

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



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

TEMA:

**CINÉTICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL Y PRODUCCIÓN DE
GAS *in vitro* DEL RASTROJO DE *Amaranthus cruentus* EN
BOVINOS**

Trabajo de Titulación

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

Autor: Ing. José Daniel Oña Rodríguez

Director: Ing. Marcos Antonio Rodríguez Barros, 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 el Ingeniero José Hernán Zurita Vásquez, Magister Presidente del Tribunal, e integrado por los señores Ingeniero Ramón Gonzalo Aragadvay Yungán Magister, Ingeniero Segundo Euclides Curay Quispe Magister e Ingeniera Verónica Elizabeth Rivera Guerra Magister 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: **“CINÉTICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL Y PRODUCCIÓN DE GAS *in vitro* DEL RASTROJO DE *Amaranthus cruentus* EN BOVINOS”** elaborado y presentado por el Ingeniero José Daniel Oña Rodríguez, para optar por el Grado Académico de Magíster 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. Ramón Gonzalo Aragadvay Yungán, Mg.
Miembro del Tribunal

Ing. Segundo Euclides Curay Quispe, Mg.
Miembro del Tribunal

Ing. Verónica Elizabeth Rivera Guerra, Mg.
Miembro del Tribunal

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el trabajo de titulación con el tema: “CINÉTICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL Y PRODUCCIÓN DE GAS *in vitro* DEL RASTROJO DE *Amaranthus cruentus* EN BOVINOS”, le corresponde exclusivamente a: Ingeniero José Daniel Oña Rodríguez, 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. José Daniel Oña Rodríguez

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. José Daniel Oña Rodríguez

C.C. 1803864709

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.

Para mis abuelos, esposa e hija por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos; un especial ofrecimiento a todos y cada una de las personas que me apoyaron directa o indirectamente para la culminación del presente trabajo fruto de esfuerzos y sacrificios.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Ambato y principalmente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por acogerme en sus aulas y permitirme seguir la Maestría en Agroecología y Ambiente.

Mi sincero agradecimiento al Ing. Marcos Antonio Barros Rodríguez, Ph.D, Director de Tesis, quien con sus consejos y entrega constante permitió desarrollar y llevar a un feliz término la presente investigación.

Finalmente, hago mi efusivo agradecimiento a todos los catedráticos, empleados y compañeros, que de una u otra manera contribuyeron positivamente para la culminación de esta Maestría.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
1.1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1.1 Tema de Investigación	2
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.2.1 Contextualización.....	2
1.2.1.1 Contexto macro	2
1.2.1.2 Contexto meso.....	2
1.2.1.3. Contexto micro.....	2
1.2.2. Análisis crítico	3
1.2.2.1 Árbol de problemas	3
1.2.2.2 Relación causa-efecto	3
1.3. Justificación.....	5
1.4. Objetivos	6
1.4.1. Objetivo general	6
1.4.2. Objetivos específicos	6
CAPÍTULO II	7
2.1. MARCO TEORICO.....	7
2.1.1. Producción bovina en Ecuador	7
2.1.2. Alimentación y producción bovina	8
2.1.3. Fermentación ruminal	8
2.1.4. Actividad microbiana en la fermentación ruminal.....	10
2.1.5. Protozoos del rumen.....	12
2.1.6. Alimentación de rumiantes	13
2.1.7. Efecto de la dieta en la digestión ruminal	14
2.1.8. Amaranto en la alimentación animal.....	15
2.2. Fundamentación filosófica	17
2.3. Fundamentación legal	18
2.4. Categorías fundamentales	21
2.4.1. Visión dialéctica de conceptualizaciones que sustentan las variables del problema.....	21
2.4.2. Baja degradación de los nutrientes.....	21
2.4.3. Análisis económico de la dieta experimental del amaranto.	22
2.5. Hipótesis.....	22
2.5.1. Señalamiento de variables de la hipótesis	22
CAPÍTULO III.....	23
3.1. METODOLOGIA	23
3.1.2 Modalidad básica de la investigación	23
3.2. Nivel o tipo de investigación.....	23

3.3. Operacionalización de variables.....	23
3.3.1. Variable independiente: Valor nutricional del <i>Amaranthus cruentus</i>	23
3.3.2. Variable dependiente: Función ruminal in situ, producción de gas in vitro, población de protozoarios.....	24
3.5 Plan de recolección de Información.....	24
3.5.1. Ubicación del ensayo	24
3.5.2 Caracterización del lugar.....	25
3.5.3 Metodología utilizada.....	25
3.6. Plan de procesamiento de la información	26
3.6.1. Factores de Estudio	26
3.6.2 Tratamientos.....	26
3.6.3 Diseño experimental.....	27
3.7. Análisis estadístico.....	27
CAPÍTULO IV.....	28
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	28
4.1 Resultados	28
4.2. Discusión.....	29
4.3 Verificación de hipótesis.....	31
CAPITULO V.....	32
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	32
CAPITULO 6.....	33
PROPUESTA.....	33
6.1 Datos Informativos.....	33
6.2 Antecedentes de la propuesta.....	33
6.3 Justificación.....	34
6.5 Objetivo General	35
6.6 Objetivos Específicos.....	35
6.7 Análisis de factibilidad.....	35
6.8 Fundamentación	36
6.9 Metodología, Modelo operativo.....	36
6.10 Administración.....	37
6.11 Previsión de la evaluación.....	37
REFERENCIAS	38

INDICE DE TABLAS

		Pag.
Tabla 1	Clasificación de los principales protozoos ruminales con los sustratos de fermentación preferentes.	13
Tabla 2	El valor nutricional del amaranto comparado con cereales comunes (g/kg MS) excepto donde se menciona lo contrario.	21
Tabla 3	Operacionalización de variable independiente.	23
Tabla 4	Operacionalización de variable dependiente.	24
Tabla 5	Composición de las raciones integrales	27
Tabla 6	Digestibilidad, producción de gas y poblaciones de protozoarios ruminales <i>in vitro</i> (log ₁₀)	29
Tabla 7	Parámetros de degradación ruminal <i>in situ</i> (g/kgMS)	30

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

Tema: “CINÉTICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL Y PRODUCCIÓN DE GAS *in vitro* DEL RASTROJO DE *Amaranthus cruentus* EN BOVINOS”

Autor: Ing. José Daniel Oña Rodríguez

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

Fecha: 09 de noviembre de 2015

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo de esta investigación fue evaluar la cinética degradación ruminal de la materia seca, digestibilidad aparente de la materia seca *in vitro*, protozoarios del rumen, y producción de gas *in vitro* en bovinos. Se utilizó un toro provisto de una canula en el rumen (degradación ruminal y donación de líquido ruminal). Se evaluó; degradación ruminal de la materia seca, digestibilidad *in vitro* de la materia seca, producción de gas *in vitro* y población de protozoarios del rumen *in vitro*. Tratamientos: T1: rastrojo de amaranto 100%, T2: kikuyo 100%, T3 rastrojo de amaranto 25% + kikuyo 75%, T4: rastrojo de amaranto 50% + kikuyo 50%. La digestibilidad y la producción de gas *in vitro* fue mayor y menor respectivamente, en los tratamientos de sólo amaranto (T1), sólo *P. clandestinum* (T2) y en proporciones de 50:50 de amaranto y *P. clandestinum* (T4). La población de protozoarios ruminales *in vitro* desde la hora 0 hasta la 12 no mostraron diferencias ($P>0.05$) entre tratamientos tanto en las poblaciones de Holotricos y Entodiniomorfos. A partir de la hora 24 hasta la hora 48 los protozoarios Holotricos mostró diferencias entre tratamientos ($P<0.05$). La fracción soluble (A) muestra diferencias ($P<0.05$) entre los tratamientos. La fracción insoluble pero potencialmente degradable muestra diferencias ($P<0.05$) entre tratamientos y el T1 mostró mayor (0.054%/h; $P<0.05$) tasa de degradación en porcentaje por hora (c) que los demás tratamientos. Se concluye que la utilización de dietas con alimentos no convencionales como el *Amaranthus cruentus* ayuda a reducir la cantidad de protozoarios y con ello la producción de gases efecto invernadero.

Descriptor: amaranto, degradación ruminal, kikuyo, producción de gas *in vitro*, protozoarios.

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

Tema: “CINÉTICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL Y PRODUCCIÓN DE GAS *in vitro* DEL RASTROJO DE *Amaranthus cruentus* EN BOVINOS”

Autor: Ing. José Daniel Oña Rodríguez

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

Fecha: 09 de noviembre de 2015

SUMMARY

The aim of this research was to evaluate the ruminal degradation kinetics of dry matter, apparent digestibility of dry matter, *in vitro* rumen protozoa and *in vitro* gas production in cattle. A bull provided with a cannula in the rumen (ruminal degradation and rumen fluid donation) was used. It was evaluated; ruminal degradation of dry matter, *in vitro* digestibility of dry matter, *in vitro* gas production and population *in vitro* rumen protozoa. Treatments: T1: 100% amaranth stubble, T2: kikuyo 100%, T3: stubble amaranth 25% + Kikuyo 75%, T4: amaranth stubble 50% + Kikuyo 50%. Digestibility and *in vitro* gas production was higher and lower respectively, only treatments with amaranth (T1), only kikuyu (T2) and in proportions of 50:50 of kikuyo and amaranth (T4). The population of rumen protozoa *in vitro* from hour 0 to 12 showed no differences ($P > 0.05$) between treatments in both stocks Entodiniomorfos and Holotrichs. From of hour 24 to 48 the holotrichs protozoa showed the differences between treatments ($P < 0.05$). The soluble fraction (A) shows differences ($P < 0.05$) between treatments. The insoluble but potentially degradable fraction shows differences ($P < 0.05$) between treatments and T1 showed higher (0.054% / h: $P < 0.05$) percentage degradation rate per hour (c) that other treatments. It is concluded that the use of diets with unconventional foods such as *Amaranthus cruentus* helps reduce the amount of protozoa and thus the production of greenhouse gases.

