilización de subproductos de cosecha (Herrera, Jordán, & Senra, 2010).

El uso de alimentos fibrosos obtenidos de los residuos de cosecha como son la paja de cebada, paja de avena, panca de maíz, panca de quinua se encuentran afectados debido a que la fibra que poseen van a ocasionar bajo contenido de nitrógeno, minerales y baja digestibilidad (Habana, 2004). La fibra se fermenta lentamente en el rumen debido a la acción de las bacterias fibrolíticas, las mismas que tienen la función de adherirse a la pared vegetal e iniciar su degradación por medio de la acción de las celulasas y hemicelulasas este proceso puede variar en función al entramado tridimensional de los componentes y el grado de lignificación (Calsamiglia, 1997).

En la actualidad se ha implementado el uso de aditivos zootécnicos como: levaduras, enzimas, extractos vegetales (Acedo & Gonzalez, 1998). Pues de esta manera las levaduras en los rumiantes son usadas como un suplemento alimenticio que mejora la digestibilidad, esto se debe a que cumplen con dos funciones principales como son: aumentar la población de bacterias celulolíticas las mismas que son encargadas de desdoblar la celulosa (Amber & Merger, 2006).

Por otra parte las levaduras son fuentes de vitaminas del complejo B como: ácido fólico, biotina, niacina, riboflavina y actúan removiendo oxígeno del rumen y de esta manera mejorando la anaerobiosis, además aportan enzimas, aminoácido por otra parte las bacterias fibrolíticas como producto intermedio producen glucosa y pectosa y al usar mayoritariamente las vías fermentativas conducen a la producción final de acetato el mismo que juega un papel muy importante debido a que es el encargado de aportar precursores para la síntesis de grasa en la glándula mamaria (Calsamiglia, 1997). Además incrementa la síntesis de ácidos grasos de cadena corta en la ubre (Zapata, Gutierrez, & Echeverry, 2011). Su otra función es disminuir la población de bacterias metanogénicas las cuales son encargadas de producir el metano (Amber & Merger, 2006), debido a que durante el proceso fermentativo de la fibra se pierde un carbono en forma de metano (Calsamiglia, 1997). El objetivo del presente trabajo de investigación es medir la fermentación ruminal in vivo e in vitro de diferentes pastos fibrosos al usar enzimas exógenas y *Saccharomyces cervisiae* en la dieta suministrada**.**

CAPÍTULO II

2. 1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 PRODUCCIÓN OVINA

Según datos recopilados en el ecuador en el año 2009 fue de 819,564 animales y en el año 2011 la población de ovinos fue de 742.967, los mismos que son alimentados al pastoreo (Pérez et al., 2013). La disminución de población ovina se debe a que uno de los principales obstáculos que tienen que enfrentar estos animales es la mala alimentación, debido que su principal fuente de alimento son los pastos decadentes en nutrientes quizás por la falta de conocimiento o el factor económico (Lema & Cacuango, 2012).

Estos pastos no suelen ser lo suficientemente buenos ocasionando que los microorganismos existentes en el rumen de los ovinos no cumplan correctamente con sus funciones normales perdiendo su capacidad de romper el componente de celulosa de los forrajes en la materia vegetal, lo cual impedirá el acceso a la energía contenida en los vegetales fibrosos. Es por eso que se podría decir que una solución a la problemática sería tener una correcta elección de alimentos o a su vez implementar ciertos suplementos como enzimas, levaduras, bacterias, extractos de plantas que mejore la digestibilidad de la fibra y de esta manera mantener la población de microorganismos optima y productiva, y así asegurar que los ovinos recibirán suficiente energía y proteína en sus distintos estados fisiológicos (Romero, 2013).

2.1.2 ALIMENTACIÓN OVINA

La alimentación de los ovinos básicamente consta de los diferentes forrajes que se encuentran en la zona generando que el gasto de alimentos sea del 55 al 70 % ocasionando una subalimentación en los ovinos, por esta causa se ha visto en la obligación de buscar nuevas fuente energéticas, proteicas, minerales en productos no convencionales como plantas forrajeras provenientes de la sub cosecha y plantas arbustivas. Por otra parte se ha logrado comprobar que el uso de compuestos

balanceados a base de plantas forrajeras ha incrementado la disponibilidad de proteína y ha disminuido la grasa a la canal (Manso, Ruiz & Castro, 1998)

2.1.3 NUTRICIÓN DE LOS OVINOS

La nutrición se refiere a la conversión de los componentes químicos de los forrajes y granos en carne, lana y leche. El nitrógeno, carbono y minerales de los forrajes y otros alimentos se convierten en músculo, leche y lana a través de los procesos de digestión, absorción y asimilación en el cuerpo de un animal. La eficiencia en que ocurren estos procesos depende de la calidad y cantidad de los alimentos disponibles, así como la categoría del animal y su estado fisiológico. Las necesidades nutritivas de los ovinos están basadas en un requerimiento diario de agua, energía, proteínas, minerales y vitaminas, para mantener un adecuado crecimiento, producción y reproducción. Sin embargo, estas necesidades pueden variar de acuerdo al sistema de producción, el estado fisiológico (encaste, fases de la gestación, lactancia, mantención), sexo, edad y peso vivo. En la tabla 1 podemos observar los requerimientos nutricionales diarios en los ovinos (Romero, 2013).

El consumo de agua para mantención es de 2 a 3,5 litros/día, en ovejas lactando de 4 a 7 litros/día y en corderos de 2 litros/día. Como promedio, un ovino de 45 Kg de peso vivo consume entre 3,5 a 4 litros de agua/día, aunque no necesariamente tome a diario esa cantidad (Cabrera, 2008). Si el forraje predominante es muy seco o la temperatura ambiente se eleva el consumo diario de agua aumenta considerablemente. El contenido de sal común del agua debe ser de 1% para que no afecte el estado del animal (Romero, 2013).

Tabla 1. Requerimientos nutricionales diarios para ovejas

	Materia seca		Energía metabolizable (Mcal)	Proteína total (g)	Ca	P	Vitamina a (UI)
	Kg	% de peso vivo			(g)	(g)	
Mantención	1,1	1,8	2,2	98	3,1	2,9	1530
Gestación temprana 15 semanas de gestación	1,3	2,1	2,6	117	3,1	2,9	1530
Gestación tardía últimas 6 semanas de gestación	1,9	3,2	3,97	177	4,4	4,1	5100
Lactancia temprana primeras 8 semanas de lactancia con parto simple	2,3	3,9	5,41	239	11,5	8,2	5100
Lactancia temprana primeras 8 semanas de lactancia con parto simple	2,6	4,3	6,1	299	13	9,4	5100

Fuente: CSIRO, 2007 citado por Romero (2013)

Consumo de energía

La energía brinda la potencia necesaria para manejar todos los procesos metabólicos de un animal. Sin ella, no se producirían reacciones químicas y musculares, la leche y la lana no podrían ser sintetizadas. Los animales deben obtener un suministro constante de energía a través de sus alimentos. Los ovinos necesitan el suministro de energía para mantener sus funciones corporales: moverse, crecer, producir leche y reproducirse (Romero, 2013).

Los carbohidratos son la principal fuente de energía , incluyendo los azúcares simples y otros carbohidratos solubles procedentes de la hierba, raíces y forrajes el almidón de los cereales y la celulosa (fibra) que está en la mayoría de los alimentos (Cabrera, 2008). Los alimentos que son eficientes para producir energía en la dieta son: los forrajes verdes y los granos de cereales (maíz, cebada y avena), debiendo utilizarse al final de la preñez, durante la lactancia, y en las etapas de crecimiento y terminación. (Romero, 2013)

En el rumen, los alimentos son transformados en ácidos grasos volátiles: acético butírico y propiónico, los mismos que son absorbidos y metabolizados para brindar al animal energía (Cabrera, 2008).

Consumo de proteína

Las proteínas son de vital importancia en las células animales y vegetales. Su función es formar compuestos estructurales, tales como pelo, piel, músculo, además son reguladoras de todas las funciones internas del animal. Como principales fuentes de proteína tenemos las hojas de hierbas y forrajes, estos proporcionan el nitrógeno que se utiliza como base para la construcción de la proteína microbiana que posteriormente utilizaran la oveja para sus procesos metabólicos (Cabrera, 2008). Algunos suplementos ricos en proteínas son: lupino entero o chancado, afrecho de raps, afrecho de maravilla y soya (Romero, 2013).

Los microorganismos en el rumen requieren proteína para su crecimiento y desarrollo, pero pueden producir sus propios aminoácidos y utilizarlos para elaborar proteínas, a través de fuentes no proteicas de nitrógeno como la urea. En la valoración del aporte de proteína de los alimentos comúnmente se utiliza el concepto de proteína cruda (PC), la cual no es realmente una medida de proteína, sino más bien un estimado bruto basado en las cantidades de nitrógeno en los alimentos (Cabrera, 2008).

Consumo de minerales y vitaminas.

