



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

**“INCLUSIÓN DE ZEOLITA NATURAL EN BLOQUES NUTRICIONALES EN LA
ETAPA DE ENGORDE PARA COBAYOS (*Cavia porcellus*); EN LA GRANJA
EXPERIMENTAL “LA PRADERA”, CANTON ANTONIO ANTE”**

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria

AUTORA:

CASTRO MARTÍNEZ MERY RUTH

DIRECTOR:

ING. MIGUEL ARAGÓN ESPARZA

Ibarra – Ecuador

2020

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

**INCLUSIÓN DE ZEOLITA NATURAL EN BLOQUES NUTRICIONALES EN
LA ETAPA DE ENGORDE PARA COBAYOS (*Cavia porcellus*); EN LA
GRANJA EXPERIMENTAL "LA PRADERA", CANTON ANTONIO ANTE**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación
como requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

APROBADO:



Ing. Miguel Aragón Esparza, M. Sc.

DIRECTOR



Ing. Fernando Basantes, M. Sc.

MIEMBRO TRIBUNAL



Ing. Franklin Sánchez, M. Sc.

MIEMBRO TRIBUNAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

| DATOS DE CONTACTO | | | |
|----------------------|---------------------------|-----------------|------------|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | 172087511-9 | | |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | Castro Martínez Mery Ruth | | |
| DIRECCIÓN: | Ibarra | | |
| EMAIL: | mrcastron@utn.edu.ec | | |
| TELÉFONO FIJO: | 2874198 | TELÉFONO MÓVIL: | 0982814271 |

| DATOS DE LA OBRA | |
|-----------------------------|--|
| TÍTULO: | INCLUSION DE ZEOLITA NATURAL EN BLOQUES NUTRICIONALES EN LA ETAPA DE ENGORDE PARA COBAYOS (<i>Cavia porcellus</i>); EN LA GRANJA EXPERIMENTAL “LA PRADERA”, CANTON ANTONIO ANTE. |
| AUTOR: | Castro Martínez Mery Ruth |
| FECHA: | 03 de diciembre de 2020 |
| SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO | |
| PROGRAMA: | <input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO |
| TITULO POR EL QUE OPTA: | Ingeniería Agropecuaria |
| ASESOR /DIRECTOR: | Ing. Miguel Aragón Esparza MSc. |

2. CONSTANCIAS

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin los derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 03 días del mes de diciembre del 2020

LA AUTORA



Mery Ruth Castro Martínez

C.I.: 172087511-9

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 04 días del mes de diciembre del 2020

Mery Ruth Castro Martínez / INCLUSION DE ZEOLITA NATURAL EN BLOQUES NUTRICIONALES EN LA ETAPA DE ENGORDE PARA COBAYOS (*Cavia porcellus*); EN LA GRANJA EXPERIMENTAL “LA PRADERA”, CANTON ANTONIO ANTE”

Trabajo de titulación. Ingeniera Agropecuaria.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Ibarra a los 04 días del mes de diciembre del 2020, 64 páginas.

DIRECTOR: Ing. Miguel Aragón M. Sc.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Inclusión de zeolita natural en bloques nutricionales en la etapa de engorde para cobayos (*Cavia porcellus*); Chaltura- Imbabura.

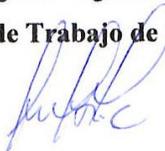
Entre los objetivos específicos se encuentran:

1. Establecer la dosis óptima de zeolita en bloques nutricionales en el engorde de los cobayos.
2. Analizar los parámetros productivos en la inclusión de zeolita en la dieta de los cobayos.
3. Determinar la relación beneficio-costo de los tratamientos en estudio.



Ing. Miguel Aragón M. Sc.

Director de Trabajo de Grado



Mery Ruth Castro Martínez

Autora

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios Todopoderoso por ayudarme a jamás darme por vencida y enseñarme que su tiempo es tan perfecto, por levantarme cuando sentía ganas de desistir.

A mi familia, en especial a mis padres Raúl Castro y Mery Martínez, por el apoyo incondicional, que siempre me brindaron para poder hacer realidad mi sueño de ser una profesionalista y en especial a mi tío Fernando Castro quien fue el impulsador para que no desista ni un solo día de lograr mis sueños.

Un agradecimiento sincero, a mi director de tesis Ing. Miguel Aragón, a mis asesores; Ing. Fernando Basantes, Dra. Julia Prado y Ing. Franklin Sánchez por haberme apoyado brindado la oportunidad de adquirir sus conocimientos científicos, por su paciencia, tiempo y recomendaciones compartidas para culminar con éxito el trabajo de titulación.

Mis más sinceros agradecimientos a la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, por haberme abierto sus puertas para adquirir nuevos conocimientos. Un agradecimiento especial a su directora de Carrera, Ing. María José Romero y a su secretaria Mary Robby, de corazón Dios les bendiga por ayudarme en todo lo que estuvo a su alcance y sobre todo por ser seres humanos maravillosos que están para ayudar al estudiante cuando lo requiere. Infinitas gracias.

Agradezco a mis amigos incondicionales por su ayuda, por sus consejos Sebastián Tello, Jairo Yopez, Andrés Viana, Verónica Pérez y todas aquellas personas que siempre estuvieron a mi lado.

DEDICATORIA

“Aunque pase por quebradas oscuras, no temo ningún mal porque tú estás conmigo con tu vara y tu bastón y al verlas voy sin miedo. Has preparado mi frente con aceites y rellenas mi copa, irán conmigo la dicha y tu favor mientras dure mi vida” (Rey David)

A Dios por ayudarme a no darme por vencida, porque, aunque no lo pueda ver él siempre me hace sentir de una u otra manera que siempre camina junto a mí.

A ese ser maravilloso quien me inspira día a día para levantarme y seguir luchado por mis sueños y metas, esto va por ti y para ti mi pequeño hijo Rodrigo Fernando Muñoz Castro. Gracias hijo mío porque fuiste, eres y serás siempre mi inspiración.

A mis padres Mery Martínez y Raúl Castro por apoyarme cuando más he necesitado de ellos, a mis pequeños sobrinos por su cariño, no ha sido un camino fácil, pero después de tantas luchas hoy se hace realidad mi sueño dorado ser parte del selecto grupo de Ingenieros Agropecuarios del Ecuador.

Con mucho cariño a mis abuelitos Baltazar Castro y Teresa Castro junto con mi Tío, ya que fueron quienes me ayudaron siempre a que este sueño hoy se haga realidad.

A mis familiares, abuelita, tíos, primos, sobrinos quienes de una u otra manera me apoyaron en mi preparación como Ingeniera Agropecuaria.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|-----|
| ÍNDICE DE FIGURAS | I |
| ÍNDICE DE TABLAS | II |
| RESUMEN | III |
| ABSTRACT | IV |
| CAPÍTULO I | 1 |
| 1.INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 Antecedentes..... | 1 |
| 1.2 Problema..... | 2 |
| 1.3 Justificación | 2 |
| 1.4 Objetivos..... | 3 |
| 1.4.1Objetivo general..... | 3 |
| 1.4.2 Objetivos específicos..... | 3 |
| 1.5 Hipótesis | 3 |
| CAPÍTULO II..... | 4 |
| 2.MARCOTEÓRICO..... | 4 |
| 2.1Origen y distribución del cobayo | 4 |
| 2.2Importancia de la cavicultura en el Ecuador | 4 |
| 2.3Regionalización..... | 4 |
| 2.4Clasificación zoológica | 5 |
| 2.5Generalidades..... | 5 |
| 2.6Tipos de Cobayos..... | 6 |
| 2.6.1Tipo A..... | 6 |
| 2.6.2Tipo B..... | 6 |
| 2.7Características Morfológicas | 6 |
| 2.8Características de comportamiento del cobayo. | 7 |
| 2.9Alimentación..... | 7 |
| 2.10Alimentación de los Cobayos | 8 |
| 2.10.1Alimentación a base de forraje..... | 8 |

| | |
|--|----|
| 2.10.2Alimentación con Forraje más Concentrado | 8 |
| 2.10.3Suministro de agua | 9 |
| 2.10.4Suministro de alimento | 9 |
| 2.11Manejo del cobayo de engorde | 9 |
| 2.12Requerimientos nutricionales del cobayo en engorde..... | 10 |
| 2.12.1Proteína..... | 11 |
| 2.12.2Carbohidratos y grasas | 11 |
| 2.12.3Fibra..... | 11 |
| 2.12.4Vitaminas | 12 |
| 2.12.5Minerales | 12 |
| 2.12.6Grasa..... | 12 |
| 2.12.7Energía..... | 12 |
| 2.13Sistemas de producción del cobayo | 12 |
| 2.13.1Crianza Familiar | 12 |
| 2.13.2Crianza familiar-comercial | 13 |
| 2.13.3Crianza Comercial..... | 14 |
| 2.14Bloques nutricionales | 14 |
| 2.14.1Ventajas del uso de los bloques nutricionales..... | 15 |
| 2.14.2Factores que afectan la respuesta del animal al bloque nutricional | 15 |
| 2.15Materias primas..... | 16 |
| 2.15.1Minerales | 17 |
| 2.15.2Melaza.. | 17 |
| 2.16Elaboración del bloque nutricional | 17 |
| 2.16.1Selección y dosificación de los ingredientes | 17 |
| 2.16.2Pesado de los ingredientes | 17 |
| 2.16.3Mezclado de los ingredientes..... | 17 |
| 2.16.4Adición de cal | 17 |
| 2.16.5Moldeo de los bloques nutricionales | 17 |
| 2.16.6Secado de los bloques..... | 18 |
| 2.17Zeolita natural | 18 |
| 2.17.1Las propiedades físicas..... | 20 |

| | | |
|--------------------|---|----|
| 2.17.2 | Propiedades químicas | 20 |
| 2.17.3 | Propiedades de absorción | 21 |
| 2.17.4 | Propiedad de intercambio de cationes | 21 |
| 2.18 | Tipos de zeolitas..... | 21 |
| 2.18.1 | Zeolita natural | 21 |
| 2.18.2 | Clinoptilolita | 22 |
| 2.19 | Usos de la zeolita | 22 |
| 2.20 | Nutrición animal con Zeolita | 22 |
| 2.21 | Aplicaciones de la Zeolita | 23 |
| CAPÍTULO III | | 24 |
| 3. | MARCOMETODOLÓGICO | 24 |
| 3.1 | Caracterización del área de estudio..... | 24 |
| 3.1.1 | Ubicación geográfica de la localidad | 24 |
| 3.2 | Materiales, equipos, insumos y herramientas | 25 |
| 3.3 | Métodos | 25 |
| 3.3.1 | Tratamientos | 25 |
| 3.3.2 | Diseño experimental..... | 26 |
| 3.3.3 | Características del experimento | 26 |
| 3.3.4 | Análisis estadístico | 27 |
| 3.4 | Variables..... | 27 |
| 3.4.1 | Consumo de alimento..... | 27 |
| 3.4.2 | Ganancia de peso quincenal..... | 27 |
| 3.4.3 | Conversión alimenticia (CA)..... | 27 |
| 3.4.4 | Rendimiento a la canal | 28 |
| 3.4.5 | Análisis de costos de producción | 28 |
| 3.5 | Manejo específico del experimento | 28 |
| 3.5.1 | Readecuación del área de investigación | 28 |
| 3.5.2 | Adquisición de las materias primas..... | 29 |
| 3.5.3 | Elaboración de bloques nutricionales..... | 29 |
| 3.5.4 | Procedimiento | 29 |
| 3.5.5 | Secado de los bloques..... | 31 |

| | |
|--|----|
| 3.5.6Almacenamiento | 32 |
| 3.6Adecuación del espacio físico | 32 |
| 3.7Adquisición de los animales | 32 |
| 3.8Recepción de los animales..... | 32 |
| 3.9Etapa de adaptación..... | 32 |
| 3.10Etapa de engorde..... | 33 |
| 3.11Manejo sanitario..... | 33 |
| 3.12Faenamiento..... | 33 |
| CAPÍTULO IV | 34 |
| 4. RESULTADOSYDISCUSIÓN | 34 |
| 4.1Consumo de alimento..... | 34 |
| 4.2Ganancia de peso | 36 |
| 4.3Conversión alimenticia..... | 38 |
| 4.4Rendimiento a la canal | 39 |
| 4.5Relación Costo Beneficio | 40 |
| CAPÍTULO V..... | 42 |
| 5.CONCLUSIONESYRECOMENDACIONES | 42 |
| 5.1CONCLUSIONES | 42 |
| 5.2RECOMENDACIONES | 42 |
| BIBLIOGRAFÍA | 43 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura1. Tipos de cobayos (Tipo A) | 6 |
| Figura2. Ciclo productivo del cobayo | 10 |
| Figura3. Mapa de ubicación del área de estudio..... | 24 |
| Figura 4. Distribución de los tratamientos | 26 |
| Figura5. Esquema de elaboración del bloque nutricional | 29 |
| Figura6. Preparación de bloques nutricionales con la aplicación de zeolita | 31 |
| Figura7. Secado de los bloques (27°C) | 31 |
| Figura 8. Consumo de alimento por tratamiento | 35 |
| Figura9. Ganancia de peso por tratamiento | 37 |
| Figura10. Rendimiento a la canal | 39 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Escala zoológica del cobayo. | 5 |
| Tabla 2. Requerimientos nutricionales para el cobayo durante la etapa de engorde. | 11 |
| Tabla 3. Composición de un bloque alimenticio para cobayos. | 15 |
| Tabla 4. Composición nutricional de las materias primas del bloque nutricional | 16 |
| Tabla 5. Propiedades Físicas de la zeolita | 20 |
| Tabla 6. Composición Química de la zeolita..... | 21 |
| Tabla 7. Materiales empleados durante la fase de campo. | 25 |
| Tabla 8. Tratamientos de zeolita evaluados en bloques nutricionales | 26 |
| Tabla 9. Análisis de varianza (ADEVA)..... | 27 |
| Tabla 10. Formulación de materias primas para un bloque nutricional | 30 |
| Tabla 11. Análisis de varianza para el consumo de alimento..... | 34 |
| Tabla 12. Prueba de Fisher para la variable consumo de alimento..... | 34 |
| Tabla 13. Análisis de varianza para la ganancia de peso | 36 |
| Tabla 14. Prueba de Fisher para la variable ganancia de peso | 36 |
| Tabla 15. Análisis de varianza para la conversión alimenticia..... | 38 |
| Tabla 16. Prueba de Fisher para la variable conversión alimenticia..... | 38 |
| Tabla 17. Análisis económico de los tratamientos..... | 40 |

RESUMEN

Los bloques nutricionales son una alternativa para el suministro estratégico de minerales, proteínas y energía para los animales. La inclusión de zeolita a dichos bloques como agregado nutricional según estudios permite incrementar la eficiencia de uso de energía y proteína de este. Además, favorece el crecimiento de los animales, incrementa la conversión del pienso y reduce el contenido de amoníaco en las heces. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la inclusión de zeolita en bloques nutricionales en la etapa de engorde de los cobayos. Se establecieron cinco tratamientos: T1: testigo sin zeolita, T2: 1.5% de zeolita, T3: 2.5% de zeolita, T4: 3.5% de zeolita y T5: 4.5% de zeolita. Se utilizó un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones. Las variables fueron consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, rendimiento a la canal y relación beneficio-costo. Los resultados indican que la inclusión de zeolita al 2.5% generó mayor consumo de alimento y ganancia de peso, influyendo directamente en el índice de conversión alimenticia, el cual fue más eficiente con un 4% más que el tratamiento testigo. La variable rendimiento a la canal fue superior en el testigo y la inclusión de 2.5% con un valor de 85%, sin presentar diferencias estadísticas entre ellos y al contrastar la relación beneficio-costo, mostró rentabilidad la inclusión al 3.5% de zeolita con 1.47 dólares, es decir, por cada dólar invertido 0.47 centavos de dólar es la utilidad superando con un 16% al testigo respectivamente.