Descriptors: amaranth, rumen degradation, Kikuyo, *in vitro* gas production, protozoa.

INTRODUCCIÓN

La utilización de las diferentes fracciones del alimento. Expresiones cuantitativas de la cinética de digestión son necesarias para estimar de una forma más precisa la cantidad de nutrientes digeridos desde los alimentos y las propiedades intrínsecas de éstos que limitan su disponibilidad para los rumiantes (López et al 1998).

El desempeño productivo de los rumiantes está en función del valor nutricional de la dieta que consumen. En Ecuador la alimentación que se utiliza para el desarrollo de la producción bovina se basa generalmente en gramíneas (kikuyo en su mayoría de los casos), este tipo de alimentación no es la adecuada para poder tener índice de producción elevado en los bovinos. El problema del bajo rendimiento de los animales consiste: por un lado con el inadecuado manejo en la alimentación y por otro la genética, además, de la poca tecnología en la crianza de estos animales que no permite aprovechar toda su capacidad productiva.

La utilización de forraje pos cosecha del *Amaranthus cruentus*, como parte de la dieta diaria de los bovinos podría ayudar a mejorar los rendimientos tanto en la producción de lácteos como en la producción de carne. También este tipo de alimentación ayudará a cuidar el medio ambiente, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero que se emite a la atmosfera como resultado de la fermentación ruminal de ahí, el objetivo de esta investigación la cual es evaluar la cinética degradación ruminal de la materia seca, digestibilidad aparente de la materia seca *in vitro*, protozoarios del rumen, y producción de gas *in vitro* en bovinos.

CAPÍTULO I

1.1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1 Tema de Investigación

Cinética de degradación ruminal y producción de gas *in vitro* del rastrojo de *Amaranthus cruentus* en bovinos

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1 Contextualización

1.2.1.1 Contexto macro

La provincia de Tungurahua posee nivel productivo alto, con espacios de comercialización de animales en los diferentes cantones con costos bajos que no justifica incrementar la explotación bovina. Proyectos insertados para fomentar la explotación no han sido acertados por el sobre pastoreo en zonas altas de los cantones, afectando los colchones de agua.

1.2.1.2 Contexto meso

El problema del bajo rendimiento de los animales consiste por un lado con el inadecuado manejo en la alimentación y por otro la genética. El no utilizar sistemas estabulados o semi-estabulados puede causar baja ganancias de pesos, además de la poca tecnología en la crianza de estos animales no permite aprovechar toda su capacidad productiva.

1.2.1.3. Contexto micro

Cantones aledaños como San Pedro de Pelileo tiene una parroquia que vive de sus artesanías que derivan de la lana de las ovejas, existe también un centro de acopio y enfriamiento de leche, partiendo de esto se puede manifestar que en la zona la alimentación para sus animales es con kikuyo, sigse, cabuya y paja, lo cual no permite brindar una adecuada nutrición a los animales. Los mercados a donde son trasladados los animales para ser expendidos son; Pelileo, Pillaro, Quero y los

lácteos que se enfrían y se almacenan en el centro de acopio de la comunidad Manzapamba - Chico son vendidos a la empresa El Ordeño.

1.2.2. Análisis crítico

1.2.2.1 Árbol de problemas

EFFECTOS Alimentos muy fibrosos y bajos en proteína

Animales con baja ganancia de peso.

Alimentos concentrados con alto costo

PROBLEMA Dieta inadecuada en los Bovinos.

CAUSAS Falta de métodos investigativos en bovinos.

Alimentación con pastos tradicionales.

No existe explotación de los bovinos en forma tecnificada.

Desconocimiento de valor nutricional del Amaranto que pueden ser utilizadas como alimento.

1.2.2.2 Relación causa-efecto

La relación existente entre las causas y los efectos de acuerdo a la importancia de los presentes en el problema central es lo siguiente, la inaplicación de técnicas para la explotación de bovinos a nivel cantonal, provincial y Nacional, afecta a la rentabilidad de las explotaciones pequeñas y medianas, en vista que no aplican la tecnología y estrategias de alimentación utilizando productos no convencionales. Así como, la falta de investigaciones que no permiten utilizar estrategias de manipulación ruminal en su máxima expresión, lo cual no permite buenos parámetros productivos.

1.2.4 Formulación del problema

¿El desconocimiento de valor nutricional de subproductos agrícolas (Amaranto) y falta de formulaciones de estrategias de manipulación de las funciones del rumen es una de las principales causas en los bajos rendimientos productivos de bovinos en la comunidad Salasaca, provincia de Tungurahua?

1.2.5 Interrogantes

¿El desconocimiento del valor nutrimental del *Amaranthus cruentus* subproductos agrícolas refleja bajos rendimientos productivos en los bovinos?

¿La utilización de pasturas muy fibrosas y bajos en proteína bajan su producción y peso en los bovinos?

¿La reducida utilización de tecnologías de producción bovina se expresa en la degradación de las razas de bovinos?

1.2.6 Delimitación del Objeto de investigación

- **Campo:** Maestría en agroecología y Ambiente
- **Área:** El área que abarca esta investigación tiene relación con los siguientes módulos ya aprobados en el transcurso de este periodo.
 - Agroecología.
 - Sistemas Agrosilvopastoriles y productos no renovables.
 - Ordenamiento de las cuencas hidrográficas y territorialidad.
 - Cálculo del valor de los recursos naturales.
 - Ecosistemas y conservación de paramos andinos.
- **Aspecto:** Utilización del rastrojo *Amaranthus cruentus* a la incidencia de protozoarios y producción de gas in vitro en bovinos.
- **Temporal:** El problema viene incrementado debido al aumento de la explotación bovina en diferentes sectores, el manejo inadecuado de la nutrición. El proceso de la investigación durara el periodo de Enero – Octubre del 2015.
- **Espacial:** Se realizó en la provincia de Tungurahua, cantón Cevallos, sector de Querochaca en la Facultad de Ciencias Agropecuarias con las

siguientes coordenadas geográficas: 01° 22' 0.2'' de latitud Sur y 78° 36' 22'' de longitud Oeste según el sistema de posicionamiento global (GPS)

1.3. Justificación

Ecuador es un país que tiene gran potencial en el área pecuaria y agrícola. La explotación de rumiantes se ha desarrollado desde la época de la conquista. Los pastos fibrosos, bajos en proteínas, que se producen donde ningún cultivo puede prosperar normalmente, con el suelos bajos en nutrientes (páramos) afecta en el crecimiento y calidad de los pastos, lo que conlleva a baja producción de leche, calores irregulares y pérdida de peso. El conocimiento del valor nutritivo de los alimentos es fundamental para la nutrición animal, no siendo suficiente con los análisis químicos, hay que considerar los efectos de los procesos de digestión, absorción y metabolismo animal.

La digestión de los rumiantes es un proceso complejo que involucra múltiples interacciones entre la dieta, los microorganismos ruminales y el hospedero. La manipulación del rumen se puede hacer mediante sustancias que alteren el ambiente del rumen, modifiquen la actividad metabólica y proporción de ciertos microorganismos, que incrementen la utilización de los alimentos. El uso de forrajes ricos en nutrientes y compuestos secundarios en la alimentación ovina se presenta como una alternativa, debido a que mejoran la eficiencia productiva en forma consistente y efectiva. El amaranto (*Amaranthus spp*) se presenta como alternativa en la alimentación de rumiantes, debido a que posee alto valor nutritivo, en parte a su contenido proteico (entre 13% y 16%) y a que presenta un balance adecuado de aminoácidos esenciales principalmente lisina, metionina y triptófano; aminoácidos que son deficientes en los demás cereales. Su valor alimenticio es relevante en proteína, grasa, fibra y minerales, esto pone en evidencia ya que puede ser un buen sustrato para la alimentación de bovinos.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar la cinética degradación ruminal de la materia seca, digestibilidad aparente de la materia seca *in vitro*, protozoarios del rumen, y producción de gas *in vitro* en bovinos.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la cinética de degradación de la MS del rastrojo de *Amaranthus cruentus* en bovinos.
- Determinar digestibilidad aparente de la MS, protozoarios del rumen y producción de gas *in vitro* del rastrojo de *Amaranthus cruentus*.

CAPÍTULO II

2.1. MARCO TEORICO

2.1.1. Producción bovina en Ecuador

Consideramos que existen en Ecuador miles de hectáreas de páramos y subpáramos que se encuentran en unos casos abandonados y en otros mal aprovechados, en este caso la ganadería - bovinos podría solucionar muchos de estos problemas. El total de reses 5'358.904; distribuidas en la región Sierra 2'732.351 cabezas, para la producción de leche; 1'965.592 en la Costa, para la producción de carne, y 660.961 la Amazonía, para la producción de leche y carne. Del total de las reses del país, 1.13 millones de vacas se destinaron para el ordeño. (Ecuador en cifras 2013).

Existen proyectos productivos ganaderos a nivel del Ecuador, las familias ecuatorianas subsisten de la producción bovina en el país, en especial los campesinos marginales pobres, ellos obtienen el alimento, el vestido, fertilizan sus campos, e incluso obtienen ciertas ganancias. Los ingresos pueden ser incrementados mejorando las técnicas de explotación que comprende nutrición, manejo, sanidad y genética, por consiguiente mejorar el nivel de vida de estos ecuatorianos, incluso ayudar a un número de personas vinculadas a esta actividad productiva (Cruz, 1996).

Ecuador posee la tierra, los recursos naturales y la fuerza de trabajo necesarios para fomentar una productiva industria ganadera en relación a la especie bovina. Tal industria podría constituir un importante factor de desarrollo de la economía. Las necesidades de la industria textil nacional, el bajo nivel de alimentación del pueblo ecuatoriano de productos proteicos de origen animal y el análisis de estos aspectos, establecen las bases más importantes para orientar la política hacia el aumento de la producción de aquellos productos que, como la carne y derivados para elaboración de la gelatina constituyen y contribuyen a mejorar el desarrollo industrial y elevar la dieta nutricional (Mata, 1996).

