

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**



**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE**

**TEMA:**

---

“EFECTO DE LA INGESTIÓN DE *Chenopodium quinoa* SOBRE EL  
RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN OVINOS Y PRODUCCIÓN DE  
GAS *in vitro*”

---

Trabajo de Titulación

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

**Autor:** Ing. Diego Rolando Cadena Yanchapaxi

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

**Ambato – Ecuador  
2016**

Al Consejo de Posgrado de la Universidad Técnica de Ambato.

El Tribunal de Defensa del trabajo de titulación presidido por Ingeniero José Hernán Zurita Vásquez Magister, Presidente del Tribunal e integrado por los señores: Ingeniero Oscar Patricio Nuñez Torres Magister, Ingeniero Ramón Gonzalo Aragadvay Yungán Magister y Doctor Pedro Díaz Sjostrom Magister, Miembros del Tribunal de Defensa, designados por el Consejo Académico de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor la defensa oral del trabajo de titulación con el tema: **“EFECTO DE LA INGESTIÓN DE *Chenopodium quinoa* SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN OVINOS Y PRODUCCIÓN DE GAS *in vitro*”**, elaborado y presentado por el señor Ingeniero Diego Rolando Cadena Yanchapaxi, para optar por el Grado Académico de Magister en Agroecología y Ambiente.

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

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

-----  
Ing. Oscar Patricio Núñez Torres, Mg.  
Miembro del Tribunal

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

-----  
Dr. Pedro Díaz Sjostrom, Mg.  
Miembro del Tribunal

## AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el trabajo de titulación con el tema: “EFECTO DE LA INGESTIÓN DE *Chenopodium quinoa* SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN OVINOS Y PRODUCCIÓN DE GAS *in vitro*”, le corresponde exclusivamente a: Ingeniero Diego Rolando Cadena Yanchapaxi, Autor bajo la Dirección de Ingeniero Marcos Antonio Barros Rodríguez, Ph.D, Director del trabajo de titulación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato

.....  
Ing. Diego Rolando Cadena Yanchapaxi

Autor

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

Director

## **DERECHOS DE AUTOR**

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

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

-----  
Ing. Diego Rolando Cadena Yanchapaxi

C.C. 1715974232

## DEDICATORIA

El momento en que el ser humano culmina una meta, es cuando se detiene a hacer un recuento de todas las ayudas recibidas, de las voces de aliento, de las expresiones de amor y comprensión; es por eso que dedico éste triunfo a mis Hijas Heather Rafaela y Sophie Antonella quienes son mi mayor inspiración, a mi esposa Rita que es el pilar fundamental en mi vida.

A mis padres José Rafael y María quienes me brindan su apoyo incondicional sin escatimar sacrificio alguno para salir adelante buscando siempre el mejor camino para su hijo; a mi Papacito José Luis, a ti Mamacita Hortensita como una estrella que siempre me cuida.

A mis hermanos Cristian, Darwin y Alexis, porque han sido los amigos, los compañeros sinceros en este camino y en general a toda mi familia que de una u otra manera contribuyeron para este logro.

## **AGRADECIMIENTO**

Los resultados de esta tesis, están dedicados a todas aquellas personas que, de alguna forma, son parte de su culminación, es por eso que hago llegar mi profundo agradecimiento primero a Dios por darme fortaleza y la constancia para cumplir mis objetivos propuestos, a mi Heather Rafaela, y ahora a Sophie Antonella, a mi esposa Rita y a mis padres por estar siempre a mi lado brindándome su apoyo.

Un agradecimiento especial al Ing. Marcos Antonio Barros Rodríguez, Ph.D, Director de Tesis, por su aporte y guía en este proyecto de investigación que sella y da cuenta de un testimonio de trabajo, entrega y voluntad.

A la Universidad Técnica de Ambato y especialmente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, que mediante sus autoridades y docentes me brindaron una sólida formación y lograron que culmine con éxito una más de mis etapas académicas.

Deseo dejar constancia de mis sinceros sentimientos de gratitud y amistad a mis profesores y amigos por su apoyo en esta nueva etapa de la vida.

## INDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	3
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
1.2. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA .....	3
1.2.1. Contextualización.....	3
1.2.2. Análisis crítico .....	6
1.2.3. Prognosis .....	6
1.2.4. Formulación del problema .....	7
1.2.5. Interrogantes.....	7
1.2.6. Delimitación del objetivo de investigación.....	7
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	8
1.4. OBJETIVOS.....	9
1.4.1. Objetivo general .....	9
1.4.2. Objetivos específicos .....	9
CAPÍTULO II .....	10
MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	10
2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA .....	13
2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL .....	14
2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	16
2.4.1. Producción ovina en Ecuador .....	16
2.4.2. Problemática de la producción ovina .....	16
2.4.3. Alimentación Ovina .....	17
2.4.4. Función ruminal .....	18
2.4.5. Contenido Ruminal .....	19
2.4.6. Microorganismos en el rumen.....	20

2.4.7.	Población microbiana.....	20
2.4.8.	La quínoa.....	21
2.4.9.	Clasificación botánica .....	22
2.4.10.	Partes del grano de quinua.....	22
2.4.11.	Composición química de la quinua .....	22
2.4.12.	Proteínas .....	23
2.4.13.	Fibra dietética .....	24
2.4.14.	Grasas .....	24
2.4.15.	Minerales .....	24
2.4.16.	Vitaminas.....	25
2.5.	HIPÓTESIS .....	26
2.6.	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES .....	26
CAPÍTULO III.....		27
METODOLOGIA .....		27
3.1.	MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	27
3.2.	NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	27
3.3.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	27
3.4.	PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	28
3.4.1	UBICACIÓN DEL ENSAYO .....	28
3.4.2	METODOLOGÍA UTILIZADA.....	29
3.5.	PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	30
3.5.1	Factores de estudio.....	30
3.5.2	Tratamientos.....	30
3.5.3	Diseño experimental.....	31
3.5.4	Análisis estadístico.....	31
CAPÍTULO IV.....		32
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....		32
4.1.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32



4.2. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	34
CAPITULO V .....	35
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	35
5.1. CONCLUSIONES.....	35
5.2. RECOMENDACIONES .....	35
CAPITULO VI.....	36
PROPUESTA.....	36
6.1. DATOS INFORMATIVOS .....	36
6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA .....	36
6.3. JUSTIFICACIÓN.....	37
6.4. OBJETIVOS.....	38
6.4.1. Objetivo general .....	38
6.4.2. Objetivos específicos .....	38
6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD .....	38
6.6. FUNDAMENTACIÓN .....	39
6.7. METODOLOGÍA .....	39
6.8. ADMINISTRACIÓN .....	40
6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN .....	40
REFERENCIAS.....	41

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Árbol de problemas.....	<b>6</b>
	Rebbata 2014 considera a la quinua dentro de la siguiente	
<b>Tabla 2</b>	Clasificación botánica:.....	<b>22</b>
	Contenido de macronutrientes en la quinua y en alimentos	
<b>Tabla 3</b>	seleccionados, por cada 100g de peso en seco.....	<b>23</b>
	Contenido de minerales en la quinua y en alimentos	
<b>Tabla 4</b>	seleccionados, en mg por cada 100g de peso en seco.....	<b>25</b>
	Contenido de vitaminas de la quinua frente a otros alimentos	
<b>Tabla 5</b>	seleccionados, mg/100g de peso en seco.....	<b>25</b>
	Operacionalización de la variable independiente: Valor	
<b>Tabla 6</b>	nutricional de <i>chenopodium quínoa</i> .....	<b>27</b>
	Operacionalización de las variables dependientes: Ganancia	
<b>Tabla 7</b>	de peso, Conversión Alimenticia, Degradación <i>in situ</i> ,	
	digestibilidad y producción de gas <i>in vitro</i> .....	<b>28</b>
	Consumo voluntario, ganancia de peso, digestibilidad	
<b>Tabla 8</b>	aparente de la MS y producción de gas <i>in vitro</i> (g/kg MS	
	excepto donde se menciona lo contrario).....	<b>33</b>
	Parámetros de degradación ruminal de los tratamientos	
<b>Tabla 9</b>	(g/kgMS).....	<b>34</b>

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

**Tema: “EFECTO DE LA INGESTIÓN DE *Chenopodium quinoa* SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN OVINOS Y PRODUCCIÓN DE GAS *in vitro*”**

Autor: Ingeniero Diego Rolando Cadena Yanchapaxi  
Director: Ing. Marcos Antonio Barros Rodríguez, Ph.D.  
Fecha: 01 de diciembre del 2015

**RESUMEN EJECUTIVO**

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la ingestión de *chenopodium quinoa* sobre el rendimiento productivo en ovinos y producción de gas *in vitro*, utilizando dieciocho ovinos de alrededor de 21.34±2.03 kg. Donde se evaluó: Kikuyo al 100%, kikuyo (k) al 80% + rastrojo de quínoa al 20%, kikuyo (k) al 60% + rastrojo de quínoa al 40%. Se determinó: consumo voluntario, ganancia de peso, Conversión alimenticia, Degradación ruminal *in situ* MS y Digestibilidad y producción de gas *in vitro*. Los resultados muestran diferencias de ganancia de peso ( $P=0.0001$ ), mostrando la mayor ganancia el T2 (93.83g). El consumo voluntario por Kg PV<sup>0.75</sup> no mostró diferencia significativa ( $P= 0.1385$ ) entre tratamientos. La conversión alimenticia fue menor ( $P= 0.0178$ ) en el T2 frente al T1 (7:1 a 9:1 respectivamente). La digestibilidad aparente de la MS no mostró diferencias ( $P=0.2689$ ) entre los tratamientos. La producción de gas *in vitro* (ml/0.5 g MS fermentable) fue 39 ml menor ( $P=0.0215$ ) en el T2 con respecto al T1. La degradación ruminal de la MS para la fracción soluble A muestra diferencias ( $P<0.05$ ) entre los tratamientos, siendo el mayor porcentaje para T2, la fracción B mostró diferencias para T1. Se puede concluir que el rastrojo de quínoa se puede incluir en la dieta de los ovinos hasta en un 20% beneficiando la productividad de los ovinos.

**Descriptor:** Conversión alimenticia, consumo voluntario, ganancia de peso, degradación ruminal, digestibilidad aparente, fracción soluble, producción de gas *in vitro*, ovinos, quínoa.

