



## **UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente**

**Carrera de Medicina Veterinaria**

### **TEMA:**

**“EVALUACIÓN DE LA ZEOLITA SOBRE LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO, ADICIONADA A LAS DIETAS ALIMENTICIAS EN COBAYOS LÍNEA PERÚ”**

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Médica Veterinaria. Otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera Medicina Veterinaria.

### **AUTORAS:**

Lizbeth Abigail Chugcho Arcos

María Fernanda López Avilés

### **TUTORA:**

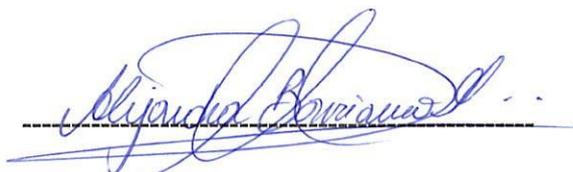
Méd. Alejandra Barrionuevo Mayorga. Mg.

**Guaranda - Ecuador**

**2024**

“EVALUACIÓN DE LA ZEOLITA SOBRE LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO,  
ADICIONADA A LAS DIETAS ALIMENTICIAS EN COBAYOS LÍNEA  
PERÚ”

**REVISADO Y APROBADO POR:**



Méd. Alejandra Elizabeth Barrionuevo Mayorga. Mg.

**TUTORA**



Dr. Danilo Fabián Yáñez Silva.MSc.

**PAR LECTOR**



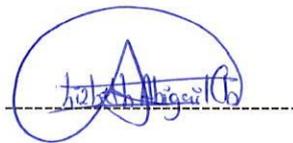
Dr. Jaime Wilfrido Aldaz Cárdenas.PhD.

**PAR LECTOR**

## CERTIFICACIÓN DE AUTORIA

Yo, Lizbeth Abigail Chugcho Arcos, con cedula de ciudadanía 1600557217 y María Fernanda López Avilés, con cédula de ciudadanía 0603793597, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.



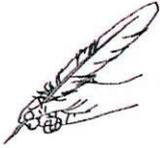
Lizbeth Abigail Chugcho Arcos  
**CI. 1600557217**



María Fernanda López Avilés  
**CI. 0603793597**



Dra. Alejandra Elizabeth Barrionuevo Mayorga  
**CI. 1804156089**  
**TUTORA**



*Notaria Tercera del Cantón Guaranda*  
*Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez*  
*Notario*

rio...

N° ESCRITURA: 20230201003P02907

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR: CHUGCHO ARCOS LIZBETH ABIGAIL y

LOPEZ AVILES MARIA FERNANDA

INDETERMINADA DI: 2 COPIAS

H.R. Factura: 001-006-000005203



En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día diecinueve de Diciembre del dos mil veintitrés, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparece CHUGCHO ARCOS LIZBETH ABIGAIL, soltera de ocupación estudiante, domiciliada en esta Ciudad de Guaranda Provincia Bolívar, con celular número (0983038864), su correo electrónico es [lizabethchugcho@gmail.com](mailto:lizabethchugcho@gmail.com), y, LOPEZ AVILES MARIA FERNANDA, soltera de ocupación estudiante, domiciliada en esta Ciudad de Guaranda Provincia Bolívar, con celular número (0985928701), su correo electrónico es [mafer1992lopez@gmail.com](mailto:mafer1992lopez@gmail.com), por sus propios y personales derechos, obligarse a quienes de conocer doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruidas por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que proceden libre y voluntariamente, advertido de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento declaran lo siguiente manifestamos que el criterio e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado "EVALUACIÓN DE LA ZEOLITA SOBRE LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO, ADICIONADA A LAS DIETAS ALIMENTICIAS EN COBAYOS LÍNEA PERÚ" es de mi exclusiva responsabilidad en calidad de autoras, previo a la obtención del título de Médicas Veterinarias en la Universidad Estatal de Bolívar, Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que hago para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a las comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, aquellas se ratifican quedando incorporada al protocolo de esta notaria y firma conmigo de todo lo cual doy Fe.

CHUGCHO ARCOS LIZBETH ABIGAIL

C.C. 4600557217

LOPEZ AVILES MARIA FERNANDA

C.C. 0603743597

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ

NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA



EL NOTA....

NOMBRE DEL TRABAJO

**Tesis Final Lizbeth Chugcho - Maria Lopez Evaluacion de zeolita sobre la digestibilidad In Vivo.docx**

AUTOR

**LIZBETH & MARIA CHUGCHO & LOPEZ**

RECuento DE PALABRAS

**21376 Words**

RECuento DE CARACTERES

**116379 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**113 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**19.4MB**

FECHA DE ENTREGA

**Dec 18, 2023 12:27 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Dec 18, 2023 12:30 PM GMT-5**

● **6% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base

- 6% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de Internet
- Base de datos de trabajos entregados
- Material bibliográfico
- Material citado



Alejandra Borrero A.  
1804156089

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por haberme permitido llegar a esta etapa de mi vida profesional.

A mi padre Franklin, quién ha sido una fuente de inspiración y amor a lo largo de mi vida. Cada logro que he alcanzado es un reflejo de los valores que me ha inculcado y del esfuerzo que ha hecho para darme las mejores oportunidades. Esta tesis representa un homenaje a su entrega y cariño, y espero que se sienta orgulloso al compartir este éxito conmigo. Gracias, papi, por ser mi héroe y mi ejemplo a seguir.

A mi madre Gloria cuyo amor, sacrificio y apoyo han sido la fuerza que me impulso durante toda mi travesía académica. Su dedicación y aliento constante han sido mi faro en los momentos difíciles. Gracias, mami, por ser mi inspiración y por brindarme el regalo más preciado que es su amor incondicional. Este logro es suyo tanto como mío, y se lo dedico con profundo agradecimiento y cariño. Le doy gracias a Dios por haberme dado a la mejor mamá del mundo y me siento muy afortunada de tenerla a mi lado.

A mi hermana Karla, quien siempre estuvo para mí con sus palabras de ánimo, sin ti este sueño no se hubiera logrado. Gracias por tu comprensión y paciencia en los momentos de estrés han sido un regalo invaluable. Este logro te lo dedico con todo mi amor.

A mis abuelitos Ángel y Laura, gracias por su amor y bendiciones en cada paso de mi camino académico, sin ustedes este logro no se hubiera cumplido.

A mi familia Washington, Nancy, Thaiz, abuelito Ángel y Tio Wilo quienes han sido un pilar fundamental para lograr todas mis metas. Cada uno de ustedes ha desempeñado un papel crucial en mi vida, ofreciéndome su cariño y celebrando cada uno de mis logros con alegría.

Y finalmente a mis peluditos Koky, Terre, Toby, Pepa, Mosh, Papi, King Kong y Kooper fieles compañeros y fuente inagotable de alegría en mi vida. Durante las largas horas de estudio y trabajo me ofrecieron consuelo y momentos de diversión. Con amor.

*Lizbeth Abigaíl Chugcho Arcos*

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado principalmente a Dios, por ser mi guía en todo este trayecto Universitario cuidándome, guiándome y dándome las fuerzas necesarias para cada poder, cumplir esta meta tan anhelada en mi vida.

De manera especial a mi querido tío Oswaldo, quien ha sido el pilar fundamental durante todos estos años para poder culminar este sueño, con mucho cariño a mi abuelita Herlinda que también formó parte de este camino largo mas no imposible, quien de una u otra manera siempre estuvo ahí apoyándome en cada momento.

A mi tía Guadalupe quien también estuvo ahí en los buenos y malos momentos apoyándome siempre con sus palabras de aliento para seguir adelante que cada día faltaba menos, a mis primas que la vida nos convirtió en hermanas Liliana, Isabel, Angelica y Nathaly quienes forman parte importante en mi vida y me ayudaron incondicionalmente en todo este trascurso que nunca me dejaron sola.

A mis amigas cercanas, quienes han optado por formar parte de mi experiencia universitaria desde el principio. Ellas han sido mi apoyo constante en momentos difíciles y han desempeñado un papel crucial en mi vida.

*María Fernanda López Avilés*

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, queremos agradecer a Dios por otorgarnos la salud y la determinación para alcanzar nuestro sueño. Su guía nos ha demostrado que, a pesar de los obstáculos, es posible llegar a la meta.

Queremos extender nuestro sincero agradecimiento a nuestros padres, quienes han sido un apoyo inquebrantable a lo largo de este trayecto. De diversas maneras, siempre estuvieron ahí, brindándonos sus buenos consejos y orientación en cada paso.

Asimismo, deseamos expresar nuestro profundo agradecimiento a la Universidad Estatal de Bolívar, la carrera de Medicina Veterinaria, por brindarnos la oportunidad de formar parte de esta querida institución.

Agradecemos de manera especial a nuestra directora Dra. Alejandra Barrionuevo, por su constante apoyo a lo largo de esta investigación. Siempre estuvo dispuesta ayudarnos para lograr culminar con éxito. También queremos agradecer al Dr. Jaime Aldaz y al Dr. Danilo Yáñez, nuestros evaluadores, por sus valiosas contribuciones y sugerencias durante este proceso de investigación.

*Lizbeth & Fernanda*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁG</b>
CAPITULO I.....	1
1.1. INTRODUCCION.....	1
1.2. PROBLEMA .....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. Objetivo General:.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos:.....	3
1.4. HIPÓTESIS .....	4
CAPÍTULO II .....	5
2. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. Generalidades .....	5
2.2. Escala zoológica .....	5
2.3. Características morfológicas .....	6
2.4. Líneas de cobayos.....	6
2.4.1. Línea Perú .....	6
2.4.2. Línea Andina.....	7
2.4.3. Línea Inti .....	7
2.5. Crianza y cuidado del cuy .....	7
2.6. Características de la carne de cuy.....	8
2.7. Ventajas y limitaciones de la carne de cuy.....	9
2.7.1. Ventajas.....	9
2.7.2. Limitaciones.....	9
2.8. Rendimiento de la carcasa .....	10
2.9. Anatomía digestiva del cuy .....	10
2.9.1. Boca.....	10
2.9.2. Esófago.....	11
2.9.3. Estómago.....	11
2.9.4. Intestino Delgado .....	11
2.9.5. Intestino Grueso .....	12
2.9.6. Ciego .....	12
2.9.7. Páncreas.....	12

2.9.8.	Hígado.....	12
2.10.	Fisiología digestiva del cobayo.....	12
2.11.	Sistemas de alimentación del cobayo .....	13
2.11.1.	Alimentación con forraje.....	14
2.11.2.	Avena .....	14
2.11.3.	Alfalfa .....	14
2.11.4.	Maíz.....	15
2.11.5.	Ray grass .....	16
2.11.6.	Alimentación a base de balanceado .....	16
2.12.	Ingredientes para la elaboración de balanceados.....	16
2.12.1.	Harina de alfalfa.....	16
2.12.2.	Harina de Soya .....	17
2.12.3.	Carbohidratos .....	17
2.12.4.	Proteínas.....	18
2.12.5.	Fibra .....	18
2.12.6.	Grasa .....	18
2.12.7.	Minerales.....	19
2.12.8.	Aditivos.....	19
2.13.	Requerimientos nutricionales del cuy.....	20
2.13.1.	Proteína .....	21
2.13.2.	Fibra .....	21
2.13.3.	Grasas.....	21
2.13.4.	Energía .....	21
2.13.5.	Vitaminas .....	22
2.14.	Digestibilidad.....	22
2.14.1.	Tipos de digestibilidad .....	23
2.15.	Zeolita .....	23
2.15.1.	Características de la Zeolita .....	24
2.15.2.	Clases de Zeolita .....	24
2.15.3.	Clinoptilolita .....	24
2.15.4.	Mecanismo de acción.....	25
2.15.5.	Composición química.....	25

2.15.6.	Propiedades químicas .....	25
2.15.7.	Propiedades de absorción .....	26
2.15.8.	Propiedad de intercambio catiónico .....	26
2.15.9.	Aditivo alimenticio.....	26
2.15.10.	Incorporación de zeolita en la dieta de animales .....	27
2.15.11.	Efecto de la zeolita sobre la digestibilidad de alimento .....	27
2.15.12.	Aporte nutricional de la zeolita .....	28
2.15.13.	Zeolita y su interacción en el TGI.....	28
2.15.14.	Aplicaciones de la Zeolita.....	28
2.15.15.	Niveles de inclusión .....	29
2.15.16.	Dosis recomendada .....	29
CAPITULO III .....		30
3. MARCO METODOLÓGICO.....		30
3.1.	Ubicación y características de la investigación .....	30
3.2.	Metodología.....	31
3.2.1.	Material experimental .....	31
3.2.2.	Factor de estudio .....	32
3.2.3.	Tratamientos.....	32
3.2.4.	Tipo de diseño .....	33
3.2.5.	Manejo del experimento .....	33
3.2.6.	Métodos de evaluación y datos a tomar.....	35
3.2.7	Análisis de datos .....	37
CAPÍTULO IV .....		38
4.1.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	38
4.2.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	75
CAPÍTULO V .....		76
5.1.	CONCLUSIONES .....	76
5.2.	RECOMENDACIONES .....	77
BIBLIOGRAFÍA.....		78
ANEXOS.....		86

## INDICE DE TABLAS

N.º	Detalle	Pag
1	Clasificación taxonómica.....	6
2	Calidad nutritiva de la carne de cuy comparada con otras especies.....	9
3	Rendimiento de carcasa de cuy .....	10
4	Consumo de forraje verde en cuyes.....	20
5	Requerimientos nutritivos del cuy.....	20
6	Peso inicial .....	38
7	Resultado de ADEVA peso inicial.....	39
8	Peso a los 15 días .....	40
9	Resultado de ADEVA peso 15 días.....	41
10	Peso a los 30 días .....	42
11	Resultado de ADEVA peso 30 días.....	43
12	Peso a los 45 días.....	44
13	Resultado de ADEVA peso 45 días.....	45
14	Peso final .....	46
15	Resultado de ADEVA peso final .....	47
16	Ganancia de peso a los 15 días .....	48
17	Resultado de ADEVA ganancia de peso 15 días.....	49
18	Ganancia de peso 30 días.....	50
19	Resultado de ADEVA ganancia de peso 30 días .....	51
20	Ganancia de peso 45 días.....	52
21	Resultado de ADEVA ganancia de peso 45 días.....	53
22	Ganancia de peso a los 60 días .....	54

23	Resultado de ADEVA ganancia de peso 60 días.....	55
24	Consumo total de alimento .....	56
25	Resultado de ADEVA consumo total de alimento.....	57
26	Conversión alimenticia .....	58
27	Resultado de ADEVA conversión alimenticia.....	59
28	Porcentaje de mortalidad .....	60
29	Digestibilidad verdadera.....	61
30	Análisis bromatológico del forraje.....	63
31	Análisis bromatológico de las heces .....	65
32	Características histológicas del ciego.....	67
33	Análisis de correlación entre las variables peso y ganancia de peso.....	68
34	Análisis de correlación entre ganancia de peso y conversión alimenticia.....	69
35	Análisis de regresión .....	70
36	Prueba de tukey variable peso .....	71
37	Prueba de tukey variable ganancia de peso.....	72
38	Prueba de tukey variable conversión alimenticia .....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

N.º	Detalle	Pag
1	Peso inicial .....	38
2	Peso a los 15 días .....	40
3	Peso a los 30 días .....	42
4	Peso a los 45 días .....	44
5	Peso final .....	46
6	Ganancia de peso 15 días .....	48
7	Ganancia de peso 30 días.....	50
8	Ganancia de peso 45 días.....	52
9	Ganancia de peso 60 días.....	54
10	Consumo total de alimento.....	56
11	Conversión alimenticia .....	58
12	Digestibilidad verdadera .....	61
13	Análisis bromatológico de forraje.....	63
14	Análisis bromatológico de heces .....	65
15	Coefficiente regresión .....	70
16	Test de tukey variable peso.....	71
17	Test de tukey variable ganancia de peso.....	72
18	Test de tukey variable conversión alimenticia .....	73

## ÍNDICE DE ANEXOS

N.º	Detalle
1	Mapa de la ubicación de la investigación
2	Croquis del ensayo
3	Resultado de análisis bromatológico de forraje y heces
4	Análisis histológico del ciego
5	Base de datos
6	Fotografías
7	Glosario de términos técnicos

## RESUMEN

En la Provincia de Bolívar la producción de cuyes es por lo general una actividad que se realiza en la zona rural-campesina, donde predomina el sistema de crianza familiar-tradicional. Los objetivos planteados fueron: 1) Determinar el mejor porcentaje de inclusión para mejorar la digestibilidad de las dietas suministradas a cobayos con fines cárnicos. 2) Establecer mediante estudios bromatológicos la digestibilidad in vivo de cada dieta suministrada en los diferentes tratamientos. 3) Evaluar el rendimiento productivo a la carcasa de cobayos de la línea Perú con los diferentes porcentajes de inclusión de zeolita. La presente investigación pretende dar una alternativa complementaria a los productores utilizando la zeolita en la dieta alimenticia, incrementando la eficiencia de la alimentación al disminuir el impacto del amoníaco en el sistema digestivo animal. Realizando tipos de análisis ADEVA, análisis de correlación y regresión, Prueba de Tukey al 5%. En la investigación se evaluaron 4 tratamientos y 3 repeticiones, con un total de 120 unidades experimentales. Las variables experimentales y resultados fueron: Peso inicial T2R2 con 582,30g/ animal; Ganancia de peso final T3R2 con 297.80 g/animal; Consumo de alimento total T3R1 con 2618,38g/ animal que incluye el suministro de mezcla forrajera + balanceado + zeolita al 2%, Peso final T3R2 1286,00g/animal; Conversión alimenticia T3R3 con un índice de 3,66; Mortalidad 0.0%. En conclusión el Tratamiento 3 fue el mejor debido a que obtuvo una mejor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia, los hallazgos de este estudio nos llevan a determinar que la adición de zeolita en la alimentación y un buen manejo de los animales ayuda relativamente en cuanto a la digestibilidad y parte productiva.

**Palabras Clave:** Digestibilidad, producción, zeolita.

## SUMMARY

In the Bolívar Province, guinea pig production is generally an activity carried out in rural areas, where the family-traditional breeding system predominates. The outlined objectives were: 1) Determine the optimal inclusion percentage to enhance the digestibility of diets provided to guinea pigs for meat purposes. 2) Establish, through bromatological studies, the in vivo digestibility of each diet in different treatments. 3) Evaluate the productive performance of Peru line guinea pigs with varying zeolite inclusion percentages. This research aims to provide an alternative for producers by using zeolite in the dietary regimen, improving feed efficiency by reducing the impact of ammonia on the animal's digestive system. Various analyses, including ANOVA, correlation and regression analysis, and Tukey's Test at 5%, were conducted. The study involved 4 treatments and 3 repetitions, totaling 120 experimental units. Experimental variables and results included: Initial weight T2R2 at 582.30g/animal; Final weight gain T3R2 at 297.80g/animal; Total food consumption T3R1 at 2618.38g/animal, including forage + balanced + 2% zeolite; Final weight T3R2 at 1286.00g/animal; Feed conversion T3R3 with an index of 3.66; Mortality 0.0%. In conclusion, Treatment 3 performed the best, showing superior weight gain and feed conversion. The findings indicate that the addition of zeolite to the diet and proper animal management contribute positively to digestibility and productive aspects.

**Keywords:** Digestibility, production, zeolite.

# **CAPITULO I**

## **1.1. INTRODUCCION**

El cobayo, curi o cuy (*Cavia porcellus*) es uno de los animales originarios de los Andes sudamericanos de gran importancia para la seguridad alimentaria de las poblaciones vulnerables de Bolivia, Perú, Ecuador y Sur de Colombia. La carne de cuy es muy apreciada por su alta calidad nutricional y en la actualidad, el Perú es el mayor exportador mundial de este producto con una participación del 71.3% en el mercado exterior. A nivel mundial en países como Argentina, Venezuela y Brasil, es muy popular como mascota entre los niños. (Rosales & Ayala, 2017)

En el Ecuador la producción de cuyes se ha incrementado progresivamente en los últimos años de acuerdo con una proyección realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos fue de 6,6 millones, donde Azuay ocupa el primer lugar de producción con 1.661.998 cuyes. los ejemplares crecen en los galpones grandes, medianos y pequeños. (Moreta M. , 2017)

La producción de cuyes es una labor desarrollada de manera tradicional por mujeres en el Ecuador, siendo que constituye una sección importante dentro de la economía campesina, cuya actividad pecuaria en la zona Sierra es comúnmente practicada por medianos y pequeños productores, y que ha generado el incremento de la demanda local y externa debido a que su carne es selecta, de excelente calidad nutricional con un alto valor biológico y contenido de proteína, además con un contenido de grasa que posee características especiales, haciendo que su carne sea adecuada para dietas saludables. (Arroyo, 2021)

En la Provincia de Bolívar la producción de cuyes es por lo general una actividad que se realiza en la zona rural-campesina, donde predomina el sistema de crianza familiar-tradicional, por lo que los cuyes son alimentados con restos y desperdicios de la alimentación vegetal, sobras de cosechas y con porciones de yerba, por eso, los resultados de reproducción, crecimiento y engorde son en bajos niveles. (Macancela, 2019)

## **1.2. PROBLEMA**

Los medianos y pequeños productores de la zona central del país presentan ciertas limitantes, siendo las más determinantes la falta de información acerca de los requerimientos nutricionales y el deficiente manejo e implementación de las medidas de prevención de patologías en cobayos.