Los bovinos con el mal manejo puede causar problemas de erosión, destrucción de plantas nativas, pero es el hombre el causante directo de la destrucción de la naturaleza ya que no aplica las técnicas apropiadas de explotación de la tierra, por el contrario fertiliza los campos con productos químicos que con el tiempo matan el suelo, si tan solo se pensara el fertilizar el suelo con abono natural de cualquier tipo de ganado, no solo que no daña la tierra sino que también le ayuda a mantenerse sana y buena. Se manifiesta que el abono mayormente ocupado en el desarrollo agrícola por el gran número de animales es de los bovinos (Molina, 2011).

2.1.2. Alimentación y producción bovina

La forma más común de alimentar al ganado bovino es por medio del pastoreo. En la mayoría de los casos, éste se realiza en pastizales naturales siendo un problema para completar las necesidades nutricionales que necesitan los bovinos para su desarrollo; el uso de pastizales artificiales puede dar mejores resultados en la explotación bovina, tomando en cuenta que los forrajes en nuestro medio constituye el alimento más económico para el ganado. El uso de mezclas forrajeras para la alimentación del ganado en confinamiento y el engorde de bovinos, aumenta la productividad y rentabilidad del productor (Montossi, 2009). Con estos antecedentes se puede señalar que existe un acelerado decrecimiento de la población bovina en nuestro sector, la falta de recursos económicos y el desconocimiento de una tecnología apropiada originan una baja productividad en las explotaciones bovinas.

Sistema extensivo de crianza donde el animal obtiene su alimento pastoreando a voluntad durante el día se debe desarrollar un pastoreo excesivo y descontrolado, pues ello acarrea el deterioro del medio ambiente. Los bovinos prefieren los pastos cortos y finos (Quiroz, 2000).

2.1.3. Fermentación ruminal

El rumen contiene una de las más densas y variadas poblaciones de microorganismos conocida, la cual mantiene una relación simbiótica con el

hospedero. La mayoría está compuesta por microorganismos anaerobios estrictos, pero hay una pequeña población de bacterias anaerobias facultativas, que toleran pequeñas concentraciones de O₂ que pueden utilizar en su metabolismo. La población microbiana del rumen, está constituida por bacterias, hongos y protozoos. El tipo y la proporción de microorganismos varían en función del tipo de alimento (Doré y Gouet 1991). Las bacterias, son los principales agentes que actúan en la fermentación de los carbohidratos estructurales y la proteína de las plantas (Stewart, 1991). Los protozoos ciliados son importantes en la digestión de carbohidratos no estructurales, intervienen en el fraccionamiento físico del alimento y juegan un importante papel como reguladores del pH ruminal (Prins, 1991). Los hongos son los primeros organismos en invadir y digerir el componente estructural de las plantas y tienen una relación estrecha con las bacterias permitiendo así que estas penetren al compartimiento intracelular y colonicen el material vegetal, iniciando el proceso de degradación de las fracciones insolubles del alimento (Akin y Borneman, 1990).

La digestibilidad se conoce como la aptitud de un alimento para ser digerido por una determinada especie animal, siendo este parámetro de gran importancia en la formulación de dietas (NRC, 2001). Si un determinado grupo genético aprovecha mejor los nutrientes de una dieta, se puede decir que este grupo tendrá un mejor desempeño productivo (Cruz, 2001). La digestibilidad de los alimentos está determinada por la estructura de la pared celular, principalmente por el contenido de lignina que está presente (Jung y Allen, 1995).

Una de las técnicas para medir o estimar la degradación ruminal *in situ* ha sido ampliamente adoptada para evaluar la tasa y la extensión de la degradación de los alimentos en el rumen. Los nuevos modelos para formulación y evaluación de raciones requieren de la determinación precisa de aspectos dinámicos de la degradación de alimentos en el rumen y han adoptado a la técnica *in situ* como instrumento para facilitar este tipo de mediciones.

Numerosas son las fuentes de variación relacionadas con la técnica que pueden alterar las estimativas de la tasa y la extensión de la degradación, entre ellas podemos citar: el tamaño de los sacos de nylon, el tamaño de los poros del saco, la

posición de los sacos dentro del rumen, el tamaño de partícula del alimento y el procesamiento matemático de la información. (Noguera y Posada, 2007).

2.1.4. Actividad microbiana en la fermentación ruminal

El patrón de fermentación en los rumiantes se lleva a cabo en el ambiente ruminal que está influenciado por la interacción entre la dieta, la población microbiana y el propio animal (Allen y Mertens, 1988). Existen dos aspectos importantes en el rumen para la fermentación y son; a) las condiciones para una eficiente actividad celulolítica, y b) las necesidades para una síntesis óptima de proteína microbiana. Sin embargo, la importancia relativa de estos procesos varía de acuerdo con las características del alimento y los sistemas de producción animal (Williams *et al.*, 1983).

La producción de ácidos grasos volátiles (AGV) se relaciona con la producción de metano en el rumen y debe mantenerse el balance fermentativo en todo momento; debido a que el metano y el propionato sirven como captadores del exceso de equivalentes reductores que se producen a nivel ruminal (Rodríguez y Llamas, 1990).

En dietas con alto contenido de forraje, el patrón de AGV en la fermentación ruminal fluctúa entre 65:25:10 a 70:20:10 (acetato: propionato: butirato, en porcentaje molar), por otra parte cuando la cantidad de concentrado en la ración se eleva por encima de 70%, las proporciones de AGV varían entre 45:40:15 a 50:40:10 (Shimada, 1991). Dietas compuestas únicamente de forrajes dan una mezcla en proporción molar de 65-74% acético, 15-20% propiónico y 8-16% butírico (Shimada, 1991); sin embargo, forrajes de alta calidad y una molienda fina pueden causar reducción en la proporción de acético e incremento en propiónico, butírico o ambos. Debe considerarse que la concentración de AGV en el fluido ruminal no necesariamente reflejan su tasa de producción y absorción, no se ha dilucidado completamente el eslabón entre la concentración de AGV a nivel ruminal y la composición química de la dieta, debido a que la concentración de la mezcla de AGV producidos no solamente refleja la composición de los sustratos

fermentados sino que también la actividad metabólica de los microorganismos ruminales.

En experimentos donde se han estudiado dietas bajas y altas en concentrado, se ha observado que aún cuando la concentración de ácido acético se reduce con el nivel alto de concentrado, su nivel de producción no cambia considerablemente, esto es posible ya que al mismo tiempo que se incrementa la producción de propionato, se incrementa considerablemente la tasa de absorción de todos los ácidos grasos (Rodríguez y Llamas, 1990).

El butirato se absorbe a mayor velocidad que el propionato, siendo el acetato el de más lento transporte; durante el proceso de absorción de los AGV a través de la pared ruminal, el acetato no sufre cambios aparentes; parte del propionato se transforma a lactato y el butirato se convierte casi totalmente en cuerpos cetónicos. Una parte de los ácidos grasos volátiles son empleados *in situ* como sustratos para la síntesis de otros ácidos grasos volátiles o en la formación de proteína microbiana, siendo este hecho más importante en el caso de acetato.

El incremento de propionato en el rumen produce mayor eficiencia energética, y reducción en la pérdida calórica, disminución en el empleo de aminoácidos para gluconeogénesis e incremento en la síntesis de proteína corporal (Shimada, 1991).

El patrón de fermentación está influenciado también por el pH ruminal el cual refuerza el balance entre la capacidad amortiguadora y la acidez de la fermentación. Al disminuir el pH, se estrechan las relaciones acetato-propionato, por consecuencia al incrementarse el pH se amplían las relaciones acetato-propionato (Hobson, 1972). La composición de la dieta y las prácticas de alimentación influyen sobre el pH ruminal, ya que, ha medida que se incrementa la proporción de ingredientes de fermentación rápida disminuye el pH y viceversa (Kaufmann, 1976). La disminución en el pH del rumen reduce la viabilidad de las bacterias celulolíticas y por lo tanto, se reduce la actividad sobre los carbohidratos estructurales (Williams *et al.*, 1983). Cheng *et al.* (1984) mencionan que en condiciones ruminales de pH bajo, el ataque bacteriano a las paredes celulares es difícil y por lo tanto se reduce su digestión. Se considera que un pH ruminal

superior a 6.2 es el óptimo para obtener una buena digestión de celulosa (Rodríguez y Llamas, 1990).

2.1.5. Protozoos del rumen

Los protozoos constituyen el grupo microbiano con el papel más controvertido en el rumen. Se pueden clasificar en dos subclases, *Entodiniomorfa*, y *holotrica* (Hungate, 1966), tal como se lo aprecia en la Tabla 1. Los protozoos pueden no estar presentes en el rumen o llegar a representar el 2% del peso del contenido ruminal, el 40% del nitrógeno microbiano total y proporcionar el 60% de los productos de fermentación microbiana. Sin embargo, su contribución al flujo duodenal es mínima debido a tiempos de generación lentos y a una alta retención ruminal mediante su adhesión a las partículas de alimento o, en el caso de los holotricos, a la pared reticular durante los intervalos entre comidas (Abe *et al.*, 1981).

Aunque los protozoos constituyen una parte integral de la población microbiana y tiene un papel importante en la fermentación, su beneficio para los rumiantes sigue siendo controvertido. Algunos estudios han demostrado que los protozoos aumentan la digestibilidad ruminal y el rendimiento de los animales, mientras que otros estudios no han observado ninguna diferencia entre animales defaunados y faunados. Ante esta aparente contradicción, otros autores han atribuido a los protozoos una función de estabilización de la fermentación, controlando al nivel de nutrientes y asegurando una fermentación más uniforme durante los periodos entre comidas, evitando así grandes fluctuaciones de pH (Orskov, 1992).

Tabla 1. Clasificación de los principales protozoos ruminales con los substratos de fermentación preferentes.