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

**Theme: EFFECT OF INTAKE *Chenopodium quinoa* ON PRODUCTION PERFORMANCE IN SHEEP AND *in vitro* GAS PRODUCTION"**

**Author:** Ing. Diego Rolando Cadena Yanchapaxi

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

**Date:** december 01, 2015

**SUMMARY**

The aim of this research was to evaluate the effect of the ingestion of *Chenopodium quinoa* on the production performance in sheep and gas production *in vitro*. Eighteen sheep were used with an average weight of 21.34±2.03 kg. it is evaluated: 100% Kikuyo, kikuyo 80% + stover quinoa 20%, kikuyo60% + stover quinoa 40%. It was determined: voluntary intake, weight gain, feed conversion, *in situ* rumen degradability and digestibility MS and *in vitro* gas production. The results show differences in weight gain ( $P = 0.0001$ ), showing higher gain the T2 (93.83g). The voluntary intake per Kg PV<sup>0.75</sup> showed no significant difference ( $P = 0.1385$ ) between treatments. Feed conversion was lower ( $P = 0.0178$ ) in the T2 versus T1 (7: 1 to 9: 1 respectively). The apparent digestibility of DM did not differ ( $P = 0.2689$ ) between treatments. The *in vitro* gas production (ml / 0.5 g fermentable MS) was 39 ml lower ( $P = 0.0215$ ) in T2 with respect to T1. The ruminal degradation of DM for the soluble fraction A shows differences ( $P < 0.05$ ) between treatments, the largest percentage for T2, the fraction B showed differences for T1. It can be concluded that the stubble of quinoa can be included in the diet of sheep up to 20% improved productivity of the sheep.

**Descriptors:** Feed conversion, voluntary intake, weight gain, rumen degradation, apparent digestibility, soluble fraction, *in vitro* gas production, soluble fraction, sheep, quinoa.

## INTRODUCCIÓN

El constante crecimiento de cultivos andinos en el Ecuador proporciona subproductos que se pueden aprovechar en la nutrición animal (ovinos). Proporcionando estrategias de alimentación que ayudarían a disminuir los costos de producción y mejores rendimientos lo que obtenemos de los rastrojos de *Chenopodium quinoa* (quinua) con un importante aporte nutricional (10,7 % de PC), y compuestos secundarios (saponinas: 4,7 a 11,3 g/kg MS) que podría ayudar a reducir pérdidas de energía en forma de metano entérico en los rumiantes.

Desde la antigüedad se utiliza toda la planta de quinua, siendo el grano destinado para el consumo humano, y los rastrojos de la trilla y cosecha aportan en la alimentación de rumiantes aportando con proteína complementaria para mejorar el balance de aminoácidos en la dieta. La utilización del grano de quinua en la dieta de rumiantes no es usual existen experimentos que adicionan el grano de quinua en la dieta de ovinos donde se determinó el valor de los nutrientes digestibles totales de los granos de quinua, a partir de los valores de digestibilidad *in vivo* encontrados por (Cardoza 1976) que reporta ganancias de peso de hasta 1,133 kg/día al adicionar 200 g de grano de quinua en la dieta de terneros. No obstante, se carece de información del aporte nutricional en ovinos.

Por su alta calidad nutricional y su resistencia a condiciones ambientales extremas, el cultivo de quinua está destinado a ofrecer seguridad alimentaria, sumándose al gran espacio ganado en el mercado internacional lo que conlleva a oportunidades económicas para los productores andinos del país, conjuntamente con la contribución de gobiernos de la Región Andina como Perú, Bolivia y Ecuador que han fomentado la producción e industrialización de los productos andinos, de esta manera incrementado subproductos (rastrojos) que pueden ser aprovechados, como una alternativa en la producción y nutrición animal implementando un sistema de alimentación que ayudaría a mejores rendimientos, y disminuir los costos de producción.

La importancia de los desechos de grano de quinua se da por su alto contenido nutricional que se puede aprovechar en la dieta animal los granos quebrados, de baja calidad son utilizados en la alimentación de aves de corral, los residuos como tallos, hojas, restos de la panoja, en ovinos, bovinos y porcinos (León Hanco 2003) citado por, (Vargas, Bonifacio et al. 2013) la importancia de estos subproductos radica en los volúmenes producidos que aportaran en la alimentación animal. El grano de quinua es el principal producto que se utiliza en ensayos de alimentación animal, utilizándose como proteína complementaria para mejorar el balance de aminoácidos en la dieta de animales (Mujica, Jacobsen et al. 2006). La incorporación de quinua en dietas de ovinos donde se determinó el valor de los nutrientes digestibles totales de los granos de quinua, a partir de los valores de digestibilidad *in vivo* encontrados por (Cardozo, Gandarillas et al. 1979) se indican que, los granos de quinua tienen un contenido de energía de 2,97 Mcal/kg de materia seca, por lo cual no pueden ser considerados como un concentrado de alto valor energético.

La composición química influye en el valor nutritivo de los alimentos haciendo que sea variada y propia de cada especie, su estado vegetativo, técnicas de recolección y conservación. El contenido de proteína oscila 11,14% y 14,94%, dependiendo de la forma en que sea procesada el grano; estos niveles de proteína demuestran que el afrecho de quinua tiene un gran potencial para ser utilizado en la preparación de raciones para animales (Aduviri 2007). Con la incorporación de 30 y 60% de afrecho de quinua, en raciones de *Cavia porcellus* (cuyes), se obtuvieron valores promedios más satisfactorios en cuanto a ganancia de peso vivo en cuyes alimentados con raciones que contenían 30% de afrecho de quinua (Aduviri 2007). Con estas consideraciones el objetivo de esta investigación es evaluar el efecto del consumo de *Chenopodium quinoa* sobre el comportamiento productivo, cinética de degradación ruminal, digestibilidad aparente de la materia seca, población de protozoarios del rumen y producción de gas *in vitro* en ovinos.

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN

“Efecto de la ingestión de *chenopodium quinoa* sobre el rendimiento productivo en ovinos y producción de gas *in vitro*”

#### 1.2. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

##### 1.2.1. Contextualización

En el mundo, por lo general, la producción ovina se desarrolla bajo sistemas de pastoreo. Esta condición hace que este proceso cuente con una gran ventaja económica, ya que evidencia el ahorro en costos de producción, debido a que éstos sistemas generan la mejor relación costo/beneficio, así también, muestran ventajas comparativas a la calidad nutricional de la carne, y a su vez son muy susceptibles a las diferentes cambios climáticos y altamente sensibles a las sequías extremas; de hecho, Oceanía y América que presentaron sequías recientes son el claro ejemplo de países que mostraron una forzosa reducción en el inventario de ovinos y bovinos. (FAO, 2010).

La demanda de productos de origen animal, particularmente la carne y leche se ha incrementado mundialmente, su origen se encuentra en los países en vías de desarrollo. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) actualmente, el ganado es el responsable del 30 por ciento de las necesidades humanas en el área de alimentación y agricultura, y el 70 por ciento de la población mundial de bajos recursos económicos, mismas que se ubican en áreas rurales y dependen de los animales domésticos para el sustento diario.

En Australia y Nueva Zelanda, existe una fuerte tradición en la exportación de ovinos y de sus subproductos, alcanzando el 90% del total mundial, las mismas

que reducen obligadamente sus inventarios nacionales, además aprovechan para hacer una depuración del hato, ya que en estos países se ejecutan programas estandarizados que realizan una vigilancia activa sobre el potencial genético de sus animales y les permiten conocer características productivas de alta importancia económica, por tanto, un rebaño pequeño constará de una mayor productividad individual. Según la FAOSTAT Statistics Division, (2012) refiere que la población mundial de ovinos es de 1077.762 millones de animales.

El ganado ovino en Latinoamérica es una especie muy importante en los países de desarrollo y en los países desarrollados, contribuyen a la alimentación humana, a su vestimenta y a salvaguardar el medio ambiente. Las ovejas están adaptadas a diferentes climas y el número de razas es muy amplio. Al menos el 14 por ciento de estas razas no tienen datos de su tamaño poblacional en este continente. En Uruguay el sector ovino forma una parte importante de su economía, según el anuario estadístico del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP), en el año 2005 el Producto Interno Bruto es el 14.5 por ciento correspondiente a recursos generados del sector agropecuario.

En nuestro caso, Ecuador, los ovinos son fuente de economía mediante la manufactura de sus subproductos, y además constituye parte de la alimentación. Este requerimiento de carne para el consumo humano, y su elevado costo, favorecieron para que se intensificarán la crianza de ovinos. Estos factores influyeron en nuestro país, presentando sistemas de producción ovina muy variados, con características propias de cada región y que están determinados por la presencia de diferentes recursos, así como por los hábitos o tradiciones en el consumo de productos ovinos. Los sistemas varían entre tecnificados hasta los tradicionales que se mantienen en las áreas rurales.

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censo INEC y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGAP 2012), en el país existe 1900000 cabezas de ganado ovino distribuidos en las diferentes regiones del país.



La manera más común de alimentación del ganado ovino en nuestro país es por medio del pastoreo, en su mayoría se las realiza en pastizales naturales, ya que esta presenta la ventaja de ser económica. La mezcla de forrajeras incrementa a la productividad y rentabilidad del productor. El pasto cultivado en asociación de gramíneas-leguminosas, dependiendo de las condiciones y la época pueden soportar una carga de 20 a 40 cabezas de ganado ovino por hectárea. La suplementación con granos sobre pasturas mejoradas es más eficiente, biológica y económicamente, cuando se utilizan altas cargas y/o existen restricciones en cantidad y/o calidad del forraje ofrecido.

Para el Ecuador y en especial para la población rural quienes en su mayoría se encargan de la cría de ganado ovino, es importante realizar esta investigación, ya que se aportará con un estudio experimental donde su principal objetivo es evaluar la alimentación de ovinos con diferentes pastizales como es el kikuyo y la quinua como gramínea, sabiendo que esta última ha incrementado su productividad, y tanto la quinua como sus subproductos no tienen un buen aprovechamiento de sus nutrientes, mismos que con cantidades específicas podrían ayudar en la producción de hatos y así mismo disminuir el costo en alimentación con materias nutritivas. Con estos antecedentes se puede señalar que existe un inadecuado desarrollo de la población ovina en nuestro sector, por la falta de recursos económicos y el desconocimiento de una tecnología apropiada.