La explotación cavícola en la provincia Bolívar es incipiente y los pequeños productores toman esta actividad como una fuente nutricional con autoconsumo en el diario vivir y festividades y muy esporádicamente como una fuente de ingreso económico, por lo cual la crianza se ve disminuida principalmente en innovación y sanidad.

Por esta razón la presente investigación pretende dar una alternativa complementaria a los productores utilizando la zeolita en la dieta alimenticia, incrementando la eficiencia de la alimentación al disminuir el impacto del amoníaco en el sistema digestivo animal, al captar las micotoxinas, controlar las diarreas y mejorar los niveles de asimilación de nutrientes, mediante lo cual tendremos animales con una buena ganancia de peso y por ende ayudara a mejorar los ingresos económicos de familias que se dedican a la crianza y comercialización de estos animales.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo General:**

- Evaluar la zeolita sobre la digestibilidad in vivo, adicionada a las dietas alimenticias en cobayos línea Perú.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos:**

- Determinar el mejor porcentaje de inclusión para mejorar la digestibilidad de las dietas suministradas a cobayos con fines cárnicos.
- Establecer mediante estudios bromatológicos la digestibilidad in vivo de cada dieta suministrada en los diferentes tratamientos.
- Evaluar el rendimiento productivo a la carcasa de cobayos de la línea Perú con los diferentes porcentajes de inclusión de zeolita.

#### 1.4. HIPÓTESIS

- **Ho.** La inclusión de zeolita no tiene efecto sobre la digestibilidad in vivo de las dietas alimenticias suministradas a cobayos línea Perú.
- **Ha.** La inclusión de zeolita tiene efecto sobre la digestibilidad in vivo de las dietas alimenticias suministradas a cobayos línea Perú.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Generalidades**

El cuy (*Cavia porcellus*), es un mamífero roedor originario de la zona andina de Sudamérica. Entre las diferentes denominaciones que se le atribuyen tenemos: Conejillo de Indias, Guinea Pig, Curi, Macabeo, Hutía, Huancof y Cuy, constituye un producto alimenticio, de alto valor biológico y contribuye en dar seguridad alimentaria a la población rural de escasos recursos. (Ramos, 2018)

Los cobayos nacen con los ojos abiertos, cubiertos de pelos, caminan y comen a poco tiempo de nacidos; a la semana de edad ya duplican su peso debido a que la leche de las hembras es nutritiva, siendo así el peso al nacimiento dependiendo de la nutrición y el número de camada. (Aliaga, L, 2016).

Hace 3000 años el cuy se estableció como la principal fuente de alimentación de los aborígenes que lo domesticaron. Después de la conquista los españoles y mestizos se dedicaron a su cuidado y domesticación, pero de una mejor manera o con una mejor producción de estos animales. Actualmente el cuy es criado en las zonas rurales y suburbanas de varios países. Sin embargo, debido a la crianza tradicional, la línea de los cuyes ha ido desmejorando y su número al nivel de las familias ha bajado considerablemente a tal punto que varias familias campesinas no disponen de estos animales. (Ataucusi, 2015)

#### **2.2. Escala zoológica**

Es importante conocer la clasificación zoológica de un animal, para establecer las relaciones con especies similares, revelando su ascendencia o procedencia biológica. (Coronado, 2017).

El cuy dentro de la escala zoológica se ubica de la siguiente manera:

**Tabla 1**

*Clasificación taxonómica*

Reino	Animal
Subreino	Metazoos
Tipo	Vertebrados
Clase	Mamífero
Suclase	Placentarios
Orden	Roedores
Sudorden	Hystricomorfos
Familia	Caviidae
Género	Cavia
Especie	Porcellus

*Fuente: (Costales, 2015).*

### 2.3. Características morfológicas

- **Cabeza:** Relativamente grande en relación a su volumen corporal, de forma cónica y de longitud variable de acuerdo al tipo de animal.
- **Cuello:** 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. (Veloz , 2005)
- **Extremidades:** En general cortas, siendo los miembros anteriores más cortos que los posteriores. (Guzman, 2019)

### 2.4. Líneas de cobayos

#### 2.4.1. Línea Perú

El color de la su capa es preferiblemente blanco con rojo, siendo su pelo liso y pegado al cuerpo, sin remolino, se caracterizan por ser precoz, obtiene peso de 800g

a los 2 meses y conversión alimenticia de 3,8 con concentrado balanceado. Su prolificidad es de 2,3 crías nacida vivas, considerándose una de las mejores razas para la comercialización de este tipo de animal, conjugado con que en muchos de los casos es algo delicada y difícil de cuidar por lo que se debe tener aseo y tecnificación especiales. (Vivas, 2013)

#### **2.4.2. Línea Andina**

Esta línea presenta algunas características propias, tales como mayor tamaño o número de crías por camada desde el nacimiento, cantidad que se mantiene hasta el destete; además hay mayor frecuencia del celo postparto y menor intervalo entre alumbramientos, respecto a otras líneas de cuyes. Presenta las siguientes características color del manto blanco, pelaje liso, cabeza mediana sin remolino, orejas grandes y caídas. (Idrovo, 2017)

#### **2.4.3. Línea Inti**

Son animalitos del tipo 1, se caracterizan porque presentan las crías más resistentes y los colores de identificación son bayo puro o combinado con blanco. (León, 2009)

La línea Andina es seleccionada por su excelente prolificidad (3,9 crías por parto); obtiene un mayor número de crías por unidad de tiempo, como consecuencia del aprovechamiento de su mayor frecuencia de presentación de celo post partum (84 por ciento) en comparación con otras líneas. Los individuos son de color blanco, son animales que se adaptan a diferentes condiciones climáticas. (Ramos, 2018)

### **2.5. Crianza y cuidado del cuy**

La crianza de los cobayos se ha desarrollado tradicionalmente en un sistema familiar, más bien para cubrir determinadas necesidades en la alimentación diaria este sistema presenta un nivel de productividad muy bajo. El sistema familiar-comercial presenta ya niveles superiores, más favorables, donde el manejo del animal, su alimentación, las instalaciones y cuidados sanitarios se llevan con un determinado rigor, en las últimas décadas ha venido ganando mayor auge el sistema de crianza comercial, el nivel en el manejo y atención del cuy se lleva a cabo de una

forma tecnificada, lográndose elevada eficiencia y eficacia, y alcanzándose altos estándares de productividad y producción. (Usca & Flores, 2022)

Los productos de la carne de cuy ya industrializados, no se puede comparar con la de ningún otro alimento que se encuentran en perchas en los supermercados a los que frecuentan una gran parte de los consumidores, lo que se busca resaltar e implementar la creación de un producto que satisfaga las necesidades de los consumidores. Sin embargo la crianza aunque parece muy fácil no lo es así ya que requiere de tiempo y cuidados necesario ya que a veces resulta ser un animalito delicado, su costo es de acuerdo al peso y tamaño en el que este se encuentre, si es hembra o macho para reproducción el costo es más alto, faenado costaría unos 12 dólares, y si es asado con sus respectivos acompañamientos el precio varía entre los 20 dólares hasta los 30 dólares y si esta industrializado sería de acuerdo al producto elaborado sería el costo de producción. (Coro, 2015)

En el Ecuador la crianza del cuy se inicia de modo tradicional y familiar, siendo con mayor producción las provincias de la serranía ecuatoriana, principalmente por Escala zoológica del cuy Reino Animal Subreino Metazoos Tipo Vertebrados Clase Mamífero Subclase Placentarios Orden Roedores Suborden Hystricomorfos Familia Caviidae Género Cavia Especie Porcellus 6 pueblos indígenas, desarrollando las crianzas de estos animales en jaulas, sin ningún estándar de calidad. Trayendo como consecuencia altos índices de mortalidades, retardo en el crecimiento, abortos y bajo rendimiento de carcasa debido al inadecuado manejo de la sanidad. (Chachipanta, 2019)

## **2.6. Características de la carne de cuy**

La carne de cuy se caracteriza por su alto valor nutritivo, alto contenido de proteína (21%) y hierro, poca cantidad de sodio y grasa. Además de su alta digestibilidad en comparación con las carnes de otras especies animales; tiene una buena aceptación de consumo por su suavidad y exquisito sabor. (Cruz H. , 2018)

**Tabla 2**

**Calidad nutritiva de la carne de cuy comparada con otras especies**

Especie	Proteínas gramos	Grasa gramos	Energía Kilocalorías	Hierro miligramos
Cuy	20.02	7.80	96	1.90
Conejo	20.04	8.00	159	2.40
Pollo	18.20	10.20	170	1.50
Vacuno	18.70	18.20	244	3.00
Caprino	18.70	9.40	165	2.00
Porcino	12.40	35.80	176	1.30
Ovino	18.20	19.40	253	2.50

*Fuente: (Cruz, 2018).*

**2.7. Ventajas y limitaciones de la carne de cuy**

**2.7.1. Ventajas**

- La carne de cuy es magra; con un contenido de grasa menor al 10 %.
- Alto contenido de proteínas y bajo en colesterol y sodio es ideal para incluirla en una alimentación variada y equilibrada apta para todos los grupos poblacionales, presenta una serie de beneficios para la salud humana.
- Tiene una fuente de proteína, hierro y vitamina B12, razón que se posiciona como un excelente alimento dietético. (Flores & Duarte, 2016)

**2.7.2. Limitaciones**

- La crianza familiar oferta reducido número de animales y no ofrece garantía de una oferta sostenida.
- Sistema de comercialización preponderante por unidad y no por peso.
- Poco desarrollo de la producción de pastos y forrajes para la alimentación animal.
- Crianza inadecuada, muchas veces utilizando los espacios de la cocina, en las familias rurales. (Garrido, 2014)

## 2.8. Rendimiento de la carcasa

Se refiere a la relación de la cantidad de carne en relación al peso vivo a la edad de beneficio, expresado en porcentaje. (Cordova, 2022)

**Tabla 3**

*Rendimiento de carcasa de cuy*

COMPONENTES	RENDIMIENTO %
Carcasa	69.70
Viseras	22.71
Pelos	3.65
Sangre	3.94

*Fuente: (Moreno, 2017).*

## 2.9. Anatomía digestiva del cuy

El cuy, especie herbívora monogástrica, tiene un esófago que se extiende desde la faringe hasta el estómago el cual presenta una forma de una pera deformada, donde inicia su digestión enzimática y un ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana, el movimiento de la ingesta a través del estómago e intestino delgado es rápido, no demora más de dos horas en llegar la mayor parte de la ingesta al ciego. Sin embargo, el pasaje por el ciego es más lento pudiendo permanecer en el parcialmente por 48 horas. Se conoce que la celulosa en la dieta retarda los movimientos del contenido intestinal permitiendo una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes, siendo en el ciego e intestino grueso donde se realiza la absorción de los ácidos grasos de cadenas cortas. (Caguano & Traves, 2012)

### 2.9.1. Boca

El cuy es un roedor que posee incisivos largos con curvatura hacia adentro, no poseen caninos gracias a los premolares y molares pueden desmenuzar sus alimentos en forma mecánica y mezclarlos con la saliva que actúa como lubricante para facilitar la deglución. Las principales glándulas salivales son la parótida mandibular (submaxilar) y sublingual. Glándulas más pequeñas se encuentran en

las mejillas y en las aéreas laterales de los labios; no se aprecia un cambio de dentadura temporal. (Malley, 2007)

### **2.9.2. Esófago**

Es un conducto destinado a impulsar el alimento de la faringe al estómago a través de un proceso llamado peristaltismo debido a las contracciones rítmicas que realizan las paredes musculares del esófago. (Ramon, 2017)

### **2.9.3. Estómago**

El estómago se caracteriza por ser importante del sistema digestivo porque excreta ácido clorhídrico, la función que presenta es las de disolver el alimento transformándola en una solución conocida como quimo. El ácido gástrico desvanece a las bacterias las mismas que son ingeridas con la ingesta de sus alimentos, su función es proteger el organismo hay que indicar que en este órgano no se produce la absorción, en el intestino delgado tiene la característica de cumplir la función de digestión y absorción. (Vivas, 2013)

### **2.9.4. Intestino Delgado**

Recibe el jugo pancreático que contiene enzimas y secreta el jugo intestinal o entérico que contiene también enzimas, las cuales completan la digestión final de las proteínas y convierte los azúcares en compuestos más sencillos en el duodeno. Segunda función es la de absorber el alimento digerido, y pasar los nutrimentos al torrente circulatorio. Realiza una función peristáltica que fuerza al material que no es digerido, pasar al ciego. (Jaramillo, 2017)

En el intestino delgado ocurre la mayor parte de la digestión, aún son absorbidas la mayor parte del agua. Las vitaminas y otros micros elementos. Los alimentos no digeridos, el agua no absorbida y las secreciones de la parte final del intestino delgado pasan al intestino grueso en el cual no hay digestión enzimática; sin embargo, en esta especie que tiene un ciego desarrollado existe digestión microbiana. (Guerra, 2015)

### **2.9.5. Intestino Grueso**

En el intestino grueso, las sustancias que no han sido digeridas pueden ser fermentadas por las bacterias presentes en él, dando lugar a la producción de gases. Igualmente pueden sintetizar vitaminas del grupo B y vitamina K aportando cantidades adicionales de estas vitaminas que serán absorbidas. (Caiza M. B., 2017)

### **2.9.6. Ciego**

El ciego es un órgano que tiene el 15% del peso total del aparato digestivo este órgano realiza la digestión microbiana en el intestino grueso de alomorfos y roedores. La pared del ciego es delgada tiene numerosas bolsas, el ciego tiene la capacidad de contener el 65% del contenido gastrointestinal es una de las ventajas que tiene este órgano. (Ocaña, 2010)

### **2.9.7. Páncreas**

El páncreas es la más importante glándula digestiva, productora de casi todos los fermentos necesarios para la degradación de los alimentos. (Chimba, 2012)

### **2.9.8. Hígado**

El hígado anatómicamente su cara visceral guarda relación con el lado izquierdo del estómago y a veces con el bazo, en el lado derecho con el páncreas, riñón derecho y duodeno. En el lóbulo medial derecho del hígado destaca la presencia de una fosa para la vesícula biliar. (Fajardo, 2011)

## **2.10. Fisiología digestiva del cobayo**

La fisiología digestiva estudia los mecanismos que se encargan de transferir nutrientes orgánicos e inorgánicos del medio ambiente al medio interno, para luego ser conducidos por el sistema circulatorio a cada una de las células del organismo. Es un proceso bastante complejo que comprende la ingestión, la digestión y la absorción de nutrientes y el desplazamiento de estos a lo largo del tracto digestivo. (Caguano & Traves, 2012)

El cuy está clasificado por su anatomía gastrointestinal como un animal de fermentación post-gástrica junto con el conejo y la rata, su comportamiento nutricional se asemeja, en edad adulta, más a un poligástrico con procesos de

fermentación mixta y capacidad degradadora de celulosa, que a un monogástrico estricto; es decir, el cuy es considerado como una especie herbívora mono gástrica. Comparado con el conejo, el ciego del cuy es mucho más especializado, siendo su capacidad fermentativa 13% mayor por lo que utiliza 23% más de fibra ayudado también por una mayor capacidad de modificar las características de la excreta. (Alcivar, 2012)

El movimiento de la ingesta a través del estómago e intestino delgado es rápido, no demora más de dos horas en llegar la mayor parte de la ingesta al ciego. Sin embargo, el pasaje por el ciego es más lento pudiendo permanecer en el 6 parcialmente por 48 horas. Se conoce que la celulosa en la dieta retarda los movimientos del contenido intestinal permitiendo una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes (lo que nos ayuda para su mejor engorde), siendo en el ciego e intestino grueso donde se realiza la absorción de los ácidos grasos de cadenas cortas. (Salinas, 2002)

Realiza en su interior lo que se conoce como cecotrofia que le sirve para reutilizar el nitrógeno, lo que permite un buen comportamiento productivo con raciones de niveles bajos o medios de proteína. (Salinas, 2002)

### **2.11. Sistemas de alimentación del cobayo**

La alimentación de los cobayos debe ser en cantidades adecuadas y no deficiente debido a que se debe solventar su capacidad digestiva y nutricional, por esta razón la alimentación en los cuyes debe ser en base a una selección y combinación de productos que tengan ciertos constituyentes que suplan las necesidades del cobayo estos pueden alimentación en base a forraje y balanceado. Cuando producimos técnicamente los cobayos debemos administrar una ración basada por lo menos en un 70% forraje y 10% balanceado. Al proporcionar pasto verde, estamos administrando proteínas, minerales, vitamina C, agua y la fibra suficiente para su digestibilidad, y al administrar balanceado, complementamos los requerimientos que el pasto verde no puede proporcionar. (Andrade, 2016)

### **2.11.1. Alimentación con forraje**

El cuy es una especie herbívora por excelencia; siempre muestra su preferencia por el forraje, es bueno suministrar forraje de gramíneas (chala de maíz, avena, cebada) en combinación con las leguminosas (trébol, alfalfa), ya que las gramíneas tienen menor valor nutritivo. En momentos de escasez de forrajes de alfalfa o avena forrajera, es recomendable elaborar un forraje verde hidropónico, que es un germinado de cebada, trigo o maíz que se puede elaborar durante todo el año y es fuente de vitamina C. (San Miguel, 2015).

### **2.11.2. Avena**

La avena es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas. Posee un sistema radicular potente, con raíces más abundantes y profundas que las de los demás cereales; los tallos son gruesos y rectos, pero con poca resistencia al viento; están formados por varios entrenudos que terminan en gruesos nudos; las hojas son planas y alargadas; el limbo de la hoja es estrecho y largo, de color verde más o menos oscuro; es áspero al tacto; los nervios de la hoja son paralelos y bastante marcados. (Punina, 2015)

#### **Características de la avena**

La avena forrajera se emplea principalmente en la alimentación de animales de producción, como planta forrajera, en pastoreo, como heno o ensilado; la avena forrajera se usa sola o en combinación con leguminosas forrajeras. Las características principales de la avena son: raíz fibrosa, caña herbácea, crece de 0.5 a 1.5 metros, hojas color oscuro, su lígula es en forma ovalada, ramificaciones largas sosteniendo cada una espiga, y su fecundación es autógama. (Burga , 2018)

### **2.11.3. Alfalfa**

Los cultivos de alfalfa (*M. sativa*) son considerados los cultivos forrajeros más importantes, no sólo por la amplia superficie cultivada, sino también por su calidad nutritiva y diversidad de uso. La alfalfa es una planta perenne, su sistema radicular es pivotante profundo, es decir, crece verticalmente hacia abajo, pudiendo alcanzar de siete hasta nueve metros de profundidad. Sus tallos nacen a partir de una corona

a nivel del suelo. Alcanzan alturas variables entre 60 y 90 cm. Sus hojas son trifoliadas, la inflorescencia es un racimo. Sus flores son amariposadas de color púrpura. El fruto es una legumbre espiralada y las semillas son de color amarillo, verde oliváceo o marrón brillante. (Berlijn, 2010)

#### **Características de la alfalfa**

El promedio de vida de la alfalfa es de 5 a 7 años dependiendo la variedad y de los factores clima, agua y suelo, posee una raíz que penetra más que la de ninguna otra herbácea cultivada llegando a profundidades de 1.5 a 2.0 metros durante su primera estación de crecimiento. Tiene tallos herbáceos, erectos y muy ramificados, de 90cm a 60 cm de altura, sus hojas son trifoliadas, las flores son pequeñas localizadas en densos racimos axilares, sus semillas son muy pequeñas, ovaladas o en forma de riñón y en varias formas. (Cruz N. , 2008)

#### **2.11.4. Maíz**

El maíz forrajero es utilizado principalmente como fuente de energía en la alimentación animal. Como alimento es insuficiente para cubrir los requerimientos de proteína de categorías de alta producción; a la vez que también es deficiente en algunas vitaminas y minerales. (Fassio, 2018)

El cultivo de maíz genera una gran cantidad de biomasa verde, la cual el hombre la cosecha en un 50% en forma de grano, el resto corresponde a diversas estructuras de la planta tales como: caña, hojas, panoja y otras. La producción de biomasa residual que genera el maíz de grano fluctúa entre 20 y 25 toneladas por hectárea, lo cual sirve exclusivamente para la alimentación de los diversos semovientes y principalmente de los cuyes que, al ser roedores, tienen la capacidad para aprovechar al máximo esta fuente alimenticia. (Moncayo R. , 2018)

#### **Características del maíz**

El ensilado de maíz tiene un contenido de fibra de alta calidad, además de una alta densidad de energía. Es uno de los forrajes más económicos que los productores pueden cultivar con base en el rendimiento y el valor energético. (Schmidt, 2018)

### **2.11.5. Ray grass**

Es una gramínea de crecimiento erecto e inflorescencia en espiga solitaria. Sus requerimientos son altos pero su calidad es muy buena. Planta herbácea de gran riqueza energética indicada para una ración de sostenimiento. Producto ideal para una dieta en la que se requiera aporte energético, mayor riqueza energética a igualdad de estado vegetativo que las leguminosas. (Marcen , 2018)

#### **Características de Ray Grass**

El ray grass, como en toda gramínea el valor nutritivo está asociado a la composición morfológica de la planta, es decir, al momento de corte. Así, un primer corte de ray grass, tiene un elevado contenido en agua (83-85%), un excelente valor energético y proteico y un elevado contenido en cenizas. (Nuñez, 2017)

### **2.11.6. Alimentación a base de balanceado**

El alimento concentrado se utiliza como suplemento proteico y energético para acelerar el crecimiento y reproducción eficiente. El alimento balanceado, según la existencia de insumos en la zona, consiste en el afrecho de trigo, maíz molido, harina de alfalfa y sales minerales. (Ataucusi, 2015)

## **2.12. Ingredientes para la elaboración de balanceados**

### **2.12.1. Harina de alfalfa**

Es un proceso que consiste en la recolección del forraje verde, su acondicionamiento mecánico y el secado mediante ventilación forzada. La alfalfa deshidratada incrementa la calidad del forraje, economía del transporte y almacenamiento, permaneciendo sus características nutritivas casi intactas. Los productos obtenidos se destinan fundamentalmente a las industrias de piensos compuestos. (Beroqui, 2021)

#### **Ventajas de la harina de alfalfa**

- Provee de una alta calidad nutricional, evitando pérdidas de calidad de su materia prima.