Son elementos protectores y conservadores de la salud de los animales. Entre los principales minerales de interés en los ovinos se pueden mencionar: el calcio, fósforo, potasio, yodo, cobre, hierro y otros (Romero, 2013). Todos los granos de cereales son bajos en calcio y tienen niveles altos de fósforo que conducen a una relación calcio:

fósforo menor al ideal de 2:1 (Pérez et al., 2013), generando en el animal una disminución del consumo y del crecimiento, huesos blandos propensos a fracturas y desarrollo de piedras urinarias (Cabrera, 2008). Una alternativa de bajo costo para administrar minerales en la dieta de nuestro rebaño es realizar una mezcla de carbonato de calcio y sal común en relación 2:1, proporcionando 8 a 10 gramos por ovino al día. Los rumiantes adultos sus necesidades de vitaminas hidrosolubles (B y C) son independientes debido a que éstas son sintetizadas por los microorganismos del rumen. Por otra parte, se requiere de un aporte considerable de minerales para la síntesis de vitamina B12. En el caso de las vitaminas liposolubles (A, D, E y K), los microorganismos del rumen solo son capaces de efectuar la síntesis de vitamina K y de esta manera las vitaminas A, D y E deberán ser aportadas en la dieta (Romero, 2013).

2.1.4 FERMENTACIÓN RUMINAL

Las poblaciones microbianas que generalmente habitan en su gran mayoría en el rumen son: bacterias, arqueas, eucarias, hongos y protozoos ciliado (Zapata, Gutiérrez & Polanco, 2011). La fermentación ruminal está basada en la capacidad que tienen las bacterias del rumen para obtener energía y compuestos nitrogenados a partir de los carbohidratos y proteínas fermentadas. El rumen es catalogado como una cámara de fermentación anaerobia donde su población microbiana se mantiene al ingerir y masticar alimentos, al añadir tampones y eliminando los ácidos producidos para de esta manera mantener condiciones apropiadas de pH, temperatura y humedad para el crecimiento microbiano. Básicamente estos microorganismos dependen de los rumiantes para desarrollarse y los rumiantes dependen de los productos de fermentación anaeróbica como son los ácidos grasos volátiles (AGV) para mantener su correcto metabolismo. Pero por otra parte hay productos de la fermentación que no son útiles para los rumiantes como el metano, amoniaco y los nitratos debiendo ser estos eliminados (Rotger, 2004).

Fermentación de la fibra

El proceso de fermentación básicamente es realizado en las dos primeras partes del estómago por los microorganismos (protozoarios, hongos y bacterias) que habitan en el rumen y el medio físico químico que los envuelve (Araujo & Vergara, 2007). La fibra se fermenta en el rumen de manera lenta debido a la acción de las bacterias fibrolíticas.

El proceso de degradación de la fibra se inicia con la adhesión de las bacterias a la pared vegetal, proceso que se realiza a una velocidad inversamente proporcional al grado de lignificación de dicha pared. Una vez adheridas, la degradación de los componentes de la pared celular progresa por la acción de las celulasas y hemicelulasas, y varía en función de la composición, el entramado tridimensional de los componentes y el grado de lignificación. Las bacterias fibrolíticas producen glucosa o pentosas como productos intermedios, y utilizan mayoritariamente vías fermentativas que conducen a la producción de acetato como producto final (Rotger, 2004).

El producto final de los procesos fermentativos ruminales son ácidos grasos volátiles, los cuales son absorbidos a través de la pared del rumen en un ambiente líquido amortiguado y próximo a la neutralidad al mismo tiempo que se eliminan continuamente productos solubles de dicho proceso (Araujo & Vergara, 2007). Durante el proceso fermentativo de la fibra se pierde un carbono en forma de metano, por lo que el proceso es energéticamente menos eficaz que la fermentación de otros nutrientes. Sin embargo, el acetato juega un papel muy importante en el aporte de precursores para la síntesis de grasa en la glándula mamaria, y por lo tanto la producción de acetato y en consecuencia el aporte de fibra y la supervivencia de las bacterias fibrolíticas es imprescindible (Rotger, 2004).

2.2 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.2.1. Enzimas exógenas y *Saccharomyces cervisiae*

Efecto de la suplementación de enzimas y levaduras en función ruminal

Los aditivos enzimáticos son aplicados en la alimentación de los animales monogástricos y rumiantes, tienen como objetivo eliminar factores antinutricionales de algunos alimentos, efectúa la digestibilidad de los mismos, además activa a las enzimas endógenas para su correcto funcionamiento y reduce la excreción de ciertos compuestos como el metano (Carro & Tejido, 2006)

Los preparados enzimáticos comerciales que pueden ser usados como aditivos en las dietas de los rumiantes proceden de cuatro especies bacterianas (*Bacillus subtilis,*

Lactobacillus plantarum y Streptococcus faecium) y tres fúngicas (*Aspergillus orizae, Trichoderma reesei y Saccharomyces cerevisiae*) (Carro & Tejido, 2006).

Enzimas de alimentación para rumiantes

Las enzimas fibrolíticas que comúnmente son usadas en los piensos son las xilanasa y celulasas que son obtenida de fermentación microbiana. Las enzimas alimentarias son efecto del proceso de fermentación discontinua, comenzando con un cultivo de siembra y medios de crecimiento. Una vez completada la fermentación, la proteína enzimática se separa de los residuos de fermentación y del organismo fuente. Aunque los organismos fuente son, en muchos casos, similares entre los productos enzimáticos, los tipos y la actividad de las enzimas producidas pueden variar ampliamente dependiendo de la cepa seleccionada y del sustrato de crecimiento y las condiciones de cultivo utilizadas (Beauchemin, Colombatto, Morgavi, & Yang, 2003).

Levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*).

Las levaduras como son conocidas con su nombre genérico todas ellas son de origen natural, que son usadas para mejorar los resultados productivos y sanitarios del animal.
Una de las cepas más conocida por su uso es la *"Saccharomyces cerevisae"* misma que se emplea en la industria de la panificación. Existen productos a base de levadura viva desecada donde su concentración de células vivas puede llegar a ser de 10^8 -10^{10} unidades formadoras de colonia por gramo siendo estas las más conocidas y aplicadas, debido a que estos cultivos aportan enzimas y otros metabolitos como aminoácidos y vitaminas a los animales que las han consumido (Acedo & Gonzalez, 1998). Comprobándose que la producción láctea de vacas que consumieron este tipo de levaduras aumento 1litro de leche por día (Arcos, Castrejon, Mendoza, & Perez, 2000)

Según Acedo & Gonzales, (1998) menciona que básicamente los aditivos a base de levaduras o cultivo de levaduras actúan a nivel ruminal influenciado la fermentación en los siguientes parámetros:

- Producción de ácidos grasos volátiles: Su influencia no suele ser significativa.
- Reducción de la producción de metano
- Disminución de la concentración de amoniaco
- Favorecen la estabilidad del pH.

A nivel de la microflora ruminal también influye en:

- Aumento de la actividad de la flora celulolítica
- Aumento de la flora anaerobia total
- Favorecen la flora que deriva lactato a propiónico

Los tratamientos con enzimas exógenas afectan la estructura de la fibra forrajera, estimulando la colonización microbiana. Por otra parte las enzimas fibrolíticas exógenas también aceleran la velocidad de digestión aumentando la fijación y mejorando el acceso de los microorganismos ruminales a la matriz de la pared celular. Es así que pueden trabajar sinérgicamente con las enzimas microbianas del rumen para aumentar la digestión y el valor nutritivo de las raciones fibrosas (Elchandour et al., 2015).

Los aditivos de enzimas en la alimentación de los rumiantes, principalmente son las xilanasas y celulasas, las mismas que se las conocen como extractos concentrados resultantes de fermentaciones bacterianas o fúngicas que tienen actividades enzimáticas especificas (Beauchemin et al., 2003). Las enzimas celulasa, xilanasa y β-D glucanasa son la encargadas para la ruptura de enlaces β-1,4 internos de celulosa, hemicelulosa (xilano) y glucanos para liberar azúcares solubles y facilitar el crecimiento de microbios y por ende la digestibilidad. Con varios estudios se ha logrado demostrar el sinergismo entre las enzimas del rumen endógenas y exógenas de tal manera que el efecto hidrolítico combinado neto en el rumen era mucho más alto que el estimado a partir de las actividades enzimáticas individuales. Las enzimas exógenas pueden ser aplicadas durante la ensilada o directamente en el alimento de los animales (Elchandour et al., 2015).