## 1.2.2. Análisis crítico

### 1.2.2.1. Árbol de problemas

Tabla 1. Árbol de problema

---

<b>EFFECTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Disminución de la producción ovina</b></li><li>• <b>Incremento de los costos de producción</b></li><li>• <b>Perdida de la calidad de la producción ovina</b></li></ul>
<b>PROBLEMA</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Limitado conocimiento nutricional que podría aportar los residuos de cosechas (<i>Chenopodium quinoa</i>) y kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>)</li></ul>
<b>CAUSAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Desconocimiento de alternativas de investigación en ovinos.</li><li>• Inadecuada alimentación con pastizales naturales y establecidos.</li><li>• Inaplicación de técnicas productivas de ovinos.</li></ul>

---

### 1.2.3. Prognosis

El manejo de la alimentación de los bovinos no es eficiente ya que implica la utilización de mejores pasturas y otros productos en proporciones adecuadas, para satisfacer las necesidades nutricionales de los animales considerando las etapas fisiológicas y el propósito (carne, leche), la producción bovina en nuestro país en su mayoría lo realizan pequeños productores que tienen limitado acceso a información y apoyo básico de organizaciones gubernamentales para la implementación de tecnologías. La baja productividad y la variabilidad de los precios del mercado hacen que la ganadería no se desarrolle favorablemente en el enfoque sostenible y sustentable.

En la actualidad los sistemas de producción ovina son diferentes, dependiendo cada uno de los propietarios, del número de animales y especialmente de los recursos económicos del ganadero. La forma más común de alimentar al ganado ovino es mediante el pastoreo. En su mayoría, éste se realiza en pastizales naturales del lugar de vivienda; sin embargo el uso de pastizales artificiales puede dar mejores resultados de la explotación ovina, pero los productores de ovino utilizan los forrajes en nuestro medio porque constituyen el alimento más económico para el ganado. Los rebaños ovinos están principalmente en las zonas marginadas, los páramos cuya topografía es irregular y son pastoreados detrás de los bovinos, lo que provoca parasitosis y falta de nutrientes necesarios para el mantenimiento y la producción.

#### **1.2.4. Formulación del problema**

¿El limitado conocimiento del comportamiento productivo de la cosecha de quinua (*Chenopodium quinoa*) y de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), es una de las principales causas del no aprovechamiento de los residuos del rastrojos, y pastizales naturales respectivamente, en la alimentación de ovinos en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua?

#### **1.2.5. Interrogantes**

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

#### **1.2.6. Delimitación del objetivo de investigación**

Campo: Agroecología y Ambiente

Área: Agroecología, Agricultura sostenible, Ecosistemas y conservación de paramos andinos.

Aspecto: Utilización del rastrojo de quínoa para la incidencia del consumo voluntario en el rendimiento productivo en ovinos y producción de gas *in vitro*.

Temporal: El tiempo del problema en el segundo semestre del 2014 y la investigación se realizó en el primer semestre del 2015.

Espacial: La presente investigación se efectuó en la Granja Experimental Querochaca de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, cantón Cevallos Provincia de Tungurahua a una distancia 20 Km. al sur de Ambato con una altitud de 2850 msnm, cuyas coordenadas geográficas son: 01° 22' 0.2'' de latitud Sur y 78° 36' 22'' de longitud Oeste según el sistema de posicionamiento global (GPS)

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

El constante crecimiento de la producción del cultivo de *Chenopodium quinoa* (quinua) en el Ecuador para la industrialización y de esta manera representando una creciente proporción de las exportaciones no tradicionales del país, hacen que se incrementen subproductos como los rastrojos de las cosechas que pueden ser una alternativa en la alimentación de rumiantes como los ovinos, buscando estrategias de alimentación para aumentar la calidad de la producción ovina y aprovechando estos rastrojos se disminuirá los costos de producción, con esto la dieta de los rumiantes no se direccionaría únicamente de pastos y forrajes tradicionales. Conocer la cinética de degradación de los alimentos para rumiantes es importante, para el uso adecuado de suplementación proteica, de esta manera conoceremos la cantidad de proteína que se absorberá. La propuesta de buscar la reducción de los costos de producción, el incremento del desempeño productivo, estará determinada por la digestibilidad, la naturaleza de los productos y la cinética de digestión que se espera sea expresada en consumo efectivo por los animales. De acuerdo a estas consideraciones el presente ensayo se dirigirá para conocer las características nutricionales, compuestos secundarios y la calidad como forraje que según su disponibilidad podría ser incluido en dietas de los ovinos.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto del consumo de *Chenopodium quinoa* sobre el comportamiento productivo, cinética de degradación ruminal, digestibilidad aparente de la materia seca, población de protozoarios del rumen y producción de gas *in vitro* en ovinos

### **1.4.2. Objetivos específicos**

Evaluar el consumo voluntario, conversión alimenticia, ganancia de peso, en ovinos alimentados a base de forraje de *Chenopodium quinoa*.

Determinar la cinética de degradación de la MS y digestibilidad aparente de la MS del rastrojo de *Chenopodium quinoa*

Determinar el efecto del forraje de *Chenopodium quinoa* sobre la población de protozoarios de rumen y la producción de gas *in vitro*

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En nuestro país según el Instituto Nacional de Estadística y Censo INEC y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGAP 2012), menciona que la explotación de los ovinos es especialmente para la producción de lana, así como también se ha ido adoptando una tendencia en la producción para la carne. El incremento de la producción cárnica de ovino, está enfocado especialmente porque su carne magra es más saludable, y posee muy baja cantidad de grasa,

El Ecuador es un país que posee una biodiversidad en fauna y flora, así como también goza de grandes factores climáticos que son una gran ventaja para la crianza de ovinos. La producción de estos animales podría constituir una gran industria ganadera, y por ende ser un importante ingreso en la economía del país, según (López Guerrero and Cedeño Toala 2009)

Según (ANCO 2007), la oveja mal manejada puede causar problemas de erosión, destrucción de plantas nativas, sin embargo el principal responsable de este efecto es el hombre, ya que no tienen técnicas de pastoreo, pero además puede fertilizar los campos a sabiendas que con experiencia se ha comprobado que el abono de oveja da mayores resultados que los de otro tipo de ganado.

La utilización de subproductos del cultivo de quinua (rastrojo) en la dieta, se presenta como una alternativa para la alimentación ovina, ya que posee importantes contenidos nutrimentales (10,7 % de PC). Así como, compuestos secundarios (saponinas: 4,7 a 11,3 g/kg MS) que puede ayudar a reducir las pérdidas de energía en forma de metano entérico en los rumiantes.

(Benavides Vargas 2007), realizó un estudio en el cual uno de sus objetivos era determinar el comportamiento de ganancia de peso vivo en el periodo de pre empadre y empadre, como efecto de complementación alimenticia de jipi y broza de quinua, este estudio se llevó a cabo en el Centro Experimental Agropecuario

Condoriri (C.E.A.C.), dependiente de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Veterinarias - Universidad Técnica de Oruro, donde se utilizó 90 ovejas mejoradas distribuidos aleatoriamente en tres tratamientos (Jipi, Broza y Testigo) cada uno de 30 animales, se suministró jipi y broza de quinua como complemento alimenticio en el periodo de pre empadre y empadre durante 75 días en una cantidad de 300gr/día/animal. El autor concluye la aceptabilidad al consumo de subproductos de quinua como complemento alimenticio en el pre empadre y empadre fue mayor en el tratamiento I (broza) con 299 y 300 gr/día/animal en relación al tratamiento II (jipi) con 276 y 295 gr/día/animal.

El producto de la cosecha, trilla y posterior beneficiado de quinua se obtiene una variedad de subproductos que tienen diferentes usos, en lo que respecta a la alimentación animal, en donde se puede utilizar el afrecho, los tallos y las hojas secas de la quinua.

Según Brazile 2014, el producto del proceso de escarificado del grano de quinua, se obtiene el afrecho, el cual está compuesto de los restos del pericarpio o cáscara del grano. El aporte nutritivo de proteína del afrecho de quinua varía del 11,14% al 14,94%, dependiendo de la forma en que sea procesada el grano, estos niveles de proteína demuestran que el afrecho de quinua tiene un gran potencial para ser utilizado en la preparación de raciones para animales.

Se estudió el efecto de la adición de 30 y 60% de afrecho de quinua, obtenidos por método seco y húmedo, y afrecho de trigo (control), en raciones de cuyes (*Cavia porcellus*), los resultados indican que los valores promedios más satisfactorios en cuanto a ganancia de peso vivo se obtuvo con los cuyes alimentados con raciones que contenían 30% de afrecho de quinua obtenido por vía seca (7,80 g/día), por vía húmeda (7,62 g/día) y con el control (7,35 g/día), el consumo se vio afectado con 60% de afrecho de quinua con valores bajo 16,50 g/día por vía húmeda frente a 21,34 g/día del tratamiento 30% por vía húmeda y el control con 21,25 g/día, se atribuye este bajo consumo a su baja palatabilidad por la excesiva adición del subproducto, mientras que el nivel de 30% de afrecho de quinua obtenido por vía seca o húmeda puede sustituir al afrecho de trigo, además

se resaltar el efecto antiparasitario de parte de la quinua en el tracto digestivo de los cuyes. (Brazile 2014)

Según (Gandarillas, Cardozo et al. 1968) manifiesta que frente a la escasez de forrajes en el altiplano de Perú y Bolivia, estudiaron las posibilidades del uso de los tallos de quinua, especialmente en forma molida, aunque su valor nutritivo no fuese muy elevado. En este estudio se comparó el tallo de quinua con otros forrajes del altiplano central de Bolivia. En un primer ensayo con borregas, lograron incrementos de peso vivo comparables a raciones en base a cebada verde o cebada seca. En trabajos posteriores se compararon los tallos de quinua en raciones donde se reemplazaba el heno de avena o cebada, en dichas pruebas no se encontró diferencia significativa en los tratamientos. En estos experimentos, la principal fuente alimenticia lo constituía el pastoreo de pradera nativa, al cual se suministraba la ración de suplemento a razón de 200 g diarios. Considerando que el porcentaje tallos de quinua en la ración variaba entre 35 a 65%, no se pudo detectar una diferencia en incremento de peso, no obstante, las razones de estos ensayos fueron para demostrar que los residuos del cultivo de la quinua pueden ser utilizados en la alimentación animal.

El grano de la quinua es de una alta calidad nutritiva, con alto nivel de proteína, que constituye una buena alternativa alimenticia especialmente en la producción de no rumiantes. Esta cualidad también se manifiesta en los residuos provenientes de la cosecha, trilla y beneficiado del grano.

