

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS**  
**AGROPECUARIAS**  
**HACIENDA “EL PRADO” IASA I**

**“EVALUACIÓN DE LA ZEOLITA NATURAL**  
**(CLINOPTILOLITA), COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO**  
**EN LA DIETA BALANCEADA DE CORDEROS DESTETADOS”**

**Previa a la obtención de Título de:**  
**INGENIERO AGROPECUARIO**

**ELABORADO POR:**  
**MARCOS DANIEL ARAUJO CRIOLLO**

**SANGOLQUÍ – ECUADOR**

**2012**

## RESUMEN

El presente trabajo se enmarca en la nutrición animal puntualmente en la producción ovina, cuyo propósito fue suministrar zeolita natural (clinoptilolita) como aditivo en el alimento balanceado OVIMIX® y determinar su incidencia sobre los parámetros zootécnicos en corderos destetados, durante la etapa de engorde, así como disminuir los costos de producción ya que la alimentación representa el rubro más importante en una explotación pecuaria.

El objetivo de la investigación fue evaluar tres porcentajes diferentes de zeolita natural (T2: 0.05%, T3: 0.15%, T4: 0.25%) como aditivo en el alimento balanceado para corderos más un tratamiento testigo sin aditivo de zeolita natural clinoptilolita ZEONATEC®, en la fase de engorde.

Para la realización del presente estudio fueron seleccionados 40 corderos (dorper x east friesland) de tres meses de edad con un peso promedio de 20 kilos, el análisis estadístico utilizado fue un diseño de bloques completamente al azar, con 20 unidades experimentales, 5 repeticiones y 3 tratamientos, más 1 testigo experimental, la investigación se realizó en la hacienda Sevillana ubicada en Cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi - Ecuador.

Al finalizar el estudio se determinó que el tratamiento 3 fue superior, el cual dio una mejor ganancia de peso (32.5 kg) frente a los otros tratamientos así como también fue el tratamiento más rentable.

**Palabras claves:** alimento balanceado, zeolita clinoptilolita, corderos, engorde.

## ABSTRACT

This work is part of animal nutrition in sheep production, whose purpose was to supply natural zeolite (clinoptilolite) as additive in animal feed OVIMIX ® and determine their impact on zootechnical parameters in weaned lambs during the fattening stage, and lower production costs because food represents the most important economical fact in a livestock farm.

The objective of the research was to evaluate three different percentages of natural zeolite (T2: 0.05%, T3: 0.15%, T4: 0.25%) as an additive in balanced food for lambs and a control without additive treatment of natural zeolite clinoptilolite ZEONATEC ®, in the fattening stage.

In this study 40 lambs three months old (Dorper x East Friesian) were selected with an average weight of 20 kilos, the statistical analysis used was a completely randomized blocks, with 20 experimental units, 5 reps and 3 treatments plus 1 control experimental. This research was conducted at Sevillana farm located in Latacunga county, province of Cotopaxi, Ecuador.

At the end of the study we found that the treatment 3 was the best because gave the best weight gaining compared to other treatments and was also the best economical alternative.

**Keywords:** balanced feed, clinoptilolite zeolite, lambs, fattening stage.

**“EVALUACIÓN DE LA ZEOLITA NATURAL (CLINOPTILOLITA),  
COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN LA DIETA BALANCEADA  
DE CORDEROS DESTETADOS”**

**MARCOS DANIEL ARAUJO CRIOLLO**

**REVISADO Y APROBADO**

---

**Ing. Patricia X. Falconí S.**

**DIRECTORA DE LA CARRERA DE INGENIERIA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS IASA I**

---

**Ing. Julio Pazmiño M.**  
**DIRECTOR**

---

**Ing. Jakeline Torres.**  
**CODIRECTORA**

---

**Abg. Carlos Orozco B. MSc.**  
**SECRETARIO ACADÉMICO**

**ELABORADO POR**

---

**MARCOS DANIEL ARAUJO CRIOLLO**

**DIRECTORA DE LA CARRERA DE INGENIERIA EN  
CIENCIAS AGROPECUARIAS**

---

**ING. PATRICIA FALCONÍ**

**DELEGADO UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO**

---

**DR. CARLOS OROZCO**

**SANGOLQUÍ, 2012**

**“EVALUACIÓN DE LA ZEOLITA NATURAL (CLINOPTILOLITA),  
COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN LA DIETA BALANCEADA  
DE CORDEROS DESTETADOS”**

**MARCOS DANIEL ARAUJO CRIOLLO**

**APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE  
CALIFICACION DEL INFORME TECNICO.**

	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>FECHA</b>
<b>Ing. Julio Pazmiño M. DIRECTOR</b>	_____	_____
<b>Ing. Jakeline Torres. CODIRECTORA</b>	_____	_____

**CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON  
PRESENTADAS EN ESTA SECRETARIA.**

---

**SECRETARIA ACADEMICA**

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA (IASA I)**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Marcos Daniel Araujo Criollo

Declaro que:

El proyecto de grado denominado **“EVALUACIÓN DE LA ZEOLITA NATURAL (CLINOPTILOLITA), COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN LA DIETA BALANCEADA DE CORDEROS DESTETADOS”**, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, 2012.

---

**MARCOS DANIEL ARAUJO CRIOLLO**

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA (IASA I)**

**CERTIFICACIÓN**

Ing. Julio Pazmiño. e Ing. Jakeline Torres.

**Certifican:**

Que el trabajo titulado, **“EVALUACIÓN DE LA ZEOLITA NATURAL (CLINOPTILOLITA), COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN LA DIETA BALANCEADA DE CORDEROS DESTETADOS”**, realizado por **MARCOS DANIEL ARAUJO CRIOLLO**, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército. Debido al contenido científico – técnico expuesto en el presente trabajo recomendamos su publicación.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto los cuales contienen los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan a **MARCOS DANIEL ARAUJO CRIOLLO** que lo entregue a la Ing. Patricia Falconí, en su calidad de Directora de la Carrera.

Sangolquí, 2012

---

**Ing. Julio Pazmiño**  
**DIRECTOR**

---

**Ing. Jakeline Torres**  
**CODIRECTORA**

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA (IASA I)**

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, MARCOS DANIEL ARAUJO CRIOLLO**

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución el trabajo **“EVALUACIÓN DE LA ZEOLITA NATURAL (CLINOPTILOLITA), COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN LA DIETA BALANCEADA DE CORDEROS DESTETADOS”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, 2012.

---

**MARCOS DANIEL ARAUJO CRIOLLO**

## **DEDICATORIA**

Un trabajo de investigación aplicada de mucho esfuerzo, dedicado a mis padres y hermanos por su constante apoyo, dedicado a todas las personas que hicieron posible culminar esta etapa de mi vida y al pequeño productor ovino de mi gran Ecuador.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por permitirme culminar un peldaño más en mi vida.

A la ESPE, su Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias IASA 1 y su personal Docente, por los valiosos conocimientos impartidos.

A mi madre Ruth Criollo y a mi padre Jorge Araujo, pilares fundamentales de mi vida, a mis hermanos: Josué, Max y Carlos, por estar siempre presentes.

Agradezco al ingeniero Julio Pazmiño director de tesis, a la ingeniera Jakeline Torres codirectora y al señor Francisco Guarderas por compartir sus conocimientos, por su colaboración, su ayuda y por el gran apoyo brindado durante la elaboración de esta investigación.

Por último pero no menos importante agradezco a mis amigos por todos los buenos momentos compartidos.

**Marcos Araujo**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CUADROS.....	XVI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIX
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVOS.....	3
1.1.1.General.....	3
1.1.2.Específicos.....	3
<b>2.REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1.GENERALIDADES.....	4
2.1.1.Zeolitas Naturales.....	4
2.1.2.Clases de Zeolita.....	5
2.2.CLINOPTILOLITA.....	6
2.2.1Principales Funciones de la Zeolita Natural Clinoptilolita.....	8
2.3.FISIOLOGIA Y ANATOMIA DEL APARATO DIGESTIVO EN RUMIANTES.....	10
2.3.1.Retículo.....	11
2.3.2.Rumen.....	11
2.3.2.1. <u>Capa Sólida</u> .....	12
2.3.2.2. <u>Capa Líquida</u> .....	13
2.3.2.3. <u>Capa Gaseosa</u> .....	13
2.3.3.Omaso.....	13
2.3.4.Abomaso.....	14
2.3.5.Intestino Delgado.....	14

2.3.6. Intestino Grueso .....	15
2.3.7. Hígado.....	15
2.3.8. Glándulas Salivales.....	16
2.4. MICROORGANISMOS DEL RUMEN.....	16
2.5. NUTRICION EN RUMIANTES MENORES.....	18
2.5.1. Consumo de Alimento.....	18
2.5.2. Alimentación y Nutrición.....	19
2.5.3. Metabolismo Proteico en Rumiantes.....	20
2.5.4. Uso de Zeolita en Nutrición Animal.....	22
2.5.5. Requerimientos Nutricionales del Cordero.....	26
2.5.5.1. <u>Minerales</u> .....	28
2.5.5.2. <u>Proteínas</u> .....	29
2.5.5.3. <u>Energía</u> .....	30
2.5.5.4. <u>Agua</u> .....	31
<b>3. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>33</b>
3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN.....	33
3.1.1. <u>Ubicación Política</u> .....	33
3.1.2. <u>Ubicación Geográfica</u> .....	33
3.1.3. <u>Ubicación Ecológica</u> .....	34
3.2. MATERIALES.....	34
3.3. MÉTODOS.....	35
3.3.1. <u>Adecuación de los Potreros</u> .....	35
3.3.2.1 <u>Suministro de Alimento para los diferentes Tratamientos</u> .....	37
3.3.3. <u>Variables Evaluadas</u> .....	39
3.3.3.1. <u>Ganancia de Peso</u> .....	39

3.3.3.2. <u>Factor de Conversion Alimenticia</u> .....	40
3.3.3.3 <u>Condición Corporal</u> .....	41
3.3.3.4. <u>Altura a la Cruz</u> .....	42
3.3.3.5 <u>Famacha</u> .....	42
3.3.3.6. <u>Porcentaje de Mortalidad</u> .....	43
3.3.4. <u>Factores en estudio</u> .....	44
3.3.5. <u>Tratamientos a Comparar</u> .....	44
3.3.6. <u>Tipo de Diseño</u> .....	44
3.3.7 <u>Número de repeticiones o bloques</u> .....	44
3.3.8. <u>Características de la unidad experimental</u> .....	44
3.3.9. <u>Croquis del diseño</u> .....	45
3.3.10. <u>Análisis estadístico</u> .....	45
3.3.10.1. <u>Esquema del análisis de varianza</u> .....	45
3.3.10.2. <u>Coeficiente de variación</u> .....	46
3.3.10.3. <u>Análisis funcional</u> .....	46
3.3.11. <u>Análisis Económico</u> .....	46
<b>4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>48</b>
4.1. GANANCIA DE PESO .....	48
4.3. CONVERSIÓN ALIMENTICIA .....	51
4.4. CONDICIÓN CORPORAL .....	52
4.5. ALTURA A LA CRUZ .....	55
4.5. FAMACHA .....	57
4.5. PORCENTAJE DE MORTALIDAD .....	60
4.6. ANÁLISIS ECONOMICO .....	60
<b>5.CONCLUSIONES</b> .....	<b>62</b>

<b>6.RECOMENDACIONES.....</b>	<b>65</b>
<b>7.BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>66</b>
<b>8.ANEXOS.....</b>	<b>70</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO#</b>	<b>Pág.</b>
<b>Cuadro 1.</b> ....Clasificación de algunas zeolitas y su fórmula química respectiva.	5
<b>Cuadro 2.</b> Requerimiento diario de nutrientes en ovinos .....	27
<b>Cuadro 3.</b> Concentración de nutrientes en dietas de ovinos .....	27
<b>Cuadro 4.</b> Análisis de Varianza de la variable Ganancia de Peso en corderos de 6 meses de edad, Hacienda La Sevillana, 2012.....	48
<b>Cuadro 5.</b> .....Promedios y diferencia significativa en la Ganancia de Peso en corderos de 6 meses de edad, Hacienda La Sevillana, 2012.....	48
<b>Cuadro 6.</b> Análisis de Varianza de la variable Condición Corporal en corderos de 6 meses de edad, Hacienda La Sevillana, 2012.....	52
<b>Cuadro 7.</b> .....Promedios y diferencia significativa de la Condición Corporal en corderos de 6 meses de edad, Hacienda La Sevillana, 2012.....	52
<b>Cuadro 8.</b> Análisis de Varianza de la variable Altura a la Cruz en corderos de 6 meses de edad, Hacienda La Sevillana, 2012.....	55
<b>Cuadro 9.</b> Promedios y diferencia significativa de la Altura a la Cruz en corderos de 6 meses de edad, Hacienda La Sevillana, 2012.....	57
<b>Cuadro 10.</b> Análisis de Varianza de la variable Famacha en corderos de 6 meses de edad, Hacienda Sevillana, 2012.....	58
<b>Cuadro 11.</b> Promedios y diferencia significativa de la Famacha en corderos de 6 meses de edad, Hacienda La Sevillana, 2012.....	58
<b>Cuadro 12.</b> Porcentaje de mortalidad en corderos de 6 meses de edad durante la fase experimental, Hacienda Sevillana, 2012.....	60
<b>Cuadro 13.</b> Beneficio bruto, Costo Variable y Beneficio Neto de los tratamientos en estudio expresado en dólares por kilo en pie.....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA#</b>	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1:</b> Hacienda La Sevillana.....	33
<b>Figura 2:</b> Sub división de los potreros para la fase experimental.....	35
<b>Figura 3:</b> Potreros donde se ubicaron los corderos durante la fase experimental.....	37
<b>Figura 4:</b> Alimento Balanceado.....	37
<b>Figura 5:</b> Suplementación de los corderos con 200 gramos de balanceado.....	38
<b>Figura 6:</b> Pesaje semanal para el control de la ganancia de peso.....	39
<b>Figura 7:</b> Pesaje de la ración diaria de balanceado.....	40
<b>Figura 8:</b> Palpación lumbar y sección a nivel de 13 <sup>a</sup> costilla de una oveja.....	41
<b>Figura 9:</b> Efecto visual de la Condición Corporal durante los 90 días de la investigación en un mismo cordero del tratamiento 4.....	41
<b>Figura 10:</b> Medición semanal de la Altura a la Cruz, utilizando una regleta horizontal y una cinta métrica.....	42
<b>Figura 11:</b> Regleta de valores para la calificación de la Famacha.....	43
<b>Figura 12:</b> Ganancia de peso promedio durante las 13 semanas de la fase experimental, Cantón Latacunga, Provincia Cotopaxi, Hacienda La Sevillana.....	49
<b>Figura 13:</b> Relación de la ganancia de peso promedio con el número de semanas durante la fase experimental, Hacienda La Sevillana, 2012.....	50
<b>Figura 14:</b> Correlación entre la ganancia de peso y el tiempo al saque entre el mejor tratamiento y el testigo, Cantón Latacunga, Provincia Cotopaxi, Hacienda La Sevillana.....	50
<b>Figura 15:</b> Condición Corporal promedio durante la fase experimental, Cantón Latacunga, Provincia Cotopaxi, Hacienda La Sevillana, 2012.....	53
<b>Figura 16:</b> Aumento de la Condición Corporal promedio durante la fase experimental, Cantón Latacunga, Provincia Cotopaxi, Hacienda La Sevillana, 2012.....	54

- Figura 17:** Altura a la Cruz promedio en centímetros durante la fase experimental, Cantón Latacunga, Provincia Cotopaxi, Hacienda La Sevillana.....54
- Figura 18:** Curva de crecimiento de la Altura a la cruz en centímetros durante las 13 semanas de la fase experimental, Hacienda La Sevillana, 2012.....54
- Figura 19:** Relación de la famacha promedio durante las 13 semanas de la fase experimental, Cantón Latacunga, Provincia Cotopaxi, Hacienda La Sevillana, .....57
- Figura 20:** Famacha promedio durante la fase experimental, Cantón Latacunga, Provincia Cotopaxi, Hacienda Sevillana, 2012.....58

**ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>ANEXO#</b>	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 1.</b> Resultados Análisis Proximal.....	70
<b>Anexo 2.</b> Técnica para calificación de Condición Corporal.....	71
<b>Anexo 3.</b> Ficha Técnica MINEPLUS.....	72
<b>Anexo 4.</b> Ficha Técnica MINEPLUS.....	73
<b>Anexo 5.</b> Ficha Técnica MINEPLUS.....	74

## **I. INTRODUCCIÓN**

Oportunamente la producción ovina a nivel nacional ha dado un vuelco muy importante en el ámbito pecuario, existiendo más de un interesado por una producción ovina a gran escala, debido a la rentabilidad y a la diversidad de rubros que presenta la producción en sí (FAO 2006).