- Evita el reprocesado en las plantas que utilizan el producto como materia prima.
- Reduce pérdidas post-corte debido a condiciones ambientales y ataque de insectos, por lo que permite la conservación del producto por largos periodos.
- Mantiene las propiedades fisicoquímicas y nutricionales durante el almacenamiento.
- Se puede mezclar con otros subproductos para la alimentación animal (balanceados). (Beroqui, 2021)

### **2.12.2. Harina de Soya**

El uso de la soya en la alimentación animal ha abierto un amplio panorama a la industria de concentrados, al permitir la formulación de dietas con una excelente concentración y disponibilidad de energía, aminoácidos y ácidos grasos esenciales. Por su alto contenido de grasas (18 a 20%) y proteínas (37 a 38%), el fríjol soya se presenta como una valiosa materia prima para su utilización en la industria destacándose la extracción de aceites y la formulación de alimentos balanceados para animales. Con este recurso es posible satisfacer las necesidades nutricionales de las líneas modernas de aves y cerdos, que exigen raciones de alta calidad nutricional y sanitaria, así como de una elevada densidad energética y proteica. (Garzon, 2010)

### **2.12.3. Carbohidratos**

Los cereales son la base esencial del aporte energético en la elaboración de alimentos para animales domésticos, pues por una parte proporciona los carbohidratos digeribles y por otra los granos están cubiertos por una fracción fibrosa constituida por carbohidratos no digeribles por el humano, pero si por los animales. Los cereales por si solos no son capaces de sostener el crecimiento de los animales puesto que no contienen la calidad y cantidad de proteína requerida. Sin embargo, si se utilizan sub productos proteicos de cereales, junto con la base energética o harinosa y aminoácidos sintéticos (lisina, metionina, cistina y triptófano), con lo que es posible balancear una dieta para monogástricos en máximo crecimiento, siendo incorporado los otros aminoácidos mediante la adición de una leguminosa como la torta de soya. (Othon, 2018)

#### **2.12.4. Proteínas**

Las proteínas como sustancias orgánicas muy complejas, presentes en todo tipo de materia viva. En los animales, las proteínas representan el componente estructural más importante y es el principal constituyente de los músculos, la piel, el cabello, el tejido conectivo entre otros. Se hallan las proteínas en gran concentración en los cotiledones de las semillas como es el caso de la soya que aporta con un 46% de la formulación de los balanceados. Todas las proteínas contienen además de carbono, hidrógeno y oxígeno, también nitrógeno y a menudo azufre y fósforo. La presencia de nitrógeno es una característica importante, ya que imparte a las proteínas muchas de sus propiedades específicas. (Braverman, 2016)

#### **2.12.5. Fibra**

Un componente esencial a considerar en la alimentación de animales es la presencia de fibra en los alimentos, es la fracción que incluye todas las sustancias que forman las paredes celulares. La composición principal es celulosa, hemicelulosa, pectina, lignina, nitrógeno lignificado. El aporte de fibra es un aspecto clave en la formulación de raciones alimentarias, siendo indispensable para cubrir las necesidades de los animales y rentabilizar la explotación. Su cuantificación en el alimento no es tarea fácil y su efecto sobre los diferentes parámetros productivos dependerá del nivel y fuente de fibra, de su procedencia y procesamiento al que se sometió, adaptación y características del animal. (Maruelli, 2017)

La fibra se designa a un grupo muy amplio de polisacáridos, esta es muy importante para mantener la integridad del tracto intestinal ya que mejora la absorción de los nutrientes y finalmente ayudar en la deposición con una consistencia seca. (Salvador, 2017)

#### **2.12.6. Grasa**

Los cuerpos grasos o lípidos son mezclas de ésteres resultantes de la combinación de glicerina con los ácidos grasos superiores, principalmente el palmítico, oleico y esteárico. Son pocos los cuerpos grasos en cuya composición intervienen, en cantidad considerable, los ácidos grasos inferiores. Muchos vegetales acumulan

considerables cantidades de lípidos en los frutos y semillas. Los animales tienen grasa en las diferentes partes de su cuerpo, especialmente entre la piel y los músculos, en la médula de los huesos y alrededor de las vísceras. Existen diferentes familias o clases de lípidos, pero las propiedades distintivas de todos ellos derivan de la naturaleza hidrocarbonada de la porción principal de su estructura. (Braverman, 2016)

#### **2.12.7. Minerales**

Los minerales aquellos componentes de los tejidos vegetales y animales que restan como cenizas cuando estos se incineran. Según la participación de los distintos elementos en los procesos metabólicos, estos se dividen en macroelementos (Ca, P, K, Cl, Na, Mg) y micro elementos (elementos traza Fe, Zn, Cu, Mn, I, Mo, otros), de acuerdo con su importancia biológica se dividen en esenciales con funciones biológicas conocidas, elementos no esenciales acerca de cuyo papel biológico no se sabe nada y que muchas veces se presentan como acompañantes de los elementos esenciales, y en elementos tóxicos, que llegan al organismo con los alimentos, el agua o el aire. Los elementos esenciales tienen diversas funciones como electrolitos, como componentes de las enzimas y como componentes de determinadas estructuras corporales (huesos, dientes). Además de su aporte con la alimentación la biodisponibilidad de los minerales es variable. (Belitz, 2018)

#### **2.12.8. Aditivos**

Establecen que los aditivos son aquellas sustancias o mezclas de las mismas que se añaden a los alimentos balanceados por motivos tecnológicos o fisiológicos – nutritivos, sin que sean componentes principales. En la mayoría de los casos permanecen en los alimentos como tales o lo hacen sus derivados. En otros casos desaparecen en el transcurso del proceso. Los aditivos aportan de valor nutritivo cuando se incorpora vitaminas, minerales, aminoácidos o sus derivados, además alarga la vida útil del producto mediante el empleo de antimicrobianos, reguladores de pH para evitar alteraciones en el producto. (Belitz, 2018)

### 2.13. Requerimientos nutricionales del cuy

**Tabla 4**

*Consumo de forraje verde en cuyes*

<b>ETAPA FISIOLÓGICA</b>	<b>CONSUMO (G/DÍA)</b>
Gestantes y lactancia	250 – 450
Lactantes	20 – 50
Destetados	60 – 100
Crecimiento y engorde	150 - 200
Reproductores jóvenes	200 - 250
Reproductores adultos	200-400

*Fuente: (Vivas,2009)*

**Tabla 5**

*Requerimientos nutritivos del cuy*

<b>Nutrientes</b>	<b>Unidad</b>	<b>Etapa</b>		
		<b>Gestación</b>	<b>Lactancia</b>	<b>Crecimiento</b>
<b>Proteína</b>	(%)	18	18-22	13-17
<b>Energía digestible</b>	(kcal/kg)	2800	3000	2800
<b>Fibra</b>	(%)	ago-17	ago-17	10
<b>Calcio</b>	(%)	1,4	1,4	1,4
<b>Fosforo</b>	(%)	0,8	0,8	0,8
<b>Magnesio</b>	(%)	0,1- 0,3	0,1- 0,3	0,1- 0,3
<b>Potasio</b>	(%)	0,5 - 1,4	0,5 – 1,4	0,5- 1,4
<b>Vitamina C</b>	(mg)	200	200	200

*Fuente: (Sanchez,2002)*

La alimentación consiste, en hacer una selección y combinación adecuada de los diferentes nutrientes que tienen los alimentos, con el fin de obtener una eficiencia productiva desde el punto de vista económico y nutricional. (Esquivel, 2017)

### **2.13.1. Proteína**

Las proteínas son elementos muy importantes en la alimentación y nutrición de estos animales porque este elemento permite el aumento muscular en estos animales, las proteínas forman parte de las vísceras y los pelos. Además, la alimentación de ellos es con forraje ya que es rica en proteína, como las leguminosas: alfalfa, vicia, trébol, soya. (Moreta & Jacho, 2018)

### **2.13.2. Fibra**

La fibra que proporciona los forrajes es una composición de hemicelulosa, celulosa y lignina, estos forman las paredes celulares de los vegetales. Las plantas maduras tienen gran cantidad de lignina lo que provoca que la digestibilidad vaya en descenso. Existe dos tipos de fibras fibra neutro detergente es digestible y la fibra indigestible o fibra ácido detergente, estos ayudan a establecer si es menor o mayor la digestibilidad. El retardo del contenido alimenticio es otra función del tracto digestivo, esto permite la digestión de nutrientes. (Caiza E. , 2020)

### **2.13.3. Grasas**

Proporcionan la energía que el organismo necesita para mantenerse, crecer, y reproducirse. Los alimentos ricos en carbohidratos, son los que contienen azúcares y almidones. Las gramíneas son ricas en azúcares y almidones. En algunos casos se utiliza para la alimentación complementaria el maíz amarillo. (Moncayo R. , 2018)

### **2.13.4. Energía**

Es esencial para todos los procesos vitales y una vez que estos requerimientos han sido satisfechos, el exceso de energía se almacena como grasa dentro del cuerpo del animal. Las principales fuentes son los hidratos de carbono y las grasas de los alimentos, los niveles de energía deben ir de 2800 a 3000 kcal/energía/ digestible/kg de ración de alimento. Los Lípidos son compuestos ricos en energía que contribuyen a aumentar especialmente la producción de leche. La carencia de grasa produce en los cuyes retardo en el crecimiento, problemas en la piel, como úlceras y caída del pelo. (Flores J. , 2015)

### **2.13.5. Vitaminas**

Las vitaminas se encuentran en pequeñas cantidades en los alimentos estas son esenciales en el metabolismo. La vitamina D es sintetizada por medio de la piel mientras que la vitamina C no puede ser sintetizadas. Las vitaminas son liposolubles e hidrosolubles. El forraje presenta deficiencia de vitaminas. La vitamina C la necesidad de esta vitamina en los animales que no se alimente de forraje es de 200 mg/kg de alimento o 10 mg/kg del peso vivo. La deficiencia de vitamina C produce encías inflamadas, pérdida de peso, articulaciones inflamadas y dientes flojos. (Caiza E. , 2020)

### **2.14. Digestibilidad**

La digestibilidad es la base de las metodologías de evaluación de los alimentos, por definición, es la fracción de alimento consumido que no aparece en las heces y por lo tanto se absorbe en el tracto gastrointestinal La digestibilidad sirve como una medida para determinar la calidad de la dieta y de las materias primas utilizadas en ella, la disponibilidad de los nutrientes que las constituyen, la importancia que tienen estos en la salud de los animales, su desempeño y las características de las heces, además sirve como soporte para el cálculo de los requerimientos nutricionales. (Osorio,E, 2017)

Es el conocimiento del valor nutritivo de los alimentos para tener una buena nutrición animal, considerando los efectos de los procesos de digestión, absorción y metabolismo. La digestibilidad es la proporción de nutrientes presentes en una ración que pueden ser absorbidos por el aparato digestivo. (Lachmann, 2014)

La digestibilidad de los alimentos puede definirse como la cantidad de nutrientes que no se excreta en las heces y que, por lo tanto, se considera absorbida por el animal, normalmente se expresa en relación con la materia seca, como coeficiente, o como porcentaje. Asimismo, el valor potencial de un alimento para aportar los distintos nutrientes, puede determinarse mediante el análisis químico. Sin embargo, el valor real para los animales, solo puede conocerse después de haber tenido en cuenta las pérdidas inevitables que producen durante la digestión, absorción y metabolismo. (Mc Donal,P., & Geenhalgh,RE., 2016)

### 2.14.1. Tipos de digestibilidad

Se considera la “Digestibilidad Aparente” a la digestibilidad calculada por la diferencia entre la ingestión y la excreción. Pero debido a que muchas de las bacterias vivas y muertas aparecen en gran número en las heces junto con los residuos indigestibles del alimento lo mismo que el material celular desprendido de las paredes intestinales, durante el paso de los alimentos y los residuos de las secreciones glandulares en el tubo intestinal, por lo que mucha de la proteína de las heces no son otra cosa que polisacáridos de origen bacteriano lo que hace que la digestibilidad sea aparente y es una primera aproximación razonable del valor nutritivo. (Cordova, 2022)

Se puede determinar la digestibilidad aparente utilizando métodos in vivo tales como el método indirecto por oxido crómico, acetato de iterbio y con dióxido de titanio. (Parra, 2017)

Para el cálculo de la DA tenemos la siguiente formula

$$\text{Dig. AP} = \frac{\text{Consumo de nutrientes} - \text{Excreción de nutrientes}}{\text{Consumo de nutrientes}} \times 100$$

### 2.15. Zeolita

Las zeolitas naturales son rocas o minerales no metálicos de origen volcánico, perteneciente al grupo de aluminosilicatos hidratados, caracterizadas por un alto poder de adsorción y de intercambio catiónico, que la hacen superior a cualquier otro producto natural similar utilizado, como suplemento en la alimentación animal, debido a lo anterior su uso está autorizado internacionalmente, tanto en la producción vegetal ecológica como en la producción animal ecológica. (Martínez, 2012)

El origen del nombre zeolita se deriva de dos palabras griegas, zeo: que ebulle, y lithos: piedra. Las zeolitas son una familia de minerales aluminosilicatos hidratados, altamente cristalinos, cuya estructura forma cavidades ocupadas por iones grandes y moléculas de agua con gran libertad de movimiento que permiten el intercambio iónico y la deshidratación reversible capacidad de hidratación-deshidratación que

lo involucran en infinidad de aplicaciones en la producción animal por lo que ha sido catalogado por muchos autores como el mineral del siglo. Las zeolitas del tipo clinoptilolita son las más abundantes a nivel mundial y a la vez las más utilizadas en la producción animal. (Castro M. , 2014)

### **2.15.1. Características de la Zeolita**

El empleo de zeolitas naturales es muy beneficioso para mejorar dietas de mala calidad, teniendo como ventaja el ahorro de aminoácidos y proteína y de esta manera mejorar la eficiencia productiva. El uso de zeolita en la alimentación de animales, mejora la inclusión de carbohidratos, grasas y sodio. Tienen capacidad de absorber varias toxinas como aflatoxina y la zearalenona utilizada en la alimentación animal. (Loja, 2017)

### **2.15.2. Clases de Zeolita**

Desde el descubrimiento de las zeolitas, 40 clases naturales han sido organizadas y clasificadas y, en número similar han sido sintetizadas en laboratorio. Las principales zeolitas naturales son: clinoptilolita, modernita chabacita, erionita, faujasita, ferrierita, heulandita, laumontita y filipsita. Dentro de estas clases las más utilizadas en nutrición animal han sido la clinoptilolita y la modernita. (Olguin, 2010)

### **2.15.3. Clinoptilolita**

La clinoptilolita es una zeolita natural formada por la desvitrificación de ceniza volcánica en lagos o aguas marinas hace millones de años. Este tipo es la más estudiada y considerada la de mayor utilidad. La clinoptilolita, como otras zeolitas, tiene una estructura similar a una jaula, consistiendo en tetraedros de  $\text{SiO}_4$  y  $\text{AlO}_4$  unidos por átomos de oxígeno compartidos. Las cargas negativas de las unidades de  $\text{AlO}_4$  se equilibran con la presencia de cationes intercambiables, notablemente calcio, magnesio, sodio, potasio y hierro. Estos iones pueden ser desplazados por otras sustancias, por ejemplo, metales pesados y iones de amoníaco. Este fenómeno se le conoce como intercambio catiónico, y es esta capacidad de la clinoptilolita lo que le da las útiles propiedades. La clinoptilolita se conoce también como

adsorbente de ciertos gases, como el sulfuro de hidrógeno y el dióxido de azufre. (Cosma, 2008)

#### **2.15.4. Mecanismo de acción**

La clinoptilolita actuaría como un intercambiador de iones por el amonio y iones metálicos y puede selectivamente absorber moléculas de gas simple y vapor, también esta propiedad de intercambio iónico puede llevar a iones como el  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{Na}^+$  a ser más útiles. Las propiedades de intercambio iónico podrían llevar una acción buffer en el animal por la absorción de un catión y la liberación de otro, así como de adsorber metales pesados. (Gaibor, 2012)

#### **2.15.5. Composición química**

Es un aluminosilicato de sodio, potasio y calcio hidratado que tiene la fórmula molecular  $(\text{Na},\text{K},\text{Ca})_2\text{-}3\text{Al}_3(\text{Al},\text{Si})_2\text{Si}_{13}\text{O}_{36}\cdot 12(\text{H}_2\text{O})$ . Es una zeolita que pertenece a la familia de la heulandita, junto con la laumontita y la mordenita, entre otras. La composición química de las series heulandita, clinoptilolita se caracterizan por cambios marcados en la relación Si/Al, así como en la composición de cationes intercambiables. Los miembros de estas series se distinguen de acuerdo a su contenido de sílica (alta sílica vs. baja sílica). Las zeolitas de baja sílica son ricas en calcio y a menudo contienen Ba y Sr, mientras que las zeolitas con alta sílica son ricas en potasio, sodio y magnesio. De los cationes de metales alcalinos, el potasio es el más común de la clinoptilolita, aunque hay clinoptilolitas que existen en la naturaleza con alto contenido de sodio. (Olguin, 2010)

#### **2.15.6. 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).

### **2.15.7. 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).

### **2.15.8. Propiedad de intercambio catiónico**

El intercambio catiónico es una de las propiedades principales inherentes a las zeolitas: los cationes de intercambio están débilmente unidos a la estructura tetraédrica, y pueden removerse con facilidad mediante lavado con una solución catiónica más fuerte. La capacidad de intercambio de muchas zeolitas alcanza 2 ó 3 meq/g, aproximadamente el doble que las arcillas bentoníticas; esta propiedad es una función del grado de sustitución de  $\text{Si}^{4+}$  por  $\text{Al}^{3+}$  en la estructura; es decir, cuanto más alta sea esta tasa, mayor deficiencia de cargas positivas, y mayor es el número de cationes alcalinos o alcalinotérreos necesarios para neutralizar la carga total. (Costafreda, 2014)

El intercambio catiónico se puede efectuar de varios modos:

- Intercambio en contacto con una solución salina acuosa: (intercambio hidrotérmico) o con un solvente no acuoso.
- Intercambio en contacto con una sal fundida. Por ejemplo, una zeolita A, originalmente con Ca, se pone en contacto con nitratos de litio, potasio o rubidio fundidos hacia 350°C.
- Intercambio en contacto con un compuesto gaseoso: Por ejemplo, una zeolita faujasita Y, originalmente en su forma Na, se pone en contacto con HCl anhidro o  $\text{NH}_3$ , hacia 250°C. (Castro M. , 2014)

### **2.15.9. Aditivo alimenticio**

La zeolita es considerada un aditivo tecnológico por tener propiedades de reducir la concentración de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), capturar dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ) y el exceso de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) que se produce durante el proceso

digestivo o en el ambiente en que se encuentra sí misma. La proeza antibiótica de la zeolita sin ser antibiótico puede deberse a la alcalinidad y capacidad amortiguadora en el tracto gastrointestinal, y/o a la pronunciada selectividad por ciertos metales pesados tóxicos, tales como Pb, Cu y Cd. (Stasieniuk, 2021)

La adición de zeolitas naturales a los alimentos animales incrementa la eficiencia global de la alimentación al disminuir el impacto del amoníaco en el sistema digestivo animal, al absorber las micotoxinas, y por otros factores, como el control de diarreas y la facilitación de absorción de nutrientes. (Ostrooumov, 2019)

#### **2.15.10. Incorporación de zeolita en la dieta de animales**

La incorporación de la Clinoptilolita en la dieta de los animales mejora la digestión, el apetito y por ende la ganancia de peso, debido al incremento de la conversión alimenticia, por otro lado, también actúa como un aglutinante de mico toxinas producidas por mohos presentes en el alimento reduciendo la mortalidad por problemas digestivos, incrementando la absorción de los nutrientes de manera eficaz. (Bogdanov, 2009)

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

#### **2.15.11. Efecto de la zeolita sobre la digestibilidad de alimento**

La digestibilidad de los alimentos es un indicador eficiente del valor energético y nutricional de estos, así como para predecir el nivel de respuesta en los animales alimentados con fuentes de nutrientes. (Leon , 2012)

Las dosis de zeolita afectan la fermentación ruminal y provocan disminución en la digestibilidad de los nutrientes, debido posiblemente a valores menores de pH y concentración de NH<sub>3</sub>. (Ruiz & Castillo, 2008)

#### **2.15.12. Aporte nutricional de la zeolita**

Una proporción de Zeolita en la dieta produce cambios en la composición y concentración de algunos elementos en la dieta y de este modo cambios en el contenido de energía, proteínas y aminoácidos. Las Zeolitas pueden facilitar el drenaje de sangre de las vellosidades y aumentar la actividad de las células que las bordean, las cuales a su vez podrían mejorar la digestión y absorción de nutrientes. (Collazos, 2010)

#### **2.15.13. Zeolita y su interacción en el TGI**

Por la estructura físico-química de la zeolita, ésta es capaz de absorber la humedad del tracto digestivo reduciendo la velocidad de tránsito del alimento permitiendo que los nutrientes sean mejor absorbidos, controlando así las diarreas que son un problema frecuente puesto que las avestienen una alta tasa metabólica, haciendo las digestiones rápidas bajo el efecto de los alimentos balanceados comunes. (Loja, 2017)

#### **2.15.14. Aplicaciones de la Zeolita**

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

- Tratamiento de aguas residuales.
- Suplemento dietético para animales.
- Tratamiento de residuos de granjas.
- Eliminación de amoníaco en piscifactorías.
- Fabricación de fertilizantes de liberación lenta.
- Medio cultivo para plantas.
- Desodorizándote.
- Cuidado de mascota. (Castro M. , 2020)

#### **2.15.15. Niveles de inclusión**

Los niveles de inclusión de Zeolita varían del 1 al 10%. “El nivel recomendado para la Zeolitasintética es el 1% y para las naturales se han reportado niveles tan altos como el 10%. Estas diferencias en la dosis reflejan las principales características físicas y químicas entre las Zeolitas naturales y sintéticas y el contenido de impurezas en las Zeolitas naturales. (Loja, 2017)

#### **2.15.16. Dosis recomendada**

1 a 2 gramos por 100g de alimento. (Sercalia, 2021)

## CAPITULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Ubicación y características de la investigación

El presente proyecto de investigación se realizó en los predios del Proyecto de Especies Menores de la Universidad Estatal de Bolívar, Laguacoto II de la Provincia Bolívar Cantón Guaranda.