El contenido de saponinas constituye un factor que limita y disminuye el consumo y repercute en la ganancia de peso vivo, por tanto, previo a la incorporación a la ración debe ser eliminada. No obstante, está la opción de utilizar granos de cultivares dulces que tienen poca o nula saponina, lo cual evitaría el tener que desaponificar. El nivel de sustitución de la quinua dentro de una ración de no rumiantes, ya sea de granos o subproductos de su beneficiado, no debe exceder el 30% de la dieta, de esta manera el consumo no se verá afectado por la presencia de saponina, sí se trata de quinua amarga esta debe ser desaponificada por la vía húmeda (Brazile 2014).



En rumiantes la utilización de quinua básicamente es en la forma de forraje, ensilaje y la adición de residuos de cosecha (tallos y hojas), no existiendo problemas por la presencia de saponinas, al contrario en cierta manera ejerce un control de los parásitos internos.

La quinua se constituye en un cultivo multipropósito y debiera ser una opción alimenticia de los animales, en lugares donde la producción de grano es importante, por la cantidad de residuos producto de su cultivo y beneficiado.

En el escenario actual, no existen elementos económicos necesarios que nos den certeza de que la inclusión del grano, subproductos y residuos de cosecha de la quinua sean aplicables comercialmente en la producción animal (Brazile 2014).

## **2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA**

Para esta investigación se ha planteado como fundamentación filosófica el paradigma positivista, esta fundamentación no basamos de acuerdo a la hipótesis, ya que éstas predicen lo que va a suceder para luego ser comprobadas y verificadas mediante este experimento, en el cual se utilizara a ala estadística para cuantificar y medir todo.

El filósofo positivista francés, Augusto Comte define la filosofía como la doctrina general de los conocimientos humanos, sin embargo al añadirle el calificativo positiva, identifica el conocimiento humano con los conocimientos aportados por las ciencias, puesto que un saber que no se funde en hechos observados es pura ficción y engaño. La Filosofía Positiva consiste en la sistematización enciclopédica del saber positivo. Como doctrina es un saber universal que sintetiza todas las ciencias y como método se aplica a cualquier conocimiento que proceda de la observación empírica y de la elaboración de sus datos por la razón. También consiste en considerar todos los fenómenos como sujetos a leyes naturales invariables, cuyo descubrimiento preciso y la posterior reducción al menor número posible constituyen la finalidad de nuestros esfuerzos. Esta considera como absolutamente inaccesible y vacía de sentido la búsqueda de lo que llaman causas, sean estas primeras o finales.

En las explicaciones positivas no se tiene el más mínimo interés de exponer cuales son las causas generadoras de los fenómenos, ya que esto retrasaría la dificultades, en cambio, pretender analizar con exactitud las circunstancias de su producción y coordinar unos fenómenos con otros, mediante relaciones normales de sucesión y de similitud.

### **2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

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

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

Para ello, será responsabilidad del Estado:

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

6. Promover la preservación y recuperación de la agrobiodiversidad y de los saberes ancestrales vinculados a ella; así como el uso, la conservación e intercambio libre de semillas.

7. Precautelar que los animales destinados a la alimentación humana estén sanos y sean criados en un entorno saludable.

8. Asegurar el desarrollo de la investigación científica y de la innovación tecnológica apropiada para garantizar la soberanía alimentaria.

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

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

Artículo 2. Carácter y ámbito de aplicación.- Las disposiciones de esta Ley son de orden público, interés social y carácter integral e intersectorial.

Regularán el ejercicio de los derechos del buen vivir -sumak kawsay- concernientes a la soberanía alimentaria, en sus múltiples dimensiones.

Su ámbito comprende los factores de la producción agroalimentaria; la agrobiodiversidad y semillas; la investigación y diálogo de saberes; la producción, transformación, conservación, almacenamiento, intercambio, comercialización y consumo; así como la sanidad, calidad, inocuidad y nutrición; la participación social; el ordenamiento territorial; la frontera agrícola; los recursos hídricos; el desarrollo rural y agroalimentario; la agroindustria, empleo rural y agrícola; las formas asociativas y comunitarias de los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores, las formas de financiamiento; y, aquellas que defina el régimen de soberanía alimentaria.

Las normas y políticas que emanen de esta Ley garantizarán el respeto irrestricto a los derechos de la naturaleza y el manejo de los recursos naturales, en concordancia con los principios de sostenibilidad ambiental y las buenas prácticas de producción.

## **2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES**

### **2.4.1. Producción ovina en Ecuador**

El ganado ovino ha sido siempre para los ganaderos, uno de los animales más apreciados por la utilidad que presta tanto como alimento cárnico sano y la lana para textiles. Su introducción como carne para consumo humano y el alza de precio de la misma favorecieron para que se incrementara la crianza de ovinos y se tenga así otra cultura de consumo de esta carne como alimento humano. (Otero Escandell and Moreno Gonzalez 1977)

### **2.4.2. Problemática de la producción ovina**

Ecuador es un país que tiene un gran potencial agropecuario. La explotación ovina se desarrolló desde la época de la conquista. Ya que los españoles trajeron consigo animales para su alimentación, y al encontrar condiciones para su desarrollo decidieron desarrollarlo en todas partes de América y hoy en día constituyen importantes fuentes de ingresos y sustento para los ganaderos, en especial los pequeños. Las ovejas se las conoce como el ganado de los pobres (Cabrera Vaca 2010).

En la actualidad los sistemas de producción ovina son diferentes, dependiendo cada uno de los propietarios, del número de animales y especialmente de los recursos económicos del ganadero. La forma más común de alimentar al ganado ovino es mediante el pastoreo. En su mayoría, éste se realiza en pastizales naturales del lugar de vivienda; sin embargo el uso de pastizales artificiales puede dar mejores resultados de la explotación ovina, pero los productores de ovino utilizan los forrajes en nuestro medio porque constituyen el alimento más económico para el ganado. Los rebaños ovinos están principalmente en las zonas marginadas, los páramos cuya topografía es irregular y son pastoreados detrás de los bovinos, lo que provoca parasitosis y falta de nutrientes necesarios para el mantenimiento y la producción.

Según (Sánchez 2005), el uso de mezclas forrajeras para la alimentación del ganado ovino en reclusión y el engorde de ovinos, incrementa la productividad y

rentabilidad del ganadero. Un pasto cultivado en asociación, según de las condiciones de la pastura y la época pueden abarcar una carga de 20 a 40 cabezas de ovino.

(Godoy de León and Chicco 1991) refiere que es más provechoso la producción de ganado ovino que el vacuno, ya que un oveja tiene crías a los 5 meses mientras que una vaca a los 9 meses.

#### **2.4.3. Alimentación Ovina**

Según (Villa 2005), en un estudio sobre sistemas de alimentación para ganado ovino se asociaba al pastoreo para aprovechar los recursos naturales, y en la mayoría de los casos posterior al pastoreo del ganado vacuno, y pastos de difícil acceso en menor cantidad y calidad, también se aprovecha los rastrojos de cereales. Utilizando a los ovinos de manera rustica con esta práctica de pastoreo para el mantenimiento del ecosistema y de malezas en las áreas rurales y la fertilización de los suelos.

Según (Pastrana, Bonilla 1993), por su aporte nutricional del follaje de papa (*Solanum tuberosum* L.) ayuda en la alimentación de ovinos utilizándole como microsilos, dando mejores resultados con un pre-secado de 48 horas y almacenamiento de 30 a 60 días, reportan mayor valor nutricional.

Según (Barroso, Martínez et al. 2008), la alimentación de ovinos con ensilados del fruto de tomate proporciona una alimentación no convencional por la gran cantidad de subproductos que se obtiene y de esta manera con esta práctica se evitan problemas ambientales.

Según (Mendo, Pérez et al.), en un estudio sobre: “Pastoreo de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochts) por borregos en crecimiento a diferentes asignaciones de forraje”, y al utilizar borregos criollos en crecimiento al pastoreo en 84 días de estudio; obtuvo ganancias de peso por animal de 88,4 gramos al 5% de asignación de forraje kikuyo; 79,9 gramos al 8% de asignación y 87,6 gramos al 11% de asignación.

En la crianza estabulada se utiliza alimento concentrado, en forraje al corte o subproductos industriales. Los corrales son amplios y limpios y deben estar dotados de sombra. El cuidado en la formulación de raciones tanto como el aspecto sanitario es sumamente importante. Para que justifique una crianza en términos económicos, se debe disponer de alimentos baratos pero de calidad (Quiroz, 2000). El principal objetivo de una crianza estabulada es dar cantidades adecuadas de alimentos con altos valores nutritivos.

Los animales permanecen confinados todo el tiempo, por lo que es muy poco el ejercicio físico que realizan; toda la alimentación se les brinda en el comedero. Además, las instalaciones deben ser funcionales y prácticas con pisos de cemento para evitar el encharcamiento.

En la crianza semi-estabulada, la posición intermedia entre el sistema por pastoreo y el sistema tabulado. Si las ovejas consumen buenos pastos, cada una de ellas aumentará de 80 a 300 gramos de peso por día. Este sistema es conveniente cuando hay forrajes y pastos cerca. Una de las variantes más usadas en este sistema consiste en alojar o sacar a pastorear a los ovinos según las fases fisiológicas de producción. (Quiroz, 2000). Existe menor demanda de mano de obra.

#### **2.4.4. Función ruminal**

El rumen, retículo y omaso son órganos que preceden al abomaso (estómago glandular), por lo que se denominan pre-estómagos. De estas tres estructuras, depende la capacidad de los rumiantes para aprovechar los carbohidratos fibrosos de la dieta.

Estos órganos ocupan las  $\frac{3}{4}$  partes de la cavidad abdominal izquierda. El rumen es el más grande de los pre-estómagos, y se divide en sacos o compartimientos limitados por pilares musculares

El interior del rumen, retículo y omaso están cubiertos con epitelio estratificado y cada uno posee una mucosa distinta que le facilita su función. La superficie interior del rumen contiene numerosas y pequeñas papilas. El rumen y el retículo forman una cámara, que mantiene un ambiente favorable para la fermentación

anaerobia, realizan la remoción de desechos y microorganismos a través de contracciones; además el retículo colecta el alimento que ha sido suficientemente fermentado para transportarlo. Con la fermentación ruminal, se producen gases diferentes, cerca de 5 litros/hora en un borrego; estos son eliminados a través del eructo. Los principales gases son: bióxido de carbono (60-70%), hidrógeno (0.6%), nitrógeno (7%), metano (30-40%), oxígeno (0.6%), y ácido sulfhídrico (0.01%) (Nava, 2011).