Aunque diversos estudios han constatado los efectos benéficos de la adición de levaduras en dietas para rumiantes sobre las funciones ruminales, los resultados obtenidos han sido variados, debido quizá a factores bióticos como la especie y tiempo de vida de las levaduras, así también de factores abióticos como la conformación de la dieta y las condiciones de manejo de los animales. Cuando hay un exceso de concentración de ácidos grasos volátiles en el rumen va a ocasionar que disminuya el pH ruminal y por ende las bacterias productoras de lactato (*Streptococcus bovis*) incrementen superando a las bacterias lactantes (*Megasphaera elsdenii y Selenomonas ruminantium*) y de esta manera se acumula lactato en el rumen, produciéndose mayor cantidad de ácido láctico el mismo que es el encargado de iniciar una acidosis. Cuando el pH del rumen es bajo, la diversidad microbiana se reduce, ya que los números de

protozoarios pueden disminuir abruptamente y la población bacteriana se altera (Chaucheyras-Durand, Walker, & Bach, 2008).

Durante muchos años se ha limitado al uso de enzimas pues en varios estudios realizados de manera *in vitro* e *in vivo* no se ha obtenido buenos resultados pues esto se debe a que para la utilización de las mismas se debe tomar en cuenta los siguientes factores: actividad de las enzimas, nivel y modo de suplementación, incluso de la naturaleza y fuente de enzima. Sin embargo investigaciones recientes argumentan que la suplementación de enzimas degradadoras de fibras en las dietas de ganado puede mejorar la utilización de los piensos obtenidos de los residuos de cultivos, de esta manera las enzimas tienen la función de mejor la degradación de las fibras, reduciendo la emisión de metano por unidad de subproductos animales (Tang et al., 2013).

2.2.2 VARIABLE DEPENDIENTE

FERMENTACION RUMINAL *IN VIVO E IN VITRO*

Se denomina fermentación ruminal a todos los mecanismos en los cuales los nutrientes son obtenidos por los rumiantes para las diferentes poblaciones microbianas, tomando en cuenta que los principales sustratos son los carbohidratos y proteínas para la obtención de energía y de compuestos nitrogenados para su desarrollo. Dependerá de la composición de la ración alimenticia, de la actividad microbiana, del pH del medio y de la frecuencia de ingestión de alimento para la producción de ácidos grasos volátiles, es por eso que los rumiantes que son alimentados con dietas a base de forrajes produce menor índice de ácidos grasos volátiles no sucediendo lo mismo con el suministro de alimentos concentrados a base de carbohidratos y proteína de fácil fermentación. El ácido acético incrementa un 60 a 75 % cuando se proporciona raciones a base de forrajes o pastos sin picar o muy fibroso en cambio el ácido propiónico varía entre 15 y 19% y el butírico entre un 8 a 16%. Pero al dar este tipo de pastos fibrosos existirá una pérdida de energía consumida en forma de metano (Zavaleta de Lucio, 2010).

2.2.3 PASTOS FIBROSOS (CEBADA, AVENA, PANCA DE MAIZ, AVENA)

Los pastos fibrosos o también conocidos como las pajas de cereales son catalogados como subproducto fibrosos altamente disponible, aunque su utilización en alimentación animal está limitada por su bajo valor nutritivo. La composición de la paja depende de

la proporción de hojas/tallos, el diámetro del tallo y la altura de la planta, de modo que se presentan variaciones ligadas a la especie, el ecotipo o la climatología. Las pajas más abundantes son las de trigo y cebada, ambas tienen una composición similar, siendo el valor energético algo superior en la cebada. La matriz que se acompaña corresponde a una media de ambas. La paja de avena y, sobre todo, la panca de maíz tienen un valor energético superior (+12 y +40%, respectivamente).

Las pajas de leguminosas tienden a tener un contenido proteico algo superior. La mayor parte de los componentes de las pajas de cereales (incluyendo proteína y minerales), están asociados a la pared celular. Como media, contienen un 72% de FND distribuida en un 38% de celulosa, un 25% de hemicelulosa, un 8% de lignina y un 0,2% de cutina.(Prinsen, 2010) Las dos primeras son potencialmente fermentables por la flora digestiva, pero su degradación se ve limitada por la estructura cristalina de la celulosa y por la existencia de enlaces covalentes con la lignina. Como consecuencia, la velocidad de degradación en el rumen es muy lenta (del orden de un 10 y un 25% a las 12 y 24 h, respectivamente) y los niveles finales de digestión son bajos (50% a las 72 h). La baja velocidad de digestión condiciona también una escasa capacidad de ingestión. Su valor energético es todavía inferior en monogástricos, dado el menor tiempo de permanencia de la digesta en el área fermentativa. No obstante, tiene un cierto valor en estas especies (especialmente en conejos), al igual que en rumiantes en cebo intensivo, como aporte de fibra larga.

La paja tiene un bajo contenido en proteína bruta (3,4%) que, además, es casi totalmente indigestible. Esto es debido a que en su mayor parte (75%) se encuentra ligada a la pared celular. El resto está constituido por nitrógeno no proteico fácilmente soluble. Por otra parte, presenta marcadas deficiencias en la mayor parte de los macrominerales (excepto potasio, cloro y hierro) y en vitaminas (Olvera et al., 2012)

CAPÍTULO III

3.1. Hipótesis

La adición de enzimas exógenas y *Saccharomyces cervisiae* en la alimentación de ovinos puede mejorar la digestión ruminal de los nutrientes de forrajes fibrosos.

3.2. Objetivo general

Evaluar el efecto de la adición de enzimas exógenas y *saccharomyces cervisiae* en la alimentación de ovinos sobre las funciones del rumen *in vitro* e *in vivo* de cuatro forrajes fibrosos

3.2.1. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la adición de enzimas exógenas y *saccharomyces cervisiae* en la alimentación de ovinos sobre la cinética degradación ruminal *in situ* de los nutrientes de cuatro forrajes fibrosos.

- Determinar el efecto de la adición de enzimas exógenas y *saccharomyces cervisiae* en la alimentación de ovinos sobre los parámetros de fermentación ruminal (digestibilidad), así como, la producción de metano entérico *in vitro*.

CAPÍTULO IV

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del proyecto

La presente investigación se llevó a cabo en la Granja experimental y Laboratorios de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, ubicada en Querochaca, sector el Tambo, Cantón Cevallos de la provincia de Tungurahua a una altitud de 2900 msnm. con las siguientes coordenadas geográficas 1º25´0" Sur (latitud), 78º36´0" Oeste (longitud).

La Granja experimental donde se realizó la investigación presenta humedad de 91%, temperaturas máximas de 20 ℃ y mínima de 07℃, además pluviosidad de 517.8 mm media anual y lluvias en los meses de septiembre, octubre y noviembre. (INAMHI, 2015).

4.2. Equipos y Materiales

4.2.1. Equipos

- Molino de martillo
- Tanque de CO2
- Transductor de presión (DO 9704, Delta OHM, Italia)
- Balanza
- Estufas
- Picadora de forraje
- Baño de María
- Desecadora
- Cromatógrafo de gases
- Computadora portátil
- Mezcladora

- Peletizadora

4.2.2. Materiales

- Establo
- Baldes de 14 L.
- Tamiz (1 mm)
- Licuadora
- Jeringas de 5, 10, 20 y 60 ml.
- Papel filtro 17
- Bolsas de nylon (0.42 µ)
- Bolsas plásticas (10 kg)
- Fundas plásticas de 5 lb
- Saca de 1m3
- Enzimas
- Levaduras
- Frascos de vidrio color marrón de 100 ml.
- Crisoles
- Pinzas
- Vasos de precipitación
- Matraces aforados
- Imanes
- Guantes de látex
- Botas
- Overol

- Frascos plásticos de 20 ml
- Paja de cebada
- Paja de avena
- Panca de maíz
- Panca de Quinua
- Maíz
- Soya
- Alfarina
- Cebada picada
- Aceite de palma
- Melaza
- Vitaminas y minerales
- Sal

4.3. Animales, alojamiento, alimentación y tratamientos

Se utilizaron 4 animales machos mestizos de 6 meses de edad aproximadamente con un peso vivo promedio de 30 ± 2,3 Kg. Provistos de una fistula con una cánula en el rumen de 2 pulgadas de diámetro interno y 5 pulgadas de diámetro externo (Bar Diamond, Parma, Idaho, USA). Los animales se alojaron en un establo de cemento con techo de tejas y piso de cemento, además el piso fue cubierto con cascarilla de arroz; los ovinos se ubicaron de forma aleatoria e individual con comederos y bebederos independientes y acceso al agua *ad libitum*. Se alimentaron durante los cuatro tratamientos con una ración integral que cubrió sus requerimientos nutricionales acorde al ARC 1993 y, a esa dieta se le incluyó enzimas f*ibrolítica*s exógenas y *Saccharomyces cervisiae* en las siguientes dosis o tratamientos: T1: 0% (enzimas o levaduras), T2: dieta con 0.2% de enzimas, T3: dieta con 0.09% de levadura, T4: dieta con 0.2% de enzima + 0.09% de levadura utilizándose dichos tratamientos en los cuatro pastos fibrosos. Las dietas experimentales

se muestran en la Tabla 2. Diariamente se proporcionaba 5kg de alimento peleth (tamaño de partícula de 1cm) por animal