- **Localización de la investigación**

<b>País</b>	Ecuador
<b>Provincia</b>	Bolívar
<b>Cantón</b>	Guaranda
<b>Parroquia</b>	Gabriel Ignacio Veintimilla
<b>Sector</b>	Laguacoto II

Fuente: GAD Guaranda 2022

- **Situación Geográfica y Climática**

<b>Altitud</b>	2.680 msnm
<b>Latitud</b>	1°34'0''S
<b>Longitud</b>	79°1'0''W
<b>Humedad Relativa promedio anual</b>	75%
<b>Precipitación promedio anual</b>	632mm/año
<b>Temperatura máxima</b>	18 °C
<b>Temperatura media</b>	14°C
<b>Temperatura mínima</b>	10°C

Fuente: Estación meteorológica Laguacoto II 2022

- **Zona de vida**

De acuerdo con la clasificación de las zonas de vida realizada por L. Holdridge. El lugar experimental corresponde a la formación de Bosque húmedo Montano Bajo (BS – MB).

## **3.2. Metodología**

### **3.2.1. Material experimental**

- Cobayos línea Perú
- Zeolita

#### **3.2.1.1. Insumos:**

- Mezclas forrajeras de alfalfa, avena y maíz
- Balanceado comercial
- Cal
- Desinfectante

#### **3.2.1.2. Instalaciones:**

- Galpón de crianza de cuyes pertenecientes al proyecto de Especies Menores de la Universidad Estatal de Bolívar.

#### **3.2.1.3. Materiales de campo:**

- Overol
- Botas
- Agua
- Jaulas de metal
- Comederos
- Bebederos
- Balanza gramera
- Baldes
- Rótulos de identificación
- Pancarta de identificación
- Registros de campo
- Cámara fotográfica
- Escobas
- Fundas de plástico negras
- Carretillas
- Palas

- Bomba de mochila
- Guantes
- Frascos para muestras

#### **3.2.1.4. Materiales de oficina**

- Computadora y accesorios
- Esferográficos
- Internet
- Impresora
- Papel bon
- Libros, Manuales y textos de referencia
- Cuaderno

#### **3.2.2. Factor de estudio**

**Factor A:** Cobayos de la Línea Perú.

**Factor B:** Zeolita en sus diferentes porcentajes de Inclusión.

- Zeolita 1%
- Zeolita 2%
- Zeolita 3%

#### **3.2.3. Tratamientos**

<b>Tratamiento</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
Tratamiento 1	T1	Mezcla forrajera + Balanceado
Tratamiento 2	T2	Mezcla forrajera + Balanceado + Zeolita 1%
Tratamiento 3	T3	Mezcla Forrajera + Balanceado + Zeolita 2%
Tratamiento 4	T4	Mezcla Forrajera + Balanceado + Zeolita 3%

### 3.2.4. Tipo de diseño

Diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA)

<b>Características del experimento</b>	<b>Detalle</b>
Número de Tratamientos	4
Numero de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	12
Número de animales por unidad experimental	10
Número total de cobayos	120

### Tipos de análisis

- ADEVA
- Análisis de correlación y regresión.
- Prueba de Tukey al 5%

### 3.2.5. Manejo del experimento

- **Limpieza del galpón**

Previo a la llegada de los animales, se llevó a cabo la limpieza y desinfección del galpón. Este proceso se efectuó una semana antes de la llegada de los cobayos. Inicialmente, se procedió a lavar el galpón con una manguera de alta presión utilizando agua y detergente, seguido de la desinfección con una solución de cloro. Para garantizar una cobertura completa, se utilizó una bomba de mochila para llegar a todos los rincones del galpón.

- **Preparación de las jaulas**

Se llevó a cabo la limpieza de las jaulas utilizando una solución yodada al 5%, y este proceso se realizó tres días antes de la llegada de los cobayos.

- **Colocación de bebederos y comederos**

Una vez que las jaulas de los cobayos estuvieron listas, se procedió a instalar los comederos y bebederos en cada una de ellas.

- **Compra y selección de cobayos**

Nos trasladamos a la ciudad de Ambato para realizar la compra y selección de cobayos machos de la línea Perú destetados de 25 días con un peso de 400 a 500 gramos. Luego, se procedió a ubicarlos en las jaulas del galpón.

- **Distribución de las unidades experimentales**

Los animales seleccionados para esta investigación fueron distribuidos 10 animales por cada jaula.

- **Etiquetado de jaulas**

Se realizó el etiquetado con sus respectivos tratamientos y número de jaula.

- **Suministro de alimentación por cada tratamiento**

Se suministro dos veces al día, a las 8 de la mañana y a las 5 de la tarde, el alimento que fue previamente pesado y distribuido en cada jaula de acuerdo a su tratamiento correspondiente.

- **Suministro de agua**

El suministro de agua se mantuvo disponible las 24 horas del día, permitiendo que los cobayos pudieran beber libremente a su elección.

- **Registros**

Se llevo a cabo registros cada quince días, para llevar un control del peso y el porcentaje de mortalidad, mientras que el consumo de alimento fue registrado diariamente.

- **Desparasitación**

Se realizó la desparasitación de los cobayos con un antiparasitario interno y externo Ivercur (Febendazol - Ivermectina). Dosis 10 gramos en 1 kg de alimento mezclado.

- **Análisis bromatológico de los diferentes forrajes (alfalfa, avena, maíz)**

Las muestras de forraje se enviaron al laboratorio Total Chem Lab en la Ciudad de Ambato para su análisis y obtención de resultados.

- **Recolección de muestras de heces**

Al concluir la investigación, se recolectó las muestras de heces de todos los tratamientos y se remitieron al laboratorio Total Chem Lab., para su análisis correspondiente.

- **Análisis historiológico del ciego**

Al finalizar el trabajo de campo se tomó un cobayo al azar de cada tratamiento para obtener una muestra de una porción significativa del ciego, se colocó en una solución con formol al 10% para su envío al laboratorio a fin de realizar un análisis histológico de la integridad de las capas mucosas y serosa.

### 3.2.6. Métodos de evaluación y datos tomados

- **Peso inicial**

El peso de los cobayos se registró el día de su llegada al galpón utilizando una balanza gramera y estos valores se documentaron en el registro correspondiente.

- **Peso cada 15 días**

Se realizó un pesaje de todos los animales de cada tratamiento cada 15 días utilizando una balanza gramera y se registró los resultados de cada individuo.

- **Peso final**

Este procedimiento se llevó a cabo al concluir la investigación, para posteriormente comercializar los animales.

- **Ganancia de peso**

Esta variable se efectuó al terminar la investigación, con el fin de calcular la ganancia de peso total utilizando la fórmula siguiente:

$$GP = \text{Peso actual (g)} - \text{Peso anterior (g)}$$

- **Consumo de alimento total**

Se calculó este valor mediante la suma del consumo de forraje y balanceado con aditivo (zeolita) y el consumo de forraje y balanceado en relación al número total de tratamientos.

- **Conversión alimenticia**

Este parámetro se obtuvo al relacionar la cantidad de alimento consumido con el aumento de peso al final del estudio, empleando la fórmula siguiente:

$$CA = \frac{\text{consumo de alimento}}{\text{Peso final} - \text{peso inicial}}$$

- **Porcentaje de mortalidad**

Se evaluó desde la recepción de los cobayos hasta el fin de la investigación, esta se realizó utilizando la siguiente formula.

$$\% M = N^{\circ} \text{ de cuyes muertos} / N^{\circ} \text{ de cuyes iniciados} \times 100$$

- **Digestibilidad verdadera**

Esta variable se evaluó mediante la siguiente formula:

$$DV = \frac{\text{Nutriente en alimento} - \text{nutriente heces}}{\text{Nutriente en alimento}}$$

- **Bromatología de las mezclas forrajeras**

Se envió muestras de cada uno de los forrajes (alfalfa, avena, maíz) al laboratorio para realizar un análisis bromatológico, el cual fue expresado en porcentaje de proteína, fibra, grasa, ceniza y humedad.

- **Bromatología de heces**

Se envió las muestras de heces de los cobayos por cada tratamiento, las cuales se obtuvo el resultado de grasa, ceniza y humedad eliminada en las heces.

- **Análisis histológico del ciego**

Basándose en el estudio histológico se procedió a analizar las medidas e integridad de las capas mucosa, submucosa y serosa del ciego de los cobayos objeto de estudio.

### **3.2.7 Análisis de datos**

Se procedió a analizar e interpretar la información utilizando un programa estadístico STATGRAPHICS, mediante un análisis de varianza (ADEVA) y diseño de bloques al azar (DBCA), lo que nos permitió demostrar gráficamente los objetivos y resultados obtenidos de las variables.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

#### 4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

##### Peso inicial

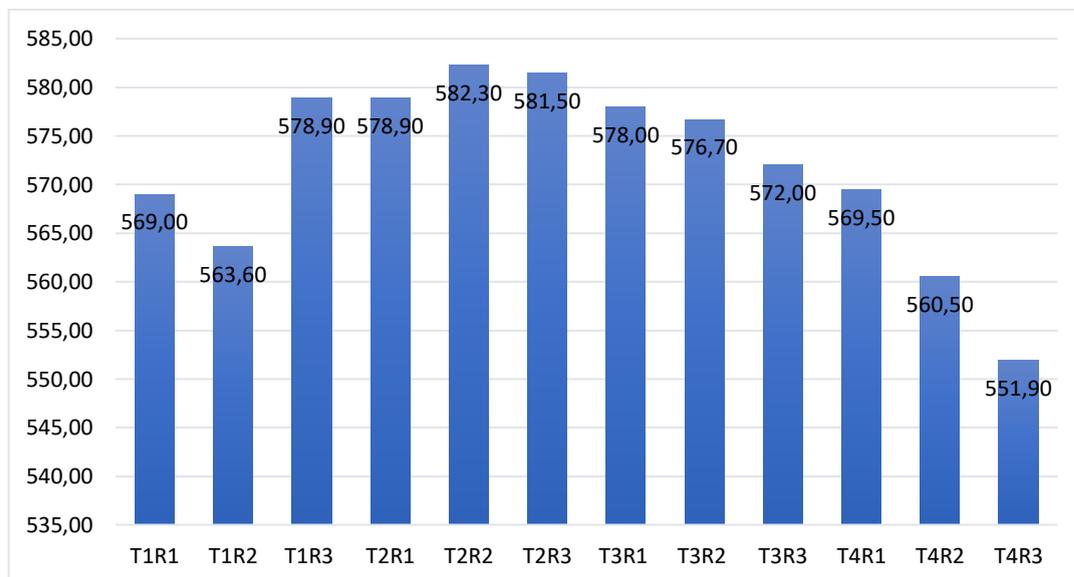
**Tabla 6**

*Peso inicial*

<b>CASO</b>	<b>MEDIA T.</b>
T1R1	569,00
T1R2	563,60
T1R3	578,90
T2R1	578,90
T2R2	582,30
T2R3	581,50
T3R1	578,00
T3R2	576,70
T3R3	572,00
T4R1	569,50
T4R2	560,50
T4R3	551,90

**Figura 1**

*Peso inicial*



### **Análisis e interpretación**

Como podemos observar en la Figura 1 el peso inicial de los cobayos machos línea Perú de la presente investigación el promedio más elevado fue el T2R2 con 582,30g/ animal, los cuales fueron distribuidos completamente al azar, y el peso más bajo entre los tratamientos fue del T4R3 con un peso de 551,90 g / animal.

### **Discusión**

Según (Garcia, 2020), en su estudio de “Evaluación de la digestibilidad in vivo del albumen de huevo de gallina liofilizado en cobayos en la etapa de crecimiento- engorde” no revelo diferencias significativas en lo que respecta al peso inicial, el peso promedio más alto fue 432,9 g por cobayo, mientras que el peso más bajo entre los tratamientos fue de 429 g por cobayo.

La diferencia entre los pesos mencionados frente a nuestro estudio es de 582.30 g, mientras que, en el estudio de García N., se informaron pesos de 432.9 g por cobayo. Esto indica que en nuestra investigación logramos un promedio de peso superior, y este resultado se atribuye a la calidad genética de los cobayos de la línea Perú que utilizamos.

**Tabla 7**

*Resultado de ADEVA. Peso inicial*

<b>PESO INICIAL</b>					
<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup>Aj</b>	<b>CV</b>	
<b>PESO INICIAL</b>	120	0,18	0,1	3,5	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	9716,00	11	883,27	2,2	<0,0193
<b>CASO</b>	9716,00	11	883,27	2,2	<0,0193
<b>Error</b>		108	401,41		
	43352,80				
<b>Total</b>	53068,80	119			

### **Análisis e interpretación**

Al analizar la varianza del peso inicial, se evidencia que el p-valor es 0.0193, el cual es inferior a 0.05; por lo tanto, se concluye que los datos asociados a esta variable tienen alta significancia estadística.

## Peso 15 días

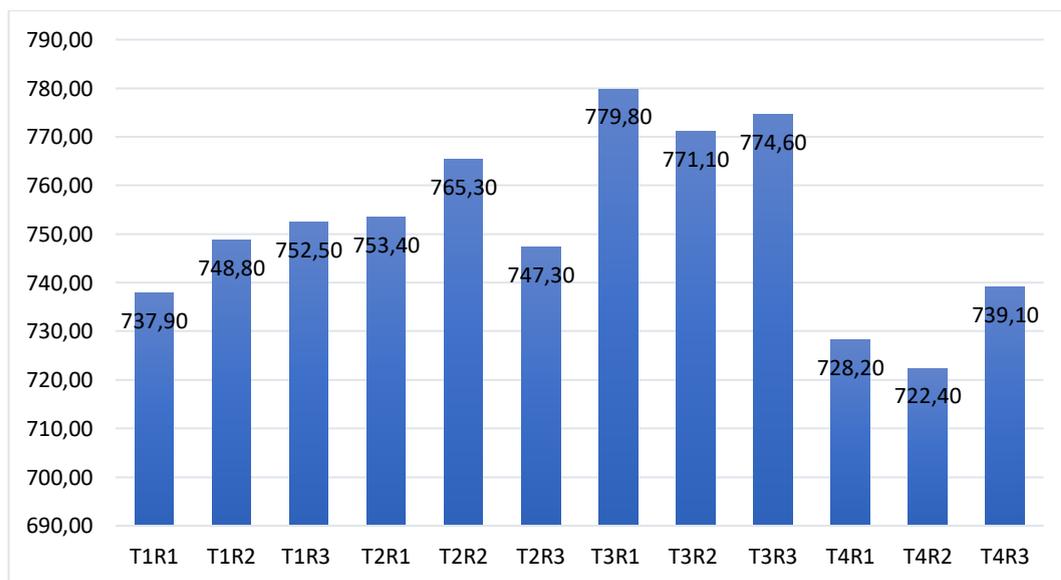
**Tabla 8**

*Peso a los 15 días*

<b>CASO</b>	<b>MEDIA T.</b>
T1R1	737,90
T1R2	748,80
T1R3	752,50
T2R1	753,40
T2R2	765,30
T2R3	747,30
T3R1	779,80
T3R2	771,10
T3R3	774,60
T4R1	728,20
T4R2	722,40
T4R3	739,10

**Figura 2**

*Peso a los 15 días*



### **Análisis e interpretación**

A los 15 días del estudio, se identifican diferencias significativas entre los tratamientos. En este sentido, el tratamiento T3R1 obtuvo el peso más alto, alcanzando los 779.80 g / animal, mientras que el T4R2 registró el peso más bajo, con 722.40 g / animal.

## Discusión

De acuerdo al análisis efectuado por (Calapaqui & Mora, 2020) en su estudio “Evaluación de la digestibilidad de la harina de sangre bovina en cobayos en las fases de crecimiento y engorde” los animales no exhibieron diferencias estadísticas significativas en su peso después de 15 días de la investigación, con un promedio de 689.62 g. En contraste, en nuestra investigación, observamos un peso más elevado a los 15 días, llegando a 779.80 g. Esto se atribuye a diversos factores como la calidad de la alimentación y un enfoque más eficaz en el manejo zootécnico.

**Tabla 9**

*Resultado de ADEVA. Peso 15 días*

<b>PESO 15 DÍAS</b>					
<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup>Aj</b>	<b>CV</b>	
<b>PESO 15 DÍAS</b>	120	0,57	0,53	2,12	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	36665,80	11	3333,25	13,18	<0,0001
<b>CASO</b>	36665,80	11	3333,25	13,18	<0,0001
<b>Error</b>	27311,40	108	252,88		
<b>Total</b>	63977,20	119			

## Análisis e interpretación

El análisis de varianza del peso a los 15 días indica que el p-valor es 0.0001, lo que está por debajo de 0.05. Por lo tanto, se concluye que los datos de esta variable poseen una significancia estadística muy alta.

### Peso 30 días

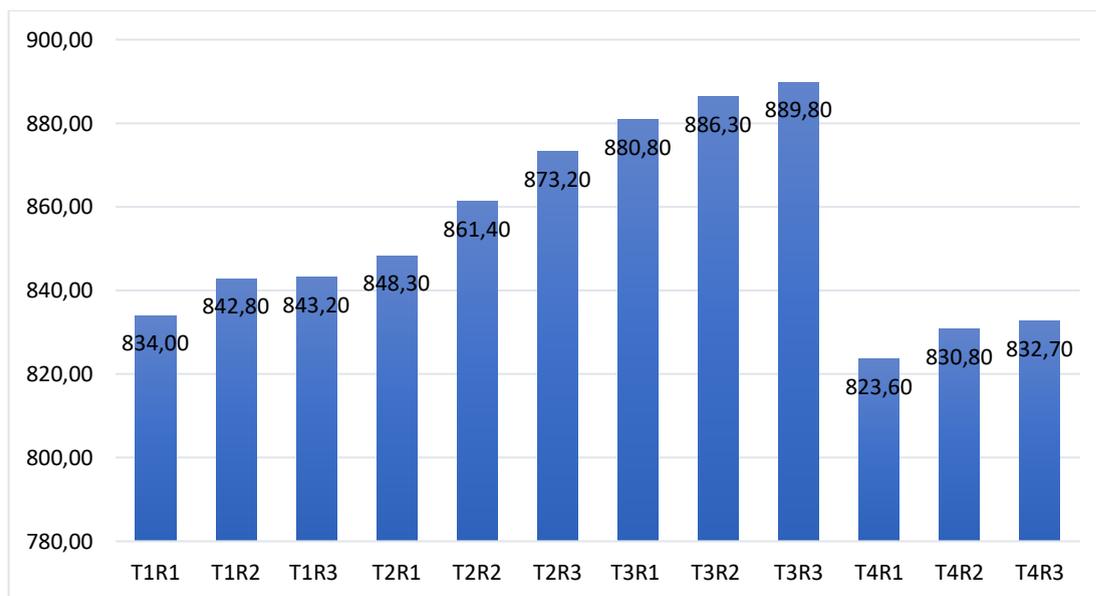
**Tabla 10**

*Peso a los 30 días*

<b>CASO</b>	<b>MEDIA T.</b>
T1R1	834,00
T1R2	842,80
T1R3	843,20
T2R1	848,30
T2R2	861,40
T2R3	873,20
T3R1	880,80
T3R2	886,30
T3R3	889,80
T4R1	823,60
T4R2	830,80
T4R3	832,70

**Figura 3**

*Peso a los 30 días*



### Análisis e interpretación

Según los resultados obtenidos en la variable peso de los cobayos a los 30 días fue tomada de cada animal sacando un promedio donde, se observó que el T3R3 presento un mayor incremento de peso de 889,80 g/ animal, distribuidos al azar en cada jaula frente al menor peso que obtuvo el T4R1 con una media de 823,60 g/ animal.

## Discusión

Según, (Cordova, 2022) en su ensayo “Evaluación de la Digestibilidad In Vivo de tres especies de forraje verde hidropónico en cobayos de engorde” menciona que, a los 30 días de la investigación, se notaron diferencias entre los tratamientos en relación con el peso, El tratamiento T2, que incluyó cebada en el forraje, registró el mayor peso con 859.58g/ animal.