#### **2.4.5. Contenido Ruminal**

El contenido del rumen y retículo es de aproximadamente 4-6 Kg en los ovinos. El alimento y los productos de la fermentación se acomodan en tres capas dependiendo de su gravedad específica. Así tenemos:

Capa gaseosa: Se localiza en la parte superior y se encuentran los gases producidos durante la fermentación de alimentos.

Capa sólida: Está formada principalmente por alimento y microorganismos flotantes. El alimento consumido más recientemente, se reposa en la parte superior de esta capa, debido a que tiene partículas de gran tamaño (1-2 cm), que atrapan a los gases producidos. El alimento consumido con más anterioridad, se encuentra al fondo de la capa sólida, debido a que ya fue fermentado suficiente y se redujo su tamaño (2-3 mm), en este momento puede ser captado por el retículo y salir a través del orificio retículo-omasal.

Capa líquida: contiene líquido con pequeñas partículas de alimento y microorganismos suspendidos.

Las contracciones del retículo y rumen son importantes en la fermentación, pues se encargan de mezclar el alimento, eliminar los gases y propulsar el contenido ruminal

La rumia es la regurgitación de la ingesta seguida de una remasticación, reensalivación y una nueva deglución. Esto disminuye el tamaño de partícula del alimento y aumentar la superficie para la fermentación. (Nava, 2011)

#### **2.4.6. Microorganismos en el rumen**

El rumen tiene un ambiente apropiado, con un gran suministro de alimentos, para el crecimiento y reproducción de los microorganismos. La ausencia de aire en el rumen favorece el crecimiento de especies especiales de bacteria, entre las cuales tenemos aquellas que pueden digerir las paredes de las células de plantas (celulosa) para producir azúcares sencillos (glucosa).

Los microorganismos fermentan glucosa para obtener la energía para crecer y producen ácidos grasos volátiles como productos finales de fermentación. Los ácidos grasos volátiles cruzan las paredes del rumen y sirven como fuentes de energía para el rumiante.

Mientras que crecen los microorganismos del rumen, producen aminoácidos, fundamentales para proteínas. Las bacterias pueden utilizar amoníaco o urea como fuentes de nitrógeno para producir aminoácidos. Sin la conversión bacteriana, el amoníaco y la urea serían inútiles para los rumiantes. Sin embargo, las proteínas bacterianas producidas en el rumen son digeridas en el intestino delgado y constituyen la fuente principal de aminoácidos para el animal.

#### **2.4.7. Población microbiana**

Las bacterias constituyen la mitad de la biomasa en el rumen normal y son responsables de la actividad metabólica. Los hongos constituyen hasta el 8% de la biomasa intra ruminal y se ubican en la ingesta de lento movimiento evitando su rápido lavado, y contribuyen a la digestión de forrajes de baja calidad. Los protozoos son los organismos más notables en el rumen, forman gran proporción de la biomasa, entre un 20 – 40 %, y su contribución es menor por la gran retención y la menor actividad metabólica.

Cuando los carbohidratos de la dieta entran al rumen son hidrolizados por enzimas extracelulares de origen microbiano. En el caso de los carbohidratos fibrosos, el ataque requiere de una unión física de las bacterias a la superficie de la partícula vegetal, la acción de las enzimas bacterianas libera principalmente glucosa y oligosacáridos hacia el líquido ruminal por fuera de los cuerpos celulares microbianos. Estos productos no son aprovechados por el rumiante, en su lugar,



son rápidamente metabolizados por la microbiota ruminal. (Anrique, Contreras et al. 2013)

Gracias a la microbiota ruminal los carbohidratos fibrosos como la celulosa y hemicelulosa representan la fuente más importante de energía para los rumiantes. Las raciones carentes de fibra pueden conducir a desórdenes de la digestión.

Estos carbohidratos fibrosos además son necesarios para estimular la rumia, aumenta el flujo de saliva hacia el rumen y estimula las contracciones ruminales.

Según Contreras 2010, el amoníaco es el principal compuesto nitrogenado que utilizan los microorganismos para la síntesis de aminoácidos y proteínas, hay que considerar que para esto se requiere suficiente energía o carbohidratos. El amoníaco se utiliza también para la formación de diversos componentes nitrogenados de la pared celular y ácidos nucleicos

Cuando la dieta del rumiante consiste principalmente de forrajes, los lípidos que se encuentran en mayor proporción son los galactoglicéridos, pero si el nivel de granos o concentrados es elevado, los triacilglicéridos son más abundantes. (Lier, 2008). Se ha observado que la mayoría de los ácidos grasos presentes en la dieta de los rumiantes son insaturados. En el rumen tanto los galactoglicéridos como los triglicéridos y fosfolípidos son hidrolizados por las bacterias, el resultado son ácidos grasos libres y glicerol. (Nava, 2011).

#### **2.4.8. La quínoa**

La quinua es un cultivo de granos nativos, es una hierba anual de hojas anchas, semillas de color blanco o rosado que crecen en grandes grupos. Las semillas de la quinua son ricas en proteínas oscilando estas entre los 12 y 19% (Rebbata 2014). La calidad de las proteínas en la quinua cocida y las semillas de quinua lixiviada son equivalentes a la de la leche. La quinua para su crecimiento necesita bajas cantidades de agua. Crece a grandes alturas con aire frío, sol, temperaturas bajo cero y en suelos desde arenosos hasta alcalinos (Brazile 2014).

#### 2.4.9. Clasificación botánica

Tabla 2. Rebbata 2014 considera a la quinua dentro de la siguiente clasificación botánica:

<b>Reino:</b>	<b>Vegetal</b>
<b>División:</b>	<b>Fanerogamas o Sifenagama</b>
<b>Clase:</b>	<b>Angiospermas</b>
<b>Subclase:</b>	<b>Dicotiledoneas</b>
<b>Orden:</b>	<b>Centrospermales.</b>
<b>Familia:</b>	<b>Quenopodidceas</b>
<b>Género:</b>	<b>Chenopodium</b>
<b>Especie:</b>	<b>Chenopodium quinoa willd.</b>

El mismo autor menciona que es una planta originaria de la Hoya del Titicaca (Perú y Bolivia), y se cultiva a partir de 2000 a 3800 m.s.n.m, razón por la cual tolera bajas temperaturas, además de exigir muy poca agua ya que inclusive desarrolla bien en suelos pobres.

#### 2.4.10. Partes del grano de quinua

El fruto es un aquenio cubierto por el perigonio que se desprende con facilidad cuando está seco. El pericarpio está pegado a la semilla y esta se encuentra envuelta por el episperma donde está la saponina. El embrión está formado por los cotiledones y la radícula. En el embrión de la semilla el contenido de proteína es mucho mayor que en el perisperma. (Rebbata 2014).

#### 2.4.11. Composición química de la quinua

La verdadera importancia de la quinua estriba en el contenido de sus proteínas, así como en el contenido de vitaminas y minerales. Este cereal destaca por su contenido de proteínas que varía de 12.5 a 16.7%. El 37% de las proteínas que posee la quinua está formado por aminoácidos esenciales (FAO, 2013).

Para algunas personas, la quinua es un alimento nuevo y nutritivo que desde hace poco se encuentra disponible en su supermercado local o restaurante favorito como sustituto de muchos de los granos que se consumen habitualmente. Mientras

esta puede ser la situación de muchas zonas del mundo, la quinua constituyó uno de los principales cultivos alimentarios de las culturas precolombinas de América Latina, y sigue siendo un alimento importante para los pueblos quechua y aymara de las zonas rurales de la región andina de América del Sur 1. En la lengua quechua, a la quinua se le llama chisiya, que significa "grano madre".

La quinua es única debido a su calidad de semilla que puede comerse de modo similar al grano. Generalmente, o bien se cocina y se añade a sopas, o se transforma en harina para utilizar en pan, bebidas o papillas. En relación con la nutrición, la quinua se puede comparar en energía a alimentos consumidos similares como frijoles, maíz, arroz o trigo. Además, la quinua destaca por ser una buena fuente de proteínas de calidad, fibra dietética, grasas poliinsaturadas y minerales. Aunque la quinua es una buena fuente de muchos nutrientes, es importante consumirla como parte de una comida equilibrada junto con muchos otros tipos de alimentos a fin de obtener una buena nutrición general (Brazile 2014).

Tabla 3: Contenido de macronutrientes en la quinua y en alimentos seleccionados, por cada 100g de peso en seco

	Quinua	Frijol	Maíz	Arroz	Trigo
Energía (kcal/100 g)	399	367	408	372	392
Proteína (g/100 g)	16,5	28,0	10,2	7,6	14,3
Grasa (g/100 g)	6,3	1,1	4,7	2,2	2,3
Total de carbohidratos	69,0	61,2	81,1	80,4	78,4

Fuente: FAO 2013.

#### 2.4.12. Proteínas

La cantidad de proteínas en la quinua depende de la variedad, con un rango comprendido entre un 10,4 % y un 17,0 % de su parte comestible. Aunque generalmente tenga una mayor cantidad de proteínas en relación con la mayoría de granos, la quinua se conoce más por la calidad de las mismas. Al contrario que

la quinua, la mayoría de los granos tienen un bajo contenido del aminoácido esencial lisina. (FAO 2013)

#### **2.4.13. Fibra dietética**

En un estudio reciente de cuatro variedades de quinua se mostró que la fibra dietética en la quinua cruda varía entre los 13,6 g y los 16,0 g por cada 100 g de peso en seco. La mayoría de la fibra dietética era insoluble, con un intervalo de 12,0 g a 14,4 g en comparación con el contenido comprendido entre 1,4 g y 1,6 g de la fibra soluble por cada 100 g de peso en seco. (FAO 2013). De modo similar al valor proteico total de la quinua, el valor de la fibra dietética es por lo general mayor al de la mayoría de granos e inferior al de las legumbres. La fibra dietética constituye la parte de los alimentos vegetales que no se puede digerir y es importante para facilitar la digestión y prevenir el atasco fecal del intestino.