Palabras claves: nutrición, parámetros productivos, rendimiento a la canal

ABSTRACT

Nutritional blocks are an alternative to the strategic supply of minerals, proteins and energy to animals. The inclusion of zeolite to these blocks as a nutritional aggregate according to studies allows to increase the efficiency of energy and protein use of this. In addition, it promotes the growth of animals, increases feed conversion and reduces ammonia content in faeces. This research aimed to evaluate the inclusion of zeolite in nutritional blocks at the fattening stage of guinea pigs. Five treatments were established: T1: witness without zeolite, T2: 1.5% zeolite, T3: 2.5% zeolite, T4: 3.5% zeolite and T5: 4.5% zeolite. A random block design was used with 4 repetitions. The variables were food consumption, weight gain, food conversion, channel yield and benefit-to-cost ratio. The results indicate that the inclusion of zeolite at 2.5% generated higher food consumption and weight gain, directly influencing the rate of food conversion, which was more efficient with 4% more than the witness treatment. The variable yield to the channel was higher in the witness and the inclusion of 2.5% with a value of 85%, without presenting statistical differences between them and by contrasting the profit-to-cost ratio, showed profitability the inclusion at 3.5% zeolite with 1.47 dollars, that is, for every dollar invested 0.47 cents is the profit exceeding 16% to the witness respectively.

Keywords: nutrition, productive parameters, channel performance

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La producción de cobayos (*Cavia porcellus*) constituye un rubro importante dentro de la economía campesina, siendo una actividad pecuaria con potencial crecimiento especialmente en el área andina por el incremento de la demanda local y externa debido a la excelente calidad nutricional de la carne con alto valor biológico, elevado contenido de proteína y bajo contenido de grasa, por lo cual los productores buscan crear y optimizar las técnicas de crianza y manejo (Narváez, 2014). En el país, la población de cuyes estimada es de 15 millones, la misma que por muchos años ha tenido un crecimiento muy lento debido a la poca importancia a esta producción pecuaria, por lo que carece de soporte técnico para generar tecnología apropiada para poder sustentar y aumentar el valor de los índices de productividad (Calderón y Cazares, 2008).

En vista de esta situación se ha planteado nuevas alternativas de producción de carne de cobayos que no aumenten los costos de inversión en la producción, como los bloques nutricionales que constituyen una opción para la fabricación de alimentos sólidos altos en concentración de energía, proteína y minerales, los cuales están fabricados de materias primas del entorno (Arias, 2014).

Por las razones expuestas, los bloques nutricionales son utilizados en varias especies de animales, tal es el caso de rumiantes ayudando a mejorar la producción de leche, aumentar su peso corporal y mayor aprovechamiento de nutrientes, mientras que en cuyes y conejos ayudan en la ganancia de peso y como alimentos de ensilaje en tiempos de sequía o a falta de forraje verde (Ayala y Burgos, 2004). En lo referente a cobayos, se incorpora zeolita en bloques nutricionales como un agregado alimenticio de alta calidad nutricional y balanceada (Mejía, 2013).

Las zeolitas naturales debido a su capacidad de intercambio catiónico ejercen un efecto en el complejo enzimático, reduce la mortalidad por estrés digestivo, además constituye un complemento eficaz para mejorar las dietas que se elaboren con subproductos, y permite incrementar la eficiencia de utilización de la energía y la proteína (Acosta, Lon-Wo y Dieppa, 2005).

Estudios realizados en la adición de zeolita en ganado bovino, porcino y aves favorecen al crecimiento de los animales, incrementa la conversión del pienso y reduce el contenido de amoníaco en las heces (Rocha et al, 2014). En el caso de especies menores se determinó, que en conejos se produce una ganancia promedio diaria mayor con la inclusión de zeolita en comparación con el balanceado comercial y reportó un menor porcentaje de mortalidad en el mismo grupo de animales (Cosma, 2008).

1.2 Problema

Los medianos y pequeños productores presentan ciertas limitantes, una de ellas es la falta de información acerca de los requerimientos nutricionales de los cobayos, por esta razón emplean varios tipos de forrajes en la alimentación de esta especie, alimento que muchas veces no cumple con el requerimiento nutricional, también los balanceados destinados a la alimentación de cobayos son costosos para los productores, mientras que, para realizar un balanceado resulta desfavorable por no tener en cantidad suficiente la materia prima disponible (Arias, 2014).

Por esta razón se pretende dar una alternativa a los productores en la alimentación de cobayos utilizando como materia prima la zeolita, que contiene minerales, proteínas y energía, también se puede usar como alimento en épocas de sequía y de escasez de alimento verde, considerándose como un agregado alimenticio de alta calidad nutricional que se proporcionará al animal.

La baja producción de forraje para alimentación de cobayos en épocas de estiaje produce animales con bajo peso y susceptibles a enfermedades, así como prolongación de la fase de engorde, lo que incide en un aumento del suministro de balanceados, que se ven reflejados en la rentabilidad de la producción de cobayos (Arias, 2014).

Las prácticas más comunes en la alimentación del animal es el empleo de aditivos que mejoren la eficiencia de la utilización de los alimentos, sin embargo, estas posibilidades no son factibles debido a que estas sustancias pueden traer consecuencias peligrosas por su acumulación en los tejidos comestibles de las canales (Aucapiña y Marín, 2016).

1.3 Justificación

La incorporación de zeolita (Clinoptilolita) es una alternativa para proporcionar cobayos con un mayor peso en menor tiempo; ya que ayuda a mejorar la eficiencia de los nutrientes y al control preventivo de problemas entéricos (diarreas y úlceras), así como la contaminación y desarrollo de hongos, también permite una larga durabilidad en el almacenamiento del bloque y ayuda a disminuir costos (Lema, 2008; Araujo, 2012). En el caso de especies menores se determinó en conejos una ganancia de peso promedio diaria mayor con la inclusión de zeolita en comparación con el balanceado comercial y reportó un menor porcentaje de mortalidad en el mismo grupo de animales (Cosma, 2008).

El Ecuador presenta un clima variado donde los productores deben manejar eficazmente los periodos de sequía y abundancia de forraje o pasto, para que dispongan durante todo el año de materia prima para los animales, por lo cual, el ensilaje de maíz procesado de subproductos del mismo con la adición de minerales como zeolita es una alternativa de alimentación sin afectar el factor económico de los pequeños y medianos productores (Piedra, 2015).

El suministro de bloques juntamente con otro tipo de alimento permite no sólo detener la pérdida de peso de los animales durante la escasez de forraje y pasto, sino también obtener importantes incrementos de peso obteniendo como resultado una mayor productividad (Mejía, 2013). Además, la incorporación de bloques nutritivos con minerales permite mantener los niveles de proteína y energía de la dieta aumentando la retención de nitrógeno en el organismo, ya que captura el nitrógeno volátil que es excretado en las heces de los animales, que constituyen la principal fuente de contaminación de nitrógeno en la producción pecuaria (Lema, 2008).

La escasa información acerca de alternativas en la alimentación de cobayos hace necesario realizar estudios que ayuden a mejorar los parámetros productivos, para lo cual se recurre a la utilización de zeolita, que permite un mejor comportamiento productivo y una posibilidad dentro de la alimentación de cobayos en la granja experimental “La Pradera”.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Inclusión de zeolita natural en bloques nutricionales en la etapa de engorde para cobayos (*Cavia porcellus*); Chaltura- Imbabura.

1.4.2 Objetivos específicos

- Establecer la dosis óptima de zeolita en bloques nutricionales en el engorde de los cobayos.
- Analizar los parámetros productivos en la inclusión de zeolita en la dieta de los cobayos.
- Determinar la relación beneficio-costado de los tratamientos en estudio.

1.5 Hipótesis

Ha. La zeolita Si tiene influencia en los parámetros productivos de los cobayos.

Ho. La zeolita No tiene influencia en los parámetros productivos de los cobayos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Origen y distribución del cobayo

El cobayo es un mamífero originario del Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia. Tiene un ciclo de reproducción corto, de fácil manejo, baja inversión y sin ninguna alimentación exigente; puede ser la especie más económica para la producción de carne de alto valor nutricional (Chauca, 2009).

El cobayo (*Cavia porcellus*) es un mamífero roedor, que constituye ancestralmente la base proteica animal de la dieta de los pobladores andinos, se caracterizan por su gran rusticidad, capacidad de adaptación a diferentes ecosistemas, corto ciclo biológico y buena fertilidad, por lo que su consumo es mayor en países como Perú, Bolivia, Colombia y Ecuador (Salinas, 2002).

En la década de los cincuenta es cuando se inicia una explotación tecnificada en nuestro país encontrando actualmente criaderos en: Carchi, Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Loja y algunas provincias de la costa y el oriente (Guamán, 2000).

2.2 Importancia de la caviicultura en el Ecuador

Según (Usca, 2000), afirma que la producción de cobayos en Ecuador es en general una actividad rural localizada en la serranía ecuatoriana, que por muchos años ha tenido un crecimiento muy lento debido a la poca importancia que el estado ecuatoriano da a esta producción pecuaria, que ha sufrido de carencia de soporte técnico, falta de recursos para realizar investigación y por lo tanto generar tecnología apropiada para poder sustentar y mejorar los índices de productividad.

En un estudio de comercialización realizado en la Escuela Politécnica del Chimborazo se determinó que el 6% de la producción de cuyes es vendido directamente por el productor en el mercado, el 54% es captado por los intermediarios, el 26% se lo consume a nivel familiar y el 14% se lo destina como reproductor (Guamán, 2000).

2.3 Regionalización

El hábitat de los cobayos es muy extenso, se han detectado numerosos grupos en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Noreste de Argentina, y Norte de Chile, distribuido por el eje de la cordillera andina. En el Perú después de un arduo trabajo en mejora genética se viene estudiando la caracterización del cuy silvestre para determinar el origen de su domesticación (Bargo, 2006).

2.4 Clasificación zoológica

La clasificación taxonómica del cobayo según la Tabla 1 es la siguiente:

Tabla 1.
Escala zoológica del cobayo.

| REINO | ANIMAL |
|--------------|------------------------|
| Sub-reino: | Metazoario |
| Tipo: | Cordado |
| Subtipo: | Vertebrado |
| Clase: | Mamífero (Mammalia) |
| Sub-clase: | Placentario |
| Orden: | Roedor (Rodentia) |
| Sub-orden: | Hystricomorpha |
| Familia: | Cavidae |
| Género: | <i>Cavia</i> |
| Especie: | <i>Cavia porcellus</i> |

Fuente: (Estupiñan, 2003).

2.5 Generalidades

El Instituto Benson Proyecto Mejo cuy, indica que el cobayo (*Cavia porcellus*), es un animal originario de los Andes Sudamericanos, la crianza en Bolivia está concentrada en la región de los Valles y regiones alto Andinas como un animal productor de carne de alto valor nutritivo (Castro, 2002).

De igual manera menciona que la caviicultura en nuestro país, es una actividad complementaria en el sistema de producción campesino, que se desarrolla junto a la agricultura. Está orientada para el autoconsumo como seguridad alimentaria, genera ingresos adicionales por la venta de remanentes y permite generar mayor costo de oportunidad a la mano de obra ya que en su mayoría son mujeres y niños quienes se hacen cargo.

La carne de cuy es utilizada como fuente importante de proteína en la alimentación humana debido a que es un producto de excelente calidad, alto valor biológico y bajo contenido de grasa. Por ello, la alimentación va a influir directamente en la producción y rentabilidad de la crianza de cobayos. Por eso se determina el factor alimenticio representa del 70% al 80% del costo de producción; es decir, el éxito o fracaso de la granja en gran medida está dado por este factor.

2.6 Tipos de Cobayos

La producción de cuyes en el Ecuador es una actividad rural de la sierra, donde predomina el sistema familiar de producción de carne, pero, para un auto consumo, con niveles de producción muy bajos. Los cuales han sido clasificados por tipos, principalmente por longitud, forma de su pelaje y razas mejoradas (Usca, 2000).

2.6.1 Tipo A

(Ataucasi, 2015) menciona que son cuyes enmarcados en un paralelepípedo, explicando su alto grado de desarrollo muscular fijado en una buena base ósea. Responden a un buen manejo y tienen buena conversión alimenticia. La tendencia es producir animales que tengan una buena longitud, profundidad y ancho. Esto expresa el mayor grado de desarrollo muscular, fijado en una buena base, como se puede observar en la Figura 1, son de temperamento tranquilo, responden eficientemente a un buen manejo y tienen excelente conversión alimenticia.