De un tiempo acá la producción ovina en el Ecuador se ha visto beneficiada con la conformación de departamentos ejecutivos y legislativos preocupados de la mejoría de la producción y de los pequeños productores inmersos, así también del aprovechamiento de las zonas alto andinas para este tipo de explotación, generando ganancias cuantitativamente justificables.

No obstante se conoce que el tipo de explotación es en su gran mayoría de manera familiar, minifundios o en pequeña escala, sin desmerecerlos ya que son una producción de gran importancia con interés comercial. Si lo comparamos con la producción bovina como ejemplo de otro tipo de explotación, para la producción de carne, la ganadería ovina tiene una rentabilidad de casi tres veces más, económicamente hablando y su requerimiento por área es inferior, teniendo en cuenta esto, cabe recalcar que la nutrición es una de las partes más importantes y el adecuado suministro de suplementos balanceados para ovinos, beneficiará la productividad de los mismos, generando mayores ingresos a los productores (INIA 2006).

La poca investigación en temas nutricionales para el sector ovino, da continuidad a un manejo tradicional que no permite un aprovechamiento total de la producción ovina.

El motivo de la presente investigación es, dar a conocer las propiedades de suplementos como las zeolitas, minerales de origen natural para uso en la dieta diaria animal que actúan como astringente, secuestrante de metales pesados, secuestrante de micotoxinas y como promotor de crecimiento.

Un mineral utilizado como suplemento que permite un mejor aprovechamiento del nitrógeno no proteico y reduce la incidencia de problemas gastrointestinales, López, citado por Cosma (2008).

La investigación puntualmente se concentra en la adición de zeolita natural clinoptilolita, en el alimento balanceado para obtener un mayor aprovechamiento de los nutrientes por el animal reflejándose en un mejor rendimiento y una mayor productividad.

Con este fin pensamos que la investigación es de beneficio para todos los pequeños y medianos ovinocultores a nivel nacional.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo General**

- Determinar el efecto de la adición de diferentes niveles de zeolita natural en la dieta balanceada de corderos destetados sobre los parámetros zootécnicos y económicos.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Determinar el tratamiento que permitirá un mejor desempeño productivo.
- Evaluar el incremento de peso, la condición corporal y el porcentaje de mortalidad de los corderos.
- Establecer el costo beneficio de cada uno de los tratamientos.
- Calcular la conversión alimenticia alcanzada con la suplementación de zeolita natural (clinoptilolita) en el balanceado.
- Determinar el incremento de la altura a la cruz de los animales de cada tratamiento.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 GENERALIDADES

#### 2.1.1 Zeolitas Naturales

Pocos trabajos se han desarrollado en el uso de zeolitas para la alimentación de rumiantes, pero los resultados de su aplicación en: peces, cerdos, aves y conejos indican que esta área es prometedora. Las zeolitas controlan el amonio en el paso del alimento a través del tubo digestivo de los animales permitiendo una mayor asimilación en sus organismos. La habilidad de las zeolitas para reducir químicamente el amonio se realiza por la adsorción del amonio en el mineral, desplazando así el equilibrio  $\text{NH}_4 - \text{NH}_3$  en la solución acuosa y reduciendo el potencial altamente dependiente de la tasa de movilidad del agua (Castaing 1998).

Las zeolitas son aluminosilicatos con cavidades de dimensiones moleculares de 3 a 10 angstrom. Contienen iones grandes y moléculas de agua con libertad de movimiento, para así poder permitir el intercambio iónico. Existen varios tipos de zeolita, nueve principales: Chabasita, Pentasil, Mordenita, Natrolita, Filipsita, Huelandita, Laumantita, Faujasita, Laumontitas (Castaing 1998).

### 2.1.2 Clases de Zeolita

Dentro de las Zeolitas Huelanditas, la Clinoptilolita es el mineral más conocido por sus diversos usos y aplicaciones. La Clinoptilolita, es una Zeolita natural formada a partir de cenizas volcánicas en lagos o aguas marinas hace millones de años (Castaing 1998).

**Cuadro 1. Clasificación de algunas zeolitas y su fórmula química respectiva.**

		<i>Volumen de poro</i> *
<i>Grupo de las analcimas</i>		
Analcimas	$\text{Na}_{16} (\text{Al}_{16}\text{Si}_{32}\text{O}_{96}) 16\text{H}_2\text{O}$	0.18
Wairakita	$\text{Ca}_8 (\text{Al}_{16}\text{Si}_{32}\text{O}_{96}) 16\text{H}_2\text{O}$	0.18
Leucita	$\text{K}_{16} (\text{Al}_{16}\text{Si}_{32}\text{O}_{96})$	0
<i>Grupo de las natrolitas</i>		
Natrolita	$\text{Na}_{16} (\text{Al}_{16}\text{Si}_{24}\text{O}_{80}) 16\text{H}_2\text{O}$	0.21
Edingtonita	$\text{Ba}_2 (\text{Al}_4\text{Si}_6\text{O}_{20}) 6\text{H}_2\text{O}$	0.35
Thomsonita	$\text{Na}_4\text{Ca}_8 (\text{Al}_{20}\text{Si}_{20}\text{O}_{80}) 24\text{H}_2\text{O}$	0.32
<i>Grupo de las filipsitas</i>		
Filipsita	$(\text{K},\text{Na})_5 (\text{Al}_5\text{Si}_{11}\text{O}_{32}) 10\text{H}_2\text{O}$	0.30
Garronita	$\text{NaCa}_{2.5} (\text{Al}_6\text{Si}_{10}\text{O}_{32}) 14\text{H}_2\text{O}$	0.41
Gismondina	$\text{Ca}_4 (\text{Al}_8\text{Si}_8\text{O}_{32}) 16\text{H}_2\text{O}$	0.47
<i>Grupo de las heulanditas</i>		
Heulandita	$\text{Ca}_4 (\text{Al}_8\text{Si}_{28}\text{O}_{72}) 24\text{H}_2\text{O}$	0.35
Clinoptilolita	$\text{Na}_6 (\text{Al}_6\text{Si}_{30}\text{O}_{72}) 24\text{H}_2\text{O}$	0.34
Estilbita	$\text{Na}_2\text{Ca}_4 (\text{Al}_{10}\text{Si}_{26}\text{O}_{72}) 32\text{H}_2\text{O}$	0.38
<i>Grupo de las mordenitas</i>		
Mordenita	$\text{Na}_8 (\text{Al}_8\text{Si}_{40}\text{O}_{96}) 24\text{H}_2\text{O}$	0.26
Ferrierita	$\text{Na}_{1.5}\text{Mg}_2 (\text{Al}_{5.5}\text{Si}_{30.5}\text{O}_{72}) 18\text{H}_2\text{O}$	0.24
Epistilbita	$\text{Ca}_3 (\text{Al}_6\text{Si}_{18}\text{O}_{48}) 16\text{H}_2\text{O}$	0.34
<i>Grupo de las chabasitas</i>		
Chabasita	$\text{Ca}_2 (\text{Al}_4\text{Si}_8\text{O}_{24}) 13\text{H}_2\text{O}$	0.48
Erionita	$(\text{Ca},\text{Mg},\text{Na},\text{K})_{4.5} (\text{Al},\text{Si}_{27}\text{O}_{72}) 27\text{H}_2\text{O}$	0.36
Zeolita L	$\text{K}_6\text{Na}_3 (\text{Al}_9\text{Si}_{27}\text{O}_{72}) 21\text{H}_2\text{O}$	0.28
<i>Grupo de las faujasitas</i>		
Faujasitas (X, Y)	$\text{Na}_{12}\text{Ca}_{12}\text{Mg}_{11} (\text{Al}_{59}\text{Si}_{135}\text{O}_{384}) 26\text{H}_2\text{O}$	0.53
Zeolita A	$\text{Na}_{12} (\text{Al}_{12}\text{Si}_{12}\text{O}_{48}) 27\text{H}_2\text{O}$	0.47
Zeolita ZK-5	$\text{Na}_{30} (\text{Al}_{30}\text{Si}_{66}\text{O}_{192}) 98\text{H}_2\text{O}$	0.45
<i>Grupo de las laumontitas</i>		
Laumontita	$\text{Ca}_4 (\text{Al}_8\text{Si}_{16}\text{O}_{48}) 16\text{H}_2\text{O}$	0.35
Yugawaralita	$\text{Ca}_4 (\text{Al}_8\text{Si}_{20}\text{O}_{56}) 16\text{H}_2\text{O}$	0.30
<i>Grupo de las pentasil</i>		
Zeolita ZSM-5	$\text{Na}_n (\text{Al}_n\text{Si}_{96-n}\text{O}_{192}) 16\text{H}_2\text{O}$	0.32
Zeolita ZSM-11		

\*  $\text{cm}^3$  de agua/ $\text{cm}^3$  de cristal.

Las zeolitas, debido a sus poros altamente cristalinos, se consideran un tamiz, pues sus cavidades son de dimensiones moleculares, de modo que al pasar el agua, las moléculas más pequeñas se quedan y las más grandes siguen su curso, lo cual permite que salga un líquido más limpio, blando y cristalino (Cosme 1988).

Su estructura cristalina está formada por tetraedros que se reúnen dando lugar a una red tridimensional, en la que cada oxígeno es compartido por dos átomos de silicio, formando así parte de los minerales tectosilicatos (Teherán 2011).

## **2.2 CLINOPTILOLITA**

La clinoptilolita es una zeolita natural formada por la desvitrificación de ceniza volcánica en lagos o aguas marinas hace millones de años. Este tipo es la más estudiada y considerada la de mayor utilidad. La clinoptilolita, se presentan de forma natural como rocas de origen volcánico, y son minerales del grupo aluminio-silicatos hidratados compuesto por: aluminio, sílice, hidrógeno y oxígeno altamente estables, con una forma similar a una jaula (Cosme 1988).

Las cargas negativas de las unidades de aluminio se equilibran con la presencia de cationes intercambiables, notablemente calcio, magnesio, sodio, potasio y hierro. Estos iones pueden ser desplazados por otras sustancias, por ejemplo metales pesados e iones de amoníaco. Este fenómeno se le conoce

como intercambio catiónico, y es esta capacidad de la clinoptilolita lo que le da las propiedades útiles (Cosme 1988).

En realidad son pocos los países que han contado con yacimientos para la explotación, entre ellos tenemos: Japón - Italia - Estados Unidos - México - Rusia - Hungría - Bulgaria - Cuba - Yugoslavia (Teherán 2011).

El uso de las zeolitas naturales para la producción animal viene desarrollándose desde hace más de 30 años en Japón, China, Georgia, Bulgaria y otros países y un poco más recientemente en Cuba, Estados Unidos, Eslovaquia, Australia, Francia, Brasil, Venezuela, México, Colombia y Ecuador. Sus principales aplicaciones han estado dirigidas a obtener mejoras tanto económicas como de manejo y en aspectos sanitarios, especialmente en el campo pecuario para el secuestro de micotoxinas y el control de diarreas en animales, su uso es por adición, es decir, que a la fórmula inicial obtenida en el ordenador, se le agrega la cantidad recomendada, según la especie (Maigua 2007).

Se ha comprobado su efecto en la absorción de humedad en el tracto digestivo, lo que unido a su efecto astringente adicional, reduce la velocidad de tránsito del bolo alimenticio y aumenta el aprovechamiento de los alimentos, por otra parte se ha observado una estimulación en el crecimiento de las células epiteliales en la zona de los micro vellos del intestino delgado, lo que favorece la absorción de nutrientes, así como un efecto en el

incremento de la actividad enzimática, lo que produce el desdoblamiento de los nutrientes en formas asimilables Terkim, citado en Geocities (2011).

### **2.2.1 Principales funciones de la Zeolita Natural (Clinoptilolita)**

Las zeolitas son minerales aluminosilicatos hidratados con cationes alcalinos y alcalino-térreos, que presentan infinidad de estructuras tridimensionales de tetraedro de silicio, y se utilizan en la alimentación animal con fines como (Cosma 2008):

1. Mejora de la eficiencia de utilización de los nutrientes.
2. Mejora de la tasa de crecimiento.
3. Control de problemas entéricos (diarreas, úlceras, etc.).
4. Control de olores indeseables en las instalaciones.
5. Prevención de desarrollo de hongos en almacenaje de granos y piensos.
6. Secuestrante de micotoxinas.
7. Sustituyen materias primas en los piensos.
8. Produce una mayor durabilidad en los alimentos peletizados.
9. Previene el stress al destete.
10. Producción de abonos orgánicos de bajo costo y alta eficiencia.

Las zeolitas incluidas en dietas para animales rumiantes, contribuyen a mejorar la digestión de los alimentos, aumentando la ganancia de peso, bajando la mortalidad y disminuyendo los costos por servicios médicos. Actúa como un amortiguador en el estómago, debido a la selectividad de los

iones, el nitrógeno es almacenado en el sistema digestivo, solamente para ser liberado más gradualmente a través del intercambio de cationes de sodio y potasio, derivados de la saliva que entran al estómago. De esta forma el animal recibe un mejor beneficio de la misma cantidad de alimento, debido a los valiosos nutrientes que han sido retenidos en el tracto digestivo por períodos mayores de tiempo antes de ser excretados tempranamente Terkim, citado en Geocities (2011).

Castro y Gonzales (1991), citados por Yaber (2007), sostienen que la mejora en la utilización de nutrientes por parte de la zeolita, se debe a que esta interviene en el metabolismo del nitrógeno ruminal, mediante una lenta absorción de iones de amonio, los cuales se van liberando lentamente para un mejor aprovechamiento, de esta forma la zeolita interviene en el metabolismo de las proteínas.