#### **2.4.14. Grasas**

La quinua contiene más grasas (6,3 g) por cada 100 g de peso en seco en comparación con los frijoles (1,1 g), el maíz (4,7 g), el arroz (2,2 g) y el trigo (2,3 g). Del contenido total de materias grasas de la quinua, más del 50 % viene de los ácidos grasos poliinsaturados esenciales linoleico (omega 6) y linolénico (omega 3). Los ácidos linoleico y linolénico se consideran ácidos grasos esenciales, ya que no los puede producir el cuerpo. Se ha demostrado que los ácidos grasos de la quinua mantienen la calidad debido al alto valor natural de la vitamina E, que actúa como antioxidante natural (Brazile 2014).

#### **2.4.15. Minerales**

En promedio, la quinua es una mejor fuente de minerales en relación con la mayoría de los granos, en especial, la quinua es una buena fuente de hierro, magnesio y zinc si se compara con las recomendaciones relativas al consumo diario de minerales. La falta de hierro suele ser una de las deficiencias nutricionales más comunes. Sin embargo, la quinua, del mismo modo que todos los alimentos vegetales, contiene algunos componentes no nutritivos que pueden reducir el contenido y la absorción de sustancias minerales. Las más notables son sus saponinas, que se encuentran en la capa exterior de la semilla de la quinua y normalmente se extraen durante su procesado para eliminar el sabor amargo. La

quinua también tiene un alto contenido en el compuesto de oxalato, que se puede unir a minerales como el calcio y el magnesio y reducir su absorción en el cuerpo. (FAO 2013).

Tabla 4: Contenido de minerales en la quinua y en alimentos seleccionados, en mg por cada 100g de peso en seco

	Quinua	Maíz	Arroz	Trigo
Calcio	148,7	17,1	6,9	50,3
Hierro	13,2	2,1	0,7	3,8
Magnesio	249,6	137,1	73,5	169,4
Fósforo	383,7	292,6	137,8	467,7
Potasio	926,7	377,1	118,3	578,3
Zinc	4,4	2,9	0,6	4,7

Fuente: FAO 2013.

#### 2.4.16. Vitaminas

La quinua es también una buena fuente de las vitaminas B2 (riboflavina) y ácido fólico en comparación con otros granos, mientras que su contenido en tiamina es similar al de otros granos y el de niacina es en promedio inferior.

Tabla 5: Contenido de vitaminas de la quinua frente a otros alimentos seleccionados, mg/100g de peso en seco

	Quinua	Maíz	Arroz	Trigo
Tiamina	0,2-0,4	0,42	0,06	0,45-0,49
Riboflavina	0,2-0,3	0,1	0,06	0,17
Ácido fólico	0,0781	0,026	0,020	0,078
Niacina	0,5-0,7	1,8	1,9	5,5

Fuente: FAO 2013.

## **2.5. HIPÓTESIS**

La dieta a base del forrajes *Chenopodium quinoa* mejora las funciones del rumen y el comportamiento productivo en ovinos.

## **2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES**

Variable Independiente: Rastrojo de quínoa.

Variable Dependiente: Consumo voluntario, ganancia de peso, conversión alimenticia, degradación ruminal MS, digestibilidad aparente de MS, producción de gas *in vitro*.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGIA

#### 3.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se desarrolló en el campo con la intervención de ovinos en diferentes tratamientos en función del consumo voluntario de las diferentes raciones integrales para verificar el efecto de la ganancia de peso y apoyándose de análisis de laboratorio para las variables en estudio.

#### 3.2. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación es de tipo exploratorio explicativo ya que evaluó el efecto del valor nutricional de la ingestión de *chenopodium quinoa* sobre el rendimiento productivo en ovinos y producción de gas *in vitro*.

#### 3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 6.** Operacionalización de la variable independiente: Valor nutricional de *chenopodium quinoa*

CONTEXTUALIZACIÓN	CATEGORIAS	INDICADORES	ÍNDICE
La quinoa es considerada un pseudo-cereal muy nutritivo de mucha importancia en la nutrición humana y animal, tiene un contenido relativamente alto de proteína de buena calidad y se puede considerar una buena fuente de fibra dietética y otros compuestos bioactivos, tales como compuestos fenólicos.	Kikuyo	100% kikuyo	Gramos
	Kikuyo + Rastrojo de quinua	80% kikuyo + 20% Rastrojo de quinua	Gramos
	Kikuyo + Rastrojo de quinua	60% kikuyo + 40% Rastrojo de quinua	Gramos

**Tabla 7.** Operacionalización de las variables dependientes: Consumo Voluntario, Ganancia de peso, Conversión Alimenticia, Degradación *in situ*, digestibilidad y producción de gas *in vitro*

CONTEXTUALIZACIÓN	CATEGORIAS	INDICADORES	ÍNDICE
Las características de fermentación de los alimentos en el rumen pueden ser estudiadas por métodos <i>in situ</i> e <i>in vitro</i> . Dentro de las técnicas <i>in vitro</i> , se puede estimar la digestibilidad de la materia seca (MS). La técnica de la bolsa de nylon proporciona estimativas de la degradación de los constituyentes del alimento. La técnica de producción de gases permite determinar la degradación del alimento a través del volumen de gas	Consumo voluntario	gramos/día	Gramos
	Ganancia de peso	gramos/día	Gramos
	Conversión alimenticia	Alimento consumido/kg de carne	Gramos
	Degradación ruminal MS <i>in situ</i>	Cantidad de MS degradado	g/kg MS
	Digestibilidad aparente MS <i>in vitro</i>	Cantidad de alimento digerido	g/kg MS
	Producción de gas <i>in vitro</i>	Cantidad de gas producido	g/kg de MS fermentable

### 3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

#### 3.4.1 UBICACIÓN DEL ENSAYO

La presente investigación se realizará en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Técnica de Ambato, ubicada en el Cantón Cevallos, Provincia de Tungurahua, a 20 Km al sur de Ambato con una altitud de 2850 m.s.n.m. cuyas coordenadas geográficas son: 01° 22' 0.2" de latitud Sur y 78° 36' 22" de longitud Oeste, con una temperatura ambiental promedio de 15°C y precipitación anual de 600 mm, humedad relativa de 77% y velocidad de viento de 4,2 m/s. El



experimento tendrá una duración de 85 días (15 días de adaptación y 70 días de muestreo).

### 3.4.2 METODOLOGÍA UTILIZADA

- Consumo voluntario; método directos (alimento ofrecido – alimento rechazado), utilizando 18 ovinos se alojaron en corrales individuales de 2 x 2 m de ancho y largo respectivamente. Los animales estarán alimentados con una ración integral a base de *Chenopodium Quinoa* (quinua) y *Pennisetum clandestinum* (kikuyo), se les suministrará alimento y agua *ad libitum*. El pasto a utilizar *Pennisetum clandestinum* (kikuyo), serán cortado, deshidratado exponiéndolo al sol, para luego molerlo e integrarlo a la dieta. El rastrojo de *Chenopodium Quinoa* (quinua) será recolectado luego de haber sometido la quínoa al trillado, la deshidratación se llevará a cabo exponiéndola al sol, posteriormente será molido e integrado a la dieta. Los animales se distribuirá en un diseño completamente aleatorio en los siguientes tratamientos: T1; 100% de kikuyo, T2; 80% kikuyo y 20% quinua, T3; 60% kikuyo y 40% quinua
- Ganancia de peso; método directo (peso inicial – peso final)
- Conversión alimenticia; estimación matemática (alimento consumido / gr de pesos ganado)
- Las pruebas de degradación ruminal *in situ* de la materia seca se estimó mediante la técnica de la bolsa de nylon descrita por Ørskov et al. (1980). Utilizando un toro con una fistula en el rumen, se incubó 5 bolsitas por cada tratamiento que contenían 3 g de muestra, se incubaron las bolsas, a los tiempos 0, 4, 8, 12, 24, 36, 48, 72 y 96 horas, se realizó el lavado de las bolsas, luego se secaron en una estufa a 60 °C hasta obtener peso constante y luego se registró los pesos para su análisis e interpretación.
- La digestibilidad aparente de la MS *in vitro*, se estimó de acuerdo a la metodología descrita por Theodorou et al. (1994). La cual consiste en colocar en frascos de vidrio de 100 ml, 60 ml de buffer a una

concentración de (70:30 v/v) 70% de saliva artificial y 30% líquido ruminal. En cada frasco se incorporó 0.5 g de muestra a incubar (forrajes o tratamientos). Se filtró el contenido de los frascos a las 48 horas a través de papel filtro, seguido se procedió a secar en estufa a 60 °C para luego interpretar los resultados

- La producción de gas *in vitro*, se estimó de acuerdo a la metodología descrita por Theodorou et al. (1994), se utilizó frascos de vidrio de 100 ml donde se introdujo: 0.5 g de muestra (tratamientos), 42 ml de saliva (mezcla química artificial) y 18 ml de líquido ruminal de bovino, las lecturas de presión se tomaron a las 3, 6, 9, 12,18, 24, 36 y 48 horas por medio de un transductor de presión.

### **3.5. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

#### **3.5.1 Factores de estudio**

- Consumo voluntario método directos (alimento ofrecido – alimento rechazado)
- Ganancia de peso; método directo (peso inicial – peso final)
- Conversión alimenticia; estimación matemática (alimento consumido / gr de pesos ganado)
- Degradación ruminal de la MS (g/kg MS) *in vivo*
- Digestibilidad aparente de la MS *in vivo* (g/kg MS)
- Producción de gas *in vitro* (ml gas/g de materia seca fermentable).

#### **3.5.2 Tratamientos**

Los animales se distribuyó en un diseño completamente aleatorizado en los siguientes tratamientos: T1; 100% de kikuyo, T2; 80% kikuyo y 20% quinua, T3; 60% kikuyo y 40% quinua

### **3.5.3 Diseño experimental**

Se utilizó un diseño completamente al azar con 3 tratamientos y 6 repeticiones tanto para las pruebas de comportamiento, como degradación ruminal y producción de gas *in vitro*

### **3.5.4 Análisis estadístico**

Los datos de consumo voluntario, ganancia de peso, digestibilidad aparente de la materia seca y producción de gas *in vitro*, se procesó utilizando el PROC GLM del SAS (2009), la comparación de medias mediante la prueba de Tukey. La degradación ruminal de la MS se analizó con el programa Graphpad Prism 6, Software, Inc. San Diego, CA, USA.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso inicial y final no mostraron diferencias ( $P= 0.5902$ ;  $P= 0.2105$  respectivamente) entre los tratamientos. La ganancia de peso mostró diferencias ( $P=0.0001$ ), mostrando la mayor ganancia el T2 (93.83) con respecto a T1 y T3. El consumo voluntario en los ovinos alimentados con *P. clandestinum* + afrecho de *C. quinoa* T2 y T3 fue superior a 147 g MS/día mayor  $P= 0.0428$  que los ovinos alimentados con sólo *P. clandestinum* (T1). El consumo voluntario por Kg  $PV^{0.75}$  no mostró diferencia significativa ( $P= 0.1385$ ) entre tratamientos. La conversión alimenticia fue menor ( $P= 0.0178$ ) en el T2 frente al T1 (7:1 a 9:1 respectivamente). La digestibilidad aparente de la MS no mostró diferencias ( $P=0.2689$ ) entre los tratamientos. La producción de gas *in vitro* (ml/0.5 g MS fermentable) fue 39 ml menor ( $P=0.0215$ ) en el T2 con respecto al T1 (Tabla 8).