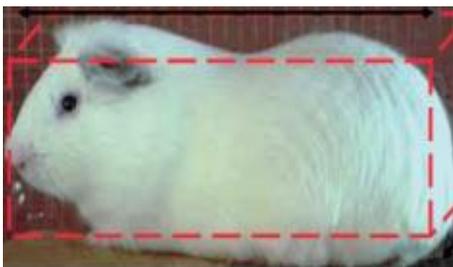


Figura 1. Tipos de cobayos (Tipo A)

Fuente: (Ataucasi, 2015).

2.6.2 Tipo B

Caracteriza a los cuyes de forma angulosa, su cuerpo tiene poca profundidad y con desarrollo muscular escaso. La cabeza es triangular y alargada. Tienen mayor variabilidad en el tamaño de la oreja. Es muy nervioso, lo que dificulta su manejo (Vivas y Carballo, 2013).

2.7 Características Morfológicas

Cooper y Schiller (2005), indican que son las siguientes:

- **Cabeza:** Relativamente grande en relación a su volumen corporal, de forma cónica y de longitud variable de acuerdo al tipo de animal. Las orejas por lo general son caídas, aunque existen animales que tienen las orejas paradas porque son más pequeñas, casi desnudas, pero bastante irrigadas (Zaldívar, 1997).
- **Los ojos:** son redondos vivaces de color negro o rojo, con tonalidades de claro a oscuro. El hocico es cónico, con fosas nasales y molares pequeños, el labio superior es partido, mientras que el inferior es entero, sus incisivos alargados con curvatura

hacia dentro crecen continuamente, no tienen caninos y sus molares son amplios. El maxilar inferior tiene las apófisis que se prolongan hacia atrás hasta la altura del axis (Zaldivar, 1997).

- **Cuello:** es grueso, musculoso y bien insertado al cuerpo, conformado por siete vértebras de las cuales el atlas y el axis están bien desarrollados.
- **Tronco:** de forma cilíndrica y está conformada por 13 vértebras dorsales que sujetan un par de costillas articulándose con el esternón, las 3 últimas son flotantes.
- **Abdomen:** tiene como base anatómica a 7 vértebras lumbares, es de gran volumen y capacidad.
- **Extremidades:** Son en general cortas, siendo los miembros anteriores más cortos que los posteriores. Ambos terminan en dedos, provistos de uñas cortas en los anteriores y grandes y gruesas en las posteriores. El número de dedos varía desde 3 para los miembros posteriores y 4 para los miembros anteriores. Cuando existe polidactilia pueden tener hasta 8 dedos en cada miembro. Siempre el número de dedos en las manos es igual o mayor que en las patas (Cooper y Schiller, 2005).

2.8 Características de comportamiento del cobayo.

Por su docilidad los cuyes se crían como mascotas en diferentes países, por ello, como animal experimental en los bioterios se aprecia por su temperamento tranquilo, que se logra con el manejo intensivo al que son expuestos; algunas líneas albinas se seleccionan por su mansedumbre.

El cobayo como productor de carne ha sido seleccionado por su precocidad y su prolificidad, e indirectamente se ha tomado en cuenta su mansedumbre. Sin embargo, se tiene dificultad en el manejo de los machos en recua. Hacia la décima semana inician las peleas que lesionan la piel, bajan sus índices de conversión alimenticia y las camas de crecimiento muestran una flexión. Las hembras muestran mayor docilidad por lo que se las puede manejar en grupos de mayor tamaño (Zaldívar, 1997).

El comportamiento de las hembras muestra mayor docilidad por lo que pueden ser manejadas en grupos de mayor tamaño. Los animales que están en ambientes con poca iluminación son generalmente más nerviosos. (INIAP, 2009).

2.9 Alimentación

El cuy puede ser exclusivamente herbívoro o aceptar una alimentación suplementada en la cual se hace un mayor uso de compuestos equilibrados. Los sistemas de alimentación son de tres tipos: con forraje; más concentrado y concentrado más agua y vitamina C, estos sistemas pueden aplicarse en forma individual o alternativa, de acuerdo con la disponibilidad de alimento existente en el sistema de explotación (Acosta, 2002).

El cobayo es una especie herbívora mono gástrica que tiene dos tipos de digestión: la enzimática, a nivel del estómago e intestino delgado, y la microbial a nivel del ciego. Su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración alimenticia (Castro, 2002).

2.10 Alimentación de los Cobayos

Zaldívar (1997), menciona que en cobayos los sistemas de alimentación se adecuan de acuerdo con la disponibilidad de alimento. La combinación de alimentos dada por la restricción sea del concentrado o forraje permite hacer del cuy una especie versátil en su consumo, ya que puede comportarse como herbívoro o forzar su alimentación en función a un mayor uso de balanceados.

Los sistemas de alimentación que son posible utilizar en la alimentación de cuyes son:

- Alimentación con Forraje
- Alimentación con Forraje + Concentrado (Mixta)
- Alimentación con Concentrado + Agua + Vitamina C

Para los cobayos los sistemas de alimentación se adecuan de acuerdo con la disponibilidad de alimento y la combinación de estos dada por la restricción sea del concentrado o forraje permite hacer del cuy una especie versátil en su alimentación (Castro, 2002).

2.10.1 Alimentación a base de forraje

Palomino (2002), indica que el cobayo es una especie herbívora por excelencia, su alimentación es sobre todo a base de forraje verde, de las cuales, las leguminosas por su calidad nutritiva se comportan como un excelente alimento. Las gramíneas tienen menor valor nutricional por lo que es conveniente combinar especies de gramíneas y leguminosas. La cantidad diaria de forraje que se suministra a los animales está entre 80 a 200g/animal/día.

Cuando se utilizan exclusivamente forrajes en la alimentación de cuyes en crecimiento y engorde, los incrementos diarios de peso están alrededor de los 5 a 8 gramos por día y el periodo de crianza se prolonga para que los animales alcancen un adecuado peso de mercado, de igual manera su rendimiento de carcasa no es tan alto debido a que la dieta no aporta la suficiente cantidad de energía para que los cuyes tengan un buen acabado (Castro y Chirinos 1997).

2.10.2 Alimentación con Forraje más Concentrado

Castro (2002), señala que la disponibilidad de alimento verde no es constante a lo largo del año, hay meses de mayor producción y de escasez por falta de agua de lluvia o de riego.

En estos casos la alimentación de los cobayos se torna crítica, habiéndose tenido que estudiar diferentes alternativas, entre ellas el uso de concentrado, granos o subproductos industriales (afrecho de trigo o residuo seco de cervecería) como suplemento al forraje.

En este tipo de alimentación se considera al suministro de forraje más un balanceado, pudiendo utilizarse afrecho de trigo más alfalfa, los cuales han demostrado superioridad en el comportamiento de los cuyes cuando reciben un suplemento alimenticio conformado por una ración balanceada. Aunque los herbívoros, en este caso los cuyes, pueden sobrevivir con raciones exclusivas de pasto, los requerimientos de una ración balanceada con un alto contenido de proteína, grasa y minerales es importante.

2.10.3 Suministro de agua

Adams (2007), menciona que el agua está entre los elementos más importantes que debe considerarse en la alimentación. Por ello, el animal la obtiene de acuerdo con su necesidad de tres fuentes: el agua de bebida que se le proporciona a discreción al animal, el agua contenida como humedad en los alimentos, y el agua metabólica que se produce del metabolismo por oxidación de los nutrientes orgánicos que contienen hidrógeno.

La dotación de agua debe suministrarse en la mañana o al final de la tarde, o entre la dotación de forraje. El agua debe ser fresca, libre de contaminación y en el bebedero es un excelente vehículo para la dosificación de vitaminas y antibióticos cuando sean necesarios administrarlos.

2.10.4 Suministro de alimento

La dotación de alimento debe efectuarse al menos dos veces al día (30-40% del consumo en la mañana y 60-70% en la tarde). El forraje no debe ser suministrado inmediatamente después del corte, porque puede producir problemas digestivos (hinchazón del estómago), es mejor secarlo en la sombra unas dos horas antes de suministrarlo a los animales (Zaldivar, 2000).

2.11 Manejo del cobayo de engorde

Es importante tener en cuenta el ciclo productivo del cobayo, (Serrano , 2001) como se observa en la Figura 2.

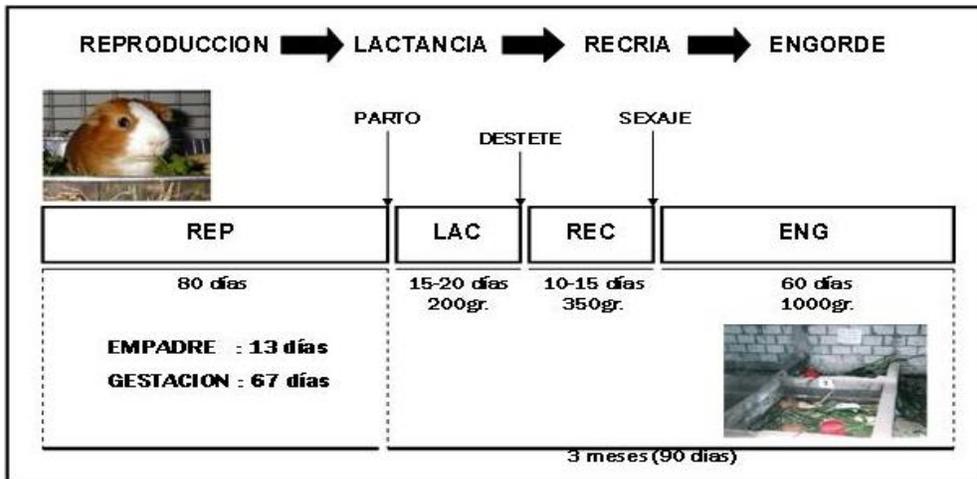


Figura 2. Ciclo productivo del cobayo

Fuente: (Chauca, 2009)

La etapa de engorde del cobayo se inicia en la cuarta semana de vida hasta la edad de comercialización, entre la novena o decima semana. Se deberá ubicar lotes uniformes en edad, tamaño y sexo. Responden bien a dietas con alta energía y baja proteína (14%) Varios productores de cuyes utilizan el afrecho de trigo como suplemento al forraje. No debe prolongarse esta etapa para evitar peleas entre machos, las heridas bajan la calidad de la carcasa. Estos cuyes que salen al mercado son los llamados parrilleros; y no debe prolongarse la recría para evitar que se presente engrosamiento en la carcasa.

Después de iniciada la recría no debe reagruparse animales porque se inician peleas, afectando el crecimiento de los animales. En granjas comerciales, al inicio de esta etapa, se castran los cuyes macho (Moncayo, 2002).

Los lotes deben ser homogéneos y manejarse en áreas apropiadas; se recomienda manejar entre 8 y 10 cuyes en espacios de 1 000 - 1 250 cm² (Humala y Agustín, 2003).

Los factores que afectan el crecimiento de los cuyes en recría son el nutricional y el clima. Cuando los cuyes se mantienen subalimentados es necesario someterlos a un período de acabado que nunca debe ser mayor a dos semanas. De acuerdo con la densidad nutricional de las raciones, los cuyes pueden alcanzar incrementos diarios promedios durante las dos semanas de 12,32 g/animal/día. Es indudable que en la primera semana los incrementos fueron entre 15 y 18 g/animal/día, como respuesta al tratamiento compensatorio, a la hidratación rápida y al suministro de forraje y mejor ración (Chauca, 2009).

2.12 Requerimientos nutricionales del cobayo en engorde

La nutrición es muy importante en toda explotación pecuaria, el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción. El conocimiento de los requerimientos nutritivos de los cuyes nos permitirá poder elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción (Adams, 2007).

Tabla 2.
Requerimientos nutricionales para el cobayo durante la etapa de engorde.

| NUTRIENTES | UNIDAD | ENGORDE |
|-------------------|---------------|----------------|
| Proteína total | % | 14 – 17 |
| Energía | Kilocaloría | 2500 – 2800 |
| Fibra | % | 8 – 18 |
| Calcio | % | 1 – 2 |
| Fósforo | % | 0.6 |
| Magnesio | % | 0.35 |
| Potasio | % | 1.4 |
| Tiamina | Mg | 16.0 |
| Vitamina K | Mg | 16.0 |
| Riboflavina | Mg | 16.0 |
| Niacina | Mg | 58.0 |

Fuente: (Caycedo, 2000)

2.12.1 Proteína

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. Existen aminoácidos esenciales que se deben suministrar a los monogástricos a través de diferentes insumos ya que no pueden ser sintetizados (Adams, 2007).

2.12.2 Carbohidratos y grasas

Proveen de energía al cuy para que pueda caminar, ver, crecer y reproducirse (Adams, 2007).

2.12.3 Fibra

Los porcentajes de fibra de concentrados utilizados para la alimentación de cuyes van de 5 al 18%. Cuando se trata de alimentar a los cuyes como animal de laboratorio, donde solo reciben como alimento una dieta balanceada, ésta debe tener porcentajes altos de fibra. Este componente tiene importancia en la composición de las raciones no solo por la capacidad que tienen los cuyes de digerirla, sino que su inclusión es necesaria para favorecer la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retarda el pasaje del contenido alimenticio a través de tracto digestivo (Acosta, 2002).

2.12.4 Vitaminas

Son los componentes del alimento que le dan vitalidad al cobayo para todas sus funciones reproductivas y alimenticias. Existen varios tipos de vitaminas que cumplen diferentes funciones para mejorar el apetito, crecer y reproducirse (Castro, 2002).

2.12.5 Minerales

Son nutrientes que no aportan energía, pero son importantes en funciones metabólicas del organismo animal. Aportan calcio para la leche, fósforo para los huesos, hierro para combatir la anemia (Adams, 2007).

2.12.6 Grasa

El cobayo tiene un requerimiento definido de grasa o ácidos grasos no saturados. Su carencia produce un retardo en el crecimiento, dermatitis, úlceras en la piel, pobre crecimiento del pelo y caída de este. Esta sintomatología es susceptible de corregirse agregando grasa que posea ácidos grasos insaturados o ácido linoleico en una cantidad de 4 g/kg de ración (Castro, 2002).

2.12.7 Energía

Los carbohidratos, lípidos y proteínas proveen de energía al animal. Los de mayor disponibilidad son los carbohidratos/fibrosos y no fibrosos, contenidos en los alimentos de origen vegetal. El consumo de exceso de energía no causa mayores problemas, excepto una deposición exagerada de grasa que en algunos casos puede perjudicar el desempeño reproductivo (Acosta, 2002).