Subclase	Género	Substrato fermentado
<i>Holotrica</i>	<i>Isotrica</i>	Almidón y azúcares
	<i>Dasytrica</i>	Almidón y azúcares
<i>Entodiniomorfa</i>	<i>Entodinium</i>	Almidón
	<i>Epidinium</i>	Almidón y hemicelulosa
	<i>Ophryoscolex</i>	Almidón
	<i>Diplodinium</i>	Celulosa
	<i>Eudiplodinium</i>	Celulosa
	<i>Polyplastron</i>	Celulosa

(Hungate, 1966)

2.1.6. Alimentación de rumiantes

En el mundo existen dos grandes sistemas de alimentación para la producción de bovinos. Uno se basa en la utilización de concentrados y pastos (este último en mínima proporción) y el otro sistema utiliza sólo pastos. La producción a base de concentrados incrementa notablemente los indicadores productivos, tanto la ganancia de peso como la producción de leche, sin embargo, en la mayoría de los casos el alto costo de los concentrados limita el margen de utilidad para el productor. La alimentación basada en sólo pastos mantiene la producción de carne y leche relativamente baja, debido al déficit principal de disponibilidad de proteína vegetal verdadera en cantidad y calidad suficiente a través del año (Delgado *et al.* 2001). No obstante, los pobres valores nutricionales de los pastos naturales son mejorados cuando son asociados con leguminosas y se obtiene de este modo mayores resultados productivos y por tanto económicos (Lascano 1981). Si bien es cierto, las leguminosas no aportan grandes volúmenes de materia seca, sin embargo, por la elevada cantidad de proteína que tienen, aportan mucha más proteína por unidad de área que ningún otro cultivo.

La dieta es el factor más determinante sobre el tipo y las proporciones de poblaciones microbianas del rumen, y la capacidad de estos para degradar carbohidratos estructurales como la celulosa, hemicelulosa y compuestos tóxicos, por lo que determina el perfil de fermentación ruminal. En sistemas de producción

en condiciones de páramo, la principal fuente de alimentación la constituyen pastos y forrajes de mala calidad, lo que ocasiona pérdidas de energía en forma de gases efecto invernadero (CO₂, CH₄) en alrededor de 8 al 12% debido a los altos niveles relativos de fibra y lignina presentes en la dieta (Kurihara *et al.*, 1999). La incorporación de especies ricas en nutrientes y compuestos secundarios en la dieta de los rumiantes se presenta como una alternativa en los páramos con el fin de formular estrategias de manipulación de la fermentación ruminal, orientadas a mejorar la eficiencia en el rendimiento de los animales y reducir estos gases (Abdulrazak *et al.*, 2000).

El amaranto dentro de la dieta de los rumiantes, puede jugar un papel muy importante debido, a) es un forraje rico en proteína, lo que propicia mayor disponibilidad de compuestos como amoníaco, aminoácidos y péptidos, así como ácidos grasos de cadena corta ramificados, los cuales se producen como resultado de la degradación de las proteínas. Estas sustancias favorecen la degradación de la fibra actuando como activadores del crecimiento de muchas bacterias ruminales, especialmente las celulolíticas y proteolíticas (Hoover y Stokes, 1991). b) compuestos secundarios tales como los taninos (hidrolizables y condensados), que forman complejos con las proteínas proporcionando mayor proteína de sobrepaso hacia las partes bajas del tracto gastrointestinal. c) posible acción directa de los compuestos secundarios los cuales pueden reducir la actividad o población de metanógenos y protozoarios, y en forma indirecta por la disminución de la producción de hidrógeno mediante la reducción de la degradación del alimento (Tavendale *et al.*, 2005) lo cual reduciría las emisiones de metano (Waghorn y Woodward, 2006).

2.1.7. Efecto de la dieta en la digestión ruminal

Las diferencias son máximas entre dietas forrajeras y dietas ricas en concentrado. Las dietas forrajeras favorecen el establecimiento de una flora fibrolítica, donde predominan bacterias del género *Butyrivibrio spp.* Mientras que en dietas concentradas con bajos niveles de fibra, la concentración bacteriana es mayor, con poblaciones amilolíticas donde predominan bacterias del tipo selenomonas, peptostreptococci y lactobacilli (McAllister *et al.*, 1993). Estas dietas suelen tener

altas velocidades de digestión y de producción de ácidos, por lo que, el medio se acidifica y se reducen las poblaciones celulolíticas y metanogénicas que son más sensibles al pH ácido (Van Soest, 1982).

Ante un cambio de dieta, la población microbiana tiene que adaptarse hacia un nuevo equilibrio. El mayor riesgo se produce al introducir grandes cantidades de concentrado en animales que reciben una dieta forrajera, por su efecto sobre las bacterias que producen y utilizan lactato. En un primer momento, por efecto de un descenso en el pH, desaparecen las bacterias utilizadoras de lactato y las amilolíticas son sustituidas por otras bacterias productoras de lactato, llevando a un descenso de pH más grave, y una acidosis láctica. Pero al adaptarse, las poblaciones formadoras de lactato y las utilizadoras se equilibran y prácticamente no se detecta ácido láctico en el contenido ruminal (Dehority y Orpin, 1988).

2.1.8. Amaranto en la alimentación animal

El amaranto, como verdura de hoja fue utilizada en América, desde hace 4.000 años, la cultura maya extendió su consumo en México y Guatemala y los Incas en Ecuador, Perú y Bolivia. Desde la prehistoria, excavaciones arqueológicas en zonas tropicales y subtropicales indican que era una planta importante de recolección sobre todo por sus hojas. En esa época se rechazaba el amaranto de semilla oscura y se prefería el de semilla blanca, este fenómeno favoreció a la domesticación de la misma (Herrera, 2012). Sin embargo, se usan de manera marginal en sus regiones de origen; con un interés medicinal, como verdura para la alimentación humana o como forraje complementario en la alimentación de animales (Matteucci *et al.*, 1999).

En la alimentación humana se consumen sus semillas como cereal y sus hojas y tallos como verdura (Olivares y Peña, 2009); se emplea también como planta forrajera en la alimentación de cerdos, bovinos, caprinos, vacunos, entre otros (Matteucci *et al.*, 1999).

La producción de huevos en la región de Sud Yungas del departamento de La Paz, se presenta como una nueva y atractiva alternativa para la zona, por existir en la región una gran variedad de granos con los que se puede cubrir las demandas y

requerimientos nutricionales de las aves, que pueden incidir en los costos de producción. Por todos estos antecedentes, el objetivo de este trabajo de investigación es el de evaluar el efecto nutricional en gallinas ponedoras, sometidas a esta innovadora alimentación con granos no tradicionales como el (Amaranto) en la máxima etapa de producción, sobre la calidad de los huevos ofrecer a los productores en lo posible una alternativa más. (Padilla Rodríguez, 2008).

La utilización del amaranto como alimento para los animales, va tomando cada vez más importancia en los países productores de carne y en aquellos en donde la alimentación animal se ve limitada por la falta de forraje con valor nutritivo adecuado. (Brenner, *et al.* 2000), hace mención al uso del amaranto como forraje en China para numerosos animales incluyendo terneros, pollos, cerdos y peces.

En general, las especies del género *Amaranthus*, son acumuladoras de nitratos en las vacuolas de las hojas para el balance anión-cación. Para posterior incorporación del nitrato en las estructuras orgánicas es necesario la participación de dos enzimas, la nitrato reductasa y la nitrito reductasa presentes en el mesófilo de la hoja. De la acción y concentración de las enzimas mencionadas, va a depender en gran medida la concentración de los nitratos en la vacuola. Los valores de nitratos hallados se hallan muy por debajo de los considerados causantes de problemas (toxicidad, abortos) en vacunos (1,76% en base seca) cuando son consumidos por períodos prolongados (Vougt, 2000).

La presente investigación se realizó para evaluar biológicamente la calidad de la proteína aportada por la semilla de amaranto de grano oscuro, en la alimentación y nutrición de pollos de engorde con un gran porcentaje de aceptabilidad con amaranto tostado, con respecto a la dieta con amaranto extruido. En cuanto al incremento de peso a los animales, éste fue mayor en la dieta control con respecto a las demás dietas. (Rodríguez Guevara, 1988).

Las partes vegetativas del amaranto pueden ser un recurso muy útil para la alimentación de las especies animales debido a sus características químicas y al alto rendimiento que se obtiene cuando se cosecha de 45 a 60 días después de la

siembra. Con el propósito de determinar el valor alimenticio del amaranto para conejos en crecimiento, los resultados indicaron que la harina de amaranto puede sustituir eficientemente a la harina de alfalfa hasta en un 15% del total de la dieta. Los resultados revelaron, asimismo, que un tratamiento con vapor mejora la calidad nutricional de la harina de la planta del amaranto (AU) (Martínez y Bressani, 1987).

Los cereales han sido uno de los ejes centrales de la alimentación de diferentes civilizaciones a lo largo de la historia. En esta 79 investigación por su similitud con el hombre en la fisiología digestiva, para probar el enriquecimiento proteico con quinua y amaranto de la cebada y el trigo en la elaboración de sucedáneos del pan se utilizó al cerdo como modelo Biológico, la misma que se llevó a cabo en La Granja Experimental Laguacoto I, en el Programa Porcino, propiedad de la Universidad Estatal de Bolívar, ubicado en el Km 1 vía Guaranda - San Simón. En el cual se utilizaron 18 machos porcinos del cruce (Landrace – Yorck), Peso vivo en promedio de 20,77+-5,7 kg., mediante un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con seis tratamientos: T1 (100 % Cebada calentada), T2 (80 % Cebada calentada + 20 % Quinua) T3 (90 % Cebada calentada + 10 % Amaranto), T4 (100 % Trigo), T5 (70 % Trigo + 30 % Quinua), T6 (70 % Trigo + 30 % Quinua), y tres repeticiones cada uno, a los resultados obtenidos se realizó análisis de varianza, prueba de Duncan al 5% para comparar promedio de tratamiento y análisis de correlación y regresión. La fortificación proteica con quinua y amaranto en el trigo y cebada si incidió positivamente en la ganancia de peso y crecimiento del cerdo ya que se obtuvieron mejores resultados con este enriquecimiento (Estrada García y Espín Núñez, 2012).