Como se puede apreciar, existe una diferencia en los pesos registrados en nuestro estudio, el cual fue 889.80g/ animal, en comparación con el estudio realizado por Córdoba C.; donde se observó un promedio inferior, que alcanzó los 859.58g/ animal. Ante esta diferencia, podemos concluir que el peso de nuestra investigación es superior al mencionado debido a la buena asimilación del alimento.

**Tabla 11**

*Resultado de ADEVA. Peso a los 30 días*

<b>PESO 30 DIAS</b>					
<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup>Aj</b>	<b>CV</b>	
<b>30 DÍAS</b>	120	0,69	0,66	1,18	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	60571,29	11	5506,48	21,93	<0,0001
<b>CASO</b>	60571,29	11	5506,48	21,93	<0,0001
<b>Error</b>	27118,70	108	251,1		
<b>Total</b>	87689,99	119			

## Análisis e interpretación

A partir del análisis de varianza del peso a los 30 días, se evidencia que el p-valor es de 0,0001, lo cual es inferior a 0.05. Por lo tanto, se establece que los datos de esta variable son estadísticamente significativos.

## Peso 45 días

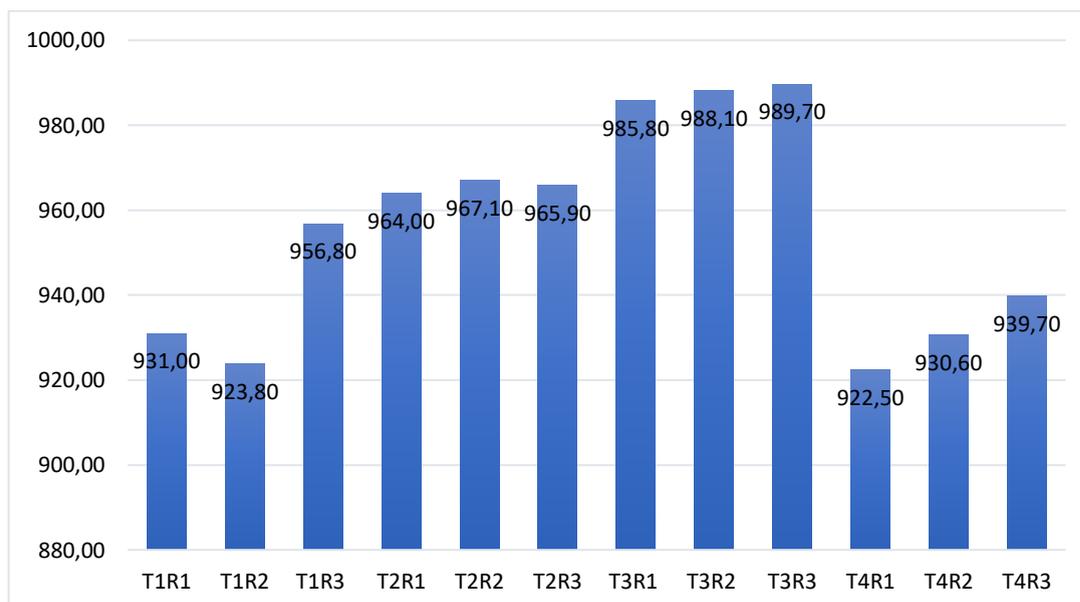
**Tabla 12**

*Peso a los 45 días*

<b>CASO</b>	<b>MEDIA T.</b>
T1R1	931,00
T1R2	923,80
T1R3	956,80
T2R1	964,00
T2R2	967,10
T2R3	965,90
T3R1	985,80
T3R2	988,10
T3R3	989,70
T4R1	922,50
T4R2	930,60
T4R3	939,70

**Figura 4**

*Peso a los 45 días*



### **Análisis e interpretación**

Como podemos observar en la figura 4 el peso a los 45 días de la investigación se observó que el T3R3 presentó un peso de 989,70 g/ animal, asignados de manera aleatoria siendo este el mejor peso registrado frente al menor peso que obtuvo el T4R1 con 922,50 g/ animal.

## Discusión

En el estudio realizado por (Soiler, 2016), “Niveles de crecientes de harina de hígado comisado en los parámetros productivos en cuyes (*Cavia porcellus*) de engorde” indica que obtuvo un mejor peso a los 45 días de 767,67g/ animal que corresponde al T1, mientras que el menor peso se registró en el T1 con 680,22g/ animal.

La diferencia en los pesos, que fue de 989,70g/ animal en esta investigación y de 767,67g/ animal según los resultados de Solier L., revela que los cobayos en nuestro estudio registraron un peso superior en comparación con la investigación previamente citada. Este aumento en el peso se atribuye a una buena alimentación con la inclusión de zeolita en la dieta de los cobayos, así como a la implementación de prácticas adecuadas de bioseguridad.

**Tabla 13**

*Resultado de ADEVA. Peso a los 45*

<b>PESO 45 DÍAS</b>					
<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup>Aj</b>	<b>CV</b>	
<b>45 DÍAS</b>	120	0,77	0,74	1,48	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	70308,57	11	6391,69	32,14	<0,0001
<b>CASO</b>	70308,57	11	6391,69	32,14	<0,0001
<b>Error</b>	21476,60	108	198,86		
<b>Total</b>	91785,17	119			

## Análisis e interpretación

El análisis de varianza del peso a los 45 días arroja un p- valor de 0.0001, el cual es menor a 0.05. En consecuencia, se puede afirmar que los datos concernientes a esta variable poseen significancia estadística.

## Peso final

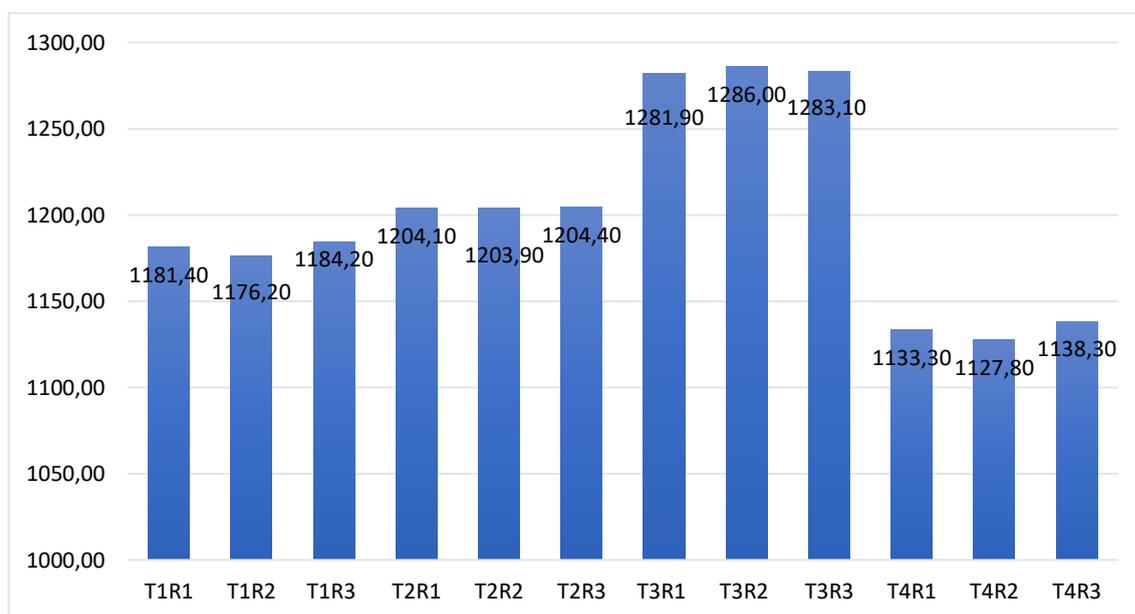
**Tabla 14**

*Peso final*

<b>CASO</b>	<b>MEDIA T.</b>
T1R1	1181,40
T1R2	1176,20
T1R3	1184,20
T2R1	1204,10
T2R2	1203,90
T2R3	1204,40
T3R1	1281,90
T3R2	1286,00
T3R3	1283,10
T4R1	1133,30
T4R2	1127,80
T4R3	1138,30

**Figura 5**

*Peso final*



### **Análisis e interpretación**

Al analizar la variable del peso final de los cobayos en estudio distribuidos al azar, con los resultados obtenidos se pudo identificar una diferencia entre los diversos tratamientos, el peso promedio mayor registrado fue del T3R2 1286,00g/animal, y el tratamiento T4R2 con un peso de 1127,80/ animal alcanzó el menor promedio.

## Discusión

En el ensayo realizado por (Gadea & Galan, 2021), “Inclusión de harina FAES-pescado en bloques nutricionales como suplemento en la alimentación de cobayos en crecimiento” se pudo observar que el tratamiento 1 obtuvo el peso promedio más alto, alcanzando los 560.17 g, mientras que el tratamiento 3 alcanzó el peso más bajo con 492.65 g.

Al determinar el peso final, siendo 1286,00g/ animal en este estudio y 560.17g/ animal según los resultados de Gadea M. & Galán C., indica que los cobayos de nuestra investigación registraron un peso superior. Esta diferencia se atribuye a una mayor absorción de proteínas, una buena alimentación acorde a los requerimientos nutricionales de los cobayos.

**Tabla 15**

*Resultado de ADEVA. Peso final*

<b>PESO FINAL</b>					
<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup>Aj</b>	<b>CV</b>	
<b>PESO FINAL</b>	120	0,98	0,98	0,64	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	356894,97	11	32445,00	553,44	<0,0001
<b>CASO</b>	356894,97	11	32445,00	553,44	<0,0001
<b>Error</b>	6331,40	108	58,62		
<b>Total</b>	363226,37	119			

## Análisis e interpretación

A partir del análisis de varianza del peso al final, se evidencia un p- valor de 0.0001, el cual es inferior a 0.05. En consecuencia, se concluye que los datos correspondientes a esta variable poseen significancia estadística.

## Ganancia de peso 15 días

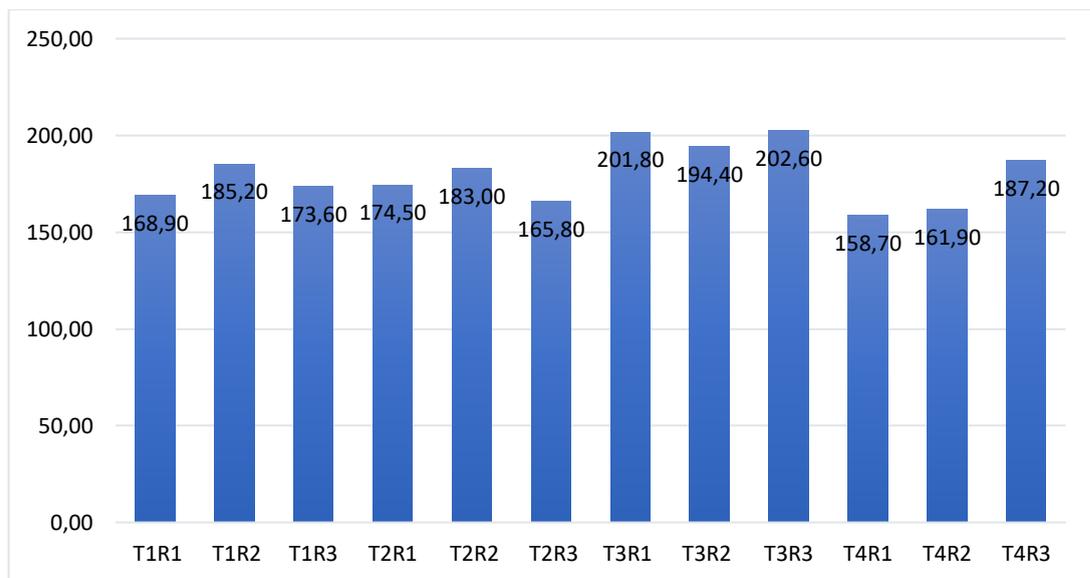
**Tabla 16**

*Ganancia de peso a los 15 días*

<b>CASO</b>	<b>MEDIA T.</b>
T1R1	168,90
T1R2	185,20
T1R3	173,60
T2R1	174,50
T2R2	183,00
T2R3	165,80
T3R1	201,80
T3R2	194,40
T3R3	202,60
T4R1	158,70
T4R2	161,90
T4R3	187,20

**Figura 6**

*Ganancia de peso a 15 días*



### Análisis e interpretación

Como se puede observar en la figura 6 que corresponde a la variable ganancia de peso a los 15 días de la presente investigación se observó que el T3R3 obtuvo un mejor promedio con 202,60g/ animal, mientras que el T4R1 con 158,70g/ animal fue el que presentó menor ganancia de peso.

## Discusión

Según (Monar & Agualongo, 2018), en su investigación “Efecto de la suplementación de 2 aditivos (*Lactobacillus acidophilus* y flavomicina) sobre la digestibilidad y comportamiento productivo en cuyes durante la fase de crecimiento-engorde” en variable ganancia de peso observada a los 15 días se aprecian diferencias entre los tratamientos el T2 alcanzó la mayor ganancia de peso, con 134,17 g, mientras que el T4 registró la menor ganancia de peso, con 72.53 g. Podemos notar que la ganancia de peso a los quince días en nuestro estudio, fue de 202,60g/ animal, supera los datos de la investigación anterior, que registraron 134.17g/ animal. Esta diferencia se atribuye a una adaptación exitosa, así como a la suplementación de una mezcla forrajera compuesta por alfalfa, avena y hoja de maíz, combinada con balanceado que incluyó zeolita en proporciones del 1%, 2% y 3%.

**Tabla 17**

*Resultado de ADEVA. Ganancia de peso 15 días*

<b>GANANCIA 15 DÍAS</b>					
<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup>Aj</b>	<b>CV</b>	
<b>GANANCIA 15 DÍAS</b>	120	0,26	0,19	14,08	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	24581,20	11	2234,65	3,49	<0,0003
<b>CASO</b>	24581,20	11	2234,65	3,49	<0,0003
<b>Error</b>	69240,00	108	641,11		
<b>Total</b>	93821,20	119			

## Análisis e interpretación

A partir del análisis de varianza de la ganancia de peso a los 15 días, se puede notar que el p- valor es de 0,0003, lo cual es inferior a 0.05. En consecuencia, se establece que los datos relacionados con esta variable tienen significancia estadística.

## Ganancia de peso 30 días

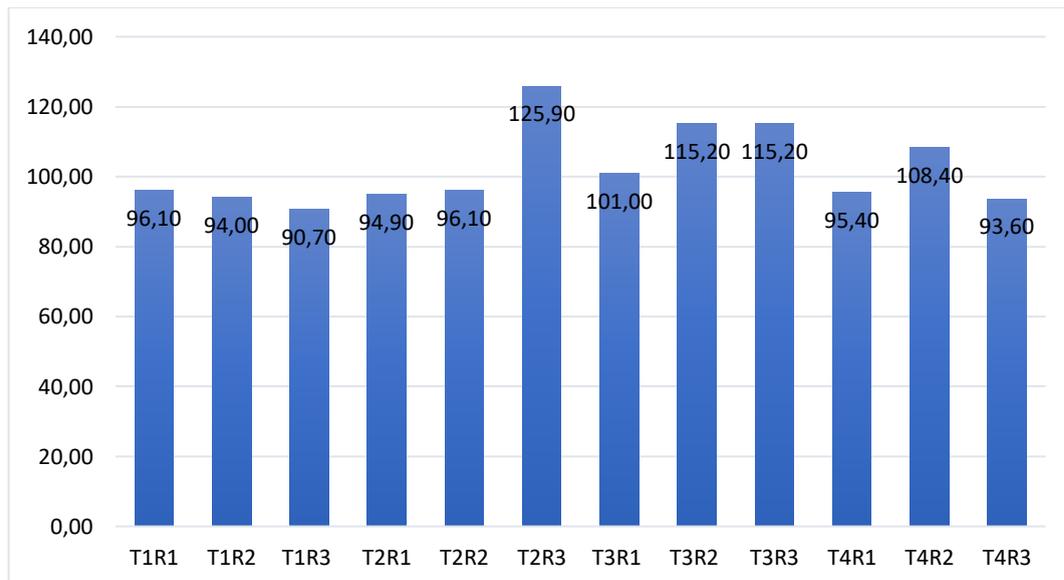
**Tabla 18**

*Ganancia de peso a los 30 días*

<b>CASO</b>	<b>MEDIA T.</b>
T1R1	96,10
T1R2	94,00
T1R3	90,70
T2R1	94,90
T2R2	96,10
T2R3	125,90
T3R1	101,00
T3R2	115,20
T3R3	115,20
T4R1	95,40
T4R2	108,40
T4R3	93,60

**Figura 7**

*Ganancia de peso 30 días*



### Análisis e interpretación

A los 30 días de la investigación se observó diferencias entre los distintos tratamientos en términos de ganancia de peso se observó en el T2R3 con 125,90g/ animal presento un mejor promedio de ganancia de peso mientras que el T1R3 con 90,70g/ animal obtuvo la menor ganancia de peso.

## Discusión

De acuerdo al estudio de (Cordova, 2022), en “Evaluación de la Digestibilidad In Vivo de tres especies de forraje verde hidropónico en cobayos de engorde” con respecto a la ganancia de peso en cobayos a los 30 días, se pudo identificar variaciones entre los distintos tratamientos, el mejor promedio presento el T2 con 98,8g/ animal el mismo que involucra la inclusión de cebada en el forraje.

En comparación con el resultado obtenido en nuestro trabajo investigativo podemos decir que existe una diferencia ya que el mejor promedio en cuanto a ganancia de peso fue de 125,90g/ animal mientras que Córdoba C., en su investigación se registró un menor promedio. Esto se atribuye a una buena alimentación y un buen manejo zootécnico.

**Tabla 19**

*Resultado de ADEVA. Ganancia de peso 30 días*

<b>GANANCIA 30 DÍAS</b>					
<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup>Aj</b>	<b>CV</b>	
<b>GANANCIA 30 DÍAS</b>	120	0,22	0,14	21,04	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	13869,69	11	1260,88	2,73	<0,0038
<b>CASO</b>	13869,69	11	1260,88	2,73	<0,0038
<b>Error</b>	49930,10	108	462,32		
<b>Total</b>	63799,79	119			

## Análisis e interpretación

Según el análisis de varianza de la ganancia de peso a los 30 días, se nota un p-valor de 0,0038, el cual es inferior a 0.05. Por lo tanto, se concluye que los datos relacionados con esta variable poseen significancia estadística.

## Ganancia de peso 45 días

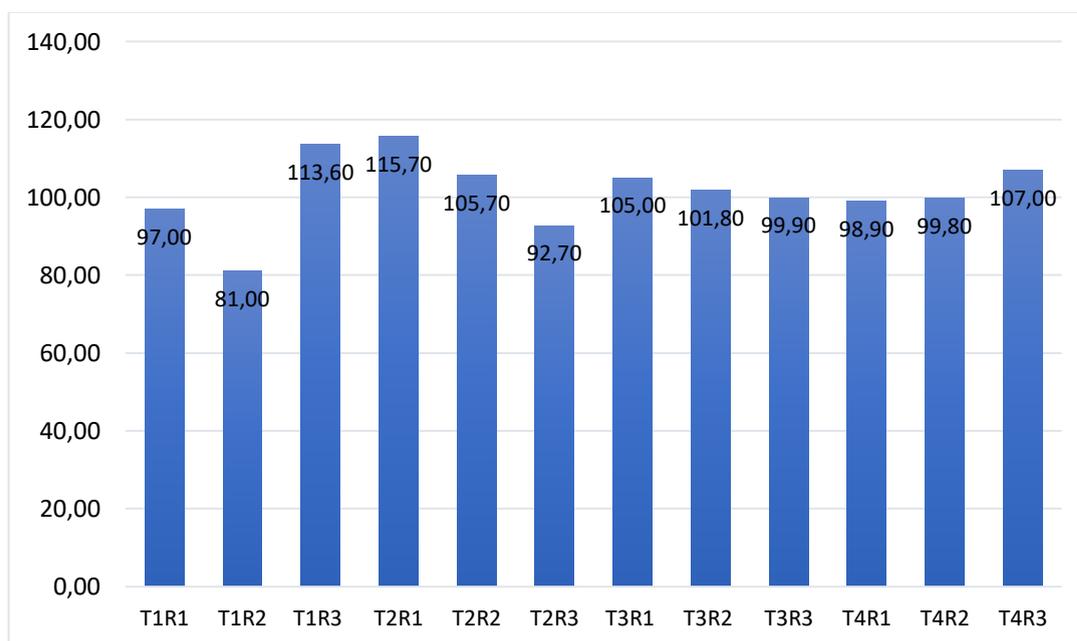
**Tabla 20**

*Ganancia de peso a los 45 días*

CASO	MEDIA T.
T1R1	97,00
T1R2	81,00
T1R3	113,60
T2R1	115,70
T2R2	105,70
T2R3	92,70
T3R1	105,00
T3R2	101,80
T3R3	99,90
T4R1	98,90
T4R2	99,80
T4R3	107,00

**Figura 8**

*Ganancia de Peso a los 45 días*



### Análisis e interpretación

En cuanto a la ganancia de peso a los 45 días, se observa que el grupo T2R1 alcanzó la mayor ganancia, con un promedio de 115.70 g/animal, mientras que el grupo T1R2 registró la menor ganancia de peso, con 81.00 g /animal.