2.13 Sistemas de producción del cobayo

La cría de cobayos se conduce según tres sistemas diferentes, caracterizados por su función en el contexto de la unidad productiva, y no por la población animal. Esos sistemas son el familiar, el familiar-comercial y el comercial. El desarrollo de la cría ha implicado que un mismo productor haya podido practicar los tres sistemas (Zaldívar, 1997).

2.13.1 Crianza Familiar

¿La crianza familiar es la más difundida en la región andina, se caracteriza por desarrollarse sobre la base de insumos y mano de obra disponible en el hogar, así el cuidado de los animales es realizado por los hijos en edad escolar (10%) y por el ama de casa (63%), pocos son los casos donde el esposo participa (9%) en la atención de los animales, otros miembros de la familia (18%) contribuyen cuando comparten la vivienda. Se maneja bajo un sistema tradicional, donde el cuidado de los cuyes es de responsabilidad de las mujeres y los niños. En Cajamarca, departamento ubicado en la sierra norte del Perú el 44.6% de los productores los crían exclusivamente para autoconsumo, con el fin de disponer de una fuente proteica de origen animal y otros con (49.6%) cuando disponen de excedentes los

comercializan para generar ingresos, pocos son los que mantienen a los cuyes sólo para venta. Los insumos alimenticios empleados por lo general son malezas, residuos de cosechas y de cocina. El ambiente de crianza es normalmente la cocina, donde la fuente de calor del fogón los protege de los fuertes cambios de temperatura. En otros casos construyen pequeñas instalaciones colindantes a sus viviendas, aprovechan eficientemente los recursos disponibles en la finca.

El número está determinado por el recurso alimenticio disponible (Zaldivar, 2000).

Ataucusi (2015), menciona que por medio de este tipo de crianza permite la seguridad alimentaria de la familia y es el más difundido en la zona rural, aunque su forma de alimentación inadecuada por la ingesta de residuos de cocina y algunos pastos. El ambiente de crianza normalmente es la cocina, donde la fuente de calor es el fogón que los protege de los cambios bruscos de temperatura.

Las características de esta crianza son:

- Alimentación inadecuada
- No hay control en el empadre
- Alta consanguinidad
- Alta mortalidad
- Pocas crías por parto
- Alta incidencia de enfermedades y parasitosis
- Competencia por alimento y espacio

2.13.2 Crianza familiar-comercial

Resulta de una crianza familiar organizada, está circunscrita al área rural en lugares cercanos a las ciudades donde pueden comercializar su producto. Las vías de acceso facilitan la llegada a los centros de producción, teniendo como opción la salida de los cobayos para venta o el ingreso de acopiadores que no es una buena alternativa por los precios bajos ofertados. Los productores invierten recursos económicos destinados para infraestructura, tierra para la siembra de forrajes y mano de obra familiar para el manejo de la crianza. Los productores que determinan desarrollar la crianza de cuyes tienen disponibles áreas para cultivo sea de forrajes o usan subproductos de los cultivos agrícolas que manejan. El tamaño de la explotación dependerá de la disponibilidad del recurso alimenticio. En este sistema por lo general mantiene entre 100 y 500 cobayos, máximo 150 reproductoras.

En Ecuador, la crianza comercial y familiar-comercial es una actividad que data de aproximadamente 15 años, es tecnificada con animales mejorados en su mayoría y con parámetros productivos y reproductivos que permiten rentabilidad económica en la explotación. Los índices productivos reportados indican que son susceptibles de mejorarlos. No existen problemas de comercialización, la producción ofertada tiene demanda de

animales en pie, vivos para el consumo o para cría, en general se comercializan en la misma granja con dominio del intermediario. Los precios se fijan de acuerdo con el tamaño del animal (López, 2007).

2.13.3 Crianza Comercial

Según (Zaldívar, 1997) menciona que la crianza comercial es poco difundida, ya que se comporta como actividad principal de una empresa agropecuaria. Trabaja con eficiencia, utiliza alta tecnología. La tendencia es a utilizar cuyes de líneas selectas, precoces, prolíficas y eficientes convertidoras de alimento. El desarrollar este sistema contribuirá a ofertar carne de cuyes en las áreas urbanas donde al momento es escasa. Una granja comercial mantiene áreas de cultivo para siembra de forraje, el uso de alimento balanceado contribuye a lograr una mejor producción. Los índices productivos son superiores a 0.75 crías destetadas/hembras empadradas. Producen cuyes parrilleros que salen al mercado a edades no mayores de 10 semanas con pesos promedios de 900 g.

2.14 Bloques nutricionales

Los bloques nutricionales son alimentos compactados en forma de cubos, elaborados con ingredientes fibrosos, como los salvados y afrechos de trigo, cebada, maíz y quinua, con niveles altos de melaza que pueden llegar hasta el 40%; también se incluyen en su mezcla fuentes de proteína como la torta de soya, harinas de alfalfa, hoja de calabaza y harina de hojas de árboles forrajeros, fuentes de calcio, fósforo y pre mezclas vitamínicas y minerales. Para su compactación se utiliza el cemento gris o la cal viva en niveles no mayores al 5% de la mezcla (Caycedo, 2000).

Los suplementos concentrados se formulan con materias primas que son fuentes de energía y fibra, como las mogollas de trigo y maíz, afrechos de cereales, trigo, cebada, maíz, arroz, quinua y fuentes de proteína como las tortas de soya, algodón, ajonjolí, harinas de alfalfa, morera, ramio, chachafruto, hoja de calabaza. Los minerales se suplen generalmente con harinas de hueso, fosfato calcio, fuentes de calcio y fósforo, los que se encuentran en harinas de cáscara de huevo, conchas de ostras. Además, el suplemento lleva una pre-mezcla de vitaminas, minerales (trazas) y sal común.

Las experiencias obtenidas con este tipo de alimento muestran márgenes importantes de utilidad, con rendimientos productivos adecuados, cuando se suministra a cuyes en crecimiento, engorde y reproducción. Este suplemento puede reemplazar a los concentrados y generalmente se ofrece a los cuyes con una dieta básica de pastos.

Los bloques nutricionales constituyen una tecnología para la fabricación de alimentos sólidos y que contienen una alta concentración de energía, proteína y minerales. Son preparados utilizando urea, melaza y un agente solidificante. Generalmente el uso de los bloques nutricionales ha sido utilizado como alimento no estratégico durante la época seca,

son resistentes a la intemperie y son consumidos lentamente por lo que garantiza el consumo dosificado de urea (Calderón y Cazares, 2008).

2.14.1 Ventajas del uso de los bloques nutricionales

- Es una fuente relativamente barata de energía, proteína y minerales.
- Son fáciles de elaborar a nivel de finca, pues para su preparación no se necesitan instalaciones ni equipos costosos.
- Además de los ingredientes fundamentales como la melaza, urea y minerales, los bloques permiten utilizar recursos locales de bajo costo o materiales que se producen en la finca.
- En comparación con la mezcla líquida de melaza y urea, los bloques son más fáciles de transportar y manipular, disminuyen los riesgos de intoxicación por urea y hay menos desperdicio (Fariñas y Mendieta, 2009).

2.14.2 Factores que afectan la respuesta del animal al bloque nutricional

El manejo de los pastos y los animales son determinantes también en las respuestas, puesto que el efecto de este tipo de suplemento es variable y depende fundamentalmente de la calidad y disponibilidad de la dieta base (Chacón , 2000).

Un factor que afecta la calidad de los bloques nutricionales son los grados Brix (concentración de azúcares disueltos), el tipo y calidad del ligante (cemento, cal), porcentaje de urea, tipo de relleno y la presión de la pasta (Ferre , 2000).

Mata y Combellas (2001), afirman que el principal efecto del bloque es un incremento en el consumo de forraje asociado a concentraciones muy bajas de nitrógeno amoniacal en el líquido del rumen. Las condiciones requeridas para esperar respuestas productivas apreciables a estos suplementos:

- Un nivel bajo de nitrógeno en el recurso fibroso.
- Una oferta escasa de forraje que permitiese incrementos en su consumo.

Los bloques pueden conformarse de los siguientes componentes (Tabla 3).

Tabla 3.

Composición de un bloque alimenticio para cobayos.

| Materia prima | Porcentaje (%) |
|-------------------|----------------|
| Maíz molido | 12.0 |
| Harina de hueso | 1.4 |
| Afrechillo molido | 20.0 |
| Melaza | 38.3 |

| | |
|-------------------------------------|-------|
| Torta de soya | 22.0 |
| Cemento | 5.0 |
| Carbonato de calcio | 0.4 |
| Pre mezcla de vitaminas y minerales | 0.4 |
| Sal mineral | 0.5 |
| Total | 100.0 |

Fuente: (Caycedo, 2003).

El bloque nutricional facilita el suministro de diversas sustancias nutritivas en forma lenta, que además de incorporar nitrógeno no proteico (NNP), el cual está en la urea, excretas o amoniaco, puede incorporar otros elementos nutricionales como carbohidratos solubles, minerales y proteína verdadera (Cipav, 2000).

2.15 Materias primas

Según Araque (1995), sugiere que los ingredientes utilizados pueden ser varios y diversos, pero todos en general deben contener los siguientes componentes básicos:

- Proteína: urea, algodón, soya, ajonjolí, alfarina
- Minerales: sal mineralizada.
- Fibra: tusa de maíz, cascarillas, residuos de cosecha, bagazo
- Energía: melaza, panela
- Aglomerante: cal, cemento, yeso.

Los bloques nutricionales constituyen, una alternativa para el suministro de minerales, proteínas y energía para los animales, de forma sólida que provee al animal sustancias nutritivas. La dureza depende de una buena compactación en cantidad y calidad de los insumos (Calderón y Cazares, 2008). En la Tabla 4 se detalla las características.

Tabla 4.

Composición nutritiva de las materias primas empleadas en un bloque nutricional

| Composición | Maíz | Cebada | Trigo | Soya |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| % Humedad | 12,0 - 13,0 | 12,0 - 13,0 | 12,0 - 14,0 | 5,02- 9,42 |
| % Carbohidrato | 65,0 - 70,0 | 65,0-72,0 | 65,0 - 70,0 | |
| % Proteína | 10,0 - 11,0 | 10,0 - 11,0 | 13,0 - 15,0 | 29,6- 50,3 |
| % Grasa | 4,0 - 5,0 | 1,5 - 2,5 | 1,5 - 2,5 | 13,5- 24,2 |
| % Fibra | 2,0 - 2,5 | 2,5 - 4,5 | 2,0 - 2,5 | 2,84 - 6,27 |

Fuente: (Sanchez Ortega, 2014).

2.15.1 Minerales

Vitaliano (2010), señala que los minerales son sustancias sólidas y cristalinas que no son de origen vegetal ni animal. Los minerales que componen el organismo animal son veinte y seis, los cuales se deben suministrar con una mezcla conformada por cloruro de sodio, calcio y fósforo, con los otros macro elementos y micro elementos.

2.15.2 Melaza

La melaza es un producto obtenido de la caña de azúcar como sustancia noble de alta calidad, mediante un procedimiento no relacionado con la obtención del azúcar blanco, su sabor, dulce la hace muy apetecible a los animales, generando energía para el movimiento, funciones vitales y el control de la temperatura corporal (Garzón, 2000). Este ingrediente puede utilizarse como saborizante para disminuir la polvosidad de algunas materias primas como vehículo de suplementos y como ingrediente normal de las dietas

2.16 Elaboración del bloque nutricional

Para la elaboración de bloques nutricionales se trabaja con la siguiente metodología:

2.16.1 Selección y dosificación de los ingredientes

Waliszewski y Pardio (2000), menciona que los bloques nutricionales se realizan de acuerdo con las siguientes etapas:

2.16.2 Pesado de los ingredientes

Se pesan los ingredientes de acuerdo con la fórmula que se va emplear en una gramera o balanza.

2.16.3 Mezclado de los ingredientes

Se coloca la melaza en la batea y luego se añaden todas las sales: sal, minerales y urea y se mezcla uniformemente. Inmediatamente se añade la o las harinas (maíz, afrecho, etc.) hasta obtener una mezcla uniforme.

2.16.4 Adición de cal

A la mezcla anterior se le realiza un surco por el medio, arrojando la mezcla hacia los bordes de la batea, en el surco se coloca la cal con cuidado (levanta mucho polvo), y comienza a mezclarse arrojando hacia un extremo de la batea.

2.16.5 Moldeo de los bloques nutricionales

Cuando la mezcla alcanza un punto de uniformidad y consistencia, se coloca una capa muy fina de pasto seco en el fondo del molde.

2.16.6 Secado de los bloques

Se coloca al sol, de tal manera de acelerar el fraguado y secado del bloque. Después de 1 o 2 horas al sol, el bloque puede ser almacenado.

2.17 Zeolita natural

El término “zeolita” fue usado inicialmente para designar a una familia de minerales naturales que presentaban como propiedades particulares el intercambio de iones y la absorción reversible de agua. Esta última propiedad dio origen al nombre genérico de zeolita, el cual deriva de las palabras griegas, *zeo* que ebulle, y *litos*: piedra (Galindo, 2000).

Las zeolitas son minerales secundarios originados por la acción lixivante de aguas termales sobre feldespatos o feldespatoideos. Es un mineral índice de zonas metamórficas de grado muy bajo, definido la llamada “facies-zeolitica”. Las zeolitas están formadas por armazones de AlO_4 y SiO_4 muy abiertos, son grandes espacios de interconexiones o canales. Dichos canales retienen iones de Na/ Ca o K, así como moléculas de agua ligadas por enlaces de hidrógeno a los cationes de la estructura. Esta estructura justifica la capacidad que tienen las zeolitas de desprender agua de manera continua a medida que se las calienta ya temperaturas relativamente bajas, dejando intacta la estructura del mineral (Castro, 2002).

La zeolita, se trata de una familia de minerales, que son aluminosilicatos hidratados altamente cristalinos que al deshidratarse desarrollan, en el cristal ideal, una estructura con diámetros de poros mínimos de 3 a 10 Angstroms. También se menciona que una zeolita es un aluminio-silicato cuya estructura forma cavidades ocupadas por iones grandes y moléculas de agua con gran libertad de movimiento que permite el intercambio iónico y la deshidratación reversible. Las zeolitas están compuestas por aluminio, silicio, sodio, hidrogeno, y oxígeno (Galindo, 2000).