La Zeolita es un activador del sistema inmunológico, que limpia la sangre: el sistema linfático, el sistema glandular, el sistema celular y es efectivo en la estabilización de todos los sistemas funcionales del organismo. Su estructura tiene forma de panales de abeja (jaula zeolita), es un mineral natural que tiene una carga negativa (-) cuando es ingerida, todos los metales pesados, toxinas y productos químicos nocivos (+) son atraídos o atrapados por la zeolita para ser expulsados del cuerpo en forma natural, a través de la orina en su mayor parte. En un menor porcentaje el resto de toxinas son expulsadas por las heces, es segura y extremadamente eficaz, equilibra además el pH del cuerpo impidiendo con ello el crecimiento de células

extrañas y potenciando a su vez todo el sistema inmunológico del organismo (Teherán 2011).

El poder quelante de la zeolita está basado en su capacidad de discriminar entre moléculas útiles; se une fácilmente con los metales pesados y tóxicos (generalmente pequeños y eléctricamente muy cargados) y tiene escasa o nula afinidad con las estructuras útiles (más grandes, livianas y con carga débil). Esto explica porque la zeolita pueda quelatar moléculas tóxicas como el arsénico (diámetro 1,8 Å angstroms) y en cambio no actúa sobre moléculas de minerales útiles como el potasio (diámetro 2,8 Å angstroms). Una vez cumplido su objetivo (captar elementos nocivos), la zeolita cargada de sustancias tóxicas abandona rápidamente el organismo, sin dejar señas, siendo un aluminosilicato (Teherán 2011).

### **2.3 FISIOLÓGÍA Y ANATOMÍA DEL APARATO DIGESTIVO DE LOS RUMIANTES**

El tracto digestivo está compuesto por boca, esófago, estómago compuesto, intestino delgado, intestino grueso, y ano. Otras estructuras y órganos, tales como glándulas salivales e hígado, también intervienen en la digestión. El interior del rumen, retículo y omaso están cubiertos exclusivamente con epitelio estratificado similar al que se observa en el esófago, pero cada uno posee una mucosa distinta que le facilita su función (Cuellar y Cruz 2001).

El esófago es un largo tubo muscular que se dirige al estómago. Cuando el alimento es tragado, los músculos en el esófago mueven el alimento al resto del aparato digestivo (Relling y Mattioli 2004).

El estómago de los rumiantes difiere notablemente en estructura y función comparado con los monogástricos (cerdos, caballos, etc.). Los ovinos, así como otros rumiantes, tienen tres compartimentos adicionales (retículo, rumen y omaso) a través de los cuales pasa el alimento antes de llegar al estómago verdadero o abomaso (Pulido y Fehring 2004).

### **2.3.1 Retículo**

El retículo es un saco ciego del rumen que actúa como un área de retención para el alimento después de que este ha pasado por el esófago. El retículo recibe el material que va entrando en el sistema digestivo y atraparé grandes partículas. Debido a que no hay marcada división entre el rumen y el retículo, usualmente se los denomina retículo-rumen. El epitelio del retículo presenta pliegues que forman celdas poligonales. Una gran cantidad de pequeñas papilas están presentes en la superficie de celdas (Pulido y Fehring 2004).

### **2.3.2 Rumen**

El rumen es un gran saco muscular el cual se extiende en el lado izquierdo de la cavidad corporal desde el diafragma a la pelvis. El rumen es un sitio crítico para la digestión del alimento en los rumiantes. El rumen tiene un

complejo medio, formado por microorganismos, quienes transforman el alimento en varios estados de digestión, gases y fluido ruminal. Aproximadamente el 70% de los requerimientos de energía animal son suministrados a través de la actividad microbiana en el rumen (INIA 2005).

Así la digestión de los diferentes nutrientes dependerá de la capacidad de los microorganismos para disolverlos dentro del fluido ruminal. Algunos nutrientes serán completamente disueltos y utilizados por los microorganismos, mientras que otros pasarán intactos a través del rumen (Pulido y Fehring 2004).

Según Galindo (2001), los millones de microorganismos (bacterias, protozoarios y hongos) son la base del proceso de fermentación. Los contenidos del rumen se acomodan en tres capas dependiendo de su densidad y tamaño de partículas.

#### **2.3.2.1 Capa sólida**

Está formada principalmente por alimento y microorganismos flotantes. El alimento consumido recientemente se establece en la parte superior de esta capa, debido a que posee partículas de gran tamaño (1 a 2 cm), las cuales atrapan a los gases producidos. El alimento consumido con anterioridad, se localiza en el fondo de la capa sólida, debido a que ya fue fermentado lo suficiente y se redujo

su tamaño (2 a 3 mm), en este momento puede ser captado por el retículo y salir a través del orificio retículo-omaso (Galindo 2001).

#### **2.3.2.2 Capa líquida**

Se localiza ventralmente y contiene líquido con pequeñas partículas de alimento y microorganismos suspendidos (Cuellar y Cruz 2001).

#### **2.3.2.3 Capa gaseosa**

Se localiza en la parte superior y en ella se encuentran los gases producidos durante la fermentación de los alimentos (Cuellar y Cruz 2001).

#### **2.3.3 Omaso**

El omaso es mucho más pequeño que el rumen. Este muele las partículas del alimento que vienen desde el retículo-rumen para reducir el tamaño de las partículas y absorber el exceso de humedad. Debido a que la fermentación requiere de grandes cantidades de fluido, el omaso es importante para recapturar agua y evitar la deshidratación. Del omaso, la digesta es llevada hacia el abomaso (Galindo *et al.* 1982).

#### **2.3.4 Abomaso**

El abomaso es llamado el estómago verdadero. Este funciona de manera similar al estómago de los monogástricos, incluyendo la producción de ácidos y enzimas para ayudar a la digestión de ciertos componentes alimenticios (Relling y Mattioli 2004).

La proteína que es insoluble en el fluido ruminal, un pequeño porcentaje de almidón y algunas grasas de la dieta son pasados desde el rumen al abomaso relativamente intactos. El abomaso esta también especializado para digerir los nutrientes contenidos en los microorganismos (Pulido y Fehring 2004).

#### **2.3.5 Intestino Delgado**

Es el principal sitio de absorción de nutrientes luego del los estómagos diferenciados. Se encuentra ubicado en la mitad derecha de la cavidad abdominal, con algunas asas caudales y ventrales con respecto al rumen. En posición ventral con respecto al intestino grueso. El intestino delgado mide mide de 27 a 40 metros de longitud, 5 cm de diámetro y una capacidad aproximada de 9 litros (Dahme y Weiss 1989).

### **2.3.6 Intestino Grueso**

En los mamíferos está compuesto por el ciego y el colon. En los rumiantes, del 10 al 15% del requerimiento de energía animal es suministrado a través de la fermentación que realiza una pequeña población de microorganismos en el ciego (Pulido y Fehring 2004).

Otra de las funciones del intestino grueso es la absorción de agua y formación de heces (INIA 2005).

### **2.3.7 Hígado**

Es un órgano grande que representa alrededor del 1.5% del peso vivo del animal, es una de las glándulas anexas del aparato digestivo. Se halla a la derecha del plano medio. Los nutrientes recientemente digeridos y absorbidos son transportados, almacenados y procesados, es el responsable de metabolizar las sustancias que son absorbidas en el tracto gastrointestinal. El hígado moviliza una gran cantidad de metabolitos, los almacena y los envía a la circulación sanguínea. El hígado realiza una importante labor de desintoxicación, puede neutralizar sustancias tóxicas transformándolas para que sean menos peligrosas y puedan ser expulsadas. El hígado almacena carbohidratos en forma de glucogeno. También almacena sustancias lipídicas y regula la movilización de las mismas en el organismo (INIA 2005).

### **2.3.8 Glándulas Salivales**

Hay tres juegos de glándulas que secretan saliva dentro de la boca. La saliva se mezcla con el alimento que está siendo masticado y es tragada junto con este. La saliva, la cual tiene un pH alto, es muy importante para mantener un correcto balance en el rumen y es un componente clave del fluido ruminal. Los rumiantes producen grandes cantidades de saliva en vacas adultas entre 100-150 litros/día y 8.5-12.5 litros/día en los ovinos; además de sus cualidades conocidas, la saliva del rumiante posee funciones importantes (Relling y Mattioli 2004):

- Mantiene un pH constante. Debido a que es rica en fosfatos y bicarbonatos tiene la facultad de actuar como amortiguador, controlando el efecto de los ácidos que se producen durante la fermentación.
- Es una fuente de nitrógeno no proteico (NNP). La urea sintetizada en el hígado es secretada en la saliva para nutrir a la microbiota ruminal.

## **2.4 MICROORGANISMOS DEL RUMEN**

Todos los alimentos que un rumiante consume están sujetos a la digestión microbiana, proceso que permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes para los animales (Navarrete 2007).

Los microorganismos secretan enzimas sobre las partículas de alimento y dentro del fluido ruminal, siendo disuelto por los microbios y por el fluido circundante. A diferencia de muchos grupos de mamíferos que dependen de carbohidratos y grasas, la gran mayoría de la energía en la dieta para rumiantes es suministrada por los carbohidratos de las plantas (Pulido y Fehring 2004).

Mientras los microbios están descomponiendo y utilizando los carbohidratos en el rumen (fermentación), producen subproductos ricos en energía llamados Ácidos Grasos Volátiles (AGV) Flores y Rodríguez (2003), citados por Navarrete (2007).

Los AGV son absorbidos por el animal a través de la pared ruminal para luego ser llevados por el torrente sanguíneo hasta el hígado para su procesamiento y almacenamiento. Mientras van creciendo los microbios del rumen producen aminoácidos; estos son los ladrillos fundamentales con los cuales se sintetizan las proteínas. Las bacterias pueden utilizar amoníaco o urea como fuentes de nitrógeno para producir aminoácidos (INIA 2005).

Sin la conversión bacteriana, el amoníaco y la urea son inútiles a los rumiantes. Sin embargo, las proteínas bacterianas producidas en el rumen se digieren en el intestino delgado y constituyen la fuente principal de aminoácidos para los rumiantes (Relling y Mattioli 2004).

## **2.5 NUTRICION EN RUMIANTES MENORES**

### **2.5.1 Consumo de Alimento**

En el Ecuador la producción ovina se la realiza generalmente en los páramos ubicados por encima de los 2800 a 3500 msnm, altitudes donde los ovinos y los camélidos sudamericanos son relativamente más importantes, constituyéndose en una actividad productiva de la población indígena con un 80% aproximadamente a nivel nacional. Los sistemas de producción en estas altitudes hacen uso de los pastos y forrajes para su alimentación: pastos fibrosos bajos en proteínas, que se producen donde otros cultivos no puede prosperar normalmente, siendo la respuesta de producción que puede transformar su consumo de alimento en carne (FAO 2006).

En el Ecuador, la ovinocultura enfrenta serios desafíos que afectan su desarrollo, uno de ellos es que la mayor parte de la producción se maneja en forma extensiva, sin controles de algún tipo. Siendo los pequeños productores en estos sistemas extensivos, quienes manejan la alimentación con pastos naturales de las zonas alto andinas, con residuos de cosechas y malezas (INIA 2006).

Una característica peculiar de los sistemas de cría y alimentación de ganado en los Andes es la frecuencia del «sogueo», una forma de atadura individual con una soga larga y una estaca colocada en el potrero, de donde es movido diariamente o más frecuentemente (INIA 2005).

En Latinoamérica, la producción ovina se caracteriza por utilizar como principal recurso alimenticio la pradera natural, nutricionalmente deficiente, desprovista de los requerimientos que el animal necesita, situación que sumada a la Condición Corporal baja por un desgaste energético y una secuencia reproductiva sin control, genera sistemas extensivos y estacionales. En estos sistemas, las medidas de manejo usadas son aquellas que hacen coincidir los requerimientos nutricionales de los ovinos con la disponibilidad de forraje de la pradera, basándose para ello en la adecuación de la época de la carga animal (Cosma 2008).

### **2.5.2 Alimentación y Nutrición**

La alimentación representa aproximadamente entre el 60 y 80% de los gastos de una producción ovina (Cosma 2008).

La sobrealimentación del rebaño eleva considerablemente los costos de producción lo cual es contraproducente, a su vez si se subalimenta también resulta costosa pues la productividad baja. Por lo cual es imperativo evaluar y manejar adecuadamente los recursos alimenticios para optimizar el uso por los animales, maximizando a la vez la productividad del rebaño y los beneficios para el ganadero (Castro 1996).

Es importante recordar que cuando se habla del consumo de alimento se hace referencia a la cantidad de materia seca ingerida, pues de esta manera se

elimina la humedad como una variable que puede alterar una correcta comparación entre diferentes alimentos. Antes de las tres semanas de edad el consumo de alimento seco es normalmente ínfimo, sin embargo este consumo puede ser significativamente influenciado mediante la ejecución de un adecuado programa de creep feeding o práctica para el consumo de alimento sólido (Castro 1996).

Gimeno (2004) sugiere que la ingesta total de materia seca no se incrementa linealmente con el peso, aunque el consumo de alimento normalmente en corderos acrecienta al máximo a las seis semanas y varía entre 3.5 y 4% del peso vivo.

Según Pulido (2004), el consumo real de alimento también dependerá del tamaño, condición corporal y edad, otros factores que pueden influir en el consumo de alimento incluyen:

- Cantidad de alimento ofrecido
- Competencia por alimento disponible
- Palatabilidad
- Forma física del alimento

### **2.5.3 Metabolismo Proteico en Rumiantes**

Relling y Mattioli (2004), sostienen que en los rumiantes, las necesidades de nitrógeno de los tejidos son cubiertos por los aminoácidos absorbidos en el

intestino delgado, resultado de la actividad de los microorganismos del rumen, el modo de utilización de las proteínas por los rumiantes difiere significativamente del que tiene lugar en los animales monogástricos. Los microorganismos del rumen se caracterizan por su gran capacidad para sintetizar todos los aminoácidos, incluyendo los esenciales, necesarios para el animal.

Además, una parte del nitrógeno de los alimentos para los rumiantes puede administrarse, en reemplazo de las proteínas, en forma de compuestos nitrogenados sencillos como los compuestos de Nitrógeno No Proteico (NNP), como la Urea y las sales de amonio (Bondi 1988).

La utilización de las proteínas ingeridas cumple un proceso durante el paso de los alimentos por el rumen, gran parte de la proteína se degrada hasta péptidos por acción de las proteasas. Los péptidos son catabolizados hasta aminoácidos libres, y éstos hasta amoníaco, ácidos grasos volátiles y dióxido de carbono. Parte del amoníaco liberado en el rumen no puede ser fijado por los microorganismos, entonces se absorbe y es llevado por la sangre hasta el hígado, donde se transforma en urea, siendo la mayor parte eliminada por el animal en forma de orina. Las proteínas microbianas, son las proteínas de los alimentos que no son degradadas, son digeridas en el intestino delgado por proteasas y participan en el flujo de aminoácidos que son absorbidos en él. Entonces, para el aporte de los aminoácidos esenciales, los rumiantes dependen de la proteína microbiana y de la proteína de la ración que escapa a la digestión en el rumen (Bondi 1988).