## Discusión

Según (Castro M. , 2020) en su proyecto “La inclusión de zeolita natural en bloques nutricionales en la etapa de engorde para cobayos” menciona que los cobayos a los 45 días, se obtuvo mayor ganancia de peso con un resultado de 159.55 g / cobayo. Respecto a los hallazgos reportados por Castro M., se observó una menor ganancia de peso, registrando 115.70 g. Se sugiere que múltiples factores influyeron en este resultado, como la naturaleza de la investigación y el estado de salud.

**Tabla 21**

*Resultado de ADEVA. Ganancia de peso 45 días*

<b>GANANCIA 45 DÍAS</b>					
<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup>Aj</b>	<b>CV</b>	
<b>GANANCIA 45 DÍAS</b>	120	0,22	0,14	17,23	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	9384,29	11	853,12	2,79	0,0031
<b>CASO</b>	9384,29	11	853,12	2.79	0,0031
<b>Error</b>	33049,70	108	306,02		
<b>Total</b>	42433,99	119			

## Análisis e interpretación

Del análisis de varianza de la ganancia de peso a los 45 días se observa que el p-valor es de 0,0031, menor al 0,05; por lo tanto, los datos de esta variable se consideran estadísticamente significativos.

## Ganancia de peso 60 días

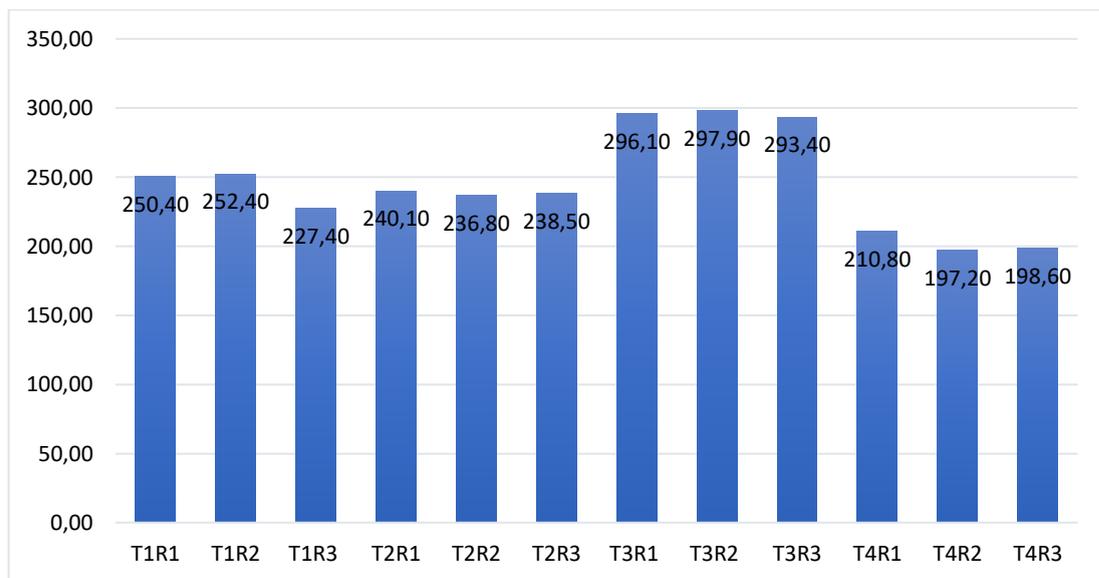
**Tabla 22**

*Ganancia de peso a los 60 días*

CASO	MEDIA T.
T1R1	250,40
T1R2	252,40
T1R3	227,40
T2R1	240,10
T2R2	236,80
T2R3	238,50
T3R1	296,10
T3R2	297,90
T3R3	293,40
T4R1	210,80
T4R2	197,20
T4R3	198,60

**Figura 9**

*Ganancia de Peso a los 60 días*



### Análisis e interpretación

La ganancia de peso total, que abarca desde el inicio hasta el final del estudio se observó un aumento en el T3R2 con 297.90 g/ animal, mientras que el T4R2 se observó una ganancia de peso más baja de 197.20 g/animal.

## Discusión

Como menciona (Moncayo H. , 2018) en su investigación “Evaluación de los niveles de zeolita en la alimentación de cuyes peruanos mejorados en la etapa de engorde “que la mejor ganancia total la obtuvo el tratamiento pasto + balanceado + zeolita al 1,5 % (490.62 g).

Con respecto a los hallazgos presentados por Moncayo H., se notó una ganancia de peso más baja con un resultado de 297.90 g/animal, lo que indica que diversos elementos desempeñaron un papel en este desenlace, tales como la capacidad de digestión y la aceptación de la comida.

**Tabla 23**

*Resultado de ADEVA. Ganancia de peso 60 días*

<b>GANANCIA 60 DÍAS</b>					
<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup>Aj</b>	<b>CV</b>	
<b>GANANCIA 60 DÍAS</b>	120	0,84	0,83	6,29	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	138867,87	11	12624,35	53,22	<0,0001
<b>CASO</b>	138867,87	11	12624,35	53,22	<0,0001
<b>Error</b>	25620,00	108	237,22		
<b>Total</b>	164487,87	119			

## Análisis e interpretación

Del análisis de varianza de la ganancia de peso a los 60 días se observa que el p-valor es de 0,0001, menor al 0,05; por lo tanto, los datos de esta variable se consideran estadísticamente significativos.

## Consumo total de alimento

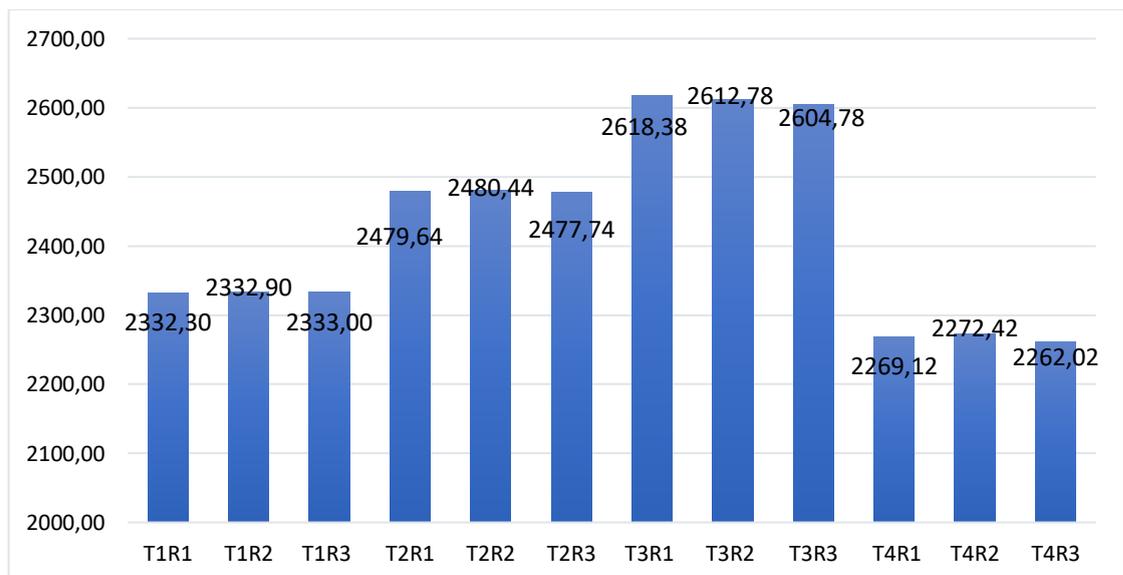
**Tabla 24**

*Consumo total de alimento*

<b>CASO</b>	<b>MEDIA T.</b>
T1R1	2332,30
T1R2	2332,90
T1R3	2333,00
T2R1	2479,64
T2R2	2480,44
T2R3	2477,74
T3R1	2618,38
T3R2	2612,78
T3R3	2604,78
T4R1	2269,12
T4R2	2272,42
T4R3	2262,02

**Figura 10**

*Consumo total de alimento*



### Análisis e interpretación

En el consumo total de alimento se identificaron diferencias entre los tratamientos, el mayor consumo total de alimento se registró en el tratamiento T3R1 con 2618,38g/ animal que incluyó el suministro de mezcla forrajera + balanceado + zeolita al 2%, y el menor consumo corresponde al T4R3 con 2262,02g/ animal que incluyó mezcla forrajera + balanceado + zeolita al 3%.

## Discusión

Según (Cordova, 2022) en su estudio realizado “Evaluación de la Digestibilidad In Vivo de tres especies de forraje verde hidropónico en cobayos de engorde” el mayor consumo total de alimento promedio lo obtuvo el T2 FVH de cebada con 2007.3 g/animal.

En contraste con nuestro estudio, se puede afirmar que se obtuvo un mayor consumo total de alimento en el T3R1, con 2618.38g/ animal. Esto se atribuye a una buena alimentación en la cual se proporcionó una mezcla forrajera que incluye alfalfa, una fuente nutricional esencial para los cobayos, junto con avena y hoja de maíz, complementada con balanceado, con una inclusión de zeolita.

**Tabla 25**

*Resultado de ADEVA. Consumo total de alimento*

<b>CONSUMO TOTAL DE ALIMENTO</b>					
<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup>Aj</b>	<b>CV</b>	
<b>Consumo de alimento</b>	120	0,98	0,98	0,77	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	2134501,04	11	194045,55	562,58	<0,0001
<b>CASO</b>	2134501,04	11	194045,55	562,58	<0,0001
<b>Error</b>	37251,20	108	344,92		
<b>Total</b>	2171752,24	119			

## Análisis e interpretación

A partir del análisis de varianza realizado del consumo total de alimento, se puede observar que el p- valor es de 0.0001, lo cual es inferior a 0.05. Por lo tanto, se puede concluir que los datos asociados a esta variable son estadísticamente significativos.

## Conversión alimenticia

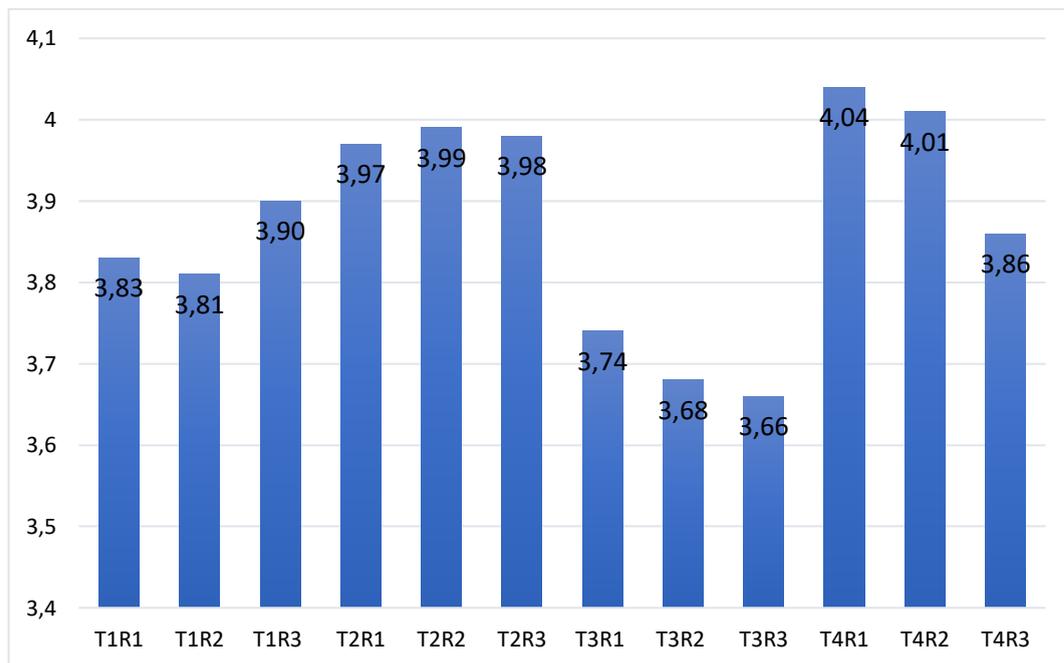
**Tabla 26**

*Conversión Alimenticia*

CASO	MEDIA T
T1R1	3,83
T1R2	3,81
T1R3	3,90
T2R1	3,97
T2R2	3,99
T2R3	3,98
T3R1	3,74
T3R2	3,68
T3R3	3,66
T4R1	4,04
T4R2	4,01
T4R3	3,86

**Figura 11**

*Conversión Alimenticia*



### Análisis e interpretación

La conversión alimenticia es una variable comúnmente evaluada en las actividades e investigaciones de tipo productivo ya que permite conocer el consumo de alimento y su aprovechamiento para conversión en carne, definiéndose como un índice positivo, por lo cual en nuestra investigación con diferentes porcentajes de inclusión

de zeolita en cobayos machos de la línea Perú a los 60 días de edad, podemos observar que según la Tabla 26 y figura 11 la mejor CA corresponde al T3R3 con un índice de 3,66; lo que permite deducir que se tuvieron que suministrar más de kilos de alimento para generar un kilo de carne; y la peor CA corresponde al T4R1 con 4,04; consumiendo de esta forma más de 4 kg de alimento para producir un kg de carne.

### Discusión

Según (Lopez, 2016); detalla las medias de la conversión alimenticia en tres líneas de cobayos: Inti, Andina y Perú, a los 90 días de edad bajo tres diferentes sistemas de alimentación; específicamente se destaca la línea Perú, en el tratamiento L3S3 (T9), que empleó una dieta balanceada, mostró una conversión alimenticia más eficaz, promediando 3,4, en contraposición a la línea Andina en el tratamiento L2S1 (T4), que, con una dieta basada en forraje, demostró una conversión más elevada, con un promedio de 7,4; estos valores comparados a los de nuestra investigación reflejan cierta similitud en cuanto a la CA con suplementos pero una considerable diferencia de este índice con alimentación tradicional; por lo tanto se puede inferir que la absorción de nutrientes se supera con estrategias nutricionales.

**Tabla 27**

Resultados de ADEVA. Conversión Alimenticia

<b>CONVERSIÓN ALIMENTICIA</b>					
<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Aj</b>	<b>CV</b>	
<b>C.A.</b>	120	0,45	0,40	3,74	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	1,87	11	0,17	8,14	<0,0001
<b>CASO</b>	1,87	11	0,17	8,14	<0,0001
<b>Error</b>	2,26	108	0,02		
<b>Total</b>	4,14	119			

### Análisis e interpretación

Del análisis de varianza de la conversión alimenticia se observa que el p -valor es de 0,0001, menor al 0,05; por lo tanto, los datos de esta variable se consideran estadísticamente significativos.

## Mortalidad %

**Tabla 28**

*Porcentaje de mortalidad*

<b>CASO</b>	<b>MEDIA T.</b>
T1R1	0,0
T1R2	0,0
T1R3	0,0
T2R1	0,0
T2R2	0,0
T2R3	0,0
T3R1	0,0
T3R2	0,0
T3R3	0,0
T4R1	0,0
T4R2	0,0
T4R3	0,0

### **Análisis e interpretación**

La tasa de mortalidad se mantuvo equitativa, con un promedio general del 0% en los tratamientos asignados al azar, y no se detectaron discrepancias significativas entre los tratamientos.

### **Discusión**

En el estudio realizado por (Moncayo H. , 2018) “Evaluación de los niveles de zeolita en la alimentación de cuyes peruanos mejorados en la etapa de engorde” presentó el 6.25% de mortalidad. En relación a nuestro estudio, se obtuvo un índice de mortalidad del 0%, lo que indica que varios factores influyeron en este resultado, incluyendo las medidas de bioseguridad, la dieta alimenticia y la genética.

## Digestibilidad verdadera

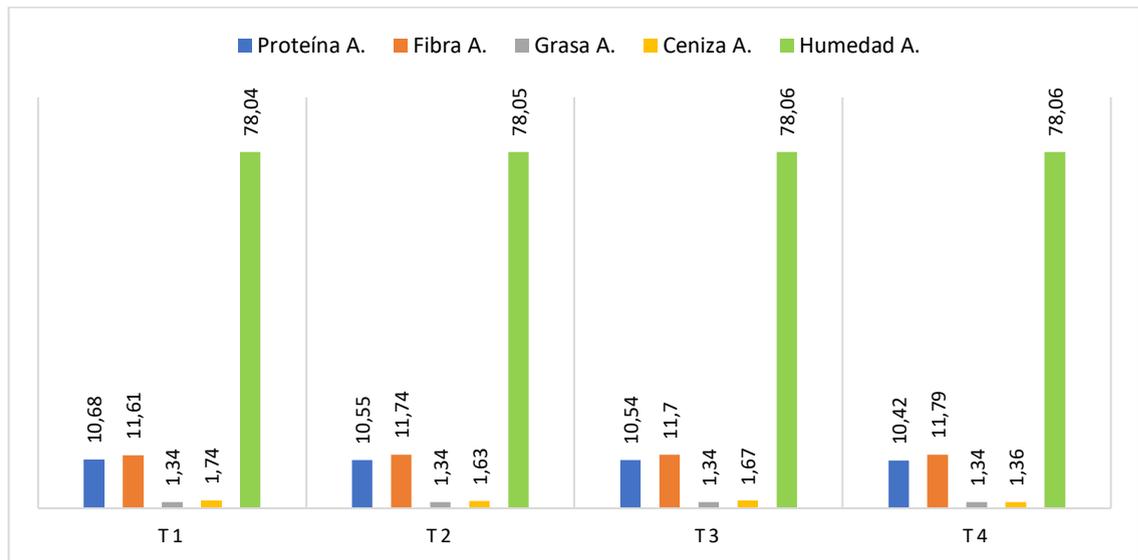
**Tabla 29**

*Especificación de la digestibilidad verdadera en porcentajes de proteína, fibra, grasa, ceniza y humedad asimilada en el intestino de los cobayos de la presente investigación.*

<b>Digestibilidad Verdadera %</b>					
<b>Tratamientos</b>	<b>Proteína A.</b>	<b>Fibra A.</b>	<b>Grasa A.</b>	<b>Ceniza A.</b>	<b>Humedad A.</b>
T1	10,68	11,61	1,34	1,74	78,04
T2	10,55	11,74	1,34	1,63	78,05
T3	10,54	11,70	1,34	1,67	78,06
T4	10,42	11,79	1,34	1,36	78,06

**Figura 12**

*Porcentaje de proteína, fibra, grasa, ceniza y humedad que es absorbida en el intestino de los cobayos.*



### Análisis e interpretación

A partir de los resultados alcanzados, se concluye que el porcentaje de proteína absorbida más alta en el T1, alcanzando un 10.68%. Le sigue el T2 con un 10.55%, luego el T3 con un 10.54%, y finalmente el T4 con un 10.42%.

El mayor porcentaje de fibra absorbida se registra en el T4, con un 11.79%. A continuación, el T2 con un 11.74%, seguido por el T3 con un 11.70%, y el T1 presentó la cifra más baja con un 11.61%.

En lo que respecta a la absorción de grasas, se obtuvo un resultado uniforme en todos los tratamientos, con un valor de 1.34%.

La mayor absorción de cenizas se encontró en el T1, con un 1.74%, seguido por el T3 con un 1.67%, a continuación, el T2 con un 1.63%, y finalmente, el T4 con un 1.36%.

En cuanto al contenido de humedad, los tratamientos T3 y T4 mostraron los mayores porcentajes, registrando un 78.06%. Seguido por el T2 con un 78.05%, mientras que el T1 obtuvo el porcentaje más bajo con un 78.04%.

### **Discusión**

De acuerdo a la investigación realizada por (Cordova, 2022) sobre “La digestibilidad in vivo de tres tipos de forraje verde hidropónico en cobayos de engorde”, los hallazgos de la investigación revelan que el T4 demuestra la mayor asimilación de proteínas, alcanzando un valor del 12.2%. En lo que concierne a la absorción de fibra, el T1 se posiciona como líder con un porcentaje del 23.3%. Por otro lado, el T3 se destaca por presentar la mayor absorción de grasa, con un 2.1%. En lo que respecta a la absorción de ceniza, el T1 exhibe un valor significativamente superior, llegando al 7.3%. Además, se observa que el T4 presenta la mayor absorción de humedad, registrando un 14.0%.

En comparación con el estudio de Córdova C., nuestra investigación revela índices más reducidos en lo que respecta a la asimilación de proteínas, con un 10.68% alcanzado en el T1, en la asimilación de fibra, con un 11.79% registrado en el T4, en la asimilación de grasa, donde se obtiene un valor de 1.34%, y en la asimilación de ceniza, con el T1 logrando un 1.74%. Además, se observa un mayor contenido de humedad en nuestra investigación en los tratamientos T3 y T4, alcanzando un 78.06%. Estos resultados se explican debido a diversos factores, como las condiciones ambientales, aspectos relacionados con los animales y el consumo de alimentos.