Douglas y col (1995), reportaron un aumento en la productividad (referido a ganancia de peso y producción de lana) de ovejas en lactancia y sus crías, debido a un aumento en los ácidos grasos volátiles y a una mayor digestibilidad.

2.2. Fundamentación filosófica

La presente investigación se fundamenta en el paradigma naturalista porque el enfoque predominante de la investigación es cualitativa, el mismo que según Luis

G. Meza C. (2009: Internet), es una corriente de pensamiento cuyos inicios se suele atribuir a los planteamientos de Auguste Comte, y que no admite como válidos otros conocimientos sino los que proceden de las ciencias empíricas. En la presente investigación, este paradigma guiará en evaluar la digestibilidad con la dieta de amaranto más pastos de la localidad mejorando el rendimiento de los ovinos en su conversión alimenticia, considerando un gran rédito económico en la producción ovina. Se analizaron 2 opciones de alimentación: alimentación solo con pastos de la zona (kikuyo) y alimentación mixta, pasto de la zona (kikuyo) más concentrado de amaranto para su respectiva evaluación.

2.3. Fundamentación legal

En la Constitución Política de la República del Ecuador, Registro Oficial 449, del 20 de octubre del 2008. En el Título II Derechos, Capítulo segundo Derechos del buen vivir, Sección primera Agua y alimentación.

Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales.

El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria.

En la Constitución Política de la República del Ecuador, Registro Oficial 449, del 20 de octubre del 2008. En el Título II Derechos, Capítulo segundo Derechos del buen vivir, Sección segunda Ambiente sano.

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

En la Constitución Política de la República del Ecuador, Registro Oficial 449, del 20 de octubre del 2008. En el Título II Derechos, Capítulo segundo Derechos del buen vivir, Sección quinta Educación

Art. 27.- La educación se centrará en el ser humano y garantizará su desarrollo holístico, en el marco del respeto a los derechos humanos, al medio ambiente sustentable y a la democracia; será participativa, obligatoria, intercultural, democrática, incluyente y diversa, de calidad y calidez; impulsará la equidad de género, la justicia, la solidaridad y la paz; estimulará el sentido crítico, el arte y la cultura física, la iniciativa individual y comunitaria, y el desarrollo de competencias y capacidades para crear y trabajar.

La educación es indispensable para el conocimiento, el ejercicio de los derechos y la construcción de un país soberano, y constituye un eje estratégico para el desarrollo nacional.

En la Constitución Política de la República del Ecuador, Registro Oficial 449, del 20 de octubre del 2008. En el Título II Derechos, Capítulo segundo derechos del buen vivir, Sección séptima Salud.

Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.

El Estado garantizará este derecho mediante políticas económicas, sociales, culturales, educativas y ambientales; y el acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de salud, salud sexual y salud reproductiva. La prestación de los servicios de salud se regirá por los principios de equidad, universalidad, solidaridad, interculturalidad, calidad, eficiencia, eficacia, precaución y bioética, con enfoque de género y generacional.

En el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización COOTAD, Registro Oficial 303, del martes 19 de octubre del 2012.en el Capítulo III, Impuestos, Sección Primera Disposiciones Generales.

Artículo 498.- Estímulos tributarios.- Con la finalidad de estimular el desarrollo del turismo, la construcción, la industria, el comercio u otras actividades productivas, culturales, educativas, deportivas, de beneficencia, así como las que protejan y defiendan el medio ambiente, los concejos cantonales o metropolitanos podrán, mediante ordenanza, disminuir hasta en un cincuenta por ciento los valores que corresponda cancelar a los diferentes sujetos pasivos de los tributos establecidos en el presente Código.

Los estímulos establecidos en el presente artículo tendrán el carácter de general, es decir, serán aplicados en favor de todas las personas naturales o jurídicas que realicen nuevas inversiones en las actividades antes descritas, cuyo desarrollo se aspira estimular; beneficio que tendrá un plazo máximo de duración de diez años improrrogables, el mismo que será determinado en la respectiva ordenanza.

En caso de revocatoria, caducidad, derogatoria o, en general, cualquier forma de cese de la vigencia de las ordenanzas que se dicten en ejercicio de la facultad conferida por el presente artículo, los nuevos valores o alícuotas a regir no podrán exceder de las cuantías o porcentajes establecidos en la presente Ley.

2.4. Categorías fundamentales

2.4.1. Visión dialéctica de conceptualizaciones que sustentan las variables del problema

Desconocimiento del valor nutricional del amaranto. En la Tabla 2 se puede observar la composición nutricional del amaranto.

Tabla 2. El valor nutricional del amaranto comparado con cereales comunes (g/kg MS) excepto donde se menciona lo contrario.

	Amaranto	Arroz	Trigo	Maíz Amarillo	Avena
Fibra Dietética	14.5 g	6.5 g	10.7 g	9.4 g	16.9 g
Proteína	9.3 g	2.8 g	12.7 g	7.3 g	10.6 g
Grasas	6.5 g	0.5 g	2.0 g	4.7 g	6.9 g
Carbohidratos	66.2 g	79.2 g	75.4 g	74.3 g	66.3 g
Calcio	153.0 mg	3.0 mg	34.0 mg	7.0 mg	54.0 mg
Hierro	7.6 mg	4.23 mg	5.4 mg	2.7 mg	4.7 mg
Calorías	374.0 kcal	358.0 kcal	340.0 kcal	365.0 kcal	389.0 kcal

2.4.2. Baja degradación de los nutrientes

Efectos de dietas tradicionales en la alimentación de rumiantes.- Los bovinos bajo un sistema de producción extensivo, consumen pastos nativos, de baja digestibilidad y deficientes en proteína, minerales y energía, lo que ocasiona deficiencias nutricionales que se traducen en bajas ganancias de peso. Las necesidades nutricionales en los bovinos constituyen los valores suficientes para cubrir la producción, reproducción y prevención de enfermedades. Por lo que se han establecido los requerimientos nutricionales diarios para los bovinos de acuerdo a su peso y/o etapa fisiológica. Sin embargo la mayoría de los ovinocultores no tienen recursos económicos suficientes para suplementar a sus animales con concentrados o para cambiar el sistema de producción por falta de asesoría técnica.

2.4.3. Análisis económico de la dieta experimental del amaranto.

El material que se utilizara para preparar la dieta de los rumiantes a base de amaranto será los restos de la cosecha del cultivo, de esta manera estamos aprovechando al máximo este cultivo, ya que nos sirve para la nutrición de niños de 0-5 años y sus restos vegetales promoverían desarrollo y productividad para las personas que se dedican a la producción de ovina.

2.5. Hipótesis

El rastrojo de *Amaranthus cruentus* posee mejores parámetros de fermentación ruminal y disminuye la producción de gas *in vitro* con respecto a los forrajes tradicionales *Pennisetum clandestinum*.

2.5.1. Señalamiento de variables de la hipótesis

Variable independiente: Desconocimiento del valor nutricional del Amaranto.

Variable dependiente: Baja degradación de los nutrientes.

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

Términos de relación: Verificación del trabajo en laboratorio.

CAPÍTULO III

3.1. METODOLOGIA

3.1.2 Modalidad básica de la investigación

El enfoque de la investigación es científica experimental, con una recolección y análisis de datos para probar la hipótesis, confiando en la medición numérica con su respectiva aplicación estadística.

La investigación se realizó en el campo mediante la utilización de animales canulados y a su vez experimental porque se manejará diferentes tratamientos para ver su efecto en los animales en estudio.

3.2. Nivel o tipo de investigación

Esta investigación es de tipo exploratorio explicativo ya que trata se pretende evaluar el efecto de la ingestión de amaranto sobre las funciones del rumen, población de protozoarios y producción de gas *in vitro*.

3.3. Operacionalización de variables

3.3.1. Variable independiente: **Valor nutricional del *Amaranthus cruentus*.**

Tabla 3. Operacionalización de variable independiente.

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADOR	ÍNDICE
Composición química de la amaranto (MS, PC, metabolitos secundarios), en diferentes presentaciones.	Rastrojo de Amaranto.	100 % Rastrojo de Amaranto	Gramos
	Kikuyo	100% kikuyo	Gramos
	Kikuyo + rastrojo de amaranto.	75% kikuyo + 25% Rastrojo de Amaranto.	Gramos

	Kikuyo + rastrojo de amaranto.	50% kikuyo + 50% Rastrojo de Amaranto	Gramos
--	--------------------------------	---------------------------------------	--------

3.3.2. Variable dependiente: Función ruminal *in situ*, producción de gas *in vitro*, población de protozoarios.

Tabla 4. Operacionalización de variable dependiente.

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADOR	ÍNDICE
En la función ruminal <i>in situ</i> , determinamos la degradación ruminal de la MS.	Función ruminal <i>in situ</i> .	Degradación ruminal	g/kg MS
La producción de gas <i>in vitro</i> de la materia seca fermentable y la digestibilidad aparente de la MS <i>in vitro</i>	Producción de gas <i>in vitro</i>	Producción de gas Digestibilidad aparente	g/kg de MS fermentable g/kg MS
La población de protozoarios <i>in vitro</i> .	Población de protozoarios <i>in vitro</i>	Población de protozoarios	Cantidad

3.5 Plan de recolección de Información

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

3.5.2 Caracterización del lugar

- Temperatura: Temperatura máx. 20° C
- Temperatura mim. 7° C
- La temperatura ambiente promedio es de 15°C.
- Pluviosidad: A nivel de la provincia de Tungurahua se tiene una humedad relativa baja y precipitación pluviométrica que oscila entre 470 mm. y 10 mm. En el cantón Cevallos tiene una pluviosidad de 517.8 mm media anual.
- La intensidad de las lluvias se presentan de septiembre, octubre y noviembre.
- Clima: templado y seco.