La mayor ganancia de peso, conversión alimenticia y menor producción de gas *in vitro* en el T2 se pudo deber a un mejor consumo voluntario por parte de la animales alimentados y mejor aprovechamiento de la energía al reducir la producción de gas, sin disminuir la digestibilidad del alimento (Tabla 8). La eficiencia en la utilización de la energía puede incrementar los parámetros productivos (Barros-Rodríguez et al., 2014), tal como se lo puede apreciar en esta investigación. Con respecto a los bajos rendimiento en el tratamientos con mayor nivel de inclusión en la dieta de rastrojo de quinua (T3) se dio debido, posiblemente a un mayor incremento en los niveles de fibra en la ración ya que el rastrojo de quinua tiene altos contenidos de fibra (Bazile et al., 2013), mismo que interviene directamente con la digestibilidad de la materia seca tal y como se lo puede observar en esta investigación (Tabla 8).

Los resultados de este trabajo son consistentes a los reportados por Nowak et al. (2015) quienes mencionan que el contenido de fibra de la quinua interviene directamente en la digestibilidad de los nutrientes y esto influenciar al

comportamiento productivo en los animales. Tal como se lo aprecia en esta investigación (Tabla 8) con el nivel más alto de inclusión en la dieta de rastrojo de quinua T3. No obstante, el tratamiento con 20% de inclusión de rastrojo de quinua obtuvo mejor rendimiento productivo que el T1, esto debido posiblemente al contenido nutrimental que aporta el rastrojo de quinua (Bazile et al., 2013) el cual ayuda a mejorar el ambiente ruminal y un mejor aprovechamiento de la energía y mayor producción de proteína microbiana en el rumen, debido a una menor producción de gas algo observado en este trabajo (Tabla 8).

Tabla 8. Consumo voluntario, ganancia de peso, digestibilidad aparente de la MS y producción de gas *in vitro* (g/kg MS excepto donde se menciona lo contrario)

	Tratamientos			ESM	Valor <i>P</i>
	T1	T2	T3		
Peso inicial	20.13a	21.61a	21.71a	1.199	0.5902
Peso final	23.98a	27.23a	25.95a	1.243	0.2105
Ganancia de peso	64.48b	93.83a	70.52 b	3.219	0.0001
CV de MS	595.07b	742.56a	756.60a	46.123	0.0474
CV KGPV/0.75	59.02a	67.66a	70.04a	3.524	0.0989
CALIM	9.29a	7.91b	10.96a	0.802	0.225
DAMS (g/kgMS)	441.49a	464.63a	455.47a	15.325	0.5729
PGIV 0.500 gr/MSFM	302.12a	218.49b	303.70a	7.214	0.0001

<sup>ab</sup> Medias con letras distintas entre filas difieren significativamente ( $P < 0.05$ ). ESM: error estándar de la media. CV: consumo voluntario. PV<sup>0.75</sup>: Peso vivo metabólico. DAMS: Digestibilidad Aparente de la Materia Seca. PGIV: Producción de gas *in vitro*. MS: Materia Seca. MSF: materia seca fermentable. CALIM: conversión alimenticia

La fracción soluble (A) muestra diferencias ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos, siendo el mayor porcentaje para el tratamiento T2 (40%). La fracción insoluble pero potencialmente degradable muestra diferencias ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos, con el mayor porcentaje de degradación para T1 (45,9%). Con respecto a la tasa de degradación (c) en porcentaje por hora, no se observó diferencias ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos.

Los resultados obtenidos en la fracción (A) muestra que la inclusión de 20% de quinua en la dieta permite obtener una mayor degradación en esta fracción, debido a los carbohidratos no estructurales que posee. Sin embargo, en la fracción (B) se

reduce la degradación, esto puede estar relacionado con los altos niveles de fibra que posee el rastrojo de quinua, ya que el porcentaje de carbohidratos no estructurales que posee equivale a un 20% (Bazile et al., 2013) lo cual se pone en evidencia el porque se degrada más en la fracción (A) con relación a los demás tratamientos. Con respecto a la tasa de degradación por hora los resultados son esperados debido a que el material vegetal estaba compuesto de celulosa (forrajes altos en fibra).

**Tabla 10.** Parámetros de degradación ruminal de los tratamientos (g/kgMS)

Parámetros de degradación	Tratamientos			P
	T1	T2	T3	
T <sub>0</sub>	414.6±15.38	407.78±17.21	392.7±22.13	
A	383.5±9.01ab	400.6±40.46a	362.8±21.95b	< 0.05
B	459.9±18.82a	335.7±58.41b	331.6±24.55b	< 0.05
c	0.020±0.0023a	0.025±0.0139a	0.031±0.0076a	> 0.05
A+B	843.4	736.3	694.4	
r <sup>2</sup>	0.97	0.95	0.93	

<sup>ab</sup> Medias con letras distintas entre columnas difieren significativamente (P<0.05). T<sub>0</sub>: tiempo cero (muestras lavadas en laboratorio). A: fracción soluble, B: fracción insoluble pero potencialmente degradable, c: tasa de degradación en porcentaje por hora.

#### 4.2. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

En la hipótesis que se planteó para investigación, el uso de dieta a base de forraje *Chenopodium quinoa* mejora las funciones del rumen y el comportamiento productivo en ovinos.

Una vez realizada la investigación se ha verificado la hipótesis de manera positiva en cuanto a la mejora del comportamiento productivo en ovinos.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

Se puede concluir que los rastrojos de forraje de (*Chenopodium quinoa*) pueden ser incluidos en la dieta de los ovinos hasta en 20%, debido a sus propiedades nutricionales y compuestos secundarios pueden mejorar las funciones del rumen y el comportamiento productivo en ovinos.

#### **5.2. RECOMENDACIONES**

Se recomienda incorporar rastrojo de forraje (*Chenopodium quinoa*) en la dieta de ovinos como alternativa para la alimentación no más del 20%, debido que poseen características favorables para mejorar la nutrición y a su vez función ruminal, el comportamiento productivo, con un enfoque sostenible, económicamente rentable y amigable con el ambiente, lo que contribuiría en el mejoramiento de la producción ovina en nuestro país.

## CAPITULO VI

### PROPUESTA

#### 6.1. DATOS INFORMATIVOS

Tema: “Efecto de la ingestión de *chenopodium quinoa* sobre el rendimiento productivo en ovinos y producción de gas *in vitro*”.

#### 6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

La modalidad de alimentación más utilizada del ganado ovino en el Ecuador es el pastoreo, que se realiza en pastizales naturales, con el fin de disminuir costos, constituyéndose así una ventaja económica para el productor.

Sin embargo, los pastos naturales utilizados en dicha modalidad, tienen baja cantidad de energía metabolizable y de proteína digestible, dando como resultado una explotación limitada con respecto a la ganancia de peso del ovino.(Núñez, Mencio et al. 2007)

La asociación de forrajeras incrementa a la productividad y rentabilidad del productor, más aún los pastizales naturales en asociación de gramíneas-leguminosas, pueden sobrellevar una carga de 20 a 40 cabezas de ganado ovino por hectárea. La adición de granos en los pastizales es más eficiente en la dieta para los corderos.

En nuestro país, se utiliza diferentes opciones de alimentación como los balanceados para el ganado ovino, en busca de ganancia de peso, y para esto es imprescindible buscar una buena alternativa de manejo de forrajeras y gramíneas. Así se empleó al kikuyo como pastizal y a la quinua como gramínea, sabiendo que esta última ha incrementado su productividad, aprovechando sus nutrientes, mismos que disminuyen el costo en alimentación con materias nutritivas.



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

Este ensayo orienta a que la mezcla de un pastizal más una gramínea representando un menor gasto en el incremento de peso del ganado ovino.

### **6.3. JUSTIFICACIÓN**

En el Ecuador la producción de ganado ovino ha sido durante muchos años el sustento económico para muchas familias en especial del medio rural. Sin embargo en este medio rural es en donde la crianza de los corderos no son adecuadas, pero no por carecer de los recursos, sino por no poseer el conocimiento de una dieta nutritiva con elementos disponibles en éste ámbito, en su lugar la alimentación del ganado ovino siempre ha sido constituida por el repele de los pastizales de baja calidad nutritiva, dando como resultado una alta deficiencia en la ganancia de peso de estos animales, y por tanto un ingreso económico más bajo.

La mezcla de pastizales y gramíneas pueden ser una alternativa en la dieta del ganado ovino, en busca de alternativas de alimentación para aumentar la calidad de la producción y aprovechando los recursos, disminuyendo los costos de producción, así la dieta de los corderos no se direccionaría únicamente de pastizales tradicionales.

En este proyecto se incluyó en la dieta de corderos la mezcla del kikuyo (pastizal) y quinua (gramínea), la misma que contribuirá con una suplementación proteica adecuada, permitiendo el incremento del desempeño productivo, con la respetiva ganancia de peso y disminución en costos de producción.

Con estas consideraciones se justifica el uso de la mezcla del Kikuyo con la quinua, en la dieta balanceada del ganado ovino ya que son dos recursos disponibles en estos parajes.

Se justifica el uso del rastrojo de *chenopodium quinoa* en dietas balanceadas para ovinos, ya que con masificación de producción que impulsa el MAGAP hay una gran disponibilidad del rastrojo y de esta manera se aprovecha en su totalidad la planta de quinua, de tal forma contribuye en el desarrollo de la producción ovina.

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

## **6.4. OBJETIVOS**

### **6.4.1. Objetivo general**

- Incrementar en la dieta de ovinos rastrojo de *chenopodium quinoa* para obtener un aumento en la ganancia de peso.