Tabla 2. Ingredientes de las dietas experimentales (tamaño de partícula 1 cm) con y sin enzimas o levaduras y composición química de la dieta experimental (g/kg MS)

INGREDIENTES	**TRATAMIENTOS**			
	T1	**T2**	**T3**	**T4**
Paja de cebada	40.482	40.401	40.444	40.363
Soya	22.308	22.264	22.287	22.243
Alfalfa	11.197	11.175	11.187	11.164
Maíz	13.781	13.754	13.768	13.741
Melaza	8.613	8.596	8.605	8.588
Aceite de palma	2.153	2.149	2.151	2.147
Sal	0.517	0.516	0.516	0.515
V+M	0.947	0.946	0.947	0.945
Enzima	0.000	0.200	0.000	0.200
Levadura	0.000	0.000	0.095	0.095
Total	**100**	**100**	**100**	**100**
Composición química de la dieta experimental (g/kg MS)				
MS				832.5
MO				899.4
FDN				508.5
FDA				300.0
PC				165.4

T1: Dieta control 0% (enzimas o levaduras), T2: dieta con 0.2% de enzimas, T3: dieta con 0.09% de levadura, T4: dieta con 0.2% de enzima + 0.09% de levadura, V+M: vitaminas y minerales, MS: materia seca, MO: materia orgánica, FDN: fibra detergente neutra, FDA: fibra detergente acida, PC: proteína cruda,

4.4. Colecta de material vegetal

Los forrajes fibrosos utilizados para este estudio fueron provenientes de subproductos de cosecha: paja de avena, paja de cebada, panca de maíz, paja de quinua, las mismas que fueron recolectadas posterior a la cosecha del grano. Luego se deshidrataron en una estufa a 60 °C por 48 horas y se colocó en un molino de martillo con tamaño de criba de 2mm y posterior a la molienda se pasaron por un tamiz de un 1mm para homogenizar las muestras a incubar.

4.5. Enzimas y levaduras utilizadas

La levadura que se utilizó es la *Saccharomyces cervisiae*, con una concentración de 5.5 $x10^9$ UFC/gr, de marca comercial Alltech®.

Las enzimas exógenas utilizadas en la dieta será FIBROZINE® marca comercial Alltech®.

4.6. VARIABLES DE RESPUESTA

4.6.1. Degradación ruminal *in situ*

Se evaluó mediante la técnica de la bolsa de nylon en el rumen descrita por Ørskov et al. (1980). En los cuatro borregos se colocó una bolsa con cada uno de los pastos que contenía 3 gramos de MS de cada tratamiento y fueron incubadas por 0, 6,12, 24, 48, 72 y 96 h. Al finalizar las 96 h las bolsas fueron removidas del rumen y lavadas varias veces con agua corriente hasta que el agua se torne cristalina y posteriormente secamos a 60 ºC, tomando en cuenta que las bolsas empleadas para medir la pérdida por lavado (0 h), no se incubaron en el rumen y sólo se lavaron con agua corriente. Los residuos se almacenaron en bolsas de polietileno a -4 °C hasta su posterior análisis en el laboratorio. La desaparición de los nutrientes fue calculada como una proporción del material incubado y residual. Los datos se ajustaron a la ecuación: $Y = a + b (1 - e^{-ct})$ y la degradación efectiva se ajustó a la ecuación $DE= a + [(b*c)/(c + k)]$ considerando una tasa de pasaje de 0.5% (Ørskov y McDonald 1979; Prisma 4, GraphPad Software, Inc. de San Diego, CA, 87USA).

4.6.2. Fermentación ruminal *in vitro*

Producción de gas: Para esta prueba se obtuvo el contenido del rumen (líquido y fracciones sólidas) por separado de cada individuo (cuatro borregos canulados). Se extrajo el contenido ruminal antes de la alimentación y se lo mantuvo a 39 ºC en un recipiente de plástico sellado e inmediatamente se transportó al laboratorio para su procesamiento dentro de 1h desde la recolección.

El medio rico en nitrógeno se preparó según Menke y Steingass (1988). Al final de la incubación, la digestibilidad *in vitro* (MS fermentable y PC) se estimó mediante el filtrado de los residuos y de corregir con la MS y PC residual en los blancos. La producción de gas se midió según la metodología descrita por Theodorou et al. (1994). De esta manera se colocó de cada tratamiento 0.5 g de MS en botellas de vidrio (100 ml

de capacidad nominal). Después, se añadió 60 ml de inóculo ruminal (70:30 medio/inóculo ruminal) bajo un flujo de CO_2 constante. Las botellas se las sellaron y se incubaron a 39-40 ° C. La presión de gas y el volumen se midió manualmente a las 3, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 60, 72, 96 h después de la incubación con un transductor de presión DELTA OHM modelo DO 9704 (Delta OHM Srl, Padova, Italia) y jeringas plásticas. Para cada tratamiento se utilizó 6 botellas (repeticiones) en cada tiempo y tres botellas adicionales se utilizaron como blanco. Se estima la producción total de gas metano por 0,5 g MS fermentable. Así como, la digestibilidad aparente de MS y PC.

4.7. Diseño experimental y análisis estadístico

El experimento en campo con los animales canulados se realizó mediante un diseño de cuadrado latino en un arreglo factorial 4x4 (dosis de aditivo x forrajes incubados). Para las pruebas *in vitro* se realizó bajo un diseño completamente aleatorizado en arreglo factorial 4x4 (líquido ruminal x forrajes incubados). Todos los datos se analizaron según el diseño planteado a través del PROC GLM SAS. La comparación de medias se la realizó mediante la prueba de Tukey para observar el efecto entre los tratamientos.

CAPÍTULO V

5.1 RESULTADOS

5.1.1. DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES *in vitro*

En la Tabla 3 los resultados obtenidos de la digestibilidad *in vitro* de MS y MO mostraron diferencia (P<0.05) entre los tratamientos. En la cebada se observó que existe mejor digestibilidad *in vitro* de MS y MO en los tratamientos T4 (P= 0.0242- 0.0204). Sin embargo en la avena el tratamiento más efectivo fue T2 (P=0.0098-0.0060). Por otra parte en la panca de maíz los tratamientos T1 y T4 (P=0.0111-0.0128) son los más eficaces y finalmente en la panca de quinua el T2 y T3 (P=0.0061-0.0052) presentan mayor digestibilidad.

Tabla 3. Digestibilidad de nutrientes *in vitro*

	FORRAJES FIBROSOS			
	Cebada	Avena	Panca de maíz	Panca de quinua
Digestibilidad g/kg MS				
T1	329.77ab	325.21ab	496.28a	297.78[a]
T2	183.98b	363.01a	353.26b	205.85ab
T3	256.15ab	2214.19b	331.30b	199.90ab
T4	379.13[a]	290.97ab	397.88ab	150.11b
ESM	43.26	27.04	33.37	26.082
Valor P	0.0242	0.0098	0.0111	0.0061
Digestibilidad g/kg MO				
T1	260.09ab	253.17a	406.61a	238.09[a]
T2	84.18b	298.33a	218.07b	128.05ab
T3	169.40ab	121.38b	191.06b	122.43ab
T4	320.13[a]	215.40ab	286.61ab	65.65b
ESM	51.14	31.85	44.65	30.03
Valor P	0.0204	0.0060	0.0128	0.0052

a, b, c, medias con la misma letra en una columna no difieren MS: materia seca, MO: materia orgánica, T1: Dieta control 0% (enzimas o levaduras), T2: dieta con 0.2% de enzimas, T3: dieta con 0.09% de levadura, T4: dieta con 0.2% de enzima + 0.09% de levadura. ESM: error estándar de la media

5.12. DEGRADACION *in situ*

Los resultados obtenidos en la Cinética de degradación ruminal *in situ* de la MS, que podemos observar en la Tabla 4, determinaron el efecto del líquido ruminal de los ovinos alimentados con las cuatro dietas sobre los cuatro forrajes fibrosos incubados *in situ*. En la cebada la mayor degradación ruminal en su fracción (a) la cual representa la fracción soluble de las dietas no mostro diferencias (P=0,1663), en cuanto en la fracción insoluble pero potencialmente degradable (b) fue mayor (P=0.0006) en T4 (668.45a) y a su vez se obtuvo mayor (P=<.0001) tasa (c) de degradación en T1 y T3 (0.02a). Por otra parte en la avena la mayor degradación ruminal en su fracción (a) P=<.0001 fue en T4, T3 Y T2 (83.180a, 80.178a, 75.048a) en cuanto en la fracción insoluble pero potencialmente degradable (b) fue mayor P=<.0001 en T2 (549.50a) y a su vez se obtuvo mayor (P=0.0074) tasa (c) de degradación en T3 (0.02a). En la panca de maíz la mayor degradación ruminal en su fracción (a) P=0.0112 fue enT2, T4 y T1 (321.75a, 305.95ab, 287.03ab) en cuanto en la fracción insoluble pero potencialmente degradable (b) fue mayor P=<.0.6493 en T4 (545.20a) y a su vez no se mostró diferencia de(P=0.0074) tasa (c) de degradación entre tratamientos. Y finalmente en la quinua la mayor degradación ruminal en su fracción (a) no mostro diferencia (P=0,0777) en cuanto en la fracción insoluble pero potencialmente degradable (b) fue mayor (P=0.0191) en T3 (302.90a) y a su vez no existe diferencia en (P=<.0001) tasa (c) de degradación entre tratamientos.