3.5.3 Metodología utilizada

- El experimento tuvo una duración de 25 días de pruebas *in vitro*.
- Se utilizó un toro de aproximadamente un año y medio de edad provisto de una cánula en el rumen. La alimentación estuvo a base de una ración integral *Pennisetum clandestinum* (kikuyo) y *Medicago sativa* con agua *ad libitum*. El rastrojo de Amaranto se recolectó luego de la cosecha, la deshidratación se llevó a cabo exponiéndola al sol, posteriormente se molió y se integró según cada tratamiento.
- En un toro canulado se realizó las pruebas *in situ* (n=5), para las pruebas *in vitro* (n=6) se utilizaron botellas de vidrio de 100 ml.
- La digestibilidad aparente de la MS *in vitro*, se estimó de acuerdo a la metodología descrita por Theodorou et al. (1994), se tomó los datos a las 48 horas, la mezcla se preparó con: 0.5 g de muestra, 18 ml de saliva (mezcla química artificial) y 42 ml de líquido ruminal de bovino.
- Producción de gas *in vitro*, se estimó de acuerdo a la metodología descrita por Theodorou et al. (1994), se tomó los datos a las 3, 6, 9, 12,18, 24, 36 y 48 horas, la mezcla se preparó con: 0.5 g de muestra, 18 ml de saliva

(mezcla química artificial) y 42 ml de líquido ruminal de bovino, para determinar la cantidad de gas se utilizó un transductor de presión.

- Degradabilidad de la MS, mediante el método de la bolsa de nylon (Ørskov et al. 1980) utilizando un toro con una fistula en el rumen, se introdujeron las bolsas a las 96,72,48,36,24,12,8,4,0 horas, la cantidad utilizada de muestra fue de 3 gramos por bolsita.
- Poblaciones de protozoarios ruminales: se determinó la presencia de protozoarios de las clases: Holotrica y Entodiniomorfa, utilizando una cámara Fucsh-Rosenthal Chamber de acuerdo a la metodología descrita por Ogimoto y Imai (1981), cada 0, 12, 24, 36 y 48 horas, la mezcla se preparó con: 0.5 g de muestra, 18 ml de saliva (mezcla química artificial) y 42 ml de líquido ruminal de bovino.

3.6. Plan de procesamiento de la información

3.6.1. Factores de Estudio

- Los factores de estudio serán los siguientes:
- Digestibilidad aparente de la MS y Producción de gas *in vitro*: se realizó de acuerdo a la metodología descrita por Theodorou et al. (1994)
- Degradabilidad de la MS: mediante el método de la bolsa de nylon (Ørskov *et al.* 1980) utilizando animales fistulas en el rumen.
- Poblaciones de protozoarios ruminales: utilizando una cámara Fucsh-Rosenthal chamber de acuerdo a la metodología descrita por Ogimoto y Imai (1981).

3.6.2 Tratamientos

En la Tabla 5 se muestra la composición de las raciones integrales utilizadas tanto para las evaluaciones *in vivo* como *in vitro*.

Tabla 5. Composición de las raciones integrales.

INGREDIENTES	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
<i>P. clandestinum</i>	0	1000	750	500
<i>A. cruentus</i>	1000	0	250	500
Total	1000	1000	1000	1000

3.6.3 Diseño experimental

Se utilizará un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y seis repeticiones para las pruebas *in vitro*. Y cuatro tratamientos y cinco repeticiones para las pruebas *in situ* (degradación ruminal)

3.7. Análisis estadístico

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

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados

Se puede observar en la Tabla 6 que la digestibilidad y la producción de gas *in vitro* fue mayor y menor respectivamente, en los tratamientos de sólo amaranto (T1), sólo *P. clandestinum* (T2) y en proporciones de 50:50 de amaranto y *P. clandestinum* (T4) (60%, 50% y 53% DIVMS respectivamente) mostrando diferencias ($P < 0.05$) con respecto al tratamiento de 75% *P. clandestinum* + 25% de amaranto.

La población de protozoarios ruminales *in vitro* desde la hora 0 hasta la 12 no mostraron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos tanto en las poblaciones de Holotricos y Entodiniomorfos. A partir de la hora 24 hasta la hora 48 los protozoarios Holotricos mostró diferencias entre tratamientos ($P < 0.05$) siendo los tratamientos T1, T3 y T4 los de menor población de protozoarios con respecto al T2. Los protozoarios Entodiniomorfos no mostraron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos en la hora 24. En la hora 36 y 48 el en T1 se redujo la población de protozoarios mostrando diferencias ($P < 0.05$) entre los demás tratamientos (Tabla 6).

La fracción soluble (A) muestra diferencias ($P < 0.05$) entre los tratamientos, siendo el mayor porcentaje para T2, T3 y T4 (18.9, 19.9 y 19.1% respectivamente). La fracción insoluble pero potencialmente degradable muestra diferencias ($P < 0.05$) entre tratamientos, con los mayores porcentajes de degradación para T2 y T3 (33.9 y 35.2% respectivamente). El T1 mostró mayor (0.054%/h: $P < 0.05$) tasa de degradación en porcentaje por hora (c) que los demás tratamientos (Tabla 7).

Tabla 6. Digestibilidad, producción de gas y poblaciones de protozoarios ruminales *in vitro* (log₁₀)

Parámetros	Tratamientos				ESM	Valor <i>P</i>
	T1	T2	T3	T4		
DIVMS g/kg	600.4 a	500.9 ab	442.8 b	531.3 ab	27.78	0.0060
PGIV ml/0.5g MSF	234.6 c	264.7 b	325.9 a	280.5 b	7.34	0.0001
Protozoarios						
Hora 0						
H	4.02a	3.90a	4.04 ^a	3.63 ^a	0.111	0.0588
E	4.75a	4.62a	4.84 ^a	4.74 ^a	0.058	0.1142
Hora 12						
H	2.36a	1.18a	1.18a	2.47a	0.759	0.4630
E	4.62a	4.45a	4.47a	4.63a	0.061	0.0973
Hora 24						
H	0.56 c	2.98 a	2.46 a	1.26 b	0.696	0.0081
E	4.64a	4.29a	4.51a	4.37a	0.074	0.0596
Hora 36						
H	0.00a	0.56 b	0.00a	0.00a	0.283	0.0413
E	1.70 b	3.81 a	3.71 a	3.26 a	0.510	0.0295
Hora 48						
H	0.00 a	0.78 b	0.00 a	0.00 a	0.132	0.0098
E	1.80 b	4.14 a	3.89a	3.86 a	0.420	0.0026

^{abc} Medias con letras distintas entre filas difieren significativamente ($P < 0.05$). **ESM**: error estándar de la media. **DIVMS**: Digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca. **PGIV**: Producción de gas *in vitro*. **MS**: Materia Seca. **MSF**: materia seca fermentable. **H**: Holotricos, **E**: Entodiniomorfos. **T1**: rastrojo de amaranto. **T2**: forraje de Pennisetum clandestinum. **T3**: Pennisetum clandestinum 75% + rastrojo de amaranto 25%. **T4**: Pennisetum clandestinum 50% + rastrojo de amaranto 50%

4.2. Discusión

El desempeño productivo de los rumiantes está en función del valor nutricional de la dieta que consumen. Con base en lo anterior la digestibilidad y la producción de gas *in vitro*, presentada en la Tabla 6 de acuerdo los tratamientos que fueron utilizados: T1 (Amaranto puro), tuvo mayor digestibilidad así como el valor más bajo en la producción de gas, esto puede deberse a la presencia de los metabolitos secundarios presentes en el Amaranto. Esto debido a que la acción de los compuestos secundarios del amaranto actúan disminuyendo la producción de protozoarios tanto del genero Holotricos como Entodiniomorfos. En esta investigación se observa que la población de protozoarios a las horas 36 y 48 presentó una disminución considerable, por esta razón se manifiesta que puede ser

una de la causas por la que existe menor cantidad de producción de gas *in vitro* (Posada, 2005)

Tabla 7. Parámetros de degradación ruminal *in situ* (g/kgMS)

Forrajes	Parámetros de degradación ruminal				r^2
	T_0	A	B	c	
T1	224.9±4.68	178.9±10.31 b	312.8±9.40 b	0.054±0.0042 a	0.97
T2	228.4±3.61	189.2±7.93 a	339.6±17.53 ab	0.020±0.0028 c	0.96
T3	219.9±5.30	199.1±7.45 a	352.9±21.00 a	0.018±0.0026 c	0.96
T4	221.6±5.67	191.8±9.67 a	321.1±12.21 b	0.028±0.0034 b	0.95
<i>P</i>		≤ 0.05	≤ 0.05	≤ 0.05	

^{abc} Medias con letras distintas entre columnas difieren significativamente ($P < 0.05$). T_0 : tiempo cero (muestras lavadas en laboratorio). **A**: fracción soluble, **B**: fracción insoluble pero potencialmente degradable, **c**: tasa de degradación en % por hora. **T1**: rastrojo de amaranto. **T2**: forraje de *Pennisetum clandestinum*. **T3**: *Pennisetum clandestinum* 75% + rastrojo de amaranto 25%. **T4**: *Pennisetum clandestinum* 50% + rastrojo de amaranto 50%.

Los protozoos ruminales también juegan un papel importante en la producción de metano, particularmente cuando el ganado es alimentado con dietas altas en concentrado. Las bacterias metanógenas se han observado adheridas a especies protozoales, sugiriendo esto una posible transferencia interespecífica de H_2 . La defaunación de animales recibiendo dietas con alto contenido de concentrados puede llegar a disminuir la producción de metano hasta aproximadamente la mitad. Sin embargo, la defaunación de animales recibiendo dietas altas en forraje no reducen significativamente las pérdidas de metano (Carmona, Bolívar, & Giraldo, 2005). Por otro lado, la posible causa de la mayor digestibilidad en el T1 puede deberse a la menor cantidad de fibra que posee el Amaranto. Estos resultados son consistente a los reportados por Barros-Rodríguez et al. (2014) quienes observaron mayor digestibilidad, menor producción de gas y reducción de las poblaciones de protozoarios del rumen cuando se incorporó a las dietas sustratos bajos en fibra y con contenidos de compuestos secundarios en la las raciones para rumiantes.