En resumen, la proteína de la dieta puede seguir tres caminos:

1. Convertirse en amoníaco y pasar a proteína microbiana.
2. No ser degradada en el rumen y pasar como tal a los compartimientos subsiguientes.
3. Ser utilizada en la fabricación de proteína microbiana sin pasar a amoníaco (Stritzler *et al.* 1983).

#### **2.5.4 Uso de Zeolita en Nutrición Animal**

Pulido *et al.* (2004), afirman que el efecto de la inclusión de zeolita con dos porcentajes, durante 65 días, en terneras lecheras pos destete, fue obtener ganancias de peso de 0,644 Kg/día con la adición del 3% de zeolita versus 0,506 Kg, del tratamiento testigo.

Según Navarro (1987), determinan que en rumiantes menores el efecto de la suplementación de bloques proteico-energéticos con zeolita en el desarrollo y crecimiento de corderos tiene diversos efectos benéficos sobre la salud y nutrición animal. Su uso muestra disminuciones en la tasa de mortalidad, úlceras gástricas, neumonías y dilataciones cardíacas.

Vera y Álava (2004), investigaron con tres niveles de inclusión de zeolita como promotor de crecimiento en 16 cerdos hasta alcanzar un peso promedio de 75 kilos durante 11 semanas, obteniendo los mejores resultados con la inclusión del 6% de zeolita, con una ganancia promedio diaria de 0,75

kilogramos y una conversión alimenticia de 2.25. Disminuyen los gastos por medicamentos animales y mostraron efectos benéficos al reducir o eliminar males entéricos como la disentería.

Nicolalde (2008) evaluó tres porcentajes de adición de zeolita en cerdos en etapa de crecimiento, obteniendo con el 6% de inclusión, una ganancia de peso diaria de 0,56 kg, una ganancia de peso promedio de 33,50 Kg a los 60 días, una conversión alimenticia de 2,92, se pudo controlar las diarreas y no se presentó mortalidades durante la investigación.

Meléndez y Rodríguez (2004), sostienen que la zeolita mejora el aprovechamiento de los nutrientes de la ración, mejora la producción y composición de la leche en la cría porcina, contrarresta las diarreas entre los tres y seis días de vida de los lechones, baja la mortalidad causada por enteropatías, debido principalmente a que las zeolitas capturan toxinas y en algunos casos el cuerpo de bacterias patógenas que causan este tipo de problemas.

Rocha *et al.* (2012), prueban la inclusión de zeolita con cinco porcentajes distintos en cerdos castrados de 70 días de edad, con peso inicial de 30,34 kg, teniendo mejores resultados con la inclusión del 2% de zeolita natural tanto en ganancia de peso (99.87 kg) como en conversión alimenticia (2,38).

La inclusión de zeolita en la alimentación animal, específicamente en las aves, ha sido favorablemente utilizada debido a que este mineral por sus

características físicas y químicas provoca la disminución de la velocidad de tránsito de la ingesta, menor consumo de agua, mejor eficiencia alimenticia y aumento del peso corporal (Cervantes 2005).

Cornejo *et al.* (2010), reportan que los resultados de su investigación en 160 pollos broilers durante 50 días, con la incorporación de un 2% de zeolita permite un rendimiento a la canal superior y un peso de 1801,6 gr. versus 1686,8 gr. del tratamiento testigo.

Cervantes (2005) evaluó tres porcentajes de inclusión de zeolita en 240 pollos broilers obteniendo datos similares a (Cornejo *et al.* 2010), ya que la inclusión del 2% fue el mejor tratamiento y permitió una ganancia promedio de 2,4 kg a diferencia de los 2,09 kg que se obtuvo con el tratamiento testigo, además una conversión alimenticia de 1,9 y una mortalidad de 0% durante la investigación. No se observaron efectos adversos en la vitalidad de las aves y las deyecciones de los grupos que recibieron dietas con zeolita contenía un 25% menos de humedad que las de grupos sin zeolita, después de un periodo de 12 días de secado, convirtiendo a estos desechos en materiales más fáciles de manejar

Cosma (2008) en su investigación adiciona 3% de zeolita en una fórmula comercial de balanceado, durante 45 días en etapa de engorde con 112 conejos destetados con un peso promedio de 640 gr, obteniendo una ganancia promedio diaria de 34,52 gr versus 33,18 gramos del testigo, y una ganancia de peso al final de la investigación de 1372.99 gr versus 1295.57 gramos del

testigo además reporta una mortalidad del 20% versus el 50% en el grupo testigo (sin la inclusión de zeolita).

La enteritis, caracterizada por abundante diarrea, es la causa de mayor mortalidad en crías de conejos. Se conoce que por esta causa hay pérdidas de hasta el 61,2% en conejos menores de 8 semanas. Sobre la base de los datos presentados en diferentes investigaciones se sugiere que la adición de zeolitas a las raciones de los conejos ayuda a reducir la incidencia de enteritis. Los mecanismos que conducen al éxito de las zeolitas se han interpretado de diferentes maneras y por varios investigadores, evaluando el volumen en la forma de fibra que ha sido utilizada en la reducción de la incidencia de la diarrea; o que las zeolitas pueden actuar en la estimulación de la formación de un revestimiento en el estómago y el tracto intestinal que aumenta la producción de anticuerpos que inhiben la enteritis; o que las zeolitas, por la naturaleza de sus propiedades de intercambio iónico, pueden actuar para cambiar la densidad de iones de hidrógeno dentro del estómago e intestinos, bajando el pH y así reducir la presencia de la enteritis (Cosma 2008).

Por sus propiedades, las zeolitas presentan beneficios en varias aplicaciones y usos finales en la acuicultura. Su alta capacidad de intercambio catiónico les permite ser un excelente medio para la remoción del amonio tóxico a través del intercambio iónico como un filtro físico – químico o para la eliminación de bacterias como sustrato en un litro biológico.

Galindo *et al.* (1982), empleando 1% de zeolita en camarones en etapa de post-larva durante 50 días obtuvo ganancias de peso de hasta 28,8 mg y una conversión alimenticia de 2,4 versus 26,1 mg de peso al final de la investigación y una conversión alimenticia de 2.60 en el testigo.

### **2.5.5 Requerimientos Nutricionales del Cordero**

Habitualmente la alimentación a base de forraje verde es de un 80% de la alimentación total del cordero.

Los requerimientos nutricionales de ovinos, dependen, entre otros factores: de la edad, sexo y estado productivo. Los animales jóvenes requieren de una dieta rica en energía y proteína para un óptimo crecimiento y buena salud. Los requerimientos de energía y proteína gradualmente se reducen mientras el animal alcanza la madurez (INIA 2005).

Los requerimientos para ovinos en diferentes estados productivos se detallan en las tablas elaboradas por el Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos (NRC). Una inadecuada lactancia durante el primer mes de vida puede prolongar la fase de crecimiento tentativo, mientras que en fases posteriores la asimilación de nutrientes puede ser afectada por el suministro de alimento de baja calidad o por la limitada disponibilidad de alimento. Los efectos de consumo limitado de nutrientes suelen prolongar el periodo de engorde al reducir la cantidad de nutrientes para la ganancia de peso (Lozano 2010).

**Cuadro 2. Requerimiento diario de nutrientes en ovinos**

Etapas	Peso vivo	Ganancia diaria	Consumo materia seca	% peso vivo	TDN	ED	EM	Proteína	Calcio	Fósforo
	Kg.	g/día	Kg/día	consumo MS.	Kg/día	Mcal/día	Mcal/día	Cruda g/día	g/día	g/día
<b>Mantenimiento</b>	60	10	1.1	1.8	0.61	2.7	2.2	104	2.3	2.1
<b>Inicio gestación (1ª 15 semanas)</b>	60	135	1.6	2.7	0.94	4.1	3.4	161	5.5	3.4
<b>Final gestación (últimas 4 semanas)</b>	60	160	1.7	2.8	1.07	4.7	3.9	192	6.6	3.8
<b>1ra 6-8 semanas lactancia</b>	60	-100	2.5	4.2	172	7.6	6.2	336	9.0	6.4
<b>Destete muy temprano</b>	10	200	0.55	5.0	0.4	2.1	1.7	157	4.9	2.2
<b>Destete temprano</b>	22	250	1.2	6.0	0.92	4.0	3.30	205	6.5	2.9
<b>Destete normal</b>	30	300	1.3	4.3	1.0	4.4	3.6	191	6.7	3.2
<b>Crecimiento</b>	40	400	1.5	3.8	1.14	5.0	4.1	234	8.6	4.3
<b>Desarrollo</b>	50	425	1.7	3.4	1.29	5.7	4.7	240	9.4	4.8
<b>Finalización</b>	>60	350	1.7	3.7	1.29	5.7	4.7	240	8.2	4.5
<b>Semental</b>	80	290	2.8	3.5	1.8	7.8	6.4	268	8.5	4.6

Fuente: Nutrients Requirements of Sheep. NRC edition (1985).

**Cuadro 3. Concentración de nutrientes en dietas de ovinos**

Peso vivo (libras)	10 – 42 días	< 45 <20 KG	45-80 20-35 KG	80-100 35-45 KG	>100 >45 KG	
Estado de producción	Pre iniciador	Iniciador	Crecimiento	Desarrollo	Engorde	Gestación/ Lactancia
Proteína C. %	20.0	18.0	17.0	16	14	15
ED Mcal/ Kg.	3.4	3.4	3.3	3.3	3.3	3.0
EM Mcal/kg	2.9	2.8	2.7	2.7	2.7	2.5
TDN %	80.0	78.0	78.0	78.0	78.0	69.0
Calcio %	0.82	0.54	0.51	0.55	0.55	0.37
Fósforo %	0.38	0.24	0.24	0.28	0.28	0.26
Sal %	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Fuente: Nutrients Requirements of Sheep. NRC edition (1985)

### **2.5.5.1 Minerales**

Dentro de la gran cantidad de elementos minerales que contiene el organismo, tan solo 15 han demostrado ser esenciales para el ganado ovino (NRC 1985), considerándose como esencial aquellos en los que se ha demostrado que poseen una función metabólica en el animal (Gutiérrez *et al.* 2001).

El ganado ovino, al igual que el bovino y otras especies pecuarias, requieren la suplementación de minerales, sobre todo en aquellas condiciones en que los elementos más esenciales como: el calcio, fósforo y micro elementos como: el magnesio, cobalto, cobre, hierro, azufre, no están presentes en el suelo, y por consiguiente son escasos en los pastos que constituyen la fuente principal de alimentación (Cosma 2008).

Sobre la importancia de los minerales, como constituyentes de los tejidos y fluidos del organismo, su acción sobre el funcionamiento de los órganos y en la síntesis de otras sustancias orgánicas, se han realizado numerosos estudios a nivel mundial y en todas las especies de ganado.

Cuando estos elementos son deficitarios en los alimentos que el ganado consume, se produce la desmineralización de los huesos, desde donde son transferidos al plasma sanguíneo. Esta movilización se hace más crítica durante la gestación y la lactancia (mayor

demanda), fases en las que la falta de estos minerales puede conducir a la muerte del animal (Navarro 1987).

### **2.5.5.2 Proteínas**

Las proteínas constituyen el principal componente de la mayor parte de los tejidos, la formación de cada uno de ellos requiere de su aporte, dependiendo más de la calidad que de la cantidad que se ingiere (FAO 1997).

Esta función se lleva a cabo por los aminoácidos, que se combinan para formar proteínas. La importancia de las proteínas en la nutrición se demuestra por las numerosas funciones que se desarrollan en el organismo animal. Todas las enzimas que catalizan las reacciones químicas en los sistemas biológicos son proteínas. El inadecuado suministro, provoca un menor peso al nacimiento, crecimiento retardado, baja producción de leche, infertilidad, y menor eficiencia en la utilización de los alimentos (Lozano 2010).

La utilización de forrajes en animales en crecimiento y engorde, han logrado buenos incrementos de peso utilizando pastos ray grass, tetraploides, alfalfa y tréboles (Caycedo *et al.* 1988).

Los pastos verdes y los granos de cereales; cebada, avena, maíz, son alimentos eficientes para producir energía, especialmente para ovinos

que están al final de la preñez, durante la lactancia, en las etapas de crecimiento y terminación. La energía insuficiente puede ocasionar lentitud o cese del crecimiento, pérdida de peso, fallas en la reproducción, aumento de la mortalidad y mayores infecciones parasitarias, a causa de que las resistencias son menores (Barrios 2005).

Las proteínas fijan y transportan una gran variedad de sustancias incluido: lípidos, ácidos grasos, cobre, hierro y hemoglobina. A diferencia de la energía y algunos minerales, las proteínas no pueden ser almacenadas en el cuerpo del animal, por eso se requiere de constante suplementación (Bondi 1988).

### **2.5.5.3 Energía**

La necesidad de energía de forma cuantitativa es de gran importancia ya que está conformada por nutrientes como: carbohidratos, lípidos y proteínas. Es el factor limitante más común en la nutrición de los pequeños rumiantes (Bondi 1988).

En los corderos la mayor cantidad de energía es suministrada por los carbohidratos de los alimentos de origen vegetal, la escasez de energía en la alimentación, puede provocar lento crecimiento y mayor susceptibilidad a enfermedades y parásitos. Las hembras adultas a su vez pueden perder peso, parir corderos débiles, tener una producción

inadecuada de leche, periodos cortos de lactación además de empobrecer la cantidad y calidad de lana o carne (Gutiérrez *et al.* 2001).

La necesidad de energía es lo mas importante y varia con: la edad, actividad del animal, estado fisiologico, nivel de producción y temperatura ambiental. Algunas investigaciones concluyen que el contenido de energía de la dieta afecta el consumo de alimento; observando que los animales tienden a un mayor consumo de alimento a medida que se reduce el nivel de energía en la dieta (Barrios 2005).

#### **2.5.5.4 Agua**

El agua es un componente importante del cuerpo por que participa en toda la fisiología digestiva. Este en un nutriente indispensable para maximizar la productividad, sin embargo es usualmente pasado por alto al diseñar los programas de alimentación para el rebaño (Cosma 2008).

Podemos mencionar que en la dieta a base de forraje los requerimientos de agua es del 10% de su peso vivo, en tanto, que con una dieta a base de concentrado los requerimientos de consumo agua puede llegar al 15% de su peso vivo (Gutiérrez *et al.* 2001).

Es esencial una fuente de agua limpia disponible para los animales todo el tiempo, pues de lo contrario toda la planeación y suministro del alimento sería una pérdida total debido a la estrecha relación que existe entre el consumo de agua y otros factores como: tipo de alimento consumido, temperatura ambiente, estado fisiológico y tipo de animal, entre los principales (Gimeo 2004).

La insuficiente ingesta de agua puede reducir el consumo de materia seca e incluso afectar la ingesta de sal y minerales. El consumo de agua en los ovinos es ampliamente variable, dependiendo de la edad, estado productivo, presencia de lana o pelo, temperatura y humedad del ambiente (Galindo *et al.* 1982).

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN



Fuente: Araujo M, 2012

**Figura 1: Hacienda La Sevillana.**

##### 3.1.1. Ubicación Política

Provincia: Cotopaxi

Cantón: Latacunga

Parroquia: Joseguango Bajo

Hacienda: La Sevillana

##### 3.1.2. Ubicación Geográfica

Latitud Sur: 1° 1' 10''

Longitud Occidental: 78°, 37', 0''

### **3.1.3. Ubicación Ecológica**

Altitud: 2900 m.s.n.m.