Tabla 4. Degradación *in situ* (g/kg)

	FORRAJES FIBROSOS											
Tratamientos	Cebada			Avena			Panca de maíz			Quinua		
	a	B	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
T1	38.74a	511.30b	0.02a	15.945b	489.65 b	0.01b	287.03ab	454.73b	0.029a	64.65a	266.25ab	0.033a
T2	57.63a	568.85b	0.008c	75.048a	549.50a	0.01b	321.75a	459.48b	0.016a	43.77a	204.25b	0.057a
T3	44.49a	517.10b	0.02a	80.178a	411.60c	0.02a	259.58b	482.95b	0.027a	36.82a	302.90a	0.02a
T4	55.40a	668.45[a]	0.01b	83.180a	460.75bc	0.02ab	305.95ab	545.20a	0.02a	76.19a	222.40ab	0.03a
EEM	6.32	20.83	0.0007	5.22	12.41	0.002	11.14	21.37	0.005	10.67	20.07	0.009
Valor P	0.1663	0.0006	<.0001	<.0001	<.0001	0.0074	0.0112	0.6493	0.3209	0.0777	0.0191	0.1533

a, b, c, medias con la misma letra en una columna no difieren P=0,02 , T1: Dieta control 0% (enzimas o levaduras), T2: dieta con 0.2% de enzimas, T3: dieta con 0.09% de levadura, T4: dieta con 0.2% de enzima + 0.09% de levadura. ESM: error estándar de la media, a fracción (a) fracción soluble de las dietas, b fracción insoluble pero

potencialmente degradable y c tasa de degradación

5.1.3 PRODUCCIÓN DE GAS *IN VITRO*

En la Tabla 5 el parámetro de producción de gas *in vitro* en MS muestra diferencias estadísticas entre los líquidos ruminales. Obteniendo como resultado que en la cebada los tratamientos que tiene menos índice de producción de gas acumulado ml/0.5g MS fermentable (GV) es el T1 y T4 (P=<.0001). Sin embargo en la avena los más efectivo fueron T1 y T2 (P=<.0001). Por otra parte en la panca de maíz los tratamientos T1 y T4 (P=0.0002) son los más eficaces y finalmente en la panca de quinua el T1 (<.0001)

Tabla 5. Parámetros *in vitro* de Producción de Gas (ml/0.5 g MS) como efecto de la adición de enzimas y levaduras

Tratamientos	Forrajes fibrosos											
	Cebada			Avena			Panca de maíz			Quinua		
	PG	B	C	PG	B	C	PG	B	C	PG	B	C
T1	1239.6c	36.4c	1.26ab	1349.17c	42.52ba	1,38a	893.1c	30.15[a]	1.159a	1126.5c	30.7a	1.19c
T2	2537.3[a]	54.0a	1.20bc	1349.33c	52,315[a]	1.33b	1268.0ab	31.113[a]	1.22a	1570.3b	29.8a	1.35[a]
T3	1736.2b	37.0c	1.280a	2072.2[a]	40.4b	1.35ab	1564.3[a]	33.197[a]	1.15a	1853.3b	30.6a	1.33ab
T4	1280.8c	46.3b	1.18c	1695.5b	49.9[a]	1.23c	1169.2bc	36.34[a]	1.10a	2706.3a	35.8a	1.22bc
EEM	41.69	1.50	0.019	32.80	1.11	0.01	83.05	3.55	0.032	84.18	1.51	0.31
Valor P	<.0001	<.0001	0.0021	<.0001	<.0001	<.0001	0.0002	0.625	0.0907	<.0001	0.0435	0.0025

a,b,c Medias dentro de una columna seguida por la misma letra no son significativamente diferentes en P < 0.05. T1: Dieta control 0% (enzimas o levaduras), T2: dieta con 0.2% de enzimas, T3: dieta con 0.09% de levadura, T4: dieta con 0.2% de enzima + 0.09% de levadura. EEM: error estándar de la media. PG, B and C son parámetros de la ecuación ml gas = GV (1 + (B/t)C)−1 (Groot *et al.*, 1996). MS Materia Seca

En la Tabla 6 los parámetros de producción de gas *in vitro* en MO muestran diferencias estadísticas entre los líquidos ruminales. En la cebada los tratamientos que presentan menos índice de producción de gas acumulada ml/0.5g MS fermentable (GV) son el T4 y T1 (P=<.0001). Sin embargo en la avena los más efectivo fueron T2 y T1 (P=<.0001). Por otra parte en la panca de maíz el tratamientos T1 (P=<.0001) son los más eficaces y finalmente en la panca de quinua el T1 (P=<.0001).

Tabla 6. Parámetros *in vitro* de Producción de Gas (ml/0.5 g MO) Como efecto de la adición de Enzimas y levaduras

Tratamientos	Forrajes fibrosos											
	Cebada			Avena			Panca de maíz			Quinua		
	PG	B	C	PG	B	C	PG	B	C	PG	B	C
T1	1573.5c	36.4c	1.26ab	1733.2c	42.5b	1.38[a]	1088.4c	30.2a	1.15a	1410.3c	30.7a	1.1c
T2	5557.8[a]	54.0a	1.20bc	1643.3c	52.3a	1.33b	2053.5b	31.1a	1.22a	2527.0b	29.8a	1.4a
T3	2630.2b	37.03c	1.28[a]	3784.8a	40.4b	1.35ab	2710.7a	33.2a	1.15a	3038.5b	30.6a	1.3ab
T4	1517.2c	46.3b	1.18c	2294.8b	49.9a	1.23c	1621.3b	36.3a	1.10a	6151.0a	35.8a	1.22bc
EEM	79.52	1.50	0.019	45.42	1.11	0.12	114.65	3.55	0.032	135.87	1.51	0.311
Valor P	<.0001	<.0001	0.0050	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.6258	0.091	<.0001	0.043	0.0025

a,b,c Medias dentro de una columna seguida por la misma letra no son significativamente diferentes en P > 0.05. T1: Dieta control 0% (enzimas o levaduras), T2: dieta con 0.2% de enzimas, T3: dieta con 0.09% de levadura, T4: dieta con 0.2% de enzima + 0.09% de levadura. EEM: error estándar de la media. PG, B and C son parámetros de la ecuación ml gas = GV (1 + (B/t)C)−1 (Groot *et al*., 1996). MO materia orgánica