Con respecto a los parámetros de degradación ruminal (Tabla 7) se observó que a medida que se incorporaba *Pennisetum clandestinum* a la dietas incrementaba el potencial de degradación ruminal, sin embargo, la tasa de degradación por hora fue menor para los tratamientos que contenían *P. clandestinum*. Esto puede ser

debido a que el Amaranto estaba mezclado con rastros mismo que posee mayor cantidad de fibra que el *P. clandestinum*, por ello, el degradarce la parte de los carbohidratos no estructurales que posee las semillas del Amaranto el potencial de degradación disminuía, pero con una tasa de degradación mayor. Estos resultados son consistentes con los reportados por Piñeiro et al. (2011) quienes mencionan que a mayor cantidad de almidón en la dieta incrementa la tasa de degradación.

4.3 Verificación de hipótesis

Se demostró que el rastrojo de *Amaranthus cruentus* posee mejores parámetros de fermentación ruminal y disminuye la producción de gas *in vitro* con respecto a los forrajes tradicionales *Pennisetum clandestinum*.

CAPITULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se concluye que la utilización de dietas con alimentos no convencionales como el rastrojo de *Amaranthus cruentus* ayuda a reducir la cantidad de protozoarios, así como mejora la degradación de las dietas y reduce la producción de gases de efecto invernadero.

Se recomienda utilizar el rastrojo de *Amaranthus cruentus* parte de dieta de bovinos para mejorar el funcionamiento ruminal y disminuir la producción de gases de efecto invernadero

CAPITULO 6

PROPUESTA

6.1 Datos Informativos

Tema: “Uso de del rastrojo de *Amaranthus cruentus* en la dieta de los bovinos”.

6.2 Antecedentes de la propuesta

En la alimentación de los rumiantes a base de concentrados incrementa notablemente los indicadores productivos, tanto la ganancia de peso como la producción de leche, sin embargo, en la mayoría de los casos el alto costo de los concentrados limita el margen de utilidad para el productor, ya que no utilizan los existentes en el medio. La alimentación basada en sólo pastos tradicionales mantiene la producción de carne y leche relativamente baja, debido al déficit principal de disponibilidad de proteína vegetal verdadera en cantidad y calidad suficiente a través del año (Delgado et al. 2001).

La dieta es el factor más determinante sobre el tipo y las proporciones de poblaciones microbianas del rumen, y la capacidad de estos para degradar carbohidratos estructurales como la celulosa, hemicelulosa y compuestos tóxicos, por lo que determina el perfil de fermentación ruminal. (Kurihara *et al.*, 1999).

El amaranto dentro de la dieta de los rumiantes, juega un papel muy importante debido, a que es un forraje rico en proteína, lo que propicia mayor disponibilidad de compuestos como amoniaco, aminoácidos y péptidos, así como ácidos grasos de cadena corta ramificados, los cuales se producen como resultado de la degradación de las proteínas. Estas sustancias favorecen la degradación de la fibra actuando como activadores del crecimiento de muchas bacterias ruminales, especialmente las celulolíticas y proteolíticas (Hoover y Stokes, 1991). También presentan compuestos secundarios tales como los taninos (hidrolizables y condensados), que forman complejos con las proteínas proporcionando

mayor proteína de sobrepaso hacia las partes bajas del tracto gastrointestinal. Teniendo acción directa de los compuestos secundarios los cuales pueden reducir la actividad o población de metanógenos y protozoarios, y en forma indirecta por la disminución de la producción de hidrógeno mediante la reducción de la degradación del alimento (Tavendale *et al.*, 2005) lo cual reduciría las emisiones de metano (Waghorn y Woodward, 2006).

6.3 Justificación

En el Ecuador se incrementa la ganadería sea para aprovechamiento de carne o de leche enfrentándose a la falta de alimentación adecuada para el rendimiento óptimo de los diferentes hatos ganaderos.

Al realizar este proyecto de investigación con la utilización de amaranto para la alimentación de los bovinos, una alternativa de aprovechar los rastrojos del amaranto y compensar las deficiencias que tienen los pastos convencionales utilizados para la alimentación de los rumiantes. A nivel nacional hay campañas para incrementar el cultivo de amaranto orgánico para la cosecha de espiga para su procesamiento, quedando el rastrojo en el terreno lo cual podemos utilizar para la alimentación de los bovinos.

Esta iniciativa tiene relación directa con el aspecto social y económico, al realizar la dieta adecuada se lograra mejorar la producción en los rumiantes y la rentabilidad en los pequeños, medianos y grandes ganaderos ya sean beneficiarios directos y los indirectos. Enfocados siempre en el respeto con el medio ambiente, mediante la utilización de esta dieta podemos reducir los gases efectos invernadero (metano y dióxido de carbono), calor y ácidos grasos volátiles (AVG) que desprenden de los rumiantes.

Este proyecto está dentro de la Categoría 1. Proyectos beneficiosos que

producirán una evidente mejora al medio ambiente, por lo que no requieren un estudio de impacto ambiental y amparado en la correspondencia del proyecto con las prioridades contempladas en el Plan Nacional de Desarrollo Nacional como el: Objetivo 3. Mejorar la calidad de vida de la población; Objetivo 4. Fortalecer las capacidades y potencialidades de la ciudadanía; Objetivo 7. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global.

La misión de la Universidad Técnica de Ambato es: satisfacer la demanda, científico - tecnológicas de la sociedad Ecuatoriana en interacción dinámica con sus actores y en generación de beneficios adicionales como la protección del medio ambiente.

6.5 Objetivo General

Desarrollar la dieta adecuada para los rumiantes con base de amaranto, que permitan tener un excelente rendimiento de esta manera mejorar la calidad de vida de los ganaderos.

6.6 Objetivos Específicos.

- Impulsar la producción y desarrollo económico mediante la utilización de nuevas dietas (amaranto) para el manejo de los bovinos.
- Promover a los beneficiarios de las unidades productivas a mejorar sus capacidades de gestión local para que asuman la responsabilidad de coordinar actividades para el desarrollo de la sociedad.

6.7 Análisis de factibilidad

La factibilidad de producir una dieta bajo la utilización de los estudios científicos realizados para aplicar en la alimentación de los rumiantes para mejorar el medio ambiente con la reducción de los gases que causan

el efecto invernadero es de gran importancia, así lo demuestran los resultados obtenidos en procesos investigativos como es el caso se incluyó la aplicación de cuatro tratamientos para medir la degradación y la reducción de los gases a la Atmosfera. Logrando presentar que el amaranto dentro de la dieta de los rumiantes ayuda de manera significativa.

6.8 Fundamentación

La utilización de amaranto en la dieta de los rumiantes ayuda a mejorar la funcionalidad del rumen, incrementa degradación de los nutrientes, reduce los protozoarios y disminuye la emisión de gas.

La digestibilidad y la producción de gas in vitro, presentado: T1 (Amaranto puro), tuvo mayor digestibilidad así como el valor más bajo en la producción de gas, por la presencia de los metabolitos secundarios en el Amaranto, esto debido a que la acción de los compuestos secundarios del amaranto actúan disminuyendo de la producción de protozoarios tanto del genero Holotricos como Entodiniomorfos, en el ensayo se observa que la población de protozoarios a las horas 36 y 48 presentó una disminución considerable, por esta razón se manifiesta que existe menor cantidad de producción de gas que causan el efecto invernadero.

6.9 Metodología, Modelo operativo

Se realizará una convocatoria cantonal para socializar los resultados de la investigación. En el cual se manifiesta las ventajas de insertar el amaranto en la dieta de los rumiantes.

Se explicara los asistentes como se dosificara el balaceado o cual es el proceso para preparar la alimentación que contenga el rastrojo de amaranto para la dieta diaria de los bovinos.

Preparación del rastrojo de amaranto para la alimentación bovina.

1. Realizar el corte del rastrojo de amaranto.
2. Se realiza un secado sobre un plástico por 36 horas.
3. Realizar una mezcla con los pastos de la zona en los porcentajes de 75% de amaranto y el 25 % de pasto de la zona.

El procedimiento consiste en los siguientes pasos:

- Corte y secado del amaranto.
- Realizar la mezcla y empacado.
- Alimento listo para aplicar en la dieta del ganado.

6.10 Administración

La administración que se plantea, es la producir un concentrado de calidad bajo un registro único patentado por los pequeños ganaderos, para la aplicación diaria en la nutrición de los rumiantes.

6.11 Previsión de la evaluación

La utilización de los resultados de este proyecto sean publicados y ayuden al beneficio de la nutrición animal, mejor rendimiento y la reducción en los costos de producción en el sector ganadero y aprovechamiento de los rastrojos del amaranto.