### **6.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar el efecto del forraje de *Chenopodium quinoa* en una dieta mixta con otro forraje de producción masiva.
- Evaluar el efecto del rastrojo de *chenopodium quinoa* sobre la ganancia de peso en ovinos.

## **6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

Este proyecto es factible económica, social y ambientalmente. Se utilizó pastizales y gramíneas que se encuentran disponibles en la zona, no son de consumo humano, y además no son aprovechados nutricionalmente en dietas del ganado por falta de conocimiento de los productores.

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

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

## **6.6. FUNDAMENTACIÓN**

La demanda de productos de origen animal, particularmente la carne y leche se ha incrementado mundialmente, su origen se encuentra en los países en vías de desarrollo.

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

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

## **6.7. METODOLOGÍA**

- Digestibilidad in vivo; método directo en jaulas metabólicas (Colección total de heces)
- Degradabilidad de la MS; mediante el método de la bolsa de nylon (Ørskov et al. 1980) utilizando animales fistulas en el rumen.
- Consumo voluntario; método directos (alimento ofrecido – alimento rechazado)

- Ganancia de peso; método directo (peso inicial – peso final)
- Conversión alimenticia; estimación matemática (alimento consumido / gr de pesos ganado)

#### **6.8. ADMINISTRACIÓN**

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

#### **6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN**

Se recomienda realizar la evaluación del proyecto para que los resultados sean confiables, y los mismos publicados en beneficio de los productores de nuestro país.

## REFERENCIAS

- Aduviri, G. (2007). "Aplicacion de diferentes niveles de subproductos del beneficiado de quinua (*Chenopodium quinoa wild.*) en la preparacion de raciones para cuyes (*Cavia porcellus l.*) en crecimiento y engorde." *Revista Latinoamericana de Agricultura y Nutricion (RELAN)*,(EUA) 3(1): 4-11.
- Agronegocioecuador. La ganadería Ovina en el Ecuador. [en línea]. Ecuador: Agronegocioecuador; 2015. [fecha de acceso 01 de marzo de 2015]. URL disponible en: <http://agronegocioecuador.ning.com/page/la-ganaderia-ovina-en-ecuador>
- ANCO. La Ovejería en el Ecuador. [en línea]. Ecuador: ANCO; 2007. [fecha de acceso 22 de marzo de 2015]. URL disponible en: <http://www.geocities.ws/ancoec/ovejeria.html>
- Anrique, R., et al. (2013). "Rumen: Morfofisiología, trastornos y modulación de la actividad fermentativa."
- Arronis, V. Recomendaciones sobre sistemas intensivos de producción de carne: estabulación, semiestabulación y suplementación estratégica en pastoreo [en línea]. Costa Rica; 2003. [fecha de acceso 20 de marzo de 2015]. URL disponible en: [www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual\\_animal/estabulacion.pdf](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_animal/estabulacion.pdf)
- Balbuena Oswaldo. Manipulación de la Función Ruminal para Incrementar la Producción Animal [en línea]. Argentina: INTA Benitez; 2003. [fecha de acceso 13 de marzo de 2015]. URL disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/81-manipulacion\\_funcion\\_ruminal.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/81-manipulacion_funcion_ruminal.pdf)
- Barroso, F., et al. (2008). "Alimentación de ovejas con ensilados basados en el fruto del tomate." *Albóitar: publicación veterinaria independiente*(120): 6-9.
- Bazile D. et al. (Editores). "Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013" [en línea]. FAO Santiago de Chile: FAO y CIRAD; 2014. [Fecha de acceso 03 de marzo de 2015]. URL disponible en: <http://www.fao.org/3/48c2a185-ffa0-4baa-9c92-70719f394f45/i4042s.pdf>
- Benavides Vargas, A. (2007). EFECTO DE SUBPRODUCTOS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa, Wild*) SOBRE LA FERTILIDAD EN OVINOS (*Ovis aries*) MEJORADOS CORRIEDALE, UTO.
- Boutonnet, J-P. Perspectives of the sheep meat world market on future production systems and trends. Montpellier, Francia. En: *Small ruminant research*. [en línea]. Francia: Small Ruminant Research; 1999. Pág: 189 – 195. [fecha de acceso 01 de marzo de 2015]. URL disponible en:

file:///C:/Users/Pauly/Downloads/Meso\_06\_2011\_Current\_state\_and\_trends\_in\_production\_of\_sheep\_meat\_in\_EU\_and\_Croatia.pdf

- Cabrera Vaca, C. A. (2010). Evaluación de Tres Sistemas de Alimentación (Balanceado y Pastos), con Ovinos Tropicales Cruzados (Dorper x Pelibuey) para la Fase de Crecimiento y Acabado en el Cantón Balzar.
- Cardoza, A. (1976). Bibliografía Internacional Sobre Quinoa Y Canahua, Bib. Orton IICA/CATIE.
- Cardozo, A., et al. (1979). "La Quinoa y la Kañiwa, Cultivos Andinos." Serie: Libros y Materiales Educativos.
- Catellanos, Juan. Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva cárnica ovino-caprina en Colombia. [en línea]. Bogotá: Giro editores; 2010. [fecha de acceso 22 de marzo de 2015]. URL disponible en: [http://asoovinos.org/prueba/wp-content/uploads/2015/01/agenda\\_ovino\\_caprina1.pdf](http://asoovinos.org/prueba/wp-content/uploads/2015/01/agenda_ovino_caprina1.pdf)
- Clauss, C. La ganadería de ovinos de pelo para un uso sustentable en la zona periférica de bosque tropical de América del Sur. [en línea]. Alemania: Universidad de Kassel, Departamento de Forrajes y Ecología de Pastizales: 1999. [fecha de acceso 22 de marzo de 2015]. URL disponible en: <http://www2.gtz.de/dokumente/bib/00-0449.pdf>
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Quinoa 2013 Año Internacional [en línea]. Chile: International Year of Quinoa Secretaria; 2013. [Fecha de acceso 13 de marzo de 2015]. URL disponible en: <http://www.fao.org/quinoa-2013/es/>
- Gandarillas, H., et al. (1968). "La alimentación con quinoa en el crecimiento de pollos y cerdos." *Bolefin Experimental* 33.
- Godoy de León, S. and C. Chicco (1991). "Degradación ruminal in situ de diferentes fuentes de proteína; [In situ ruminal degradation of protein sources]." *Zootecnia Tropical (Venezuela)*.(9(1): 3-24.
- Hernández, O. Pastoreo de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochts) por borregos en crecimiento a diferentes asignaciones de forraje. [en línea]. México; 2000. [fecha de acceso 13 de marzo de 2015]. URL disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/302/30234202.pdf>
- INEC. Visualizador de estadísticas agropecuarias del Ecuador. [en línea]. Ecuador: ESPAC; 2014. [fecha de acceso 01 de marzo de 2015]. URL disponible en: <http://200.110.88.44/lcds-samples/testdrive-remoteobject/main.html#>
- Lier Eliza. Digestión en retículo-rumen digestión en retículo-rumen [en línea]. Uruguay: Facultad de Agronomía de la Universidad de la República; 2008. [fecha de acceso 20 de marzo de 2015]. URL disponible en:

<http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/AFA/TEORICOS/Repartido-Digestion-en-Reticulo-Rumen.pdf>

- López Guerrero, E. V. and R. F. Cedeño Toala (2009). "Evaluación de la lactancia controlada sobre parámetros productivos y reproductivos en un ható ovino."
- Mendo, O. H., et al. "Pastoreo de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochts.) por borregos en crecimiento a diferentes asignaciones de forraje." *Agrociencia*.
- Mendoza, B. y Arévalo, M. Caracterización fenotípica y sistemas de producción de los ovinos criollos del Ecuador. 1era Edición. Ecuador-Riobamba: ESPOCH – FAC. CC.PECUARIAS; 2007.
- Mujica, A., et al. (2006). "La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres." *Botánica Económica de los Andes Centrales*: 449-457.
- Nava Cuauhtémoc. Introducción a la digestión ruminal [en línea]. México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM; 2011. [fecha de acceso 13 de marzo de 2015]. URL disponible en: [http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/enlinea/Ruminal/digest\\_ruminal.htm](http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/enlinea/Ruminal/digest_ruminal.htm)
- Nowak, V., Du, J., & Charrondièrre, U. R. (2015). Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Chemistry*.
- Núñez, A. C., et al. (2007). "Influencia de la suplementación sobre la ganancia de peso y calidad de la canal en borregos Dorper/Katahdin." *Revista Científica UDO Agrícola* 7(1): 245-251.
- Otero Escandell, S. and E. Moreno Gonzalez (1977). "Ovinos y caprinos."
- Ramos y Cruz. Evaluación de siete cultivos temporales para la producción de forraje en el período poco lluvioso en Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* [en línea]. Cuba; 2002. vol. 36, núm. 3, 2002, pp. 281-286. [fecha de acceso 28 de marzo de 2015]. URL disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1930/193018103013.pdf>
- Rebata Mónica. Utilización de quinua (*Chenopodium quinoa*) y harina de cebada (*Hordeum vulgare*) en la elaboración de cabanossi con carne de ovino (*Ovis orientalis aries*) [tesis en internet]. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2014. [Fecha de acceso 03 de marzo de 2015]. URL disponible en: [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/3677/1/Rebatta\\_tm.pdf](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/3677/1/Rebatta_tm.pdf)
- Sánchez, M, Caracterización técnica y correlaciones productivas en el grupo de ovino lechero de Covap. Primera Edición. Producción ovina y caprina. Núm XXX, SEOC, pg. 365-367

- Vargas, A., et al. (2013). MEJORAMIENTO PARA CALIDAD INDUSTRIAL DE LA QUINUA. Congreso Científico de la Quinoa. La Paz (Bolivia). 14-15 Jun. 2013.
- Villa, A. N. (2005). "Sistemas de alimentación e instalaciones anejas para la explotación de ganado ovino estabulado." *Ganadería*(37): 38-46.
- Wil, C. Producción de Ovinos. [en línea]. Ecuador: Agropecuarios; 2012. [fecha de acceso 01 de marzo de 2015]. URL disponible en: <http://agropecuarios.net/produccion-de-ovinos.html>
- Zaragoza, J. Sistemas de alimentación en ovejas [en línea]. México: La Revista del borrego; 2010. [fecha de acceso 23 de marzo de 2015]. URL disponible en: <http://www.borrego.com.mx/archivo/n53/p53ovejas.php>