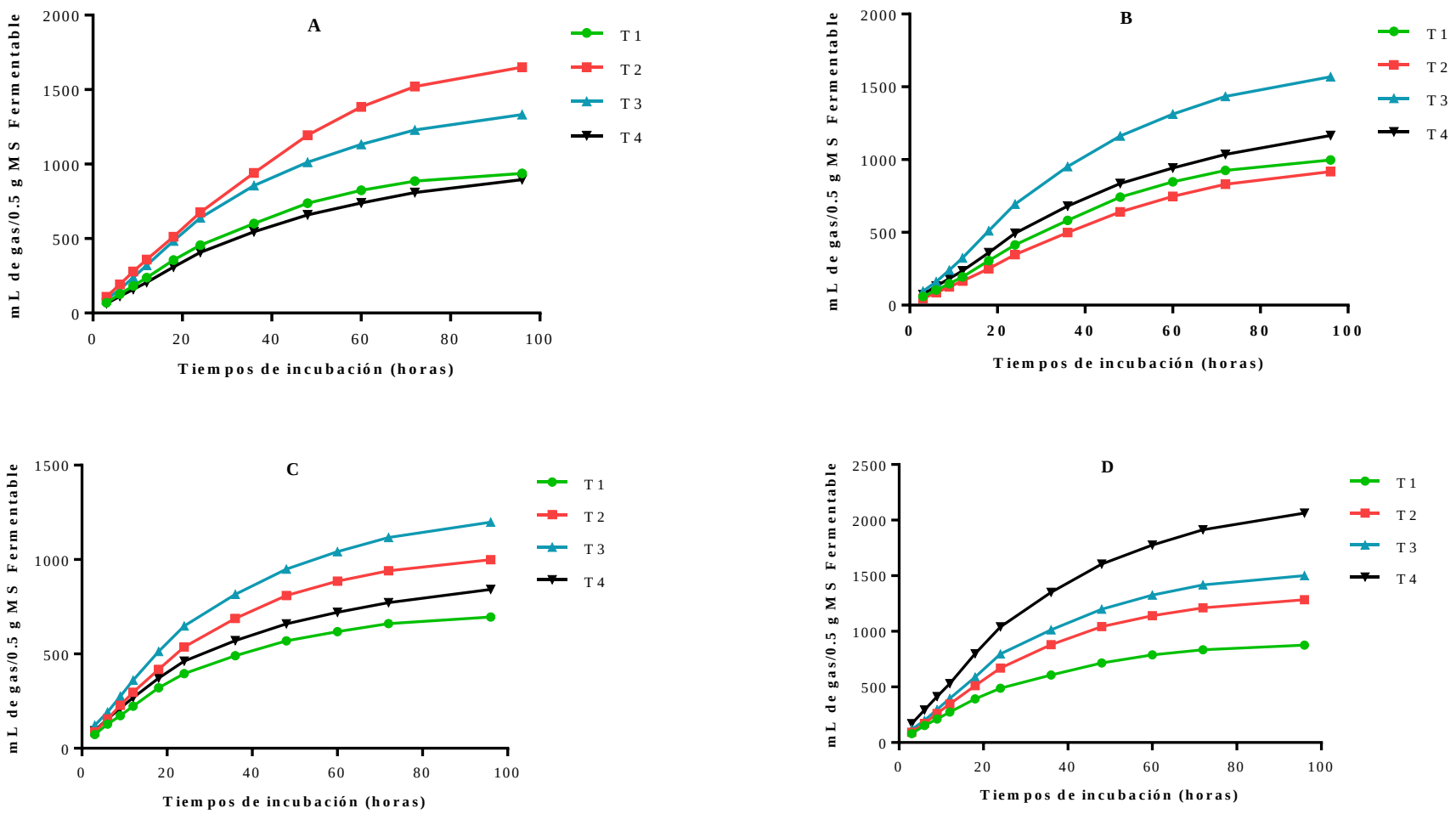


Figura 3. Cinética de producción de gas *in vitro* (ml/0.5g MS fermentada) de cuatro pastos fibrosos: A cebada, B avena, C panca de maíz, D panca de quinua.

En la Tabla 7 el parámetro de producción de gas metano *in vitro* muestra diferencias estadísticas entre los líquidos ruminales. Obteniendo como resultado que en la cebada los tratamientos que tiene menos producción de gas metano (PM) es el T2 y T1 (P=<.0001). En la avena el T2, T3 y T4 (P=0.0003). En la panca de maíz el T3 y T4 (P=0.0009) y en la panca de quinua el T2 y T3 (<.00460)

Tabla 7. Producción de Metano (ml/0.5g MS fermentable)

	Forrajes Fibrosos											
Tratamientos	Cebada			Avena			Panca de maíz			Quinua		
	PM	B	c	PM	B	C	PM	B	c	PM	B	c
T1	623.77bc	21.17c	3.20a	834.95a	28.36b	3.28[a]	728.60a	14.97b	3.03a	528.8a	17.66b	3.82a
T2	523.70c	49.69bc	2.49ab	586b	51.33a	3.03ab	688.45a	51.14a	1.12b	384.08b	43.24a	1.56b
T3	888.82[a]	96.81a	1.11c	557.60b	62.83a	225bc	481.37b	31.79ab	1.10b	389.98b	32.99a	1.52b
T4	689.98b	50.73b	1.84bc	641.82b	63.70a	2.10c	602.82ab	40.29ab	1.84b	452.58a	43.53a	1.69b
EEM	39.66	7.35	0.21	39.63	3.99	0.20	38.20	7.20	0.19	37.81	3.40	0.18
Valor P	<.0001	<.0001	<.0001	0.0003	<.0001	0.0009	0.0009	0.0145	<.0001	0.0460	<.0001	<.0001

a,b,c Medias dentro de una columna seguida por la misma letra no son significativamente diferentes en P < 0.05. T1: Dieta control 0% (enzimas o levaduras), T2: dieta con 0.2% de enzimas, T3: dieta con 0.09% de levadura, T4: dieta con 0.2% de enzima + 0.09% de levadura. EEM: error estándar de la media. PM, B Y C son parámetros de la ecuación ml gas = GV (1 + (B/t)C)−1 (Groot *et al*., 1996).

5.2 DISCUSIÓN

Digestibilidad *in vitro* y degradación *in situ*

Los resultados obtenidos en la digestibilidad *in vitro* de MS y MO (Tabla 3) fueron diferentes en los cuatro forrajes fibrosos, en la paja de cebada y en la panca de maíz se dieron posiblemente, a que contienen altos porcentajes de lignina 17,13% y 18,59% respectivamente (Olvera et al., 2012); al añadir levaduras y enzimas a la dieta se produjo un sinergismo entre sí, tomando en cuenta que las enzimas van a ser las encargadas de la degradación y liberación de las proteínas las misma que van a ser solubilizadas por las levaduras para la obtención de péptidos, ácidos grasos de cadena corta (Barragán et al., 2009) además las levaduras tienen la función de disminuir la producción de ácido láctico en el rumen, generando un ambiente ruminal adecuado para promover el incremento de bacterias celulolíticas y sobre todo hongos fibrolíticos, los mismos que tienen la capacidad de degradar a la celulasa que se encuentra ligada a lignina (Acedo & Gonzalez, 1998), por esta razón los tratamientos que mejor digestibilidad tienen son los T4 y T3 en la cebada y en la panca de maíz T4, por otra parte posiblemente las enzimas no actuaron de forma individual porque la lignina que contiene la cebada y la panca de maíz va ocasionar la formación de un medio ambiente hidrofóbico y de esta manera impide la acción de las enzimas ya que las mismas requieren de un medio acuoso, además que el pH posiblemente no fue el óptimo inhibiendo la actividad de las enzimas (Enrique & Alberto, 2003). En la paja de avena los tratamientos con mejor digestibilidad fueron T2 y T4 posiblemente que al añadir a la dieta enzimas exógenas como la xilanasa y celulasas se incrementó la ruptura de enlaces glicosídicos ß-1,4 presentes en los polisacáridos celulosa y hemicelulosa permitiendo que la lignocelulosa se transforme en glucosa y azúcares solubles, además que también actúan complementando la actividad celulolítica de las bacterias ruminales (Yescas et al., 2004). Las levaduras no actuaron en este forraje de forma individual por que se encuentra afectada posiblemente por la alteración del pH y este fenómeno ocasiona que las levaduras se encarguen de generar una enzima denominada invertasa la misma que va tener la función de hidrolizar la sacarosa en glucosa y fructosa por ende proporciona energía (Herrero, 2011). En la panca de quinua los tratamientos que mejor digestibilidad tienen son los T2 y T3 tanto las enzimas como las levaduras actúan de forma individual es así que las enzimas exógenas junto con la enzimas endógenas que existen en el rumen son las encargadas de afectar la estructura de la fibra incrementando la

colonización de los microorganismos para permitir el ingreso a la matriz de la pared celular por medio de la ruptura de enlaces glicosídicos ß-1,4 formando glucosa la misma que va ser usada por los microorganismos para obtener energía vía glucolitica (Yescas et al., 2004). En cambio las levaduras no van actuar de forma directa más bien van a tener la función de incrementar la actividad de las bacterias celulolíticas (Rodríguez, 2007).

El tratamiento T4 no mostró efectos significativos sobre la digestibilidad, posiblemente porque al combinar levaduras y enzimas en la dieta se produce un efecto asociativo traducido en un antagonismo entre éstos dos aditivos, esto posiblemente se debe a que entre enzimas y levaduras existe competencia entre sí por la utilización de la proteína que participa en la formación de celulosa consecuentemente produciéndose un efecto negativo sobre la digestibilidad (Chaucheyras-Durand et al., 2008).

Producción de gas y metano *in vitro*

Los resultados obtenidos en la producción de gas de MS y MO *in vitro* (Tabla 5, 6) fueron diferentes en los cuatro forrajes fibrosos. En la paja de cebada y en la panca de maíz presentaron menor producción de gas con T4 (dieta con 0.2% de enzima + 0.09% de levadura), estos resultados están relacionados a una mayor digestibilidad de MS y MO, pues al añadir levaduras y enzimas a la dieta se produjo un sinergismo permitiendo que las enzimas degraden y liberen las proteínas y posteriormente sean solubilizadas por las levaduras obteniendos péptidos y ácidos grasos de cadena corta (Barragán et al., 2009), además va existir el incremento de bacterias celulolíticas y hongos fibrolíticos generando una mejor digestibilidad y degradación (Acedo & Gonzalez, 1998) , mientras que en la paja de avena el T2 (dieta con 0.2% de enzimas) fue el tratamiento con menor producción de gas esto posiblemente se dio porque al incrementar en la dieta enzimas exógenas se potencializó la ruptura de enlaces glicosídicos ß-1,4 presentes en los polisacáridos celulosa y hemicelulosa permitiendo que la lignocelulosa se transforme en glucosa y azúcares solubles, además que también actúan complementando la actividad celulolítica de las bacterias ruminales (Yescas et al., 2004) y finalmente en la quinua los resultados obtenidos posiblemente se dieron a que existió mayor digestibilidad de MS y MO, pues al utilizar estos aditivos (enzimas y levaduras) se mejoró la fijación de los microorganismos ruminales a la fibra del forraje , obteniendo un mayor ritmo de fermentación, por ende provocando una eficiente

utilización de proteínas y una mayor síntesis de proteínas microbianas, consecuentemente se disminuyó la producción de gas en los tratamientos T2 (dieta con 0.2% de enzimas) y T3(dieta con 0.09% de levadura) (Blummel, 1997).