Precipitación media anual: 900-1100 mm

Temperatura media anual: 12,6 °C

Humedad relativa: 70%

Luminosidad: 12 horas luz

Zona de vida: Bosque Húmedo sub-andino

## **3.2. MATERIALES**

- 40 corderos destetados de 90 días de edad
- 1 tonelada de alimento balanceado
- 2 hectáreas de potreros de 60 días de descanso
- 4 Comederos metálicos
- 4 Bebederos plásticos
- Cintas de colores para identificación de cada tratamiento
- Libreta de Campo
- Esferográfico
- Computadora
- Cámara fotográfica
- Balanza para pesaje de animales (Romana)
- Balanza para pesaje de balanceado
- Regleta para medir la altura
- Cinta métrica

### 3.3. MÉTODOS

#### 3.3.1 Adecuación de Potreros

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron dos potreros de una hectárea cada uno y a cada potrero se lo dividió en cuatro potrerillos dando un total de 8 subdivisiones con una área aproximada de 2500 m<sup>2</sup> para cada una, con 60 días de descanso aproximadamente y con mezcla forrajera de (kikuyo/trébol blanco), en toda su extensión, las divisiones de los potrerillos se las realizó con malla metálico de alambre electro soldado.

Los tratamientos para el presente estudio fueron:

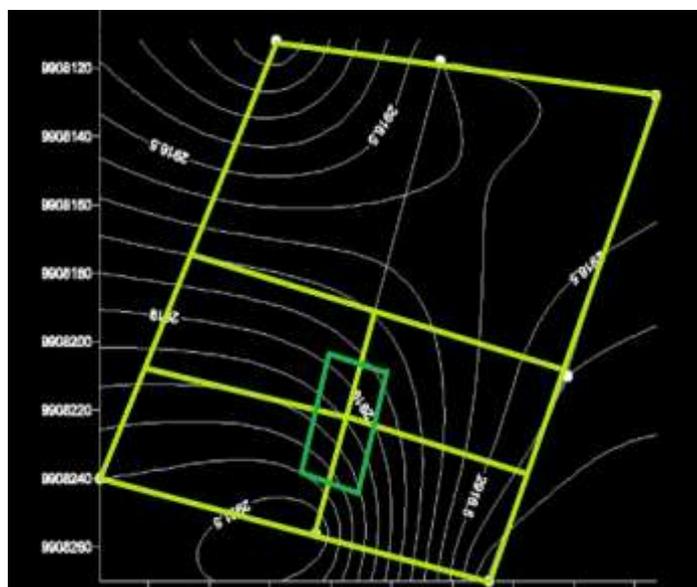
Tratamiento 1: 200 gramos de balanceado por animal con 0% de zeolita

Tratamiento 2: 200 gramos de balanceado por animal con 0.05% de zeolita

Tratamiento 3: 200 gramos de balanceado por animal con 0.15% de zeolita

Tratamiento 4: 200 gramos de balanceado por animal con 0.25% de zeolita

**Figura 2: Sub división de los potreros para la fase experimental.**



Fuente: Araujo M, 2012

Se utilizaron 40 corderos destetados, de tres meses de edad y un peso promedio de 20 kg mediante un Diseño de Bloques Completamente al Azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones.

A todos los corderos se los identifico con aretes y un collar distinto por color para cada tratamiento. Se manejaron en un sistema semiestabulado, se los dividió en cuatro grupos homogéneos de 10 animales, suministrándoles el mismo balanceado a cada grupo pero con distinto porcentaje de inclusión de zeolita (0, 0.05, 0.15, y 0.25%), agua a voluntad y pastoreo continuo durante los tres meses de la fase experimental. Cabe recalcar que todos los animales cumplieron un periodo de 5 días de adaptación para alimentarse con balanceado.

Para el análisis proximal se recolectó una muestra de la mezcla forrajera (Kikuyo-Trébol), aproximadamente de 1 kg, esta muestra se llevó a los laboratorios del INIAP “Santa Catalina” (Anexo 1), para determinar la proteína y la energía que aporta la mezcla forrajera a los animales y en base a esta realizar la formulación balanceada (León 2003).



Fuente: Araujo M, 2012

**Figura 3: Potreros donde se ubicaron los corderos durante la fase experimental.**

### **3.3.2 Suministro de Alimento para los Diferentes Tratamientos**

La dieta durante los 90 días de la investigación, consistió en el consumo normal de sal, el consumo ad libitum de forraje y agua, adicional a esto cada animal recibe 200 g de alimento balanceado con diferente porcentaje de zeolita natural clinoptilolita añadido de acuerdo a los tratamientos y repartido en dos comidas al día.



Fuente: Araujo M, 2012

**Figura 4: Alimento Balanceado.**

Para la fase experimental, 40 corderos fueron distribuidos en cuatro grupos, mediante un diseño de bloques completamente al azar, el estudio se constituyó de cuatro tratamientos y cinco repeticiones.



Fuente: Araujo M, 2012

**Figura 5: Suplementación de los corderos con 200 gramos de balanceado/animal/día.**

Durante los tres meses de la fase experimental y cada 8 días se tomó en forma individual el Peso, Altura a la Cruz, Condición Corporal y la observación del grado de anemia en la conjuntiva del animal (Famacha).

### **3.3.3 Variables Evaluadas.**

#### **3.3.3.1 Ganancia de Peso.**

Cada 8 días se registró el pesaje individual llevando un control desde el inicio con el peso inicial y luego una vez por semana todos los días lunes durante 13 semanas. El peso fue tomado con una romana de 50 kg de capacidad hasta el final del estudio (90 días).



Fuente: Araujo M, 2012

**Figura 6: Pesaje semanal para el control de la ganancia de peso.**

### **3.3.3.2 Factor de Conversión Alimenticia.**



Fuente: Araujo M, 2012

**Figura 7: Pesaje de la ración diaria de balanceado.**

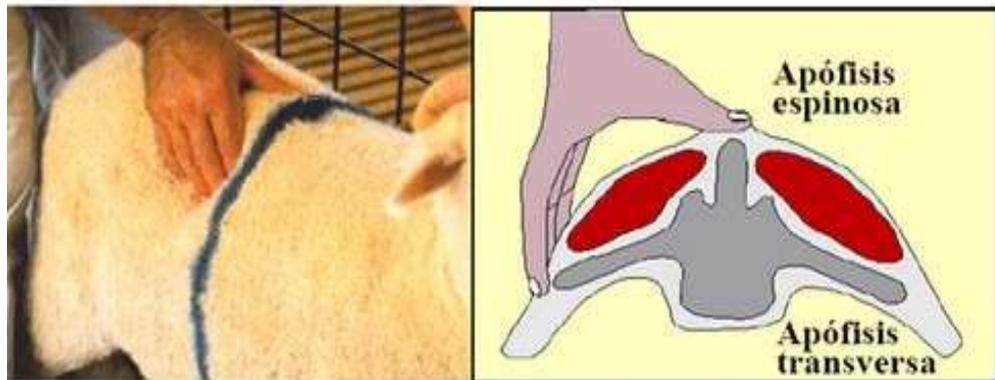
Para el cálculo de la conversión alimenticia se dividió la cantidad de kilogramos de alimento en Materia Seca (M.S.) consumidos, para los kilogramos de peso ganado. Es un valor fácilmente detectable por la calidad del alimento, enfermedades presentes y el manejo que tuvieron los corderos.

$$\text{FCA} = \frac{\text{Kg de alimento en Materia Seca consumido}}{\text{Kg carne producida}}$$

La eficiencia de la conversión alimenticia se calculó individualmente a base de la relación existente entre los kilogramos de peso vivo ganados y los kilogramos de alimento consumido.

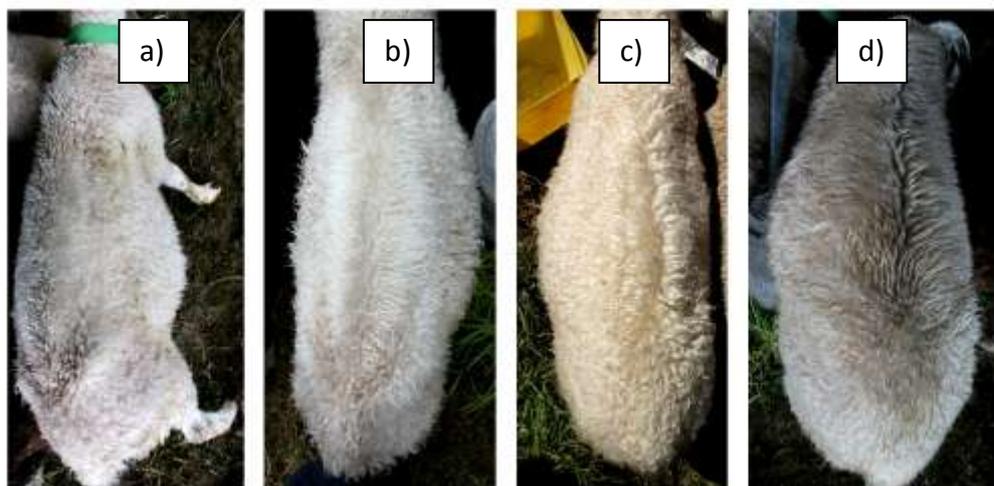
### 3.3.3.3 Condición Corporal.

Se calificó a los animales por la cantidad de tejido muscular que recubren las vertebras ubicadas en el tren posterior. Para medir la condición corporal se utilizó una escala de uno a cinco grados, que clasifica los estados corporales según la cantidad de músculo que recubre las apófisis y el grado de gordura.



Fuente: Suiter, 1994 publicado en ENGORMIX, 2009

**Figura 8: Técnica de palpación lumbar y sección a nivel de 13<sup>a</sup> costilla de una oveja para determinar su Condición Corporal.**



Fuente: Araujo M, 2012

**Figura 9: Efecto visual de la Condición Corporal durante los 90 días de la investigación en un mismo cordero del tratamiento 4**

#### **3.3.3.4 Altura a la Cruz**

Se tomó como medida la altura desde el suelo hasta la unión de los aplomos, denominada “La Cruz”, esta variable permitió determinar el crecimiento en altura del animal durante la investigación.



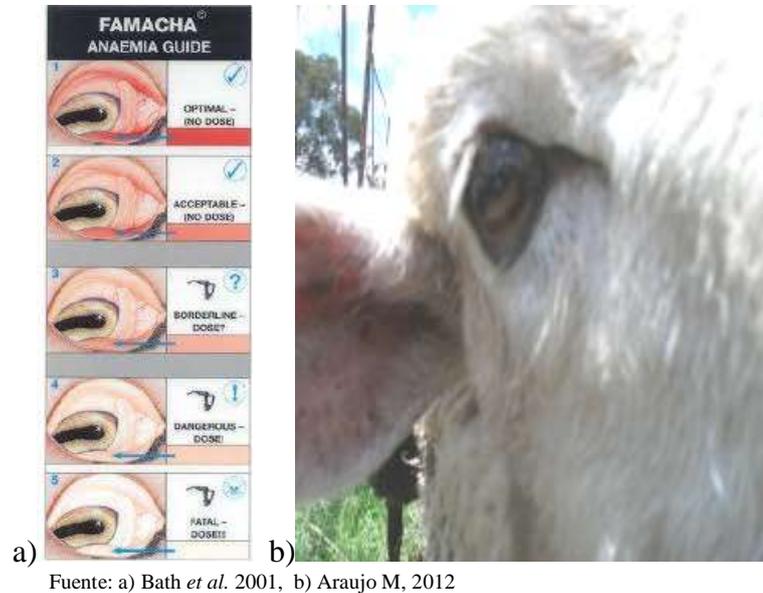
Fuente: Araujo M, 2012

**Figura 10: Medición semanal de la Altura a la Cruz, utilizando una regleta horizontal y una cinta métrica.**

#### **3.3.3.5 Famacha**

Es el grado de anemia con el que se encuentra el animal, para su verificación se tienen valores de 1 a 5, el control o monitoreo se realizó observando la coloración de la conjuntiva del animal. Francois Malan a inicios de la década de los noventas, desarrolló el método FAMACHA con el cual es posible estimar el grado de anemia provocado por infección con Haemonchosis. Este método fue validado en un estudio realizado en el continente africano por “Food and Agriculture Organization” (FAO) con la

intención de uniformizar mejor esta herramienta de campo para su aplicación en cualquier explotación establecida (Bath *et al.* 2001).



**Figura 11: Regleta de valores para la calificación de Famacha.**

### 3.3.3.6 Porcentaje de Mortalidad

Es la relación de animales muertos durante un periodo determinado de tiempo (diario, semanal, mensual) para el total de animales al inicio de la investigación y multiplicado por cien.

$$\% M = \frac{\text{Animales muertos}}{\text{Número de animales al inicio de la investigación}} \times 100$$

### **3.3.4 Factores en Estudio.**

En la presente investigación el único factor en estudio constituyeron los niveles de zeolita como promotor de crecimiento.

### **3.3.5 Tratamientos a Comparar.**

En total son cuatro tratamientos con diferentes porcentajes de zeolita (0.05, 0.15 y 0.25%) y un tratamiento testigo (0%).

### **3.3.6 Tipo de Diseño.**

El experimento se dispuso en un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA).

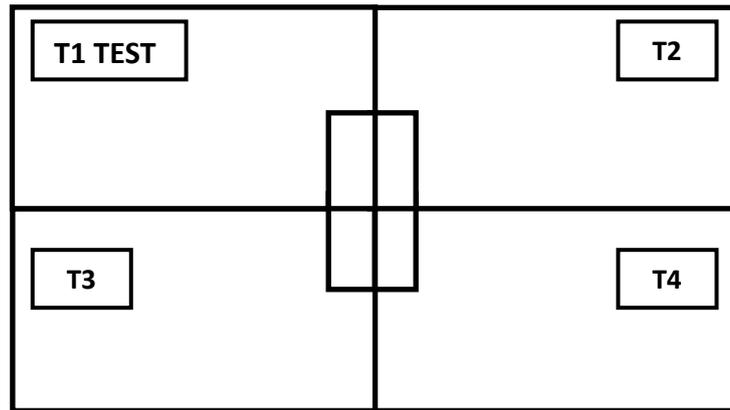
### **3.3.7 Número de Repeticiones o Bloques.**

Fueron cinco repeticiones, donde cada repetición se conformó de diez animales de la misma edad, distribuidas de manera homogénea en cada tratamiento.

### **3.3.8 Características de la Unidad Experimental.**

Se utilizaron en total 40 corderos destetados y cada dos corderos constituyeron una unidad experimental, teniendo 20 unidades experimentales.