Las zeolitas naturales son minerales silicatos que aparecen en la naturaleza en yacimientos al aire libre, que contienen iones grandes y moléculas de agua con libertad de movimiento, para así permitir un intercambio iónico muy alto (Kirsch, 2000).

Las zeolitas poseen una estructura cristalina micro porosa tridimensional, que forma sistemas de canales uní, bí y tridimensionales. Dichos canales actúan como perfectos almacenes de nutrientes y agua para plantas y animales.

La resistencia mecánica, química de las zeolitas naturales posibilita:

Su modificación para obtener fertilizantes, sustratos, pesticidas y fungicidas.

Su utilización para tratamientos de medios de tan corrosivos como los residuales industriales

Las zeolitas naturales, comúnmente denominadas el mineral del siglo, son estructuras cristalinas de aluminio- silicato de álcali y cationes de tierra alcalina, en los que prevalece el magnesio, calcio, sodio y potasio (Galindo, 2000).

Se caracterizan por su capacidad de intercambio de sus iones móviles con el NH_4^+ y su uso en la alimentación animal, tiene cada día mayor importancia, desde hace ya muchos años los yacimientos naturales de clinoptilolita y modernita se han venido empleando en diversos países como parte de la alimentación de animales, así como en el tratamiento de la contaminación generada por el excremento de estos.

Las diversas publicaciones en los años recientes nos informan que en 1966 se realizaron pruebas en aves a las que en su alimentación se añadió el 10% de zeolita por un periodo de 15 días. Los resultados demostraron que las aves incrementaron el peso calculado por unidad de alimento consumido (incluida zeolita), es decir, la eficiencia alimenticia fue de 20% mayor respecto a la obtenida por las aves de control alimentadas normalmente (Castro, 2002).

Además, indica que la mejora en la utilización de los nutrientes por parte de la zeolita se debe a que esta interviene en el metabolismo mediante una lenta absorción de iones de amonio, los que son liberados lentamente, para un mejor aprovechamiento, de esta forma la zeolita interviene en el metabolismo de las proteínas.

En cerdos para crecimiento el empleo de zeolita natural permite incrementar la eficiencia de utilización de la energía y la proteína. Y además una de las prácticas más comunes internacionalmente en la alimentación del animal es el empleo de aditivos que mejoran la eficiencia de la utilización de los alimentos, sin embargo, estas posibilidades son costosas, como en el caso de determinados antibióticos y otras sustancias pueden traer consecuencia peligrosa por su acumulación en los tejidos comestibles de las canales (Castro, 2005).

Kirsch (2000), indica que, al grupo de las zeolitas naturales, se las puede dar varios usos, como: cedazos moleculares, los mismos que por tener una alta capacidad de intercambio catiónica pueden absorber moléculas polares infra saturadas, como sustancias orgánicas y gases. Purificadores de agua potable, desedificación de agua, (corrección del pH), ablandamiento de agua dura, la clinoptilolita intercambia preferentemente amonio frente a sodio. La alta capacidad de intercambio catiónico de algunas zeolitas sintéticas puede alcanzar valores de 1000meq/100g, pero las zeolitas naturales (clinoptilolita, erionita, philipsita) suelen tener valores inferiores (Glavis, 2005).

Las zeolitas naturales debido a sus propiedades derivadas de su capacidad de intercambio catiónico, su efecto en el complejo enzimático, su acción astringente posibilita una mejora en la utilización de los nutrientes y debido a su procedencia natural y por no acumularse en los tejidos de las canales, ya que no se absorben en el tracto, constituye un complemento eficaz para mejorar las dietas que se elaboren con productos o sus productos.

2.17.1 Las propiedades físicas

La Tabla 5, donde Breck (2007), manifiesta que las propiedades físicas de una zeolita deben considerarse de dos formas:

- Descripción mineralógica de la zeolita desde el punto de vista de sus propiedades naturales, incluyendo la morfología, hábitos del cristal, gravedad específica, densidad, color, tamaño del cristal o grano, el grado de cristalización, resistencia a la corrosión y abrasión.
- Desempeño físico como un producto para cualquier aplicación específica, tomando en cuenta las características de brillantes, color, viscosidad de Brookfield, viscosidad de Hércules, área superficial, tamaño de partícula, dureza, resistencia al desgaste.

Tabla 5.
Propiedades Físicas de la zeolita

| Propiedades | Valores |
|----------------------------------|--------------------------|
| Tamaño | 1.18mm |
| Mesh | 12-30 |
| Color | Blanco |
| Porosidad (%) | 35 |
| Área de superficie | 35 m ³ /gramo |
| Coefficiente de variación | 17 |
| Peso volumétrico (PVS) | 21.4 kg/ft ³ |
| Peso volumétrico varillado (PWF) | 790 kg/m ³ |
| Dureza Mash | 3 |
| Estabilidad térmica | 500°C |

Fuente: (Kirsch, 2000)

2.17.2 Propiedades químicas

Las aplicaciones de las zeolitas naturales hacen uso de uno o más de sus propiedades químicas, que generalmente incluye el intercambio de iones de absorción o deshidratación y rehidratación. Estas propiedades están en función de la estructura del cristal de cada especie, y su estructura y su composición catiónica (Ramírez, 2000).

Tabla 6.
Composición Química de la zeolita

| Composición | Porcentaje (%) |
|--------------------------------|----------------|
| SiO ₂ | 68.38 |
| Al ₂ O ₃ | 12.37 |
| Fe ₂ O ₃ | 2.10 |
| CaO | 4.67 |
| Na ₂ O | 1.05 |
| K ₂ O | 1.76 |
| TiO ₂ | 0.15 |
| PPI | 12.16 |

Fuente: (Ramirez, 2000)

2.17.3 Propiedades de absorción

Las zeolitas son los únicos minerales absorbentes. Los grandes canales centrales de entrada y las cavidades de las zeolitas se llenan de moléculas de agua que forman las esferas de hidratación alrededor de dos cationes cambiables. Las moléculas demasiado grandes no pasan dentro de las cavidades centrales y se excluyen dando origen a la propiedad de tamiz molecular una propiedad de las zeolitas (Cervantes, 2002).

2.17.4 Propiedad de intercambio de cationes

Por procedimientos clásicos de intercambio catiónico de una zeolita se puede describir como la sustitución de los iones sodio de las zeolitas. En efecto, así se consigue modificar considerablemente las propiedades de ajustar la zeolita a los usos más diversos. El intercambio catiónico se puede efectuar de varios modos (Ramírez, 2000).

2.18 Tipos de zeolitas

Existen dos tipos de zeolitas.

2.18.1 Zeolita natural

Actualmente se conocen cincuenta zeolitas naturales y más de ciento cincuenta se sintetizan para aplicaciones específicas como la catálisis industrial o como carga en la fabricación (López, 2002).

2.18.2 Clinoptilolita

La clinoptilolita es una zeolita natural formada por la desvitrificación de ceniza volcánica en logos o agua marinas hace millones de años. Este tipo es la más estudiada y considerada la de mayor utilidad (López, 2007).

De igual manera, afirma que, los iones de la clinoptilolita pueden ser desplazados por otras sustancias, por ejemplo, por metales pesados y iones de amoníaco. Este fenómeno se le conoce como intercambio catiónico y es esta capacidad de clinoptilolita lo que le da las útiles propiedades. Se la conoce también como adsorbente de ciertos gases, como el sulfito de hidrogeno y dióxido de azufre. La clinoptilolita, como otras zeolitas, tiene una estructura similar a una jaula consistiendo en tetraedros de SiO₄ y Al O₄ unidos por átomos de oxígeno compartidos (Sacta, 2005). Las cargas negativas de Al O₄ se equilibran con la presencia de cationes intercambiables notablemente calcio, magnesio, sodio, potasio y hierro.

Al tener una alta capacidad de intercambio catiónico de la puede utilizar en muchas áreas de la producción, pero la más importante, en la alimentaria, que tiene una demanda mayor de alimentos, de mayor calidad y de bajo precio por la pobreza creciente en todo el mundo (Ramírez, 2000).

De la misma forma señala que, la clinoptilolita, tiene alta capacidad de intercambio catiónico y al ir liberando lentamente los nutrientes se pueden tener una mejor conversión y eficacia alimenticia, así como un buen desintoxicante de las aflatoxinas y captación de gases.

2.19 Usos de la zeolita

La zeolita es un grupo de mineral que evita al amoníaco ser digerido y cause daño pues este es un veneno celular que debe ser eliminado por el hígado a través de la vía renal, utilizando grandes cantidades de energía en dicho proceso (Cervantes, 2002).

La absorción de las micotoxinas presentes en el tracto gastrointestinal de los animales puede ser evitadas por los silicatos de aluminio por sus estructuras tetraédricas de silicio y oxígeno, de carácter poroso (Padilla, 2002).

Al suministrar zeolita natural en la ración alimenticia hasta un 5% esto permite mejorar un aumento de peso en los animales, así como el aumento en el rendimiento de huevos de las gallinas ponedoras y parece ser que, en el ganado bovino, mejora la producción de leche, y la calidad de la carne (Febles, 2003).

2.20 Nutrición animal con Zeolita

Mediante la adición de la zeolita al alimento del ganado vacuno como balanceado, se logra mejorar la eficacia alimenticia de este alimento, mejorando así tanto la calidad de la carne

como la producción de leche y huevos. Esta adición también logra mejorar el apetito de los animales y la resistencia a las enfermedades.

2.21 Aplicaciones de la Zeolita

Las aplicaciones de la clinoptilolita son extremadamente diversas, entre otras:

- Tratamiento de aguas residuales.
- Potabilización de agua.
- Suplemento dietético para animales.
- Tratamiento de residuos de granjas.
- Eliminación de amoníaco en piscifactorías.
- Fabricación de fertilizantes de liberación lenta.
- Modificación de suelo.
- Medio cultivo para plantas.
- Purificación y separación de gases. Manipulación de residuos nucleares.
- Materiales de construcción ligeros.
- Control de contaminación.
- Desodorizante. Deshumificadores.
- Cuidado de mascota

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Caracterización del área de estudio

La presente investigación se realizó en la Granja Experimental “La Pradera”, ubicada en la provincia de Imbabura (Figura 3).

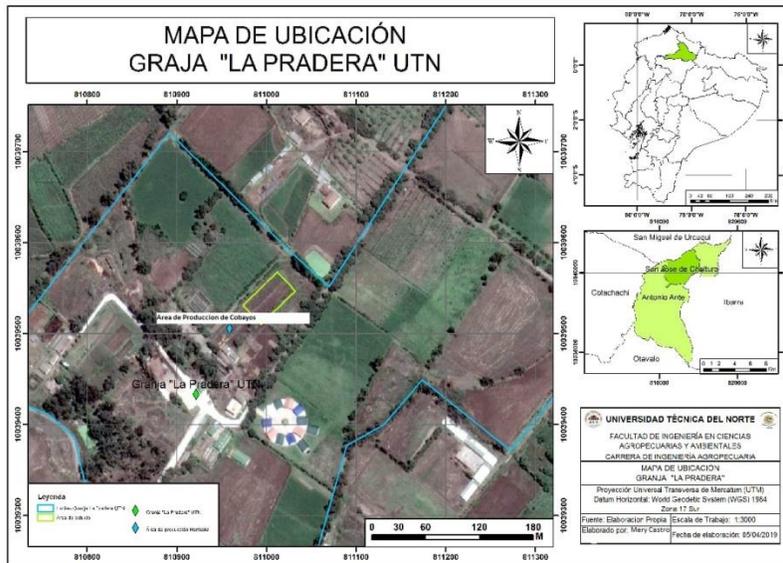


Figura 3. Mapa de ubicación del área de estudio.

3.1.1 Ubicación geográfica de la localidad

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| Provincia: | Imbabura |
| Cantón: | Antonio Ante |
| Parroquia: | San José de Chaltura |
| Sector: | Granja “La Pradera” |
| Coordenadas UTM: | X: 810913 Y: 10039425 |
| Altitud: | 2350 msnm |
| Temperatura media anual: | 17.1 °C |
| Humedad Relativa: | 68.9 % |
| Pluviosidad: | 582.2 mm/año |
| Viento (velocidad): | 3.4 Km/h |
| Zona de vida: | Bosque seco Montano Bajo |

3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas

Los materiales empleados en la investigación de campo y de oficina fueron:

Tabla 7.

Materiales empleados durante la fase de campo.

| Materiales | Equipo | Material experimental | Materias primas | Fármacos |
|----------------------|---------------------|---------------------------------|-----------------------------|----------------|
| Balanza gramera | Computadora | Zeolita (1.5, 2.5,3.5 y 4.5 %.) | Grano fraccionado de Maíz | Creso |
| Jaulas (Alojamiento) | Cámara fotográfica | Cobayos | Grano fraccionado de Trigo | Yodo |
| Escoba | Hojas de papel bond | Raza: Mejorado | Grano fraccionado de Cebada | Desparasitarte |
| Baldes | Borrador | Edad:35días aproximadamente | Melaza | Vitaminas |
| Gavetas | Libreta de campo | Sexo: machos | Carbonato de calcio | |
| Moldes | Registro de datos | Número de cobayos :100 | Sales minerales | |
| Plásticos | | | Torta de soya | |
| Tina | | | Alfarina | |
| | | | Urea | |

3.3 Métodos

3.3.1 Tratamientos

Los tratamientos evaluados se realizaron únicamente con cobayos machos (raza peruana) y con la aplicación de zeolita en los bloques nutricionales. En la Tabla 8 se presenta los porcentajes de zeolita de cada tratamiento.

Tabla 8.