Los resultados obtenidos en la producción de gas metano (tabla 7) fueron diferentes en los cuatro forrajes, esto posiblemente está ligado con la proporción de AGV´s producidos en el rumen, como lo menciona Sanmartin (2017), donde se observó una baja relación acético: propiónico (1,59) y menor cantidad de metano producido, éste comportamiento se relaciona a la cantidad de moléculas de hidrógenos liberados en dependencia a la proporción acético: propiónico producidos en el rumen.

Otra causa posiblemente se relacione a la disminución del pH ruminal que causa una inhibición de la función de las bacterias metalogénicas (Carmona, Esp, Bolívar, & Giraldo, 2005)

CAPÍTULO VI

6.1 CONCLUSIONES

Durante la investigación realizada se concluye que las enzimas fibrolíticas y *Saccharomyces cervisiae* presentan un efecto dependiente del tipo de fibra, además se observaron comportamientos antagónicos y sinérgicos en relación al tipo de forraje utilizado, contribuyendo también a la mitigación de la producción de gas metano a nivel ruminal.

6.2 BIBLIOGRAFÍA

Acedo, J., & Gonzalez, R. (1998). UTILIZACIÓN DE ADITIVOS EN PIENSOS PARA. *FEDNA*, *47*, 1–16.

Amber, A. B. C., & Merger, P. D. F. (2006). *Tesis de grado*.

Araujo, O., & Vergara, J. (2007). Propiedades físicas y químicas del rumen. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, *15*, 133–140.

Arcos, J., Castrejon, F., Mendoza, G., & Perez, E. (2000). Effect of a yeast culture (Saccharomyces cerevisiae) and monensin on ruminal fermentation and digestion in sheep. *Animal Feed Science and Technology*, *83*(2), 165–170. https://doi.org/10.1016/S0377-8401(99)00126-1

Barragán, M., Ruiz, A., Ramírez, R., Serrano, R., Alejandro, J., & González, L. (2009). Efecto de la adición de un cultivo de levaduras y de la ración sobre la degradación in vitro y productividad de corderos Pelibuey Effects of adding yeast culture and diet on in vitro degradation and productivity of Pelibuey lambs. *Redalyc*, *41*.

Beauchemin, K. A., Colombatto, D., Morgavi, D. P., & Yang, W. Z. (2003). Use of Exogenous Fibrolytic Enzymes to Improve Feed Utilization by Ruminants 1 , 2. *Journal of Animal Science*, (81), 37–47. https://doi.org//2003.8114_suppl_2E37x

Blummel, B. M. (1997). In vitro gas production : a technique revisited. *J. Anim. Physiol.a. Anim. Nutr*, *77*, 24–34.

Cabrera, C. (2008). *Evaluacion de tres sistemas de alimentacion (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.

Calsamiglia, S. (1997). Nuevas bases para la utilizacion de la fibra en dietas de rumiantes. *Fedna*, 1–16.

Carmona, J. C., Esp, Z., Bolívar, D. M., & Giraldo, L. A. (2005). El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo, *18*, 49–63.

Carro, M., & Tejido, M. (2006). Utilización de aditivos en la alimentación del ganado ovino y caprino. *Journal of Equine Veterinary Science*, *37*.

Cifuentes, O., & González, Y. (2013). Evaluation of yeast (Saccharomyces cerevisiae) in weight gain of crosssbred sheep. Conexión Agropecuaria JDC, 3(1), 41–49.

Chaucheyras-Durand, F., Walker, N. D., & Bach, A. (2008). Effects of active dry yeasts on the rumen microbial ecosystem: Past, present and future. *Animal Feed Science and Technology*, *145*(1–4), 5–26. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.04.019

Elchandour, M., Kholif, A., Marquez, O., Vazquez, J., Puniya, A., & Salem, A. (2015). Influence of individual or mixed cellulase and xylanase mixture on in vitro rumen gas production kinetics of total mixed rations with different maize silage and concentrate ratios. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, *39*(4), 435–442. https://doi.org/10.3906/vet-1410-26

Enrique, A., & Alberto, G. (2003). *RUMIANTES*.

Herrera, J., Jordán, H., & Senra, A. F. (2010). Aspectos del manejo y alimentación de la reproductora ovina Pelibuey en Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Agricola*, *44*.

Herrero, P. (2011). *SINTESIS DE LA INVERTASA Y LA a-GALACTOSIDASA POR LEVADURAS*.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología-INAMHI. (2015). Geoinformación de Tunguirahua, sector Querochaca. Recuperado de http://www.serviciometeorologico.gob.ec/geoinformacion-hidrometeorologica/

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.

Manso, A., Ruiz, A., & Castro, T. (1998). Rendimineto a la canal , quinto, caurto y despiece de corderos de raza Churra sometidos a distintas estrategias de alimentacion. *Arch. Zootec.*, *47*, 73–84.

Olvera, F. C., Sanoja, R. R., García, F. P., Delia, A., Gutiérrez, R., Autónoma, U., … México, D. M. C. P. (2012). Caracterización Física y Química Proximal de Paja , Grano y Almidón de Cebada de la Variedad Esmeralda . Departamento de Biología Molecular y Biotecnología . Instituto de Investigaciones. *Biotecnologia*, *16*(3), 9–20.

Orskov, E., & Ryle, M. (1998). Feed evaluation with emphasis on fibrous roughages and fluctuating supply of nutrients: A Review. *Small Ruminant Research*, *28*(1), 1–8. https://doi.org/10.1016/S0921-4488(97)00042-4

Pérez, P., Vilaboa, J., Molina, H., Martinez, B., Diaz, P., & López, S. (2013). Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78430207. *Revista Mexicana de Agronegocios*, *4*(3), 103. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Prinsen, P. (2010). Composición química de diversos materiales lignocelulósicos de interés industrial y análisis estructural de sus ligninas. *CSIC*, *20*.

Rodríguez, F. (2007). La actividad microbiana. *Ciencias Y Tecnologia*, *11*, 51–62.

Romero, O. (2013). *Alimentación y nutrición en los ovinos*.

Rotger, A. (2004). Fermentación ruminal, degradación proteica y sincronización energía-proteína en terneras en cebo intensivo., 196. Retrieved from http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/5667/arc1de1.pdf?sequence=1

Sanmartin, D. (2018). Efecto de enzimas fibrolíticas exógenas en dietas altas en fibra sobre la función ruminal *in vivo* e *in vitro* en ovinos. p 21.

Tang, S., Zou, Y., Wang, M., Salem, A., Odongo, N., Zhou, C., … Kang, J. (2013). Exogenous cellulose regulates methane production of forage Effects of Exogenous Cellulase Source on In Vitro Fermentation Characteristics and Methane Production

of Crop Straws and Grasses, 489–505. Retrieved from http://indianjournals.com/IJOR.ASPX?target=ijor:anft&volume=13&issue=3&article=014&type=pdf

Theodorou, M., Williams, B., Dhanoa, M., Mcallan, A., & France J. (1994). A simple gas production method using a pressure transducer to dertermine the fermentation kinetics of ruminants feeds. Animal Feed Science and technology, 48, 185-197. Recuperado de http://r4d.dfid.gov.uk/pdf/outputs/r4338b.pdf

Yescas, Y., Gama, B., Martínez, M., Germán, D., Muñoz, G., Sergio, S., … Cerrilla, O. (2004). In situ DIGESTIBILITY OF CORN STOVER OR OAT STRAW DIETS WITH FIBROLYTIC ENZIMES. *Agrociencias*, *38*.

Zapata, R., Gutierrez, L., & Echeverry, D. (2011). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias Role of rumen ciliated protozoa in the synthesis of conjugated linoleic acid . A review ¤ Papel de los protozoos ciliados ruminales en la síntesis de ácido linoleico conjugado . Revisión*.