### 3.3.9 Croquis del Diseño



### 3.3.10 Análisis Estadístico

#### 3.3.10.1 Esquema de análisis de varianza

El modelo matemático corresponde a:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Donde:

$\mu$  = media poblacional

$T_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$e_{ij}$  = error experimental

#### **Análisis de Varianza para el Proyecto**

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>
TOTAL	19
REPETICIONES	4
TRATAMIENTOS	(3)
Minerales lineal	1
Mineral cuadrático	1
Mineral cubico	1
ERROR	12

### **3.3.10.2 Coeficiente de Variación**

El modelo matemático que nos permitió calcular el coeficiente de variación fue el siguiente:

$$CV = \frac{\sqrt{CME}}{\bar{x}} * 100$$

Donde:

CV: Coeficiente de Variación

CME: Cuadrado Medio del Error

X: Media

### **3.3.10.3 Análisis Funcional**

La separación de medias se realizó por medio de la Prueba de Duncan, para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos con  $P < 0.05$ .

### **3.3.11 Análisis Económico**

Perrin *et al.* (1981), el análisis económico se realizó siguiendo la metodología de análisis de presupuesto parcial para la cual se tomó la ganancia de peso al final de cada uno de los tratamientos en el estudio por su valor en el mercado, obteniendo de esta manera el beneficio bruto de cada uno de los tratamientos que corresponde al precio del valor de cada animal en

el mercado por otro lado se obtuvieron los costos variables de los tratamientos que corresponde a los valores de producción así como de suplementos utilizados en el experimento, de la diferencia del beneficio bruto menos los costos variables se obtuvo el beneficio neto. (Cuadro 6)

Colocando los beneficios netos en orden decreciente acompañando de sus costos variables se procedió a realizar el análisis de dominancia, donde el tratamiento dominado es aquel que es igual o menor beneficio neto presenta un mayor costo variable.

Con este análisis se determinan los tratamientos no dominados. Con los tratamientos no dominados se procede a realizar el análisis marginal, obteniendo las tasas de retorno marginal, las cuales nos permiten determinar las mejores opciones económicas.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 GANANCIA DE PESO

**Cuadro 4. Análisis de varianza de la variable Ganancia de Peso en corderos de 6 meses de edad, Hacienda La Sevillana, 2012.**

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>
Total	19	475,75		
Repeticiones	4	358,75	89,69	18,67 **
Tratamiento	(3)	59,36	19,79	4,12 **
Error	12	57,64	4,80	
<b>X (kg) =</b>	<b>31</b>			
<b>CV (%) =</b>	<b>7,05</b>			

\*\* Significativo al 5 % de confiabilidad  
ns No significativo

Fuente: Araujo, 2012

Al establecer el Análisis de Variancia para la ganancia de peso (Kg) en corderos de 6 meses de edad, se obtuvo resultados con diferencias significativas entre los tratamientos a un nivel del 5% de confiabilidad (Cuadro 4). Con un Promedio General de Ganancia de Peso de 31 kg, durante la etapa experimental de la investigación y un Coeficiente de Variación de 7.05%.

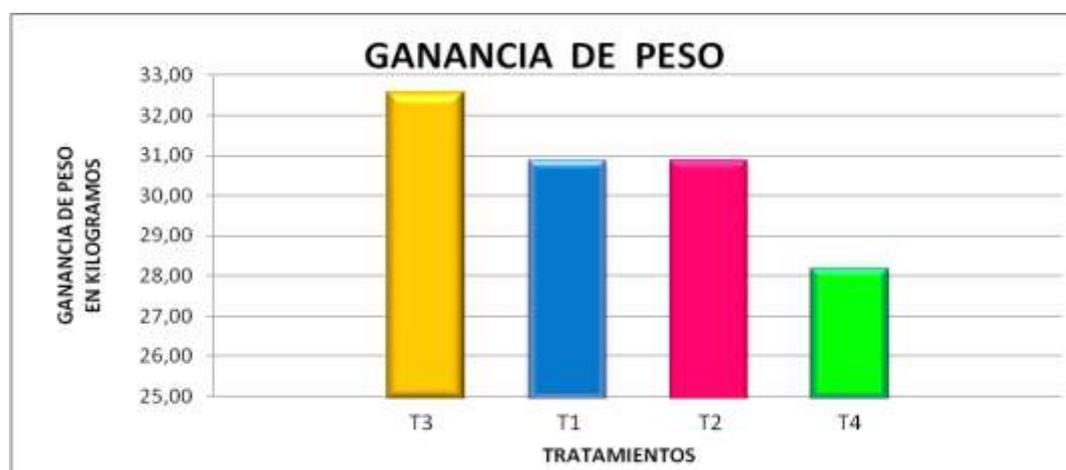
**Cuadro 5. Promedios y diferencia significativa en la Ganancia de Peso en corderos de 6 meses de edad, Hacienda La Sevillana, 2012.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Peso Vivo (kg)</b>	
T3 0.15	32,5	a
T1 TEST	30,8	b
T2 0.05	30,8	b
T4 0.25	28,1	c

Fuente: Araujo M, 2012

El cuadro 5 muestra que hay diferencia significativa en los promedios de Ganancia de Peso (Kg). El tratamiento T3 con 0,15% de inclusión de zeolita, presentó la ganancia de peso más alta, con un promedio de 32.5 kg al término de la fase experimental, seguido de los tratamientos T1 testigo con 0% de inclusión de zeolita y T2 con 0.05% de inclusión de zeolita, que alcanzaron una ganancia de peso promedio de 30.8 kg para cada uno mientras que el tratamiento T4 con 0.25% de inclusión de zeolita presentó la ganancia de peso más baja con 28.1 kg. Al realizar la prueba de Duncan con un 5% de confiabilidad se determinó que entre T1 y T2 existe un rango similar, asumiendo que no hubo efecto de la adición de la zeolita en el tratamiento T2 para ganancia de peso.

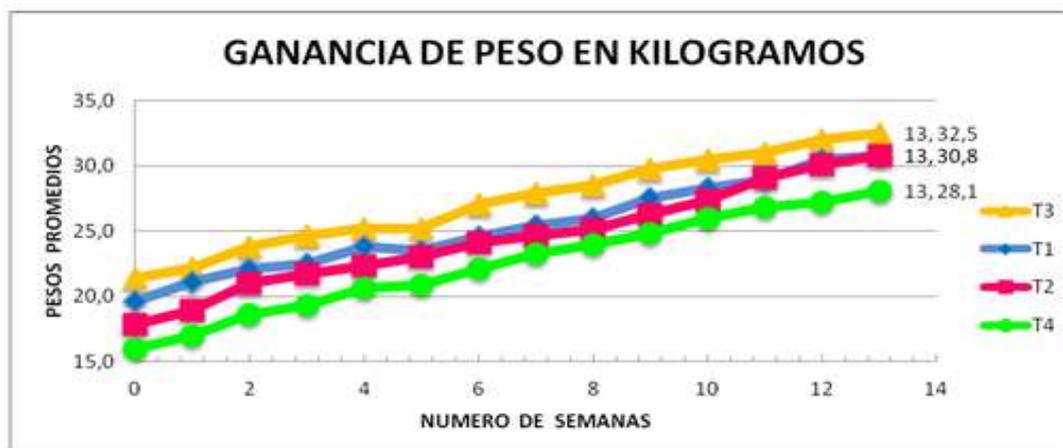
Los datos de la presente investigación son similares a los encontrados por (Abad *et al.* 2002), que obtuvieron a las 13 semanas un promedio de 32 Kg, en la investigación de ganancia de peso semanal en corderos bajo el efecto de tres suplementos proteico-energético en bloques.



Fuente: Araujo M, 2012

**Figura 12: Ganancia de Peso durante las 13 semanas de la fase experimental, Cantón Latacunga, Provincia Cotopaxi, Hacienda La Sevillana, 2012.**

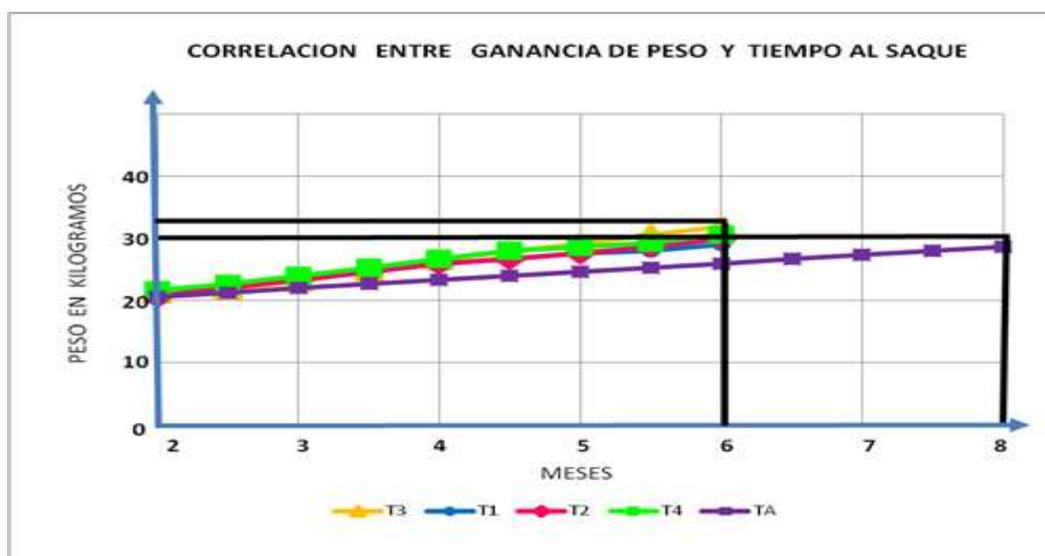
Al observar la figura 12 se puede notar que el peso en el tratamiento T3, fue superior al peso de los otros tratamientos con una ganancia promedio de 32.5 kg, alcanzando así el peso ideal de faenamiento a los 6 meses de edad.



FUENTE: Araujo M, 2012

**Figura 13: Relación de la Ganancia de Peso con el número de semanas durante la fase experimental, Hacienda La Sevillana, 2012.**

La figura 13 muestra una relación directa entre la ganancia de peso y la edad de los corderos, durante las 13 semanas de la fase experimental, mostrando al tratamiento T3 con la mejor ganancia de peso al término de la investigación.



Fuente: Araujo M, 2012

**Figura 14: Correlación entre la ganancia de peso y el tiempo al saque entre el mejor tratamiento y el testigo.**

La figura 14, al finalizar el estudio muestra una correlación entre la ganancia de peso versus la edad para el faenamiento, teniendo como resultado que la inclusión del 0.15% de zeolita permite un peso de 32,5 Kg en promedio a los 6 meses mientras que el testigo presentó un promedio de 28 Kg a los 8 meses de edad.

Pulido *et al.* (2004), corrobora que una mayor ganancia de peso se logró con los tratamientos que presentan la inclusión de zeolita en la etapa productiva de terneras de lechería, pos destete versus el tratamiento testigo, Las ganancias de peso (kg/día) fue de 0.396 para Zeolita (3%), 0.482 para Zeolita (5%) y 0.406 para el tratamiento Control.

#### 4.2 CONVERSION ALIMENTICIA

Para el cálculo de la conversión alimenticia se dividió la cantidad de kilogramos de alimento en materia seca consumidos, para los kilogramos de peso ganado.

$$\text{FCA} = \frac{\text{Kg de alimento en materia seca consumido}}{\text{Kg carne producida}}$$

Durante la etapa de investigación se obtuvo un Factor de Conversión Alimenticia de 1.5, teniendo en cuenta que diariamente los corderos recibieron 200 gramos de balanceado y al final de la semana se tomó los pesos de forma individual.

### 4.3 CONDICION CORPORAL

**Cuadro 6. Análisis de Varianza de la variable Condición Corporal en corderos de 6 meses de edad, Hacienda La Sevillana, 2012.**

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	SC	CM	F
Total	19	1,66		
Repeticiones	4	0,98	0,24	14,61ns
Tratamiento	(3)	0,49	0,16	9,69 ns
Error	12	0,20	0,02	
<b>X =</b>	<b>3,7</b>			
<b>CV (%)=</b>	<b>5,51</b>			

\*\* Significativo al 5 % de confiabilidad  
ns No significativo

Fuente: Araujo M, 2012

Al establecer el Análisis de Variancia para la Condición Corporal no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 6). Sin embargo el Promedio General de la variable durante la etapa experimental de la investigación es de 3,7 en la escala de 1 a 5, y su Coeficiente de Variación de 5.51%.

**Cuadro 7. Promedios y Diferencia Significativa en la Condición Corporal en corderos de 6 meses de edad, Hacienda Sevillana, 2012.**

Tratamientos	Condición Corporal	
T1 TEST	3,80	a
T3 0.15	3,70	a
T2 0.05	3,60	b
T4 0.25	6,60	b

Fuente: Araujo M, 2012

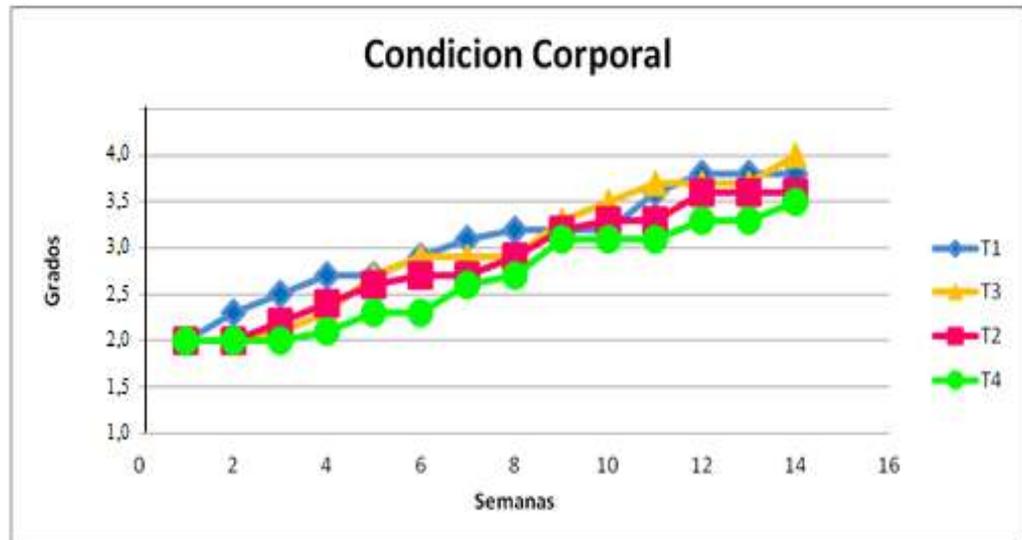
El T3 con 0,15% de inclusión de zeolita fue el mejor tratamiento con un promedio de 3.80 en su condición corporal, le sigue el T1 (Testigo) con 0% de inclusión de zeolita con un promedio de 3.70, los tratamiento T2 y T4, con 0.05% y 0.25% de inclusión de zeolita respectivamente, tuvieron la condición corporal más baja al finalizar el presente estudio con 3.60 en promedio en 13 evaluaciones en la fase experimental.

Cervantes (2005) muestra diferencias significativas a los 45 días pero no tiene diferencias significativas a los 90 días teniendo un promedio en la Condición Corporal de 2.7.