## Análisis bromatológico del forraje verde

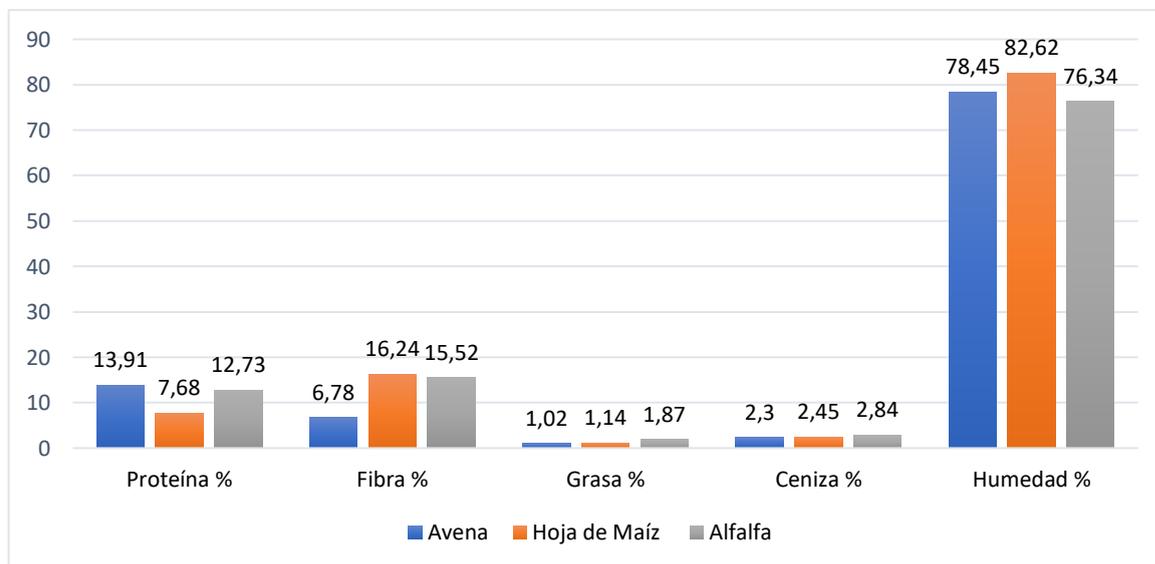
**Tabla 30**

*Porcentaje de proteína, fibra, grasa, ceniza y humedad del forraje verde aplicado en la investigación.*

Forraje	Proteína %	Fibra %	Grasa %	Ceniza %	Humedad %
Técnica	Kjeldahl	AOAC962.09 mod.	AOAC 920.39 C mod.	Gravimetrico	Gravimetrico
Avena	13,91	6,78	1,02	2,30	78,45
Hoja de Maíz	7,68	16,24	1,14	2,45	82,62
Alfalfa	12,73	15,52	1,87	2,84	76,34

**Figura 13**

*Porcentaje de proteína, fibra, grasa, ceniza y humedad en el forraje verde aplicada en la investigación.*



### Análisis e interpretación

Respecto al contenido de proteína, la avena presentó el valor más alto con un 13.91%, seguida por la alfalfa con un 12.73%, mientras que la hoja de maíz registró un 7.68%.

La hoja de maíz tuvo el porcentaje más alto de fibra con un 16.24%, seguida de cerca por la alfalfa con un 15.52%, y finalmente, la avena presentó un 6.78%.

Se encontró que la alfalfa tenía el mayor porcentaje de grasa, alcanzando un 1.87%, seguida por la hoja de maíz con un 1.14%, y finalmente, la avena con un 1.02%.

En cuanto al contenido de ceniza, la alfalfa mostró el mayor porcentaje con un 2.84%, seguida por la hoja de maíz con un 2.45%, y finalmente, la avena con un 2.30%.

Según el contenido de humedad, la hoja de maíz registró el porcentaje más alto con un 82.62%, seguida de cerca por la avena con un 78.45%, y finalmente, la alfalfa con un 76.34%.

### **Discusión**

Con respecto a lo mencionado por (Chimba, 2012) “Evaluación de 3 tipos de microsilos a base de cebada, alfalfa, maíz con dulce de agave, en cuyes en la etapa de crecimiento y engorde”. En los análisis bromatológicos, se observó que la alfalfa tuvo el porcentaje más alto de proteína, alcanzando un 79.68%. En cuanto a la fibra, la alfalfa también presentó un alto índice, con un 30.91%. En lo que respecta a las cenizas, nuevamente, la alfalfa registró el mayor porcentaje, con un 12.88%.

Comparando los resultados con el estudio de Chimba L., se observaron diferencias significativas. En su investigación, la alfalfa tuvo el índice más alto en todos los parámetros de proteína, fibra, grasa, ceniza y humedad. En contraste, en nuestro estudio, los valores difirieron. La avena tuvo el mayor porcentaje de proteína con 13.91%, la hoja de maíz registró el mayor porcentaje de fibra con 16.24%, la alfalfa tuvo el mayor porcentaje de grasa con 1.87%, la alfalfa también lideró en cuanto a la ceniza con 2.84%, y la humedad más alta la presentó la hoja de maíz con un 82.62%. Esto se debe a que en cada uno de los tratamientos suministramos estos tres tipos de forrajes.

## Análisis bromatológico de las heces de los cobayos

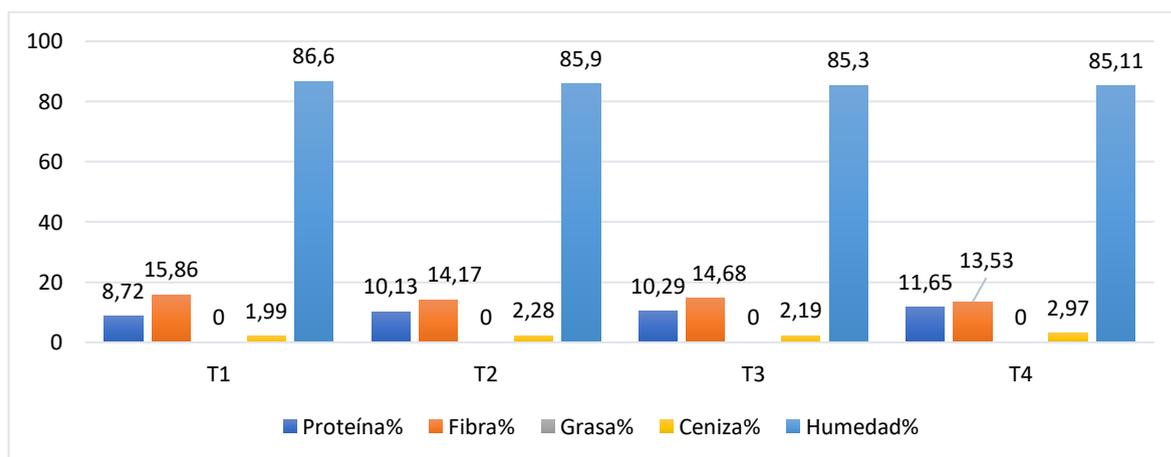
**Tabla 31**

*Porcentaje de proteína, fibra, grasa, ceniza y humedad que es eliminada en las heces.*

Bromatología de las Heces					
Tratamiento	Proteína%	Fibra%	Grasa%	Ceniza%	Humedad%
T1R1	9,71	15,36	0	1,98	87,6
T1R2	7,81	16,28	0	2,01	85,8
T1R3	8,65	15,94	0	1,97	86,4
<b>X</b>	<b>8,72</b>	<b>15,86</b>	<b>0</b>	<b>1,99</b>	<b>86,60</b>
T2R1	11,94	14,16	0	2,24	86,02
T2R2	9,78	13,45	0	2,31	85,48
T2R3	8,67	14,89	0	2,29	86,21
<b>X</b>	<b>10,13</b>	<b>14,17</b>	<b>0</b>	<b>2,28</b>	<b>85,90</b>
T3R1	9,97	13,98	0	2,41	85,24
T3R2	9,04	15,21	0	1,98	84,98
T3R3	11,85	14,85	0	2,17	85,67
<b>X</b>	<b>10,29</b>	<b>14,68</b>	<b>0</b>	<b>2,19</b>	<b>85,30</b>
T4R1	12,31	12,98	0	2,76	85,12
T4R2	10,83	13,67	0	3,3	84,89
T4R3	11,82	13,95	0	2,84	85,32
<b>X</b>	<b>11,65</b>	<b>13,53</b>	<b>0</b>	<b>2,97</b>	<b>85,11</b>

**Figura 14**

*Porcentaje de proteína, fibra, grasa, ceniza y humedad eliminada en las heces de los cobayos aplicados en la investigación.*



### Análisis e interpretación

En cuanto al índice de proteína excretada en las heces, se puede notar que el T1 registró el porcentaje más bajo, con un 8.72%. A continuación, le sigue el T2 con

un 10.13%. El T3 se posiciona en el tercer lugar con un 10.29%, y finalmente, el tratamiento T4 muestra el porcentaje más elevado, alcanzando un 11.65%.

En lo que respecta a la cantidad mínima de fibra excretada en las heces, se observa que el T4 presentó el porcentaje más reducido, alcanzando un 13.53%. A continuación, el T2 registró un 14.17%. Seguido por el T3 con un 14.68%, y finalmente, el T1 exhibió el porcentaje más elevado con un 15.86%.

En cuanto al porcentaje de excreción de grasa, en todos los tratamientos se obtuvo un resultado igual, que fue del 0%.

En lo que se refiere al índice de excreción de ceniza en las heces, se destacó el T1 al registrar el porcentaje más bajo, con un 1.99%. A continuación, el T3 presentó un valor de 2.19%. Le siguió el T2 con un 2.28%, y finalmente, el T4 obtuvo el porcentaje más elevado, alcanzando un 2.97%.

En cuanto al contenido de humedad en las heces, el T4 presentó el porcentaje más bajo, registrando un valor de 85.11%. Luego, el T3 anotó un 85.30%. El T2 le siguió con un 85.90%, y finalmente, el T1 mostró el porcentaje más alto, alcanzando un 86.60%.

## **Discusión**

De acuerdo con los hallazgos de (Cordova, 2022) en su investigación “Evaluación de la Digestibilidad In Vivo de tres especies de forraje verde hidropónico en cobayos de engorde” sobre el análisis bromatológico de las heces, se evidencia que en los resultados más bajos de excreción se presentan de la siguiente manera: el T3 muestra el menor porcentaje de proteína excretada, con un 4.4%. En cuanto a la excreción de fibra, el T1 registra el menor porcentaje, alcanzando un 2.9%. Respecto a la excreción de grasa, el T4 muestra el menor porcentaje, con un 0.4%. En cuanto a la ceniza excretada, el T3 presenta el menor porcentaje, con un 1.1%. Finalmente, el menor porcentaje de humedad excretada se encuentra en el T1, con un 23.1%.

En comparación con nuestra investigación, observamos que el porcentaje de excreción de proteína fue más alto en el T1, alcanzando un 8.72%. En lo que respecta a la excreción de fibra, el T4 mostró un índice superior, llegando al 13.53%. Sin embargo, en cuanto al porcentaje de excreción de grasa, este fue menor, registrando un 0%. En cuanto a la excreción de ceniza, el T1 presentó un porcentaje

mayor, con un 1.99%. Finalmente, el porcentaje de excreción de humedad fue mayor en el T4, alcanzando un 85.11%.

### **Análisis histológico del ciego**

**Tabla 32**

*Características histológicas del ciego*

<b>Histología del ciego</b>									
<b>T°</b>	<b>Túnica mucosa</b>		<b>Túnica submucosa</b>		<b>Túnica serosa</b>		<b>Epitelio</b>	<b>Vellosidades</b>	<b>Criptas</b>
	Valor R.	Valor O.	Valor R.	Valor O.	Valor R.	Valor O.			
T1		2 mm		3mm		2mm	Estratificado	Normal	Normal
T2	2-2.5 mm	2 mm	2-3 mm	2mm	1-2 mm	1,5mm	Estratificado	Normal	Normal
T3		2mm		3mm		1mm	Estratificado	Normal	Normal
T4		2 mm		3mm		2mm	Estratificado	Normal	Normal

### **Análisis e interpretación**

Mediante el estudio histológico del ciego de cobayos, se pudo observar que las estructuras son similares para todos los tratamientos podemos decir que los rangos de estas medidas son normales; en cuanto a las características del epitelio se observó un epitelio simple estratificado sin alteraciones; por lo que podemos decir que no hay evidencia daño celular.

### **Discusión**

Según (Jara & Valencia, 2019), menciona en su investigación histológica “Contribución al estudio anatómico e histológico del ciego del cuy (*Cavia porcellus*) raza Perú”, lo que más se destaca a nivel de observación es la túnica muscular, siendo la capa circular interna la que define tanto el perímetro como el grosor de la pared del ciego.

Según la evaluación realizada por Jara M. & Valencia R., a los animales en estudio, en cuanto al análisis histológico del ciego. En contraste con nuestra investigación,

observamos que no existe diferencia significativa, esto se atribuye a diversos factores como la calidad de la alimentación, edad de los cobayos.

## Análisis de Correlación

**Tabla 33**

*Análisis de correlación entre las variables peso y ganancia de peso*

	PESO INICIAL	PESO 15 D	PESO 30 D	PESO 45 D	PESO FINAL
PESO INICIAL		0,1993 (120) 0,0291	0,1896 (120) 0,0381	0,2226 (120) 0,0145	0,2338 (120) 0,0102
PESO 15 D	0,1993 (120) 0,0291		0,5866 (120) 0,0000	0,6310 (120) 0,0000	0,6916 (120) 0,0000
PESO 30 D	0,1896 (120) 0,0381	0,5866 (120) 0,0000		0,7638 (120) 0,0000	0,7777 (120) 0,0000
PESO 45 D	0,2226 (120) 0,0145	0,6310 (120) 0,0000	0,7638 (120) 0,0000		0,7956 (120) 0,0000
PESO FINAL	0,2338 (120) 0,0102	0,6916 (120) 0,0000	0,7777 (120) 0,0000	0,7956 (120) 0,0000	
GANANCIA 15 D	-0,5875 (120) 0,0000	0,6759 (120) 0,0000	0,3418 (120) 0,0001	0,3537 (120) 0,0001	0,3952 (120) 0,0000
GANANCIA 30	0,0227 (120) 0,8059	-0,3137 (120) 0,0005	0,5850 (120) 0,0000	0,2635 (120) 0,0036	0,2192 (120) 0,0161
GANANCIA 45 D	0,0549 (120) 0,5513	0,0849 (120) 0,3566	-0,3143 (120) 0,0005	0,3728 (120) 0,0000	0,0521 (120) 0,5721
GANANCIA 60 D	0,1811 (120) 0,0477	0,5563 (120) 0,0000	0,5851 (120) 0,0000	0,4352 (120) 0,0000	0,8917 (120) 0,0000
CONVERSION ALIMENTICIA	0,6031 (120) 0,0000	-0,3383 (120) 0,0002	-0,3709 (120) 0,0000	-0,3692 (120) 0,0000	-0,5408 (120) 0,0000

## Interpretación

Esta tabla muestra a las variables que tienen un alto índice de correlaciones entre sí, pero no en sí mismas. Con el mayor valor de correlación de 0,7956 positiva en relación entre peso final y peso 45 días.

Por lo tanto, todos los p- valores del análisis de correlación están por debajo de 0,05 lo que quiere decir que presentan una elevada significancia estadística.

**Tabla 34***Análisis de correlación entre ganancia de peso y conversión alimenticia*

	GANANCIA 60 D	CONVERSION ALIMENTICIA
PESO INICIAL	0,1811 (120) 0,0477	0,6031 (120) 0,0000
PESO 15 D	0,5563 (120) 0,0000	-0,3383 (120) 0,0002
PESO 30 D	0,5851 (120) 0,0000	-0,3709 (120) 0,0000
PESO 45 D	0,4352 (120) 0,0000	-0,3692 (120) 0,0000
PESO FINAL	0,8917 (120) 0,0000	-0,5408 (120) 0,0000
GANANCIA 15 D	0,3231 (120) 0,0003	-0,7329 (120) 0,0000
GANANCIA 30	0,1289 (120) 0,1605	-0,0960 (120) 0,2968
GANANCIA 45 D	-0,2011 (120) 0,0277	-0,0098 (120) 0,9151
GANANCIA 60 D		-0,5279 (120) 0,0000
CONVERSION ALIMENTICIA	-0,5279 (120) 0,0000	

**Análisis e interpretación**

Según el cuadro de análisis de correlación el cual corresponde a la ganancia de peso final versus conversión alimenticia, se puede observar que el mayor índice de correlación positiva es de 0,8917.

## Análisis de regresión

**Tabla 35**

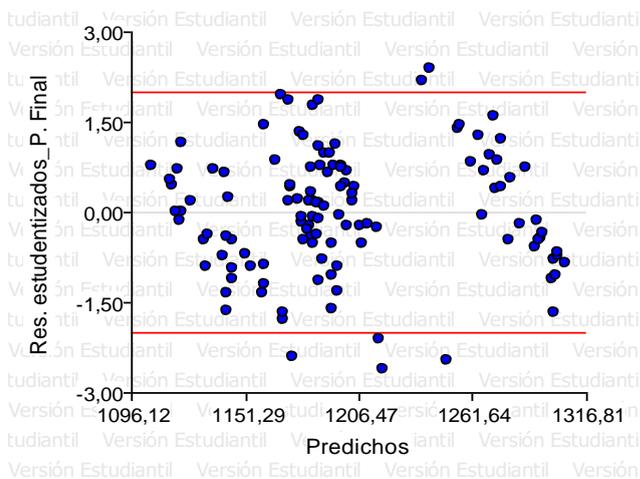
*Coefficientes de regresión y estadísticos asociados*

Coef.	Est.	E.E.	LL (95%)	LS(95%)	T	P-valor	CpMal ows	VIF
Const	627,30	17,90	591,84	662,76	35,04	<0,0001		
GP 15 días	0,39	0,05	0,29	0,49	7,48	<0,0001	58,98	1,27
GP 30 días	0,79	0,07	0,66	0,92	11,80	<0,0001	142,23	1,41
GP 45 días	1,08	0,08	0,92	1,23	13,76	<0,0001	192,35	1,30
GP 60 días	1,28	0,04	1,20	1,35	33,24	<0,0001	1107,99	1,20

Como podemos observar en la tabla N.º 35 los estadísticos de p- valores presentan datos por debajo de 0,05 lo que quiere decir que tienen una elevada significancia estadística en cuanto a la variable ganancia de peso.

**Figura 15**

*Coefficiente de regresión*



## Análisis e interpretación

De acuerdo a la figura N.º 15, podemos concluir que la mayoría de los datos están cercanos a la media, mostrando un comportamiento típicamente normal. No obstante, se identificó un valor atípico que se apartó de la media. Estos datos atípicos pueden atribuirse a factores, fisiológicos, medioambientales.

**Prueba de Tukey al 5 %**

**Tabla 36**

*Prueba de tukey variable Peso*

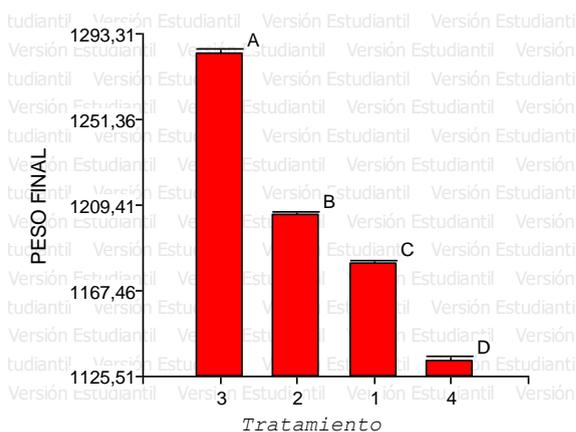
<b>Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,11124</b>				
Error: 12,1425 gl: 8				
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
3	1283,67	3	2,01	A
2	1204,13	3	2,01	B
1	1180,60	3	2,01	C
4	1133,13	3	2,01	D

**Análisis e interpretación**

Según el test de Tukey aplicado a las medias de la variable de peso de los tratamientos se puede concluir que el Tratamiento 3 es el mejor con 1283,67g y que las medias comparadas son significativamente diferentes de forma estadística relación a ( $p > 0,05$ ); ya que presentan letras diferentes.

**Figura 16**

*Test de Tukey variable peso*



Según la figura 16 de Tukey se observa diferencia estadística en todos los tratamientos; siendo el T3 el que tendría un mayor desempeño productivo en cuanto a la variable peso.

## Ganancia de peso

**Tabla 37**

Prueba de Tukey variable ganancia de peso

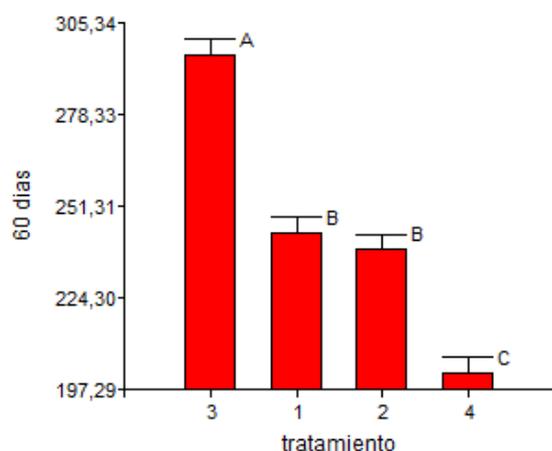
<b>Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=20,95088</b>					
Error: 64,2033 gl: 8					
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
3	295,80	3	4,63	A	
1	243,40	3	4,63		B
2	238,47	3	4,63		B
4	202,20	3	4,63		C

### Análisis e interpretación

El análisis de Tukey aplicado a las medias de la variable de ganancia de peso de los diferentes tratamientos revela que el Tratamiento 3 se destaca como el más eficaz, logrando una ganancia de peso de 295.80 g /animal. Además, se observa que las comparaciones entre las medias son estadísticamente significativas, en relación ( $p > 0,05$ ); de forma que presenta letras diferentes y una similitud entre el tratamiento 1 y 2.

**Figura 17**

Test de Tukey variable ganancia de peso



Según la figura 17 de Tukey, se observan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos 3 y 4, y una similitud en los tratamientos 1 y 2. Esto destaca al T3 como el tratamiento más efectivo en términos de eficiencia en la asimilación

de alimento con adición de zeolita al 2% y un desempeño productivo con respecto a la variable de ganancia de peso.