Tratamientos de zeolita evaluados en bloques nutricionales

| Tratamientos | Porcentaje de zeolita |
|--------------|-----------------------|
| T0 | 0 |
| T1 | 1.5 |
| T2 | 2.5 |
| T3 | 3.5 |
| T4 | 4.5 |

3.3.2 Diseño experimental

Para la presente investigación, se implementó un Diseño Completamente al Azar (D.C.A.) con 5 tratamientos y 4 repeticiones.

| | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| T1R1 (0%) | T2R1 (1.5%) | T5R1 (4.5%) | T3R1 (2.5%) |
| T4R1(3.5%) | T3R2 (2.5%) | T1R2 (0%) | T4R2(3.5%) |
| T2R2 (1.5%) | T5R2 (4.5%) | T3R3 (2.5%) | T5R3 (4.5%) |
| T1R3 (0%) | T4R3 (3.5%) | T2R3(1.5%) | T4R4 (3.5%) |
| T2R4 (1.5%) | T1 R4(4.5%) | T5R4 (4.5%) | T3R4 (2.5%) |

Figura 4. Distribución de los tratamientos

3.3.3 Características del experimento

| Características del experimento | |
|---|--------------------|
| Bloques | 4 |
| Tratamientos | 5 |
| Total, de unidades experimentales | 20 |
| Número total de animales por corral | 5 |
| Número total de animales experimentales | 100 |
| Área de cada unidad experimental | 1.8 m ² |

3.3.4 Análisis estadístico

Se presenta un análisis de varianza (ADEVA) del diseño de bloques completos al azar (Tabla 9).

Tabla 9.
Análisis de varianza (ADEVA)

| Fuente de Variación | Fórmula | GL |
|---------------------|--------------------|----|
| Total | $(t \times R) - 1$ | 19 |
| Tratamientos | $(t - 1)$ | 4 |
| Repeticiones | $(R - 1)$ | 3 |
| Error experimental | $(t - 1)(R - 1)$ | 12 |

3.4 Variables

3.4.1 Consumo de alimento

La medición de esta variable se realizó en los 5 cobayos de cada unidad experimental, a las cuales se le suministró los bloques nutricionales con zeolita. El alimento se pesó en las mañanas y se colocó en los comederos de cada tratamiento. Al día siguiente se pesó el excedente y la diferencia se registró como consumo diario de alimento, de acuerdo con la aplicación de la siguiente Ecuación (I).

(I)

$$\text{Consumo de alimento} = \text{Alimento suministrado} - \text{Alimento sobrante}$$

3.4.2 Ganancia de peso quincenal

Para la medición de esta variable se efectuó en el total de 5 animales por unidad experimental, desde los 45 días de edad y con una frecuencia de cada 15 días hasta que finalizó la fase de engorde. Cada 15 días con la ayuda de una balanza electrónica se pesó los cobayos y se llevó el registro por cada tratamiento, con este parámetro se realizó el cálculo de la ganancia de peso quincenal con la Ecuación (II)

(II)

$$\text{Ganancia de peso quincenal} = \text{Peso quincenal} - \text{Peso inicial quincenal}$$

3.4.3 Conversión alimenticia (CA)

La medición de esta variable se realizó en cada unidad experimental; se consideró el consumo de alimento y el incremento del peso de los cobayos y se procedió a determinar la conversión alimenticia con la Ecuación (III)

(III)

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento}}{\text{Incremento del peso}}$$

3.4.4 Rendimiento a la canal

La medición de esta variable se realizó al finalizar el ensayo, se seleccionó un cobayo por tratamiento y se registró el peso de los animales vivos para proceder a faenarlos. Se realizó el peso individual del pelo, vísceras y sangre; y en la canal se incluyó el peso de la cabeza y las extremidades. El cálculo se realizó con la siguiente Ecuación (IV)

(IV)

$$\text{Rendimiento a la canal} = \frac{\text{Peso de la canal} \times 100}{\text{Peso vivo}}$$

3.4.5 Análisis de costos de producción

En esta variable se procedió a calcular la inversión realizada para cada unidad experimental, para lo cual se tuvo en cuenta todos los gastos de materiales, insumos y las herramientas que se utilizaron en el experimento.

Para la obtención de los ingresos, se realizó la venta de los cobayos de acuerdo con su peso, para lo cual se utilizó una balanza digital. Todo esto según el método costo beneficio con la siguiente ecuación:

$$B/C = \frac{VAI}{VAC}$$

Dónde:

B/C: Índice neto de rentabilidad

VAI: Valor actual de los ingresos totales netos

VAC: Valor actual de los costos de inversión

3.5 Manejo específico del experimento

Las actividades que se desarrollaron en las diferentes etapas fueron:

3.5.1 Readecuación del área de investigación

Se utilizó un área de 100 m² de 10 m de largo x 10m de ancho. Se readecó las instalaciones del galpón para la producción de cobayos con sus respectivas pozas, cada una de ellas tenía una medida de 1.5m de largo x 1.2m de ancho con una altura de 0.40 m. Las pozas fueron divididas con madera para cada tratamiento antes de la llegada de los cobayos.

3.5.2 Adquisición de las materias primas

Se adquirió las materias primas de la misma zona como son: el maíz, trigo y cebada.

3.5.3 Elaboración de bloques nutricionales

Los bloques nutricionales se elaboraron de acuerdo con las necesidades nutricionales durante la etapa de engorde. En la Figura 5, se detalla el proceso de elaboración de los bloques nutricionales.

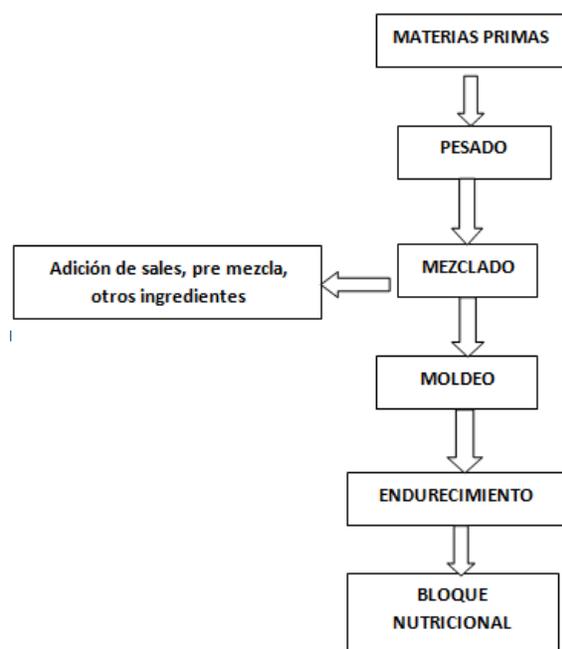


Figura 5. Esquema de elaboración del bloque nutricional

3.5.4 Procedimiento

- Pesado los ingredientes

Se realizó el cálculo de la cantidad de materia prima para los bloques nutricionales de cada tratamiento y cada bloque con un peso de 500 g y se procedió a realizar el pesaje de cada materia prima con una balanza electrónica. En la Tabla 10 se describe la cantidad y las materias primas usadas en los bloques nutricionales

Tabla 10.

Formulación de materias primas para un bloque nutricional

| MATERIAS PRIMAS | CANTIDAD | PROTEÍNA BRUTA (%) | | GRASA BRUTA (%) | | FIBRA BRUTA (%) | | CENIZAS (%) | | CALCIO (%) | |
|------------------------|-----------------|---------------------------|-------|------------------------|------|------------------------|-------|--------------------|--------|-------------------|--------|
| MELAZA | 30 | 3.7 | 1.11 | 3 | 0.9 | 0 | 0 | 11.3 | 3.39 | 0.8 | 0.24 |
| UREA (N) | 1.5 | 0.69 x 6.25 | 4.31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.7 | 0.0105 | 0 | 0 |
| CARBONAT DE CALCIO | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38 | 1.52 |
| SAL MINERAL | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 | 0.69 |
| TORTA DE SOYA | 10 | 44.5 | 4.45 | 18 | 1.8 | 17 | 1.7 | 0 | 0 | 0.30 | 0 |
| ALFARINA | 15 | 19 | 2.85 | 2 | 0.3 | 27 | 4.05 | 6.1 | 0.915 | 1.6 | 0.24 |
| HARINA DE MAIZ | 10 | 11 | 1.1 | 4 | 0.4 | 9.42 | 0.942 | 1.5 | 0.15 | 0.01 | 0.001 |
| HARINA DE TRIGO | 15 | 14.8 | 2.22 | 2 | 0.3 | 4.28 | 0.642 | 2 | 0.3 | 0.36 | 0.54 |
| HARINA DE CEBADA | 10 | 16 | 1.6 | 2,7 | 0.27 | 15.6 | 1.56 | 2.5 | 0.25 | 0.8 | 0.08 |
| ZEOLITA | 1.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.5 | 0.0375 |
| | 100 | | 17.64 | | 3.97 | | 8.894 | | 5.0155 | | 2.8625 |

• Mezcla de ingredientes

En un recipiente se colocó la melaza, y los demás ingredientes de forma manual, se mezcló aproximadamente por media hora hasta obtener una mezcla homogénea que llegase al punto de uniformidad y consistencia, que al tomar un puñado no se desagregue, ya lista la mezcla se colocó en moldes plásticos con un diámetro de 18cm llegando cada bloque al peso de 500g.

• Aplicación de Zeolita

A la masa homogénea lista se le procedió a aplicar la zeolita según el porcentaje de cada tratamiento.

En la parte final se procedió a compactar el bloque utilizando un prensador manual, el cual consistía en utilizar una botella de vidrio y mediante golpes suaves compactar la mezcla y luego de 30 minutos poder desmoldarlos.



Figura 6. Preparación de bloques nutricionales con la aplicación de zeolita

3.5.5 Secado de los bloques

Los bloques obtenidos se expusieron al sol para ser secados a temperatura ambiente. Una vez listos se desmoldaron con cuidado para evitar que se destruyan; estos bloques reposaron en un área cubierta durante 7 días evitando los rayos solares con el fin de tener bloques semi-blandos.



Figura 7. Secado de los bloques (27°C)

3.5.6 Almacenamiento

El lugar de almacenamiento es importante en la fabricación de bloques nutricionales ya que la temperatura y la humedad del ambiente inciden en la aparición de hongos causantes de la putrefacción y de otros patógenos que pueden afectar la calidad del producto y la salud del animal cuando los consume. Se recomienda preparar bloques cada 7 días, a cada bloque se lo identificó con su respectivo porcentaje de (zeolita). Y fueron almacenados hasta el momento de administrarlos a los cobayos.

3.6 Adecuación del espacio físico

Se procedió a desinfectar jaulas, paredes, piso y techo con creso (dilución al 0.4% en bomba de 20 litros) y cal (10kilos x cada 100m²) con 2 días de anticipación a la llegada de los animales, luego se realizó una nueva desinfección a la llegada de los animales con Kreolina, para prevenir enfermedades posteriores.

3.7 Adquisición de los animales

Se adquirió 100 cobayos (machos) de 35 días de edad de raza peruana mejorada (pelaje de color ladrillo con blanco), provenientes de la misma camada y de la Asociación PROCUY; la cual se lleva estrictos controles de separar a las camadas por edades y pesos. Estos cobayos fueron pesados a su llegada obteniendo un peso promedio de 340 gramos, se realizó un control minucioso en cuanto a verificar que los cobayos lleguen sin síntomas de enfermedades.

3.8 Recepción de los animales

A la llegada de los cobayos se procedió a desparasitarlos para prevenir enfermedades, para lo cual se usó Ivermectina al 1.5% para lo cual se administró 0.3 ml por cobayo vía subcutánea. Se realizó el pesaje de los cobayos y se designó al azar a las unidades experimentales que estuvieron ya identificadas con rótulos. A cada poza se le suministró 300g de alfalfa más 50 g de bloque nutricional y 200 ml de agua con el fin de que los cobayos vayan adaptándose a su nueva alimentación.

3.9 Etapa de adaptación

Al segundo día de la recepción, los animales a investigar fueron sometidos a un periodo de adaptación de 10 días, que consistía en ir disminuyendo de a poco el forraje verde e ir aumentando paulatinamente el consumo de los bloques. Al inicio hubo un suministro de 50g de bloque nutricional hasta llegar a suministrar el bloque completo de 500 g y el agua estuvo expuesta a voluntad. Esta actividad se realizó con la finalidad de observar signos de rechazo al nuevo alimento con zeolita, o algún daño fisiológico en el cobayo.

3.10 Etapa de engorde

La presente investigación inicio a partir de los 10 días del suministro de los bloques nutricionales. Cada día a las unidades experimentales se le suministro los bloques de 500g, y al final de la jornada se retiraba los desechos sobrantes.

3.11 Manejo sanitario

La limpieza del galpón se realizó 5 días antes de la llegada de los cobayos desinfectando con una dilución de creso y cal. Los comederos y bebederos fueron desinfectados solo con dilución de creso para evitar la aparición de hongos, bacterias y roedores.

3.12 Faenamamiento

Al finalizar la investigación se seleccionó al azar un cobayo por tratamiento y se procedió a pesar cada uno en una balanza y así obtener el peso inicial; siguiente de ello se realizó el faenamamiento de la siguiente manera:

1. Aturdimiento
2. Corte de yugular
3. Desangrado del animal
4. Inducción en agua caliente y depilado
5. Lavado y eviscerado
6. Lavado

Una vez realizado el faenamamiento se procedió a pesar cada parte anatómica del cobayo (cabeza, extremidades, pelaje y vísceras).

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados de las variables obtenidos en la investigación, una vez aplicada la zeolita en los bloques nutricionales para cobayos:

4.1 Consumo de alimento

El análisis de varianza de la variable consumo de alimento (Tabla 11) indica que no existe interacción entre días y los tratamientos ($F=1.25$; $gl=8,42$; $p=0.2950$) sin embargo, presenta diferencias significativas para el factor días ($F=458.97$; $gl=2,42$; $p<0.0001$) independientemente de los tratamientos.

Tabla 11.

Análisis de varianza para el consumo de alimento

| Fuente de variación | Grados de libertad F. V | Grados de libertad Error | Valor F | Valor P |
|---------------------|----------------------------|-----------------------------|---------|---------|
| Días | 2 | 42 | 458.97 | <0.0001 |
| Tratamiento | 4 | 42 | 0.29 | 0.8808 |
| Días: Tratamiento | 8 | 42 | 1.25 | 0.2950 |

Al existir diferencias estadísticas significativas para el factor días se procedió a realizar la prueba de media de Fisher 5% (Tabla 12) indica que los cobayos a los 45 días obtuvieron mayor consumo de alimento y se ubica en el primer rango 489.82 g superando a los 30 días con el 24% (371.06 g) siendo el rango B y con el 51% (240.82 g) ocupando el tercer rango para ingesta de alimento.

Tabla 12.