Fuente: Araujo M, 2012

**Figura 15: Condición Corporal promedio durante la fase experimental, Cantón Latacunga, Provincia Cotopaxi, Hacienda La Sevillana, 2012.**



Fuente: Araujo M, 2012

**Figura 16: Aumento de la Condición Corporal durante las 13 semanas de la fase experimental, Cantón Latacunga, Provincia Cotopaxi, Hacienda La Sevillana, 2012.**

Las figuras 15 y 16 muestran una pequeña similitud entre los 4 tratamientos sin embargo nuevamente el tratamiento T3 (0,15%) es el mejor a pesar de que estadísticamente no existe una diferencia significativa. El grafico 15 muestra una curva ascendente y denota particularmente la semana 9 del tratamiento T3 (0,15%) donde despunta hasta el final de la investigación.

Abad *et al.* (2002), afirman en su estudio que no encontraron diferencia estadística significativa entre sus tratamientos y sus promedios generales de condición corporal son más bajos que los de la presente investigación, estos resultados fueron 3.31 para el T1, 3,19 para el T2, 3,27 en el T3 y 3,20 para el T4.

#### 4.4 ALTURA A LA CRUZ

**Cuadro 8. Análisis de varianza de la variable Altura a la Cruz en corderos de 6 meses de edad, Hacienda La Sevillana, 2012.**

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	SC	CM	F
Total	19	159,28		
Repeticiones	4	122,22	30,56	34,59 <b>ns</b>
Tratamiento	(3)	26,46	8,82	9,98 <b>ns</b>
Error	12	10,60	0,88	
<b>X (cm)=</b>	<b>51,3</b>			
<b>CV (%)=</b>	<b>1,47</b>			

\*\* Significativo al 5 % de confiabilidad  
ns No significativo

Fuente: Araujo M, 2012

Al establecer el Análisis de Variancia para la Altura a la Cruz no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos al 5% de confiabilidad (Cuadro 8). Con un promedio de 51.3 y un coeficiente de variación de 1.47%.

**Cuadro 9. Promedios y diferencia significativa de la Altura a la Cruz en corderos de 6 meses de edad, Hacienda La Sevillana, 2012.**

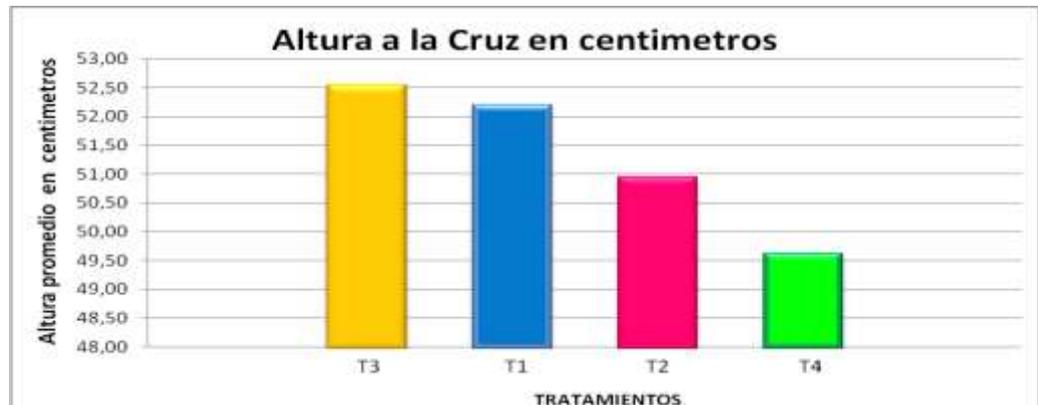
Tratamientos	Altura a la Cruz en centímetros	
T3 0.15	52,51	a
T1 TEST	52,16	a
T2 0.05	50,91	b
T4 0.25	49,59	b

Fuente: Araujo M, 2012

Se determinó que el tratamiento T3 con 0,15% de inclusión de zeolita y T1 tratamiento testigo con 0% de inclusión de zeolita, estadísticamente presentaron valores similares de la altura a la cruz, con un promedio de 52.51 y 52.16 centímetros respectivamente, seguido de los tratamiento T2 y T4

0.05% de zeolita y 0.25% de zeolita tratamientos que tuvieron la altura a la cruz más baja con 50.91 y 49.59 centímetros respectivamente.

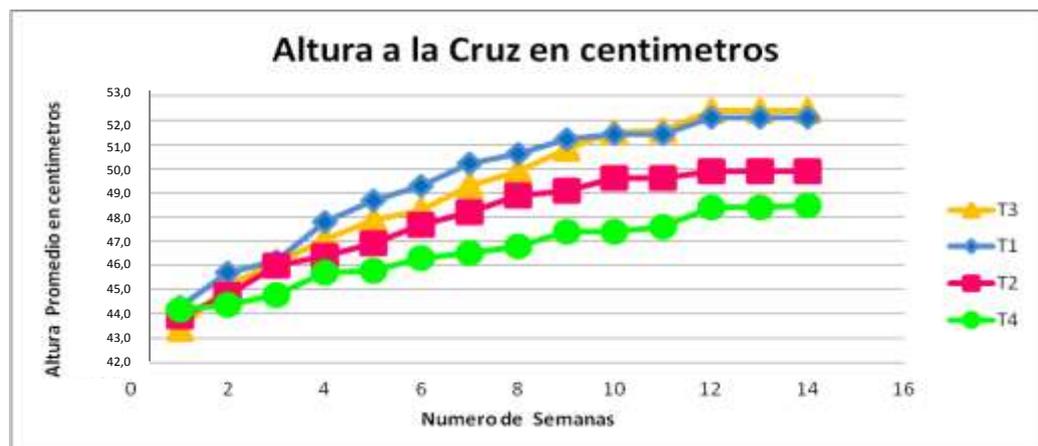
**Figura 17: Altura a la Cruz promedio en centímetros durante la fase experimental, Cantón Latacunga, Provincia Cotopaxi, Hacienda La Sevillana, 2012.**



Fuente: Araujo M, 2012

La figura 17 muestra la tendencia de la investigación, al tratamiento T3 como el mejor tratamiento, sin embargo la variable no presenta diferencia significativa mostrando similitud estadística entre el T3 y el T1, así mismo entre el T2 y el T4 a pesar de que el tratamiento T4 cuya inclusión es de 0.25% de zeolita presenta el valor más bajo de Altura a la Cruz.

**Figura 18: Curva de crecimiento de la Altura a la Cruz en centímetros durante las 13 semanas de la fase experimental, Hacienda La Sevillana, 2012.**



Fuente: Araujo M, 2012

La figura 18 muestra una curva de crecimiento directamente proporcional con el tratamiento T3 y T1 como los mejores tratamientos al finalizar la fase experimental. Al igual que la presente investigación (Abad *et al.* 2002), no encontraron diferencias estadísticas en su investigación para la altura a la cruz en los corderos, sus promedios generales bajo el efecto de los tres suplementos proteico-energéticos se encuentran entre 46.36, 52.75, 56.32 y 68.40 cm, para T1, T2, T3 y T4 respectivamente. Siendo estos visiblemente superiores a los datos presentados en esta investigación esto suponemos se debe a la raza y a la nutrición de los corderos con que cada una de las investigaciones trabajo.

#### 4.5 FAMACHA

**Cuadro 10. Análisis de varianza de la variable Famacha en corderos de 6 meses de edad, Hacienda La Sevillana, 2012.**

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	SC	CM	F
Total	19	1,99		
Repeticiones	4	1,23	0,31	20,14 <b>ns</b>
Tratamiento	(3)	0,57	0,19	12,33 <b>ns</b>
Error	12	0,18	0,02	
<b>X =</b>	<b>3,50</b>			
<b>CV (%)=</b>	<b>2,90</b>			

\*\* Significativo al 5 % de probabilidad  
ns No significativo

Fuente: Araujo M, 2012

Al establecer el análisis de variancia para la variable Famacha, no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 10). Mientras que el coeficiente de variación es de 2.90 y el promedio de la variable es de 3.50 dentro de la escala de 1 a 5 donde 1 es lo más bajo y 5 es lo más alto.

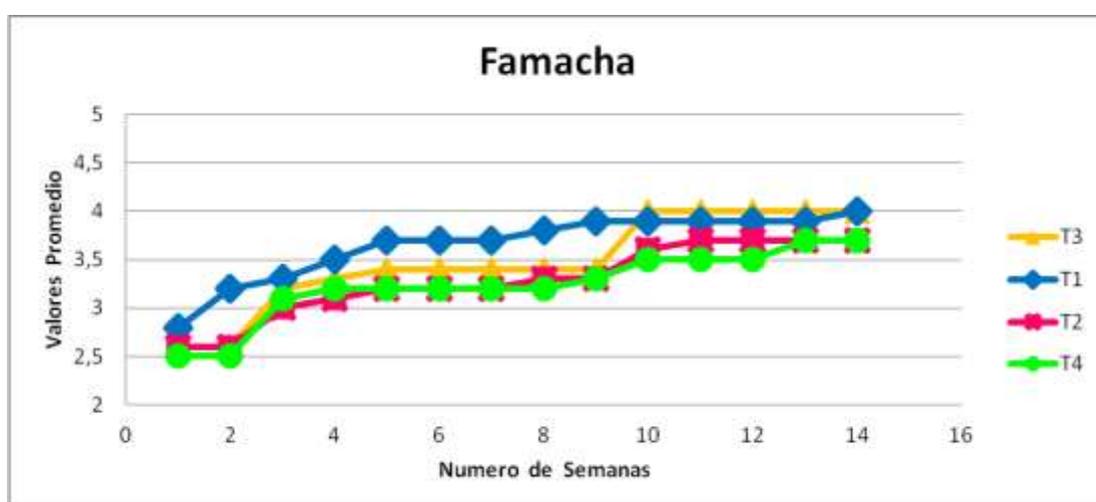
**Cuadro 11. Promedios y Diferencia Significativa en la Famacha en corderos de 6 meses de edad, Hacienda Sevillana, 2012.**

Tratamientos	Famacha	
T3 0.15	3,66	a
T1 TEST	3,48	b
T2 0.05	3,28	c
T4 0.25	3,24	c

Fuente: Araujo, 2012

El tratamiento T3 con 0.15% de inclusión de zeolita presentó un valor de Famacha, con un promedio de 3.66 siendo este el mejor tratamiento de manera reiterativa, seguido del tratamiento testigo T1 0% de zeolita con un valor de 3,48 mientras que el T2 con 0,05% de inclusión de zeolita y T4 con 0.25% de inclusión de zeolita fueron los tratamientos con más bajo valor al momento de la evaluación con 3.28 y 3.24 respectivamente.

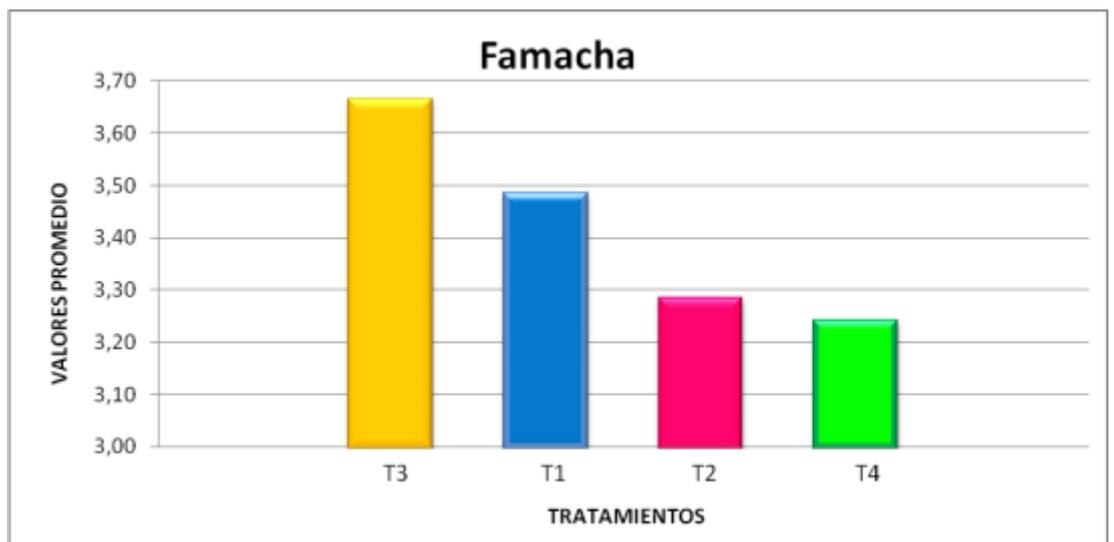
**Figura 19: Relación de la Famacha promedio durante las 13 semanas de la fase experimental, Cantón Latacunga, Provincia Cotopaxi, Hacienda La Sevillana, 2012.**



FUENTE: Araujo, 2012

La figura 19 muestra una constante de aumento a lo largo del proceso de investigación, llegando a estabilizarse en el caso del tratamiento T3 a partir de la semana 10, y mostrando que todos los tratamientos con inclusion de zeolita tienen un efecto similar en el incremento de esta variable.

**Figura 20: Famacha promedio durante la fase experimental, Cantón Latacunga, Provincia Cotopaxi, Hacienda La Sevillana, 2012.**



Fuente: Araujo, 2012

La figura 20 nos muestra, el tratamiento T3 como el tratamiento de mejor respuesta, sin presentar diferencia significativa en el análisis de variancia respecto a los otros tratamientos.

Vera y Álava (2004), reportan efectos positivos de la inclusión de zeolita en el suplemento permitiendo un desarrollo y crecimiento normal sin presencia de animales anémicos.

#### 4.6 PORCENTAJE DE MORTALIDAD

Durante la investigación no se presentó mortalidad alguna en ninguno de los tratamientos durante las 13 semanas de la fase experimental a diferencia de la experiencia en la investigación de (Abad *et al.* 2002), “Ganancia de peso en los corderos alimentados con bloques multinutricionales durante la evaluación de tres suplementos proteico-energéticos en forma de bloques en el engorde de corderos destetados” investigación que mostró mortalidad del 10% durante el proceso a partir de la decima semana.

$$\% M = \frac{\text{Animales muertos}}{\text{Número de animales al inicio de la investigación}} \times 100$$

**Cuadro 12.** Porcentaje de mortalidad en corderos de 6 meses de edad durante la fase experimental, Hacienda La Sevillana, 2012.

TRATAMIENTO	NUMERO TOTAL DE ANIMALES/ TRATAMIENTO	NUMERO DE ANIMALES MUERTOS	% MORTALIDAD
T1 testigo: 0% de zeolita	10	0	0%
T2: 0.05% de zeolita	10	0	0%
T3: 0.15% de zeolita	10	0	0%
T4: 0.25% de zeolita	10	0	0%

Fuente: Araujo, 2012

#### 4.7 ANALISIS ECONÓMICO

Durante la presente investigación, el tratamiento T3 con la inclusión de 0.15% de zeolita es el que muestra un mejor beneficio neto, una ganancia de 51,27 dólares por cada unidad al final del periodo de engorde, valor superior

al tratamiento testigo sin inclusión de zeolita con 47.62 dólares durante los 90 días de investigación de investigación.

De tal manera que la inversión de 2 dólares por costo de la adición de zeolita por tonelada en el alimento balanceado me permite una ganancia de 3.65 dólares por animal, teniendo en cuenta que la presente investigación se realizo con una tonelada de alimento balanceado y con 40 corderos destetados, la ganancia aproximada es de 146 dólares por los 40 animales a los 6 meses.