REFERENCIAS

- Abdulrazak, S., T. Fujihara, J. K. Ondiek, y E. R. Ørskov. (2000). Nutritive evaluation of some Acacia tree leaves from Kenya. *Anim. Feed Sci. Technol.* 85: 89-98
- Agria, G. (2005). Evaluación de biomasa ruminal en el medio DE. *Archivos de zootecnia*, 54: (205), 109-112.
- Agronegociosecuador. 2015. La ganadería Ovina en el Ecuador <http://agronegociosecuador.ning.com/page/la-ganaderia-ovina-en-ecuador> (enero 2015).
- Alfaro, M. A., Ramírez, R., Martínez, A., y Bressani, R. (1987). Evaluación de diferentes niveles de harina de amaranto (partes vegetativas), en sustitución de harina de alfalfa para conejos en crecimiento. *Arch. latinoam. nutr.* 37(1), 174-85.
- Angulo, R. A., Noguera, R. R., y Berdugo, J. A. (2005). El búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) un eficiente utilizador de nutrientes: aspectos sobre fermentación y digestión ruminal. *Livestock Research for Rural Development*, 17(67).
- Basurto, R. y I. Tejada de Hernández. 1992. Digestibilidad aparente de la pulpa deshidratada de limón. Comparación de métodos para estimarla. *Téc. Pec. Méx.* 30(1):13 - 22.
- Bautista Otero, R. (1970). Alimentación del ganado ovino. *Instituto Colombiano Agropecuario, Bogotá (Colombia). Curso sobre producción ovina. Bogotá (Colombia)*, 47-58.
- Becker, R., y Saunders, R. (1984). I Amaranto: Su morfología, composición y usos como alimento y forraje. *El Amaranto y su potencial (Guatemala) No, 1*, 1-3.
- Bondi, A. A. (1989). *Nutrición Animal*. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España. 546 p.
- Cabrera Vaca, C. A. (2010). Evaluación de Tres Sistemas de Alimentación (Balanceado y Pastos), con Bovinos Tropicales Cruzados (Dorper x Pelibuey) para la Fase de Crecimiento y Acabado en el Cantón Balzar.
- Carmona, J. C., Bolívar, D. M., & Giraldo, L. A. (2005). El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 18(1), 49-63.
- Chávez, M. (2010). Definición de parámetros ideales para el almacenamiento y preservación de pacas de heno bajo condiciones naturales para la disponibilidad de un buen alimento para el ganado; Quito.
- Church, D. C. y W. G. Pond. 1994. *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales*. Editorial Limusa, S. A. de C. V. Grupo Noriega Editores. México. pp 438.
- Cruz, F.W. (1996). Estudio de la introducción de bovinos en parcelas agroforestales. *folia amazonica*, 75.
- Díaz-Ortega, A. C., Escalante-Estrada, J. A., Trinidad-Santos, A., Sánchez-García, P., Mapes-Sánchez, C., y Martínez-Moreno, D. (2004). Rendimiento, eficiencia agronómica del nitrógeno y eficiencia en el uso

- del agua en amaranto en función del manejo del cultivo. Terra: Órgano Científico de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, AC.
- Estrada García, N. M., y Espín Núñez, H. G. (2012). Evaluación del trigo y cebada y sus mejores mezclas con quinua y amaranto al utilizar al cerdo en el periodo de crecimiento como modelo biológico para traspolar los resultados en la alimentación humana.
- Febres, O. A., Vergara-López, J., y Venezuela, Z. U. (2007). Propiedades físicas y químicas del rumen. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 15(S1), 133-140.
- Grajales, T. (2000). Tipos de investigación. *On line*(27/03/2.000). Revisado el.
- Guadalupe, B. V. M., y Sergio, L. G. (1995). Estudio nutricional comparativo del valor proteico de la semilla de parota (*enterolobium cyclocarpum*) a través de pruebas biológicas.
- Herrera, S. (2012). El Amaranto: prodigioso alimento para la longevidad y la vida. *Kalpana*, (8), 50-66.
- Hoover, W.H. y Stokes, S.R. 1991. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. *Journal of Dairy Science*. 74: 3630-3644.
- INEC. 2014. Visualizador de estadísticas agropecuarias del Ecuador ESPAC. (Consultado el 3 de noviembre del 2014) [Disponible en línea] <http://200.110.88.44/lcds-samples/testdrive-remoteobject/main.html#>
- Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias, Quito (Ecuador). Estacion Experimental Santa Catalina. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. (2009). Amaranto y Ataco: Preguntas y respuestas.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Quito (Ecuador). Estación Experimental Santa Catalina. (1989). El cultivo de amaranto *Amaranthus spp* una alternativa agronómica para Ecuador.
- Lachmann, M., & Febres, O. A. (1999). La estimación de la digestibilidad en ensayos con rumiantes. *Universidad de Zulia, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracaibo-Venezuela*.
- Laredo, M. A., H. J. Anzola V. y F. Segura. (1988). Cloruro de iterbio y óxido de cromo como indicadores de excreción fecal y consumo de heno. *Rev. ICA*. 23:303 - 313.
- Mata, H. D., Durán, A., Chonlong, A., Pozueco, R., Galli, I. O., Hofer, C. C., y Aliaga Rodríguez, L. (1996). *La oveja: una alternativa para la familia campesina de El Salvador* (No. IICA-L08). Ministerio de Agricultura y Ganadería, San Salvador (El Salvador)>.< Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, San Salvador (El Salvador)-CENTA>.< CDS, Nueva Concepción (El Salvador)>.< IICA, San Salvador (El Salvador). Proyecto-Holanda-Laderas.
- Merchen, N. R. (1993). Digestión, absorción y excreción en los rumiantes. En: D. C. Church (Ed.). *El rumiante, fisiología digestiva y nutrición*. Tomo I. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España. 191 - 223.
- Molina, E. (2011). Ventajas y desventajas de la presencia de los borregos uruguayos en el paisaje turístico de los páramos de la sierra ecuatoriana. *RICIT: Revista Turismo, Desarrollo y Buen Vivir*, (1), 36-47.

- Montossi, F. (2009). *Engorde de corderos pesados*; Argentina. Disponible en: <http://www.produccionanimal.com.ar/produccionovina/produccionovinaacarne/163engordecorderos.pdf>.
- Noguera, R. R., y Posada, S. L. (2007). Modelación de la cinética de degradación de alimentos para rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20(2), 174-182.
- Nué, I. A. El amaranto (kiwicha): un cultivo andino redescubierto hoy.
- Ogimoto, K. y Imai, S. (1981). Atlas of rumen microbiology. (Japan Scientific Societies Press: Tokyo).
- Ortega C.M.E. (1987). Factores que afectan la digestibilidad del alimento en rumiantes. Estudio recapitulativo. *Vet. Méx.* 18: 55 - 60.
- Oscar, A. (2007). Taninos condensados y antocianinas en el género Lotus: su relación con el estrés salino en especies forrajeras para zonas marginales.
- Otero, M. J. y Hidalgo, L. G. (2004). Taninos condensados en especies forrajeras de clima templado: efectos sobre la productividad de rumiantes afectados por parasitosis gastrointestinales (una revisión). *Livestock Research for Rural Development*, 16(2), 1-9.
- Ovino S. D. P. D. G. Carne, D. (2014). Opciones para la producción de corderos ligeros.
- Padilla Rodríguez, M. R. (2008). Evaluación del efecto nutricional en tres niveles de amaranto (*Amaranthus* spp) en la pre mezcla sobre la calidad de huevos en gallinas ponedoras criollas (Doctoral dissertation, UMSA) Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Facultad de Agronomía, Bolivia.
- Padrón Pereira, C. A., Moreno Álvarez, M. J., y Medina Martínez, C. A. (2008). Composición química, análisis estructural y factores antinutricionales de filocladios de *Epiphyllum Phyllanthus* (l.): Haw. Var. *Hookeri* (link & otto) kimn.(cactaceae). *Interciencia*, 33(6), 443-448.
- Pazmiño López, F. B., y Rubio Fraga, D. P. (2012). *Diagnóstico de producción y comercialización de carne ovina en los principales centros de distribución de las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo* (Doctoral dissertation, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias).
- Phillipson, A. T. (1981). Digestión en el rumiante. En: Fisiología de los animales domésticos. H. H. Dukes y M.J. Swenson (Eds.). Aguilar Editor S.A. Mexico.
- Posada, S. L., & Noguera, R. R. (2005). Técnica in vitro de producción de gases: Una herramienta para la evaluación de alimentos para rumiantes. *Livestock Research for Rural Development*, 17(4).
- Piñeiro, V. A., Ayala, B. A., & Ku, V. J. (2011). Dry matter intake and digestibility of rations with graded levels of ground pods of *Enterolobium cyclocarpum* as a replacement for concentrates in Pelibuey lambs. *Adv. Anim. Bios.*, 2, 317.
- Quiroz, J. (2000). *Crianza y manejo de ganado ovino*; CARE-SEDER Perú.; 2da edición.
- Ricco, R. A., Sena, G. A., Vai, V. M., Wagner, M. L., y Gurin, A. A. (2002). Taninos Condensados de *Ephedra chilensis* K. Presl (= *E. Andina* Poepp. Ex May.)—Ephedraceae. *Dominguezia*, 18, 17-25.

- Rodríguez Guevara, G. E. (1988). Evaluación del amaranto de grano oscuro en alimentación y nutrición avícola. Evaluation of amaranth dark grain in aviar feed and nutrition.
- Rodríguez, J. M. P. (2000). Efectos biológicos y productivos de los ionóforos en rumiantes. *Interciencia*, 25(8), 379-385.
- Sepúlveda-Jiménez, G., Porta-Ducoing, H., & Rocha-Sosa, M. (2004). La participación de los metabolitos secundarios en la defensa de las plantas. *Rev Mex Fitopatol*, 21, 355-363.
- Tavendale, M.H., Lane, G.A., Schreurs, N.M., Fraser, K. y Meagher, L.P. (2005). The effects of condensed tannins from *Dorycnium rectum* on skatole and indole ruminal biogenesis for grazing sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*. 56, 1331-1337.
- Templado, F. D. C. taninos condensados en especies forrajeras de clima templado: efectos sobre la productividad de rumiantes afectados por parasitosis gastrointestinales.
- Theodorou, M.K., Williams, B.A., Dhanoa, M.S., Mcallan, A.B. y France, J. (1994). A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminants feeds. *Animal Feed Science and Technology*. 48, 185- 197.
- Villa, A. N. (2005). Sistemas de alimentación e instalaciones anejas para la explotación de ganado ovino estabulado. *Ganadería*, (37), 38-46.
- Waghorn, G.C., Woodward, S.L. (2006). Ruminant contributions to methane and global warming—a New Zealand perspective, In: Bhatti, J. S., Lal, R., Apps, M.J., Price, M.A. (Eds). *Climate Change and Managed Ecosystems*, Taylor and Francis, Boca Raton.
- Wil (2012). Producción de Bovinos <http://agropecuarios.net/produccion-de-bovinos.html> (enero 2015).