Zavaleta de Lucio, E. (2010). Los ácidos grasos volatiles, fuente de energía en los rumiantes. http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol1/CVv1c09.pdf

6.3 ANEXOS

ANEXO 1. PREPARACION Y TAMIZADO DE LOS PASTOS FIBROSOS (CEBADA, AVENA, PANCA DE MAIZ, PANCA DE QUINUA)



Picado de los forrajes fibrosos (cebada, avena, panca de maiz, rastrojo de quinua)



Molienda de los forrajes fibrosos



Tamizado de los forrajes fibrosos

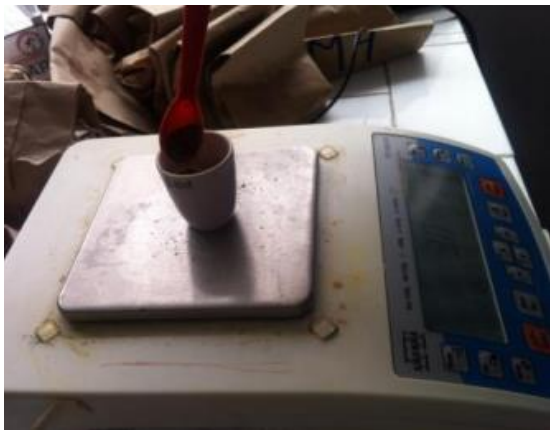


Almacenamiento de los forrajes fibrosos

ANEXO 3. DEGRADACION RUMINAL *IN SITU*



Ennumeracion, marcado, esterilizadoy pesaje de los forajes fibroso



Llenado de las bolsas con 3g de cada forraje fibroso



Colocación de bolsas a los ovinos en diferentes tiempos



Extracción de bolsas después de transcurrir las 96 horas



Lavado de bolsitas



Secado de las bolsitas



Toma de peso constante de las bolsitas

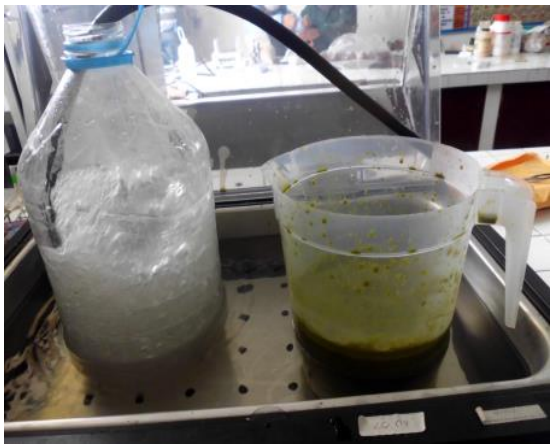


Almacenamiento de las muestras

ANEXO 4 DIGESTIBILIDAD DE MS *IN VITRO*



Elaboración de saliva



Obtención de líquido ruminal y colocación en los frascos



Incubacion de los fascos



Filtrado de los frascos



Secado de los papeles filtros



Obtención de materia orgánica

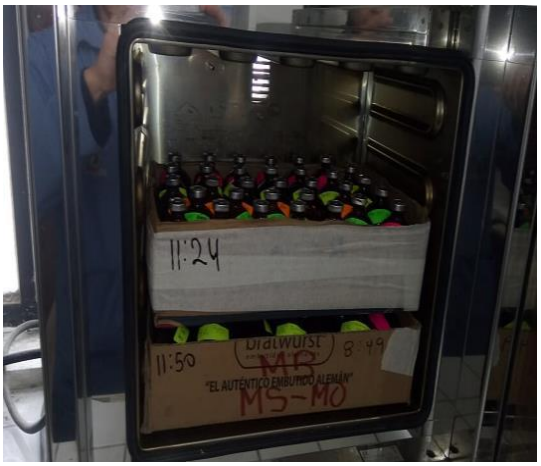
ANEXO 5 PRODUCCION DE GAS *IN VITRO* Y METANO



Preparación de los frascos



Colocación de saliva y liquido ruminal



Incubacion de las muestras



Obtención de datos de presión



Obtención de datos de volumen



Obtención de datos de metano

CAPÍTULO VII

PROPUESTA

7.1 DATOS INFORMATIVOS

Tema:

Uso de enzimas fibrolíticas (0.2%) y *Saccharomyces cervisiae* (0.09%) como aditivo en la paja de cebada y en la panca de maíz para mejorar la función del rumen.

7.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

La alimentación de los ovinos básicamente consta de los diferentes forrajes que se encuentran en la zona generando que el gasto de alimentos sea del 55 al 70 % ocasionando una subalimentación en los ovinos, por esta causa se ha visto en la obligación de buscar nuevas fuente energéticas, proteicas, minerales en productos no convencionales como plantas forrajeras provenientes de la sub cosecha y plantas arbustivas por otra parte se ha logrado comprobar que el uso de compuestos balanceados a base de plantas forrajeras ha incrementado la disponibilidad de proteína y ha disminuido la grasa a la canal (Manso, Ruiz & Castro, 1998).

Los pastos fibrosos o también conocidos como las pajas de cereales son catalogados como subproducto fibrosos altamente disponible, aunque su utilización en alimentación animal está limitada por su bajo valor nutritivo. La composición de la paja depende de la proporción de hojas/tallos, el diámetro del tallo y la altura de la planta, de modo que se presentan variaciones ligadas a la especie, el ecotipo o la climatología

Estos subproductos de cosecha no son utilizados a pesar de contener gran cantidad de carbohidratos esto se debe a que poseen un mayor índice de fibra y no son digeribles sin embargo se ha optado por usar aditivos como enzimas y levaduras (Arcos et al., 2000).

7.3 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

La microflora bacteriana del rumen en un ambiente natural producen enzimas que hidrolizan la fibra; sin embargo, cuando la estructura de la pared celular de los pastos fibrosos es compleja y de esta manera no permiten una buena digestión de la fibra por lo cual se a tomado como una opción el uso de ciertos aditivos como levaduras y enzimas

en la dieta los mismos que tendrán la función de permitir el funcionamiento y crecimiento de la bacterias fibrolíticas y por ende mejorando la digestibilidad y degradación de la fibra (Cifuentes & Gonzáles, 2013).

Este proyecto consiste en colocar cuatro borregos (enteros) en corrales individuales y se alimentaron con una ración integral cubriendo los requerimientos nutricionales acorde al AFRC 1993 y, a esa dieta se le incluyo enzimas fibrolíticas exógenas o *Saccharomyces cervisiae* en las siguientes dosis o tratamientos: T1: 0% (enzimas o levaduras), T2: dieta con 0.2% de enzimas, T3: dieta con 0.09% de levadura, T4: dieta con 0.2% de enzima + 0.09% de levadura. Con la utilización de las enzimas y levaduras se espera promover una mayor digestibilidad de los cuatro forrajes fibrosos en estudio (cebada, avena, panca de maiz, rastrojo de cebada) e incrementar el número de microorganismos, tanto fibrolíticos como no fibrolíticos en el líquido ruminal; lo que dará como resultado una mayor degradación esto se debe a que las bacterias fibrolíticas eran las encargadas de desdoblar la fibra y por ende quedar libre los diferentes carbohidratos los cuales serán procesados para formar energía la misma que será aprovechada por los animales Por tanto se justifica el uso de enzimas exógenas y levaduras cada una actuando de forma diferente en cada forraje fibroso para mejorar las funciones ruminales.

7.3. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto de la adición de enzimas exógenas y *Saccharomyces cervisiae* en la alimentación de ovinos a base de paja de cebada y de avena sobre las funciones del rumen y productibilidad

Objetivos específicos de la propuesta

Evaluar el efecto de la adición de enzimas exógenas o *Saccharomyces cervisiae* en la alimentación de ovinos sobre la cinética degradación ruminal *in situ* de los nutrientes de cuatro forrajes fibrosos.

Determinar el efecto de la adición de enzimas exógenas o Saccharomyces cervisiae en la alimentación de ovinos sobre los parámetros de fermentación ruminal (digestibilidad), así como, la producción de metano entérico in vitro**.**

7.4 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Este proyecto es totalmente factible en los aspectos económico, social y ambiental, ya que al aprovechar el desperdicio de la cebada, avena, panca de maíz y quinua un, estos subproductos de cosecha se los emplea en la alimentación de los ovinos, al ser rica en fibra genera efectos positivos sobre la productividad animal mejorando su digestibilidad, degradación, producción de gas y metano con el uso de enzimas y levaduras

7.5. FUNDAMENTACIÓN

En la actualidad se busca mejorar la productividad animal y disminuir los gastos de producción, por lo cual sea tomado como alternativa la utilización de subproductos de cosecha que contengan altos valores nutricionales para los animales de esta manera podemos cumplir con las necesidades nutricionales y a la vez disminuir los costos de producción, sin embargo en ocasiones se ve afectado el uso de forrajes fibrosos por el alto contenido de fibra que no es digerible pero al añadir enzimas y levaduras se logra potencializar la función de las bacterias fibroliticas y por ende aprovechar de mejor manera los nutrientes que contienen los forrajes fibrosos y mejorar la productividad.

7.6. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO

Inclusión de 0.2% de enzima + 0.09% de levadura en la dieta suministrada.

Determinación de la digestibilidad utilizando el método de Theodorou et al. 1994 por otra parte la degradación se aplicara el método descrito por Orskov, Hovell, & Mould, 1980 y finalmente la producción de gas se aplicara la metodología descrita por Groot et al., 1996 y Theodorou et al. 1994.

7.7. ADMINISTRACIÓN

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

7.8. 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.