Prueba de Fisher para la variable consumo de alimento

| Días | Medias | E.E | Rango |
|------|--------|------|-------|
| 45 | 489.82 | 7.78 | A |
| 30 | 371.06 | 7.78 | B |
| 15 | 240.82 | 7.78 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Los valores promedios del consumo de alimento de las unidades experimentales en estudio (Figura 8) indica diferencias numéricas donde el tratamiento al 2.5% de zeolita fue superior con un consumo de alimento de 371.33 g, lo que representa un 3% más que el testigo.

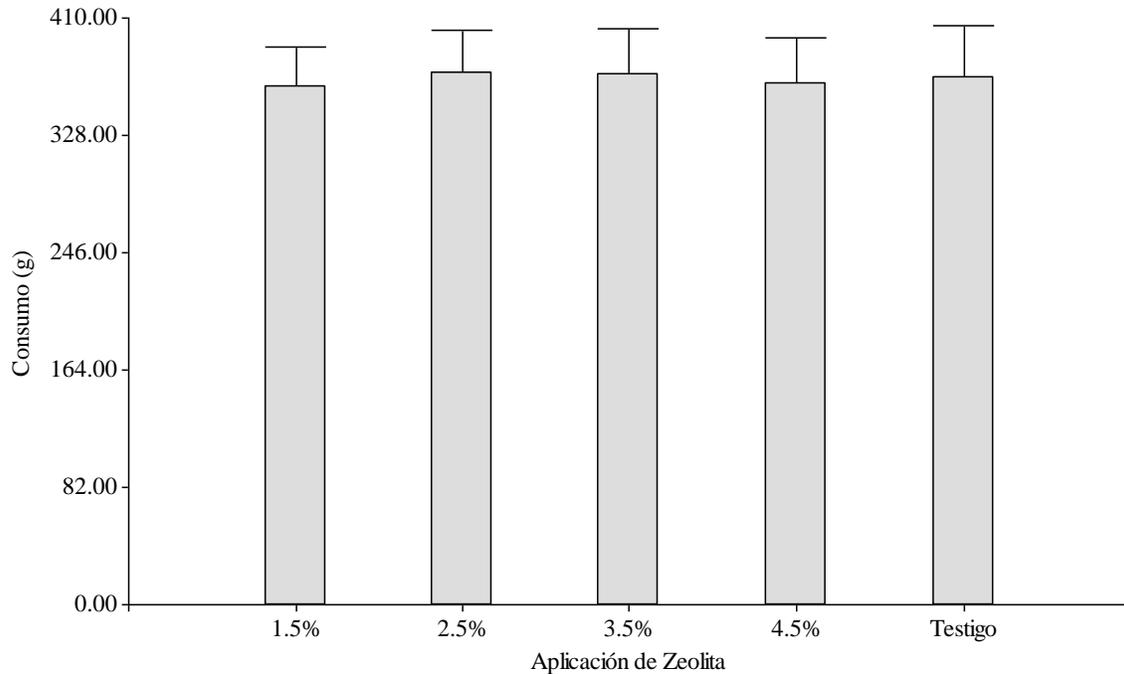


Figura 8. Consumo de alimento por tratamiento

En la presente investigación, los resultados que se obtuvieron demuestran que no existe diferencias significativas entre el empleo de zeolita en los bloques nutricionales y su influencia en el consumo de alimento en los cobayos, similares resultados obtuvieron Moncayo (2012) quienes al suministrar zeolita desde los 15 hasta los 45 días no encontró diferencias significativas para el consumo de alimento en cobayos, sin embargo; alcanzaron el mayor consumo total con un promedio de 330 g con la adición del 1% de zeolita, los mismos que son inferiores para los valores de la presente investigación.

Quintana et al. (2013), considera que la suplementación con bloques nutricionales ejerce un consumo del 5 al 10% más de alimento, sin embargo, en la presente investigación se obtuvo únicamente un incremento del 3%. Pues según Vargas (2007) da a conocer que el consumo de forraje permite digerir con mayor facilidad el resto del alimento, debido al efecto de insalivación por parte del animal, por lo cual se considera necesario incluir en la dieta alimenticia al forraje.

Además, cabe mencionar que los valores de consumo de alimento obtenidos en el estudio se encuentran dentro del rango reportado por Tayán (2015), quien determinó valores óptimos entre 180 a 380 g/día a los 45 y 60 días de edad respectivamente.

4.2 Ganancia de peso

Una vez realizado el análisis de la varianza con respecto a la variable ganancia de peso quincenal (Tabla 13) los resultados indican que no existen interacción entre los días y los tratamientos ($F=1.81$; $gl=8,42$; $p=0.1018$) sin embargo, presenta diferencias significativas para el factor días ($F=35.36$; $gl=2.42$; $p < 0.0001$) independientemente de los tratamientos.

Tabla 13.

Análisis de varianza para la ganancia de peso

| Fuente de variación | Grados de libertad | Grados de libertad | Valor F | Valor P |
|---------------------|--------------------|--------------------|---------|---------|
| | F. V | Error | | |
| Días | 2 | 42 | 35.36 | <0.0001 |
| Tratamiento | 4 | 42 | 0.56 | 0.6900 |
| Días: Tratamiento | 8 | 42 | 1.81 | 0.1018 |

La prueba de media de Fisher 5% indica que, los cobayos a los 30 días, se obtuvo mayor ganancia de peso, este resultado se ubica en el primer rango con una media de 246.36 g superando a los 45 días con un 25% y a los 15 días con 51%. Estos resultados muestran que los cobayos obtuvieron mayor ganancia de peso al inicio de la etapa de engorde, los cuales disminuyeron al final de la etapa. Esto ocurre debido según Peñaherrera (2011) a que en tempranas edades los cobayos presentan un mayor desempeño zootécnico que permite una alta capacidad de fijar músculo. Resultados similares obtuvo Arias (2014) quien obtuvo un incremento de peso de 159.55 a 183.58 gramos desde los 45 a 60 días, lo cual fue un 30% más de peso con la dieta de bloques nutricionales

Tabla 14.

Prueba de Fisher para la variable ganancia de peso

| Días | Medias | E.E | Rangos |
|------|--------|-------|--------|
| 30 | 246.36 | 14.74 | A |
| 45 | 184.17 | 15.26 | B |
| 15 | 120.51 | 5.95 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

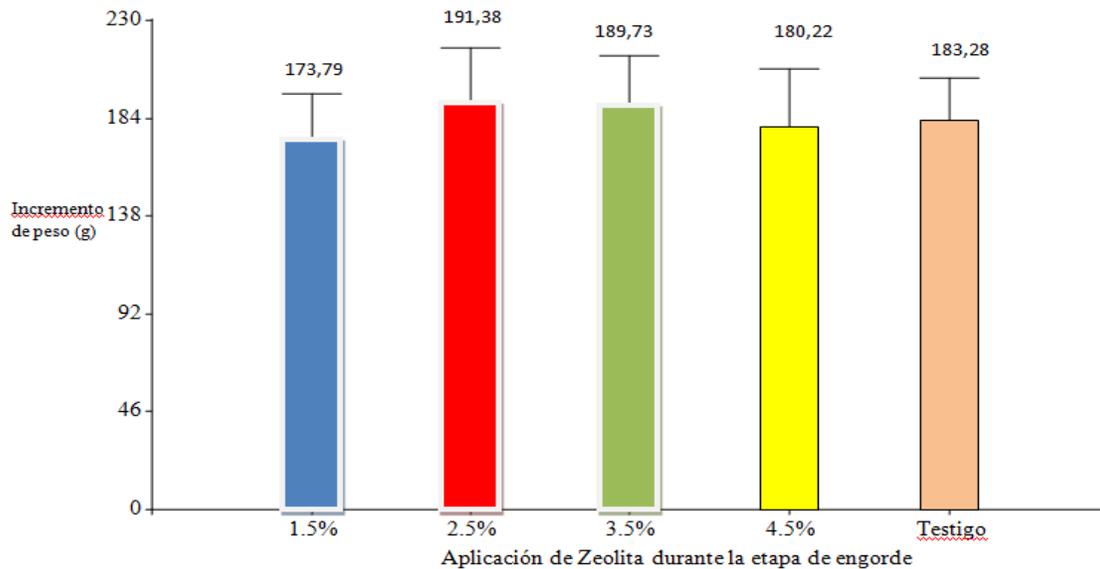


Figura 9. Ganancia de peso por tratamiento

En la Figura 19, se observa que existe diferencias matemáticas del 4% más de incremento promedio entre los tratamientos de zeolita frente al testigo, sin embargo, no existió diferencias significativas para la interacción entre los días y los tratamientos de zeolita; de igual manera sucede con la investigación de Moncayo (2012) ya que al suministrar zeolita al 1% y 2.5% a la dieta de cobayos desde los 15 días de edad no registró diferencias significativas en la ganancia de peso. De igual manera Cosma (2008), no presentó diferencias significativas para la ganancia de peso en conejos, quien utilizó concentrado comercial y concentrado con una mezcla del 3% de zeolita, reportando únicamente un aumento de 33.10 g y 34.52 g en promedio, los mismo que son superiores a los valores presentes en esta investigación.

Quintana et al. (2013) da a conocer que un bloque nutricional mineral no proporciona una ganancia de peso significativa en los cobayos debido a que el crecimiento de los tejidos corporales presenta una mejor respuesta cuando las dietas alimenticias presentan incrementos energéticos. A su vez da a conocer que los cobayos dentro de su alimentación necesitan vitamina C, alimentos con mejor energía digestible que sean específicos para la mejor absorción de nutrientes por medio de su tracto digestivo lo que promueve un mejor y más estable incremento de peso en los animales.

4.3 Conversión alimenticia

El análisis de varianza (Tabla 14) con respecto a la variable conversión alimenticia indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos ($F= 1.08$; $gl=4,12$; $p=0.4104$).

Tabla 15.

Análisis de varianza para la conversión alimenticia

| Fuente de variación | Grados de libertad F. V | Grados de libertad Error | Valor F | Valor P |
|---------------------|----------------------------|-----------------------------|---------|---------|
| Tratamiento | 4 | 12 | 1.08 | 0.4104 |

Las pruebas de medias de Fisher al 5% (Tabla 15) muestra que no existe diferencias significativas entre los tratamientos; sin embargo, existen diferencias numéricas. Los valores promedio de conversión alimenticia, indican que T3 (3.5% de zeolita) y T2 (2.5% de zeolita) presentaron el mejor índice de conversión alimenticia (1.98), a diferencia de los T5 (Testigo), T4(4.5% de zeolita) y T1 (1.5% de zeolita) que presentaron la conversión alimenticia menos eficiente con un valor de (2).

Tabla 16.

Prueba de Fisher para la variable conversión alimenticia

| Tratamientos | Medias | E.E | Rango |
|--------------|--------|------|-------|
| T1 | 2.08 | 0.04 | A |
| T5 | 2.03 | 0.04 | A |
| T4 | 2.03 | 0.04 | A |
| T3 | 1.98 | 0.04 | A |
| T2 | 1.98 | 0.04 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Los resultados obtenidos en esta investigación son corroborados por Vargas y Yupa (2011) quienes al suministrar dos tipos de alimento balanceado obtuvieron la mayor conversión alimenticia de con un índice de 1.97 para el tratamiento con maíz, mientras que la menor conversión tuvo un índice de 2.24 para el tratamiento de trigo.

Los datos obtenidos para la conversión alimenticia en el presente estudio arrojan valores estadísticos no significativos, los mismo que se pueden observar en la tabla 14 y tabla 15, estos son similares a los resultados obtenidos por Moncayo (2012) quien obtuvo la mejor conversión alimenticia con el tratamiento de pasto + balanceado + zeolita (0.5%) con un índice de 7.17, sin existir diferencias significativas ente los tratamientos. De la misma manera Suarez (2002) reportó una mejor conversión alimenticia total de 6.18 utilizando

banharina en la alimentación de cuyes. Siendo estos índices mencionados mayores a los obtenidos en la presente investigación, y por lo tanto son menos eficientes.

Con lo mencionado anteriormente puede indicarse que las diferencias añoradas pueden ser efecto del manejo de las dietas alimenticias, como también a la individualidad de los animales para el aprovechamiento del alimento. Pues según menciona Padilla (2006), los cobayos muestran un comportamiento de superioridad cuando reciben un suplemento alimenticio conformado por una ración balanceada, es decir, un animal mejor alimentado exterioriza mejor su bagaje genético y mejora notablemente su conversión alimenticia que puede llegar a valores intermedios entre 3.09 y 6.

4.4 Rendimiento a la canal

Los rendimientos a la canal no fueron diferentes estadísticamente entre las medias determinadas ($p > 0.05$) por efecto del suministro de zeolita en estudio, aunque numéricamente se alcanzó un mayor rendimiento (85%) para el testigo y el tratamiento de zeolita al 2.5% (Figura 10) con respecto a los demás tratamientos.

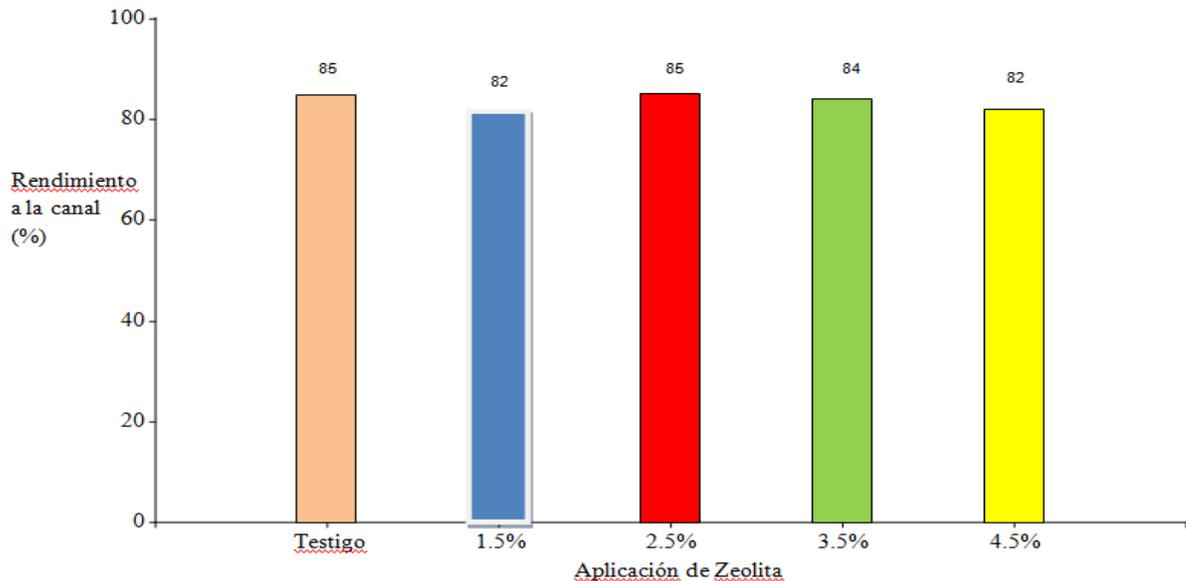


Figura 10. Rendimiento a la canal

Estos resultados son corroborados por Acosta (2010) quien al evaluar tres concentrados comerciales en la etapa de crecimiento-engorde de cuyes, obtuvo como mayor rendimiento a la canal un valor 80.57%, el cual es similar a la presente investigación; a lo que Cáceres (2011), afirma que la eficiencia del alimento esta ligada principalmente al tipo de manejo y a la individualidad de los animales, ya que en todos los casos las dietas alimenticias se ajustaron a los requerimientos nutritivos de los animales.