**Cuadro 13. Beneficio bruto, Costo Variable y Beneficio Neto de los tratamientos en estudio expresado en dólares por kilo en pie.**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>PESO VIVO (kg)</b>	<b>VALOR (\$)</b>	<b>BENEFICIO BRUTO (\$)</b>	<b>COSTOS (\$)</b>	<b>BENEFICIO NETO (\$)</b>
<b>T3</b>	32,50	2,15	69,87	18,60	51,27
<b>T1</b>	30,80	2,15	66,22	18,60	47,62
<b>T2</b>	30,80	2,15	66,22	18,60	47,62
<b>T4</b>	28,10	2,15	60,41	18,60	41,81

**\*\* Tratamiento Dominante**

Fuente: Araujo M, 2012

## V. CONCLUSIONES

- Los promedios generales del peso para el T3 (0.15%) fue de 32.5 kg y para el T1 (testigo) fue de 30.8 Kg, manifestando estadísticamente un incremento en este parámetro durante los 90 días de investigación. El T4 (0.25%) obtuvo los valores más bajos con 28,1 kg.
- Se determinó que la inclusión de zeolita del 0.15% (T3) presentó los mejores resultados con ganancia de peso de 32,5 Kg, peso promedio en pie en un tiempo de 90 días a comparación de los demás tratamientos.
- El tiempo al saque para todos los animales durante la investigación fue de 6 meses, obteniendo 32,5 kg en promedio a diferencia de la ganancia de peso que fue mayor en T3, mientras que el T4 obtuvo los valores más bajos para una ganancia promedio de 28.1 kg necesitando de un mayor número de días (aproximadamente 45 días) para completar su peso y esto representa pérdidas para el productor.
- Se determinó que el consumo de alimento y la ganancia de peso fue menor para el T1 (Tratamiento Testigo) sin inclusión de zeolita como suplemento.
- La condición corporal a lo largo de la investigación fue una variable que tuvo un aumento progresivo y al finalizar la investigación el promedio fue de 3.8 para el mejor tratamiento y de 3.6 para el peor tratamiento, este promedio se vio reflejado en el peso ideal de faenamiento de 32 Kg, a los 90 días.

- El mejor índice de conversión alimenticia se alcanzó en el tratamiento T3 (0.15%) con un valor promedio de 1.5, un índice alentador ya que la respuesta del animal con respecto al balanceado fue sin lugar a duda muy bueno, indicándonos que por cada 1.5 kilos de alimento balanceado que el cordero consume, este alimento está siendo transformado en 1 kilo de peso vivo. El tratamiento T4 0.25% fue el menos eficiente en relación a los demás tratamientos, con una conversión alimenticia de 1.8
- Los parámetros zootécnicos como altura a la cruz y famacha se vieron influenciados significativamente por otros factores como el medio ambiente, y la genética, sin embargo la adición de zeolita no detuvo este crecimiento en ninguno de los tratamientos y el tratamiento testigo fue el que alcanzó más rápido la altura promedio (52 cm) mientras que en el tratamiento T3 los animales alcanzaron la altura promedio luego de los 60 días de la investigación.
- El costo de crianza de un cordero bajo la suplementación de balanceado con inclusión de zeolita natural clinoptilolita es de \$ 43,87 y sin la suplementación de zeolita es de \$ 41,58; sin lugar a duda se justifica la inversión ya que el beneficio neto tiene una mayor rentabilidad por animal creando un sub producto de calidad como es el cuero del animal después de

faenarlo el cual puede ser otro importante rubro que genera la suplementación de zeolita.

- El tratamiento T3 resultó ser el más económico debido al nivel de inversión y los resultados en el análisis de costos con un mayor beneficio.
- La hacienda obtuvo una ganancia cuantitativa con la suplementación de alimento balanceado con zeolita, teniendo en cuenta que el saque de los animales era a los 8 meses de edad y con la suplementación fueron tan solo 6 meses los requeridos para obtener 32 kilos de peso promedio.
- Se determinó que la inclusión de zeolita en el alimento balanceado en cualquier porcentaje previene la mortalidad de los animales ya que el presente estudio no mostró porcentaje de mortalidad durante los 90 días de fase experimental.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda el T3 0.15% de zeolita en la elaboración de alimento balanceado para corderos, ya que presentó los mejores resultados en los parámetros zootécnicos y económicos evaluados.

2. Se recomienda seguir investigando el uso de diferentes porcentajes de arcillas en otras etapas fisiológicas y sobre otras especies animales para mejorar la dieta alimenticia práctica y económica de los sistemas de producción animal.

## VII. BIBLIOGRAFIA

Abad *et al.* 2002. Publicación Técnica: Engorde de corderos a corral. (en línea) Consultado 18 julio 2011. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_ovina/ovina\\_y\\_caprina\\_curso\\_fav/08-engorde.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/ovina_y_caprina_curso_fav/08-engorde.pdf)

Barrios, C. 2005. Guía práctica de Ovino cultura enfocada hacia la producción de carne). (en línea) Consultado 27 mayo 2011. Disponible en: <http://www.finagro.com.co/html/cache/HTML/SIS/Ovinoscaprinos/GUIAOVINOS.pdf>

Bath, G.; Hansen, J.; Krecek, R.; Van Wyk, J; Vatta, a. 2001. Sustainable approaches for managing Haemonchosis in sheep and goats, final report of FAO. Technical cooperation project N° TCP/SAF/882 (A). (en línea) Consultado 6 jul. 2005. Disponible en: <http://cni.inta.gov.ar/helminto/pdf%20alternativos/Sustainable%20approaches%20for%20managing%20haemonchosis%20in%20sheep%20and%20goats.pdf>

Bondi, A. A. 1988. Nutrición animal: Metabolismo proteico de los rumiantes, pág. 155). (en línea) Consultado 06 de septiembre de 2011. Disponible en: <http://books.google.com.ec/books> Nutrición: BONDI, A. A.

Bosch, P. y Schifter, I. 1988. La zeolita una piedra que hierve. SEP. Fondo de cultura económica. Primera edición. México, D.F. pp. 82. <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/55/htm/zeolita.htm>

Castaing, J. 1998. Uso de las arcillas en alimentación animal. XIV curso de especialización. Avances en nutrición y alimentación animal. FEDNA). (en línea) Disponible en: [http://www.directoriadigital.com/empresas/agfoliares/En\\_conejos.pdf](http://www.directoriadigital.com/empresas/agfoliares/En_conejos.pdf). Acceso 08 mayo de 2011.

Castro, L.Z. 1996. Efectos de la Zeolita en la adsorción de principios nutritivos en medios biológicos. Trabajo de Diploma. Universidad de la Habana, Facultad de Biología, La Habana, Cuba. 33 pp). (en línea) Disponible en: <http://eprints.uach.mx/88/2/ZOO-TP-00021.pdf>

Caycedo, V., Muñoz D. y Ramos, C. 1988. Evaluación de cuatro niveles de proteína y dos de energía con pasto a voluntad en gestación y lactancia de cuyes mejorados (*Cavia porcellus*). Universidad Nariño, Pasto, Colombia.

Cervantes, 2005. Publicación Técnica: Evaluación de Zeolitas Naturales Mezcladas en la Dieta Para la Alimentación de Pollos de Engorde (Broiler) en el

Cenae-Espol). (en línea) Consultado 18 Agosto 2012. Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2487/1/4940.pdf>

Cornejo *et al*, 2010. Publicación Técnica: Incorporación de una zeolita natural chilena (clinoptilolita) a dietas de pollos broiler). (en línea) Consultado 18 Agosto 2012. Disponible en <http://dspace.espoeh.edu.ec/bitstream/123456789/1575/1/17T0854.pdf>

Cosma, 2008. Publicación técnica: utilización de una zeolita natural (*clinoptilolita*) en la Alimentación de conejos en fase de engorde). (en línea) Consultado 18 agosto 2012. Disponible en [http://www.directoriadigital.com/empresas/agfoliares/en\\_conejos.pdf](http://www.directoriadigital.com/empresas/agfoliares/en_conejos.pdf)

Cosme, 1988. La Zeolita Mineral del Siglo XX. Uso y Aplicaciones. Ediciones Publicigraf). (en línea) Consultado 28 de Septiembre 2012. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/las-zeolitas/las-zeolitas.pdf>

Cuellar C. y Cruz A., 2001. Publicación Técnica: Introducción a la Digestión Ruminal). (en línea) Consultado 18 Agosto 2012. Disponible en: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/enlinea/Ruminal/ANATOMOF.HTM>

Dahme, E. y Weiss, E. 1989. Publicación técnica. Anatomía Patológica Especial Veterinaria Editorial Acribiosa Zaragoza / España

FAO. 1997. Producción y Sanidad Animal 138, Roma 1997, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.

FAO, 2006. Publicación Técnica: Cadena de Ovinos y Caprinos en Colombia). (en línea) Consultado 08 jun. 11. Disponible en: [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_agronet/20078611357\\_caracterizacion\\_ovino\\_sycaprinos.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/20078611357_caracterizacion_ovino_sycaprinos.pdf)

Galindo, J., Elías, A., Cordero, J. 1982. La adición de zeolita a las dietas que consumen ensilaje. Rev. Cubana Cienc. Agric. 16:269-276.

Geocities, 2011. Publicación Técnica: Sistemas de Reproducción y Producción de ganado ovino de leche, carne y lana). (en línea) Consultado 18 julio 2011. Disponible en: [http://www.geocities.ws/vidianne\\_mx/prodovinos.pdf](http://www.geocities.ws/vidianne_mx/prodovinos.pdf)

Gimeno, A. 2004. Publicación Técnica: Micotoxicosis más Relevantes en Corderos, Ovejas y Cabras). (en línea) Consultado 07 de septiembre 2011. Disponible en: [http://www.produccionbovina.com/sanidad\\_intoxicaciones\\_metabolicos/intoxicaciones/32-micotoxicosis.pdf](http://www.produccionbovina.com/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/intoxicaciones/32-micotoxicosis.pdf)

Gutiérrez, O.; Galindo, J.; Oramas, A.; Cairo, J. 2001. Publicación Técnica: Efecto de la suplementación con bentonita y zeolita en la protección de la proteína ruminal). (en línea) Consultado 08 junio 2011. Disponible en:

<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/1930/193015504005.pdf>

INIA, 2005. Publicación Técnica: Manual de producción de caprinos y ovinos). (en línea) Consultado 10 junio 2011. Disponible en: [http://bioteccaprina.inia.gob.ve/dmdocuments/manual\\_de\\_produccion\\_ovino\\_y\\_caprino.pdf](http://bioteccaprina.inia.gob.ve/dmdocuments/manual_de_produccion_ovino_y_caprino.pdf)

INIA, 2006. Publicación Técnica: Engorde de corderos pesados). (en línea) Consultado 08 jun. 11. Disponible en: [http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ara/ara\\_146.pdf](http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ara/ara_146.pdf)

León R., 2003. PASTOS Y FORRAJES –PRODUCCIÓN Y MANEJO, Ediciones Científicas Agustín Alvares Cia Ltda, primera edición. Recursos Forrajeros de la Sierra, págs. 134-135-138

Lozano 2010. Publicación Técnica. Destete en Borregos). (en línea) Consultado 04 de junio 2011. Disponible en: <http://www.borregos.mx/2010/02/destetes-en-borregos/>

Maigua, W. 2007. Publicación Técnica. Zeolita natural en la contaminación ambiental con nitrógeno en la categoría de cerdas gestantes). (en línea) Consultado 04 de junio 2011. Disponible en:

<http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/1764/1/17T0781.pdf>

Meléndez, M.; Rodríguez, J. 2004. Publicación Técnica. Evaluación de tres niveles de zeolita como promotor natural de crecimiento en dietas en las fases de inicio y acabado de cerdos confinados). (en línea) Consultado 04 de junio 2011. Disponible en:

<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2355/1/4696.pdf>

Navarrete, A. 2007. Publicación técnica. Efectos de la Suplementación con Grasa By Pass en Corderos en Crecimiento.

Navarro, L. 1987. Publicación técnica. Suplementación mineral en ovinos: ¿Por qué y cómo? ). (en línea) Consultado 12 julio 2011. Disponible en:

[http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_tec/FonaiapDivulga/fd25/texto/suplementacion.htm](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd25/texto/suplementacion.htm)

Nicolalde, 2008. Publicación Técnica: Utilización de diferentes niveles de zeolita natural en la alimentación de cerdos en las etapas de crecimiento y engorde). (en línea) Consultado 18 Agosto 2012. Disponible en <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/1575/1/17T0854.pdf>

NRC, Nutrient Requirements of Sheep, Sixth Revised Edition (1985), Subcommittee on Sheep Nutrition, Committee on Animal Nutrition, Board on

Agriculture, Nation Research Council, National Academy Press, Washington, D.C. (posted with permission) ). (en línea) Consultado 12 jul. 11. Disponible en: <http://www.sheep.cornell.edu/management/feeding/nrctable.html>

Pulido y Fehring 2004. Efecto de la adición de una Zeolita natural sobre la respuesta productiva de terneras de lechería, postdestete). (en línea) Consultado 14 de septiembre de 2011. Disponible en: <http://mingaonline.uach.cl/pdf/amv/v36n2/art10.pdf>

Relling A.y Mattioli G., 2004. Publicación Técnica: Fisiología Digestiva y Metabolica de los Rumiantes). (en línea) Consultado 18 Agosto 2012. Disponible en: <http://ecaths1.s3.amazonaws.com/catbioquimicavet/fisio%20dig%20rumiantes.pdf>

Rocha, 2012. Revista Brasileira de Zootecnia, Avaliação dos níveis de zeólita em dietas para suínos em fase de crescimento e terminação). (en línea) Consultado 08 de julio 2011. Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982012000100017&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982012000100017&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)

Stritzler, N.; Gallardo, M. y Gingsins, M. 1983. Suplementación nitrogenada en forrajes de baja calidad. Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 3, N°4, 283-309.

Teherán, J. 2011. Publicación Técnica: La Zeolita “El Mineral Mágico”. ). (en línea) Consultado 08 septiembre 2011. Disponible en: <http://qisomamedicina.blogspot.com/2011/01/la-zeolita-suplemento-para-la.html>

Terkim, 2011. Publicación Técnica: Zeolita Pecuaria). (en línea) Consultado 18 julio 2011. Disponible en: <http://terkimltda.com/web/nuestros-productos/zeoter-uso-pecuario>

Vera y Alava, 2004. Publicación técnica: Evaluacion de tres niveles de zeolita como promotor natural de crecimiento en dietas en las fases de inicio y acabado de cerdos confinados). (en línea) Consultado 18 agosto 2012. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2355/1/4696.pdf>

Yaber, E 2007. Publicación Técnica: Utilización de Zeolitas en la alimentación de vacas lecheras). (en línea) Consultado 18 julio 2011. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/nutricion/foros/utilizacion-zeolitas-alimentacion-vacas-t3992/141-p0.htm>

Zeonatec. S.A. Guayaquil Ecuador 2011. Fichas técnicas del producto “MINEPLUS” zeolita natural clinoptilolita). (en línea) Consultado 08 de julio 2011. Disponible en: [http://www.zeonatec.com/esp/productos\\_pecuaria.html](http://www.zeonatec.com/esp/productos_pecuaria.html)