De la misma manera Arias (2014), menciona que el rendimiento a la canal en cobayos mantiene porcentajes entre el 80 al 85% dependiendo del tipo de alimentación que se les aplique durante toda la etapa de engorde, al realizar la comparación con el autor se puede apreciar que se encuentra dentro del rango adecuado al finalizar el proceso de faena miento.

Resultados similares obtuvo Moncayo (2012) con un mejor rendimiento a la canal con el tratamiento de pasto + balanceado + zeolita al 0.5% con 71.07%; y con Palacios (1997) en el engorde de cuyes, con un rendimiento a la canal de 74.7.5; quienes de la misma forma no encontraron diferencias estadísticas significativas en ninguna de las variables estudiadas.

4.5 Relación Costo Beneficio

La Tabla 17 muestra el análisis económico en el que se consideró los egresos determinados por los costos de producción de los tratamientos, los ingresos fueron obtenidos con la venta de los cuyes.

Tabla 17.
Análisis económico de los tratamientos

| CONCEPTO | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | (USD) | (USD) | (USD) | (USD) | (USD) |
| COSTOS FIJOS | | | | | |
| Cuyes | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Vitaminas | 1.06 | 1.06 | 1.06 | 1.06 | 1.06 |
| Antiparasitarios | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Pecutrin | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Otros | 42.4 | 42.4 | 42.4 | 42.4 | 42.4 |
| COSTOS VARIABLES | | | | | |
| Alimentación | 59.9 | 59.93 | 60.02 | 60.07 | 60.12 |
| TOTAL, EGRESOS | 169.36 | 169.39 | 169.48 | 169.53 | 169.58 |
| INGRESOS | | | | | |
| Venta de animales | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Venta de abonos | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 |
| TOTAL, INGRESOS | 248 | 248 | 248 | 248 | 248 |
| BENEFICIO/COSTO | 1.23 | 1.07 | 1.45 | 1.47 | 1.46 |

De acuerdo con el análisis económico detallado en la tabla 17, todos los tratamientos muestran rentabilidad en lo que concierne a la relación beneficio/costo, destacando al T4 (3.5% de zeolita) con un beneficio/costo 1.47 dólares (por cada dólar invertido 47 centavos de utilidad) valor que supera en 16% al T1 que corresponde al testigo (23 centavos por cada dólar invertido).

Estos resultados contrastan con Moncayo (2012) quien obtuvo la mejor relación beneficio-costo con el tratamiento pasto + balanceado + zeolita al 0.5% con 0.26 centavos de utilidad, cuyo valor es bajo es comparación a los obtenidos en esta investigación.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- En los tratamientos evaluados, los bloques nutricionales con inclusión de 2.5% de zeolita presentaron el 3% más consumo de alimento frente al testigo, influyendo directamente sobre la ganancia de peso, la cual fue mayor con 4% con respecto a los demás tratamientos; por lo cual es considerada como la dosis óptima de zeolita para una dieta en cobayos.
- El suministro de 2.5% de zeolita en los cobayos generó una mayor ganancia de peso con respecto a los demás tratamientos, esto se reflejó en el índice de conversión alimenticia, el cual fue más eficiente con un 4% en relación con los tratamientos restantes.
- Los mayores rendimientos a la canal se registraron en los tratamientos: testigo y la inclusión de 2.5% de zeolita, con un valor de 85% sin presentar diferencias estadísticas entre ellos. Lo que indica que no se requiere suministrar altos porcentajes de zeolita en la dieta de cobayos para alcanzar un buen rendimiento en la canal.
- La mayor rentabilidad económica, según el indicador beneficio/costo, se alcanzaron con los cobayos alimentados el tratamiento de zeolita al 3.5% con un valor de 1.47 dólares (47 centavos de utilidad por cada dólar invertido) superando en un 16% al testigo, en rentabilidad.

5.2 RECOMENDACIONES

- Desarrollar estudios, con diversos porcentajes de zeolita en otras etapas productivas incluyendo gestación y lactancia, para determinar en qué épocas es más oportuna su inclusión y sus efectos sobre los parámetros productivos.
- Buscar alternativas de formulación de bloques nutricionales con la utilización de materias primas que sean fácilmente digeribles para los cuyes y que sean aprovechados por los animales; y sobre todo estimar su composición nutricional con la finalidad de cumplir con los requerimientos nutricionales.
- Comercializar los cuyes faenados con el fin de mejorar la comercialización y darle un valor agregado.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, F. (2010). Efecto de la zeolita natural (Clinoptilolita) y de diferentes esquemas de alimentación en el comportamiento del pollo de ceba. *Ciencias Agrícola-Cubana*,39(3), 319-326.
- Adams, D. (2007). *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales*. México: Limusa.
- Aliaga, L. (2001). *Crianza de cuyes: Proyecto de sistemas de producción*. Lima, Perú: INIA.
- Araujo, M. (2012). *Evaluación de la zeolita natural (Clinoptilolita), como promotor de crecimiento en la dieta balanceada de corderos destetados (tesis de pregrado)*. Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí, Ecuador.
- Arias, C. (2014). *Evaluación de la aceptabilidad del contenido ruminal en bloques nutricionales, para cobayos de engorde (Cavia porcellus), en la parroquia San Roque, cantón Antonio Ante (tesis de pregrado)*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Aucapiña, C. y Marín, A. (2016). *Efecto de la extirpación de las espículas del glándula del cuy como técnica de esterilización reproductiva y su influencia en agresividad y ganancia de peso en comparación con un método químico (alcohol yodado 2%) (tesis de pregrado)*. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Ayala, A. y Burgos, J. (2004). *Los bloques nutricionales en la ganadería tropical*. Tuxtla, Chiapas, México: Gutiérrez.
- Bonilla, E. (2013). *Efecto de la aplicación de dos fuentes de vitamina C, dos tipos de vacunas y dos promotores de crecimiento en el manejo de cuyes (Cavia porcellus) machos en Tumbaco (tesis de pregrado)*. Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Calderón, G. y Cáceres, R. (2008). *Evaluación del comportamiento de cuyes (Cavia porcellus) en las etapas de crecimiento y engorde alimentados con bloques nutricionales en base paja de cebada y alfarina(tesis de pregrado)*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Castro, M. (2008). *Importancia de la zeolita natural en la alimentación porcina basada en mieles de caña de azúcar. Sesión de Alimentación y Producción de alimentos. Seminario llevado a cabo en el Instituto de Investigaciones Porcinas. La Habana, Cuba*.
- Caicedo, V. (2003). *Crianza y explotación de cuyes*. Colombia: Universidad de Nariño.

- Cornejo, V., Klohn, E., Hidalgo O. y Pokniak R. (2010). Incorporación de una zeolita natural chilena (clinoptilolita) a dietas de pollos broiler. *Avances en Ciencias Veterinarias*, 10(1), 132-139.
- Cosma, D. (2008). Utilización de una zeolita natural (Clinoptilolita) en la alimentación de conejos en fase de engorde(tesis de pregrado). Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.
- Chauca, L. (2007). Realidad y perspectiva de la crianza de cuyes en los países andinos. *Archivos latinoamericanos de producción animal*, 15(1), 223-228.
- Chauca, L. (2009). Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) en los países andinos. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Chirinos, O., Mesones, K., Concha, W., Otiniano, J., Quezada, J. y Ríos, V. (2008). Crianza y comercialización de cuy para el mercado limeño. Lima, Perú: Universidad ESAN.
- Durán, S. (1996). Desactivación de la zeolita ZSM-5 en la conversión de mezclas acetona/n-butanol en hidrocarburos (tesis de pregrado). Universidad de Castilla, La Mancha, España.
- Estupiñán, E. (2003). Crianza y manejo de cuyes. Latacunga. Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Fariñas, T., Mendieta, B., Mena, M., Cardona, J. y Peso, D. (2009). ¿Cómo preparar y suministrar bloques multi-nutritivos al ganado? Manual técnico N° 92. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Managua, Nicaragua.
- Febles, J., Borsatto, O. y Soca, M. (2014). FercelClinoptilolite natural product to optimize the fertlization and reduce environmental pollution.En *Memorias16thWorld Fertilizer Congress of CIEC.Technological Innovation for a Sustainable Tropical Agriculture*.Río de Janeiro, Brasil.
- Fleitas, E., y Rodríguez, F. (2011). Zeolitas naturales de utilidad en la práctica médica. Instituto Nacional de Angiología y Cirugía Vascular. Universidad de La Habana, La Habana.
- Gaibor, P. (2012). Evaluación de zeolita en la alimentación de pollos broiler y su efecto en la conversión alimenticia en el cantón San Miguel de Bolívar (tesis de pregrado). Universidad Estatal de Bolívar, Bolívar, Ecuador.
- García, C., Chávez, A., Pinedo, R. y Suárez, F. (2013). Helmintiasis gastrointestinal en cuyes (*Cavia porcellus*) de granjas de crianza familiar-comercial en Ancash, Perú. *Investigaciones Veterinarias del Perú*, 24(4), 473-479.
- Gimeno, A. y Martins, M. (2011). Micotoxinas y micotoxicosis en animales y humanos. Miami, USA: Specialnutrients, INC.

- Guachamin, W. (2008). Influencia de complejos nutricionales y antibacterianos en la alimentación del cuy en Llano Chico (tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Lema, J. (2008). Utilización de zeolitas naturales y esquemas de alimentación con ahorro de proteína dietética para la alimentación de pollos de ceba con impacto ambiental favorable (tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Loja, L. (2017). Efecto del uso de la zeolita en la dieta de pollos parrilleros machos (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.
- Mejía, E. (2013). Utilización de zeolita (Clinoptilolita) en la alimentación de pollos de engorda en etapa de iniciación (tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria, Buenavista, México.
- Morales, M., Cervantes, M., Cuca, M. y Figueroa, J. (2002). Digestibilidad ileal de aminoácidos y comportamiento productivo de cerdos alimentados con dietas a base de trigo, adicionadas con una proteasa fungal. *Agrociencia*, 36, 515-522.
- Moncayo, J. (2012). Evaluación de los niveles de zeolita en la alimentación de cuyes peruanos mejorados en la etapa de engorde en la Quinta “La Fase” del Cantón Mocache (tesis de pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.
- Narváez, P. (2014). Efecto de la suplementación alimenticia con levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) y promotores de crecimiento en las etapas de gestación y recría de cuyes (*Cavia porcellus*). CADET, Tumbaco – Pichincha (tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Palomino, M. (2008). Crianza y comercialización de cuyes. Lima, Perú: Ripalme.
- Palacios, G. (1997). Soya integral tostada y molida en el engorde de cuyes peruanos mejorados (tesis de pregrado). Universidad Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.
- Piedra, M. (2015). Evaluación de tres niveles de inclusión de subproductos a base de cáscara de maracuyá y afrecho de trigo dentro de la alimentación de cuyes criollos en etapa de recría I (tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.
- Pulido, R. y Fehring, A. (2004). Efecto de la adición de una zeolita natural sobre la respuesta productiva de terneras de lechería, postdestete. *Archivos de medicina veterinaria*, 36(2), 197-201.
- Revollo, E. (2009). Proyecto de Mejoramiento genético y manejo del cuy-MEJOCUY, La Paz, Bolivia.

- Rocha, G., Lopes, J., Miranda, R., Oliveira, F., Kiefer, C., Brustolini, P., Pereira, C. y Alebrante, L. (2012). Avaliação dos níveis de zeolita em dietas para suínos em fase de crescimento e terminação. *Brasileira de Zootecnia*, 41(1), 111-117
- Sánchez, V., Jiménez, R., Huamán, H., Bustamante, J., y Huamán, A. (2013). Respuesta productiva y económica al uso de cuatro tipos de bebederos y a la adición de vitamina C en la crianza de cuyes en época seca en el valle del Mantaro. *Revista investigaciones veterinarias*, 24(3), 283-292.
- Soria, K. (2003). Material de difusión sobre nutrición y alimentación del cuy (*Cavia aparea porcellus*) para estudiantes de pregrado y productores (tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.
- Suárez, L. (2002). Utilización de banharina en la alimentación de cuyes peruanos mejorados en la etapa de engorde en el trópico húmedo (tesis de pregrado). Universidad Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.
- Vargas, S. y Yupa, E. (2011). Determinación de la ganancia de peso en cuyes (*Cavia porcellus*), con dos tipos de alimento balanceado (tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Vázquez-Mendoza, P., Castelán-Ortega, O., García-Martínez, A. y Avilés-Nova, F. (2012). Uso de bloques nutricionales como complemento para ovinos en el trópico seco del altiplano central de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15, 87-97.
- Veliz, E. (2012). Evaluación de zeolita sobre el comportamiento productivo de pollos de engorda en etapa de finalización (tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria, Buenavista, México.
- Vivas, J. (2009). *Especies alternativas: Manual de crianza de cobayos*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Waliszewski y Pardo. (2000). Ingredientes en bloques nutricionales. *Scielo*, (2), 1-3.
- Zaldivar, L. C (1997), *Producción de cuyes (Caviaporcellus)*, La Molina, Perú M-21.