### Conversión alimenticia

**Tabla 38**

*Prueba de Tukey variable conversión alimenticia*

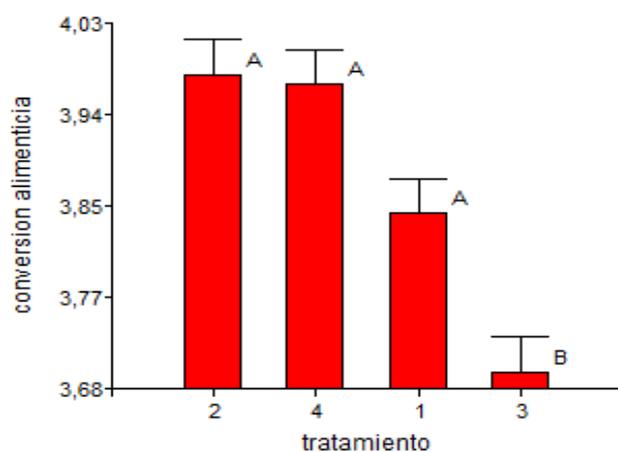
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,15115				
Error: 0,0033 gl: 8				
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
2	3,98	3	0,03	A
4	3,97	3	0,03	A
1	3,85	3	0,03	A
3	3,69	3	0,03	B

### Análisis e interpretación

Tras el análisis de Tukey realizado en las medias de la variable conversión alimenticia de los tratamientos, se puede afirmar que el Tratamiento 3 se destaca como el más efectivo. Además, las comparaciones entre las medias son estadísticamente significativas, con valores de ( $p > 0,05$ ). Esto se refleja en la agrupación de la mayoría de las medias de los tratamientos 1, 2 y 4, donde las letras son iguales, mientras que el Tratamiento 3 muestra diferencias significativas.

**Figura 18**

*Test de tukey variable conversión alimenticia*



### **Análisis e interpretación**

De acuerdo a la figura 18 de Tukey, se detecta una diferencia estadística en todos los tratamientos, y se destaca que el T3, con la conversión alimenticia más baja, lo que genera un mejor beneficio en cuanto al consumo de alimento y un desempeño fructífero en cuanto a la variable conversión alimenticia.

#### **4.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Con base a los resultados estadísticos generados en este estudio, se acepta la hipótesis alterna. (Ha); ya que la inclusión de zeolita tiene efecto sobre la digestibilidad in vivo de las dietas alimenticias suministradas a cobayos línea Perú.

## CAPÍTULO V

### 5.1. CONCLUSIONES

- Mediante los resultados obtenidos en la presente investigación se pudo determinar que el mejor porcentaje de inclusión para mejorar la digestibilidad en las dietas alimenticias con fines cárnicos fue el 2% de zeolita, en el tratamiento T3 con 1283,67 g/animal, con el mayor peso final; cuya dieta fue una mezcla forrajera + balanceado + zeolita.
- En cuanto a la ganancia de peso el mismo tratamiento T3 presentó 295,80 g/animal, y una conversión alimenticia con un índice de 3,69; por lo cual se establece que fue la mejor dieta de en estos cobayos.
- Mediante el estudio bromatológico la digestibilidad in vivo, se concluye que el porcentaje de proteína absorbida más alta en el T1, alcanzando un 10.68%. seguido el T2 con un 10.55%, luego el T3 con un 10.54%, y finalmente el T4 con un 10.42%.
- Se evaluó el rendimiento en términos de carcasa, siendo el T3 el que alcanzó el mayor porcentaje de rendimiento con 62.96 %, estos cobayos fueron alimentados con una combinación de forraje y alimento balanceado, más 2% de zeolita, seguido el T1 con 62.27%, que se alimentó con forraje y alimento balanceado solamente, y el menor rendimiento en cuanto a la carcasa lo registró el T4 con 62.02%, quienes consumieron mezcla forraje, alimento balanceado y 3% de zeolita.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda utilizar el 2% de zeolita en la etapa de crecimiento - engorde de cobayos.
- Realizar investigaciones con la inclusión de zeolita en la dieta alimenticia en diversas razas y especies, tomando en cuenta su elevada capacidad de digestión y su capacidad para mejorar los parámetros de producción animal.
- Llevar a cabo investigaciones cuyo objetivo sea examinar la inclusión de zeolita en distintas proporciones durante varias etapas del proceso de producción de cobayos, con la finalidad de identificar su contribución nutricional y los impactos que produce en diversos aspectos.
- Explorar opciones para incorporar zeolita en la alimentación de los cobayos, con el objetivo de mejorar su digestibilidad y asegurar que los animales puedan aprovecharla de manera efectiva.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alcivar, J. (2012). *Utilización de harina de maní forrajero (Arrachis pinto) en la alimentación de cobayos (Cavia porcellus) en la Parroquia Provincia de Los Ríos*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/677>
- Aliaga, L. (2016). *Paricion y destete de cobayos. Primer curso nacional de cuyes*. UNPC. EEA La Molina, EEA Santa Ana, CE.
- Andrade, A. (2016). *Caracterización de progenitores de patata por resistencia a Phytophthora infestans*. Universidad de Córdoba. Córdoba -Argentina.
- Arroyo, P. (Agosto de 2021). *Elaboración de bloques nutricionales con una inclusión de 3 niveles de harina de cáscara de papa para alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7989/1/PC-002043.pdf>
- Ataucusi, S. (2015). *Manejo técnico de la crianza en la sierra del Perú*. Lima: Corporacion S.A.C.
- Belitz. (2018). *Química de los alimentos*. España: Acribia.
- Berlijn, J. (2010). *Cultivos forrajeros. Manuales para la Educación Agropecuaria*. Editorial Trillas. 3era edición. pp.9-24.
- Beroqui, B. (2021). *Negocios Agroalimentarios. Revista Digital de divulgación*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12123/10004>
- Bogdanov, B. (2009). *Natural zeolites: Clinoptilolite review. Natural and Mathematical Science, IV*. Obtenido de <https://www.semanticscholar.org/paper/NATURAL-ZEOLITES%3A-CLINOPTILOLITE-REVIEW-Bogdanov-Georgiev/80989d7da6710b6406d1957a916c1aa7dc0d422e>
- Braverman, J. (2016). *Introducción a la bioquímica de los alimentos*. Mexico: El manual moderno SA.
- Burga, W. (2018). *Evaluación del rye grass y avena forrajera en la alimentación mixta de cuyes fase crecimiento y acabado Masintranca – Chota*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12893/2992>
- Caguano, M. F., & Traves, L. S. (2012). *Alimentación con dos tipos de balanceado: peletizado de pronaca y en polvo en cuyes reproductores en el criadero producy cantón salcedo - provincia de Cotopaxi*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/668>
- Caiza, E. (Septiembre de 2020). *Utilización de bloques nutricionales con cuatro niveles de inclusión (7, 9, 11, 15 %) de harina de hoja de Nopal (opuntia sp.) en la alimentación de cuyes de engorde*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7010>

- Caiza, M. B. (2017). *Evaluación de tres sistemas de producción en la crianza de cuyes en fase de crecimiento y engorde en la explotación cuyera andina ubicada en la provincia de Imbabura*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/11557>
- Calapaqui, k., & Mora, E. (2020). *Evaluación de la digestibilidad de la harina de sangre bovina en cobayos en las fases de crecimiento y engorde*. Obtenido de Universidad Estatal de Bolívar: <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/3604>
- Castro, M. (25 de Agosto de 2014). *Zeolita natural para la producción porcina en el siglo del mineral*. Obtenido de <https://doczz.es/doc/865298/sint%C3%ADtulo-1---instituto-de-investigaciones-porcinas--iip-#:~:text=Autor%3A%20Castro%2C%20M.%20Titulo%3A%20Importancia%20de%20la%20zeolita,tropical.%20Sesi%C3%B3n%20de%20Alimentaci%C3%B3n%20y%20Producci%C3%B3n%20de%20alime>
- Castro, M. (3 de Diciembre de 2020). *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.( tesis pregrado)*. Obtenido de Universidad Técnica del Norte: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10797/2/03%20AGP%20279%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Chachipanta, L. (2019). *Identificación del mercado potencial de los productos elaborados con carne de cuy (Cavia Porcellus) en la provincia Tungurahua*". Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/29890>
- Chimba, L. (2012). *Evaluación de 3 tipos de microsilos a base de cebada, alfalfa, maíz con dulce de agave, en cuyes en la etapa de crecimiento y engorde en la provincia de Cotopaxi, sector Salache Taniloma*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/856>
- Collazos, H. (Febrero de 2010). *La aplicación de Zeolita en la producción avícola: Revisión*. Obtenido de Revista de Investigación Agraria y Ambiental: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-LaAplicacionDeZeolitaEnLaProduccionAvicola-3908512.pdf>
- Cordova, C. (Febrero de 2022). *Evaluación de la Digestibilidad In Vivo de tres especies de forraje verde hidropónico en cobayos de engorde*. Obtenido de Universidad Estatal de Bolívar: <https://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/4181/1/TESIS%20MVZ%20SILVANA%20CORDOVA.pdf>
- Coro, R. (2015). *Entrevista cuidado y crianza de cuyes* .
- Coronado. (2017). *Manual técnico para la crianza de cuyes en el Valle del Mantaro*. Huancayo, Perú: Talleres Gráficos PRESSCOM.NCIRA.

- Cosma, D. (2008). *Utilización de una zeolita natural Clinoptilolita en la alimentación de conejos en fase de engorde* . Obtenido de <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1312&context=zootecnia>
- Costafreda, J. (Marzo de 2014). *Tectosilicatos con características especiales: las zeolitas naturales*. Obtenido de Universidad Politecnica de Madrid: [https://oa.upm.es/32548/1/Tectosilicatos\\_Costafreda.pdf](https://oa.upm.es/32548/1/Tectosilicatos_Costafreda.pdf)
- Cruz , N. (Febrero de 2008). *Digestibilidad in vitro y valor nutritivo de tres variedades de alfalfa (Medicago sativa) en hidroponía* . Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6039/T16574%20%20%20CRUZ%20CONTRERAS%2C%20NESTOR%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cruz, H. (2018). *Manejo Técnico de Cuyes*. Ambato,Ecuador: Primera Edición.
- Esquivel, J. (2017). *Criemos cuyes*. Cuenca - Ecuador: Impresión Instituto de investigaciones Sociales IDIS. .
- Fajardo, P. (2011). *Utilización del factor de transferencia plus tri-formula en tres dosis en cuyes hembras gestantes en la granja Producuy-Salcedo-Cotopaxi*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/643>
- Fassio, A. (2018). *El cultivo de maiz para la produccion de forraje y grano y la influencia de agua*. Obtenido de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8897/1/st-239-2018.pdf>
- Flores, C., & Duarte, C. (Abril de 2016). *Caracterizacion de la carne de cuy (Cavia porcellus) para utilizarla en la elaboracion de un embutido fermentado*. Obtenido de Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia:<https://www.redalyc.org/journal/5600/560062845004/html/#:~:text=La%20carne%20de%20cuy%20es,fisiológicas%2C%20como%2C%20por%20ejemplo%2C>
- Flores, J. (2015). *Evaluación de la adición del 15%, 20% y 25% de harina de residuos de maracuya (Passiflora edulis) en la alimentación de cuyes (Cavia porcellus) en la etapa reproductiva en el barrio La Delicia, parroquia de Panzaleo, cantón Salcedo*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2830>
- Gadea, M., & Galan, C. (Junio de 2021). *Inclusión de harina FAES- pescado en bloques nutricionales como suplemento en la alimentación de cobayos en crecimiento*. Obtenido de Universidad Nacional Agraria: <https://repositorio.una.edu.ni/4345/1/tnl02g124.pdf>

- Gaibor, P. (Octubre de 2012). *Evaluación de los niveles de zeolita en la alimentación de pollos Broiler y su efecto en la conversión alimenticia en el cantón San Miguel de Bolívar*. Obtenido de <https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/824/1/087.pdf>
- Garcia, N. (2020). *Evaluación de la digestibilidad in vivo del albumen de huevo de gallina liofilizado en cobayos en la etapa de crecimiento- engorde*. Obtenido de Universidad Estatal de Bolivar: <https://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/3665/1/Tesis%20Ninfa%20García.pdf>
- Garrido, E. (2014). Estudio de factibilidad para la implementación de una planta de faenamiento y empacado de Cobayos en la ciudad de Riobamba. 43-50. Tesis de grado. Carrera de Administración y Producción Agropecuaria: Universidad de Loja.
- Garzon, V. (2010). *La soya, principal fuente de proteína en la alimentación de especies menores*. Obtenido de engormix: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/soya-principal-fuente-proteina-t28541.htm>
- Guerra, J. (2015). *Evaluación del uso de dietas con tres niveles de enzimas digestivas en la alimentación de cuyes en la fase de crecimiento y finalización*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/6918>
- Guzman, E. (Febrero de 2019). *Utilización de diferentes tipos de mezclas forrajeras en cuyes mejorados y criollos para evaluar el rendimiento productivo en etapa de crecimiento en el ceasa*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6100>
- Idrovo, X. (Febrero de 2017). *Respuesta del cobayo a dos tipos de pastos*. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14776/1/UPS-CT007263.pdf>
- Jara, M., & Valencia, R. (15 de 02 de 2019). *Contribución al estudio anatómico e histológico del ciego del cuy (Cavia porcellus) raza Perú*. Obtenido de Salud y Tecnología Veterinaria: <https://doi.org/10.20453/stv.v6i2.3464>
- Jaramillo, A. M. (2017). *Determinación de Características Morfofisiológicas del Tracto Digestivo del Cuy (Cavia porcellus)*. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18826/1/Alex%20Mauricio%20Ram%C3%B3n%20Jaramillo.pdf>
- Lachmann, M. (2014). La estimación de la digestibilidad en ensayos con rumiantes. *Venezuela- Caracas*, 1-3.
- Leon, J. (Agosto de 2012). *Efecto de la zeolita (Clinoptilolita) en dietas de ovinos sobre comportamiento productivo, metabólicos, sanguíneos, ácidos grasos volátiles y nitrógeno fecal*. Obtenido de

positorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7062/LEON%20CORONEL%2C%20%20JESUS%20%20TESIS%20%20MAESTRIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- León, C. R. (Octubre de 2009). *Manual tecnico de crianza de cuyes*. Obtenido de [https://www.cedepas.org.pe/sites/default/files/manual\\_tecnico\\_de\\_crianza\\_de\\_cuyes.pdf](https://www.cedepas.org.pe/sites/default/files/manual_tecnico_de_crianza_de_cuyes.pdf)
- Loja, L. (2017). *Efecto del uso de la zeolita en la dieta de pollos parrilleros machos*. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14898>
- Lopez, R. (Mayo de 2016). *Evaluación de tres sistemas de alimentación sobre el rendimiento productivo en cuyes de la línea Inti, Andina y Perú*. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/23318>
- Macancela, W. (2019). Indicadores productivos en *Cavia porcellus*, alimentados con cinco especies forrajeras en la región del Austro ecuatoriano. *Scielo*, 1.
- Maigua, W. (2007). *Publicacion Tecnica*. Obtenido de Zeolita natural en la contaminación ambiental con nitrógeno en la categoría de cerdas gestantes: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1764/1/17T0781.pdf>
- Malley, B. (2007). *Anatomia y fisiología clínica de animales exóticos*. España: Edición española Servet.
- Marcen , H. (2018). *Forrajes lacasa*. Obtenido de [https://actiweb.one/forrajeslacasa/festuca\\_y\\_raygrass.html](https://actiweb.one/forrajeslacasa/festuca_y_raygrass.html)
- Martínez, L. (2012). *Valoración de los indicadores productivos en pollos broilers alimentados con tres niveles de zeolita en Quevedo – Los Ríos*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/650>
- Maruelli, J. (2017). *"Valoración nutritiva de los alimentos: importancia de la fibra en la alimentación animal"*. Obtenido de Universidad Nacional de la Palma: [https://repo.unlpam.edu.ar/bitstream/handle/unlpam/2408/x\\_marval312.pdf?se](https://repo.unlpam.edu.ar/bitstream/handle/unlpam/2408/x_marval312.pdf?se)
- Mc Donal,P., & Geenhalgh,RE. (2016). *Nutricion Animal*. Zaragoza. España:3<sup>o</sup> Edición: Editorial Acribia.
- Monar, C., & Agualongo, D. (Agosto de 2018). *Efecto de la suplementación de 2 aditivos (Lactobacillus acidophilus y flavomicina) sobre la digestibilidad y comportamiento productivo en cuyes durante la fase de crecimiento-engorde*. Obtenido de Universidad Estatal de Bolívar: <http://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/2212>
- Moncayo, H. (Marzo de 2018). *Evaluación de los niveles de zeolita en la alimentación de cuyes peruanos mejorados en la etapa de engorde en la quinta*

· *La Fase · del Canton Mocache*. Obtenido de Universidad Estatal de Quevedo: <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6e7c2519-ac46-4955-be52-52805a12ebed/content>

- Moncayo, R. (2018). *Producción de cuyes, proceso productivo-alimentación*. Ibarra- Ecuador: Criadero Auquicuy.
- Moreta, C., & Jacho, G. (Octubre de 2018). *Efecto de dos tipos de sales minerales y determinación del incremento de peso en la crianza de cuyes (Cavia porcellus)*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/16928>
- Moreta, M. (15 de Mayo de 2017). *El cuy crece en la región central del Ecuador*. Obtenido de Lideres : <https://www.revistalideres.ec/lideres/cuy-crece-region-central-economia.html>
- Nuñez, C. (Julio de 2017). *comportamiento productivo y cuantificación de la biomasa residual disponible en un sistema cavícola*. Obtenido de Universidad Tecnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26212/1/Tesis%2093%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20503.pdf>
- Ocaña, D. (2010). *Informe de los talleres de socialización sobre técnicas de manejo de cuyes, experimentadas en el ámbito del proyecto*. Obtenido de <http://www.care.org.pe/wpcontent/uploads/2015/06/guia-de-producción-de-cuyes1.pdf>
- Olguin, M. (2010). *Zeolitas Características y Propiedades*. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Depto de Química.
- Osorio, E. (2017). *Metodologías para determinar la digestibilidad de los alimentos utilizados en la alimentación canina*. Bogotá-Colombia.
- Ostrooumov, M. (Septiembre de 2019). *Zeolitas de Mexico : Diversidad Mineralógica y Aplicaciones*. Obtenido de <http://www.mineralog.net/wp-content/uploads/2011/09/ZeolitasMexico.pdf>
- Othon. (2018). *Química almacenamiento e industrialización de los cereales*. Mexico: AGT S.A.
- Parra, J. (2017). *Evaluación de los alimentos a través de los Diferentes Métodos de Digestibilidad*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Punina, A. (22 de Enero de 2015). *Análisis Económico - Financiero en el engorde de cuyes utilizando tres tipos de forraje verde hidropónico (cebada, avena y maíz) en la Comunidad Tamboloma de la Parroquia Pilahuin Canton Ambato*. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/13925/1/TESIS%20FINAL%20DAMIAN.pdf>

- Ramon, A. (Octubre de 2017). *Determinacion de Caracteristicas Morfofisiológicas del tracto digestivo del cuy (Cavia porcellus)*. Obtenido de Universidad Nacional de Loja: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18826/1/Alex%20Mauricio%20Ram%C3%B3n%20Jaramillo.pdf>
- Ramos, N. (2018). Rentabilidad de la Producción de cuyes en la provincia de Melgar. *Universidad Nacional Del Altiplano*, 13.
- Rosales, C., & Ayala, L. (2017). Niveles de testosterona total en cuyes (*Cavia porcellus*) extirpados las espículas peneanas, castrados químicamente y enteros y relación con tamaño testicular y vesícula seminal. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 1-8.
- Ruiz, O., & Castillo, Y. (2008). Efecto de cuatro niveles de zeolita en la digestibilidad y consumo de nutrientes en ovinos alimentados. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 367-370.
- Salinas, M. (2002). *Crianza y comercializacion de cuyes*. Tecnilibro.
- Salvador, B. (2017). *Química de los alimentos*. Mexico: Longman.
- San Miguel, L. (2015). *Manual de Crianza de Animales*. Lexus Editores.
- Schmidt, R. (2018). *Qualitysilage*. Obtenido de <https://qualitysilage.com/es/produccion-de-ensilado-de-calidad/produccion/ensilado-de-maiz/#:~:text=El%20ensilado%20de%20ma%C3%ADz%20tiene,forrajes%20m%C3%A1s%20f%C3%A1ciles%20de%20ensilar>.
- Sercalia. (2021). *Zeolita Natural para nutrición animal ZEONAT NUTRITION*. Obtenido de Conservatis : <https://conservatis.com/es/ecosostenibles/zeolita-natural-para-nutricion-animal-zeonat-nutrition>
- Soiler, L. (febrero de 2016). *Niveles de crecientes de harina de hígado comisado en los parámetros productivos en cuyes ( Cavia porcellus) de engorde. Ayacucho- 2015*. Obtenido de Universidad Nacional de San Cristòbal de Huamanga.: [http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/2649/1/TESIS%20MV136\\_Sol.pdf](http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/2649/1/TESIS%20MV136_Sol.pdf)
- Stasienuk, E. (29 de Noviembre de 2021). *Zeolita: un aditivo multifuncional destinado a los alimentos para mascotas*. Obtenido de <https://allextruded.com/entrada/zeolita-un-aditivo-multifuncional-destinado-a-los-alimentos-para-mascotas-53526#:~:text=La%20zeolita%20es%20considerada%20un,que%20se%20encuentra%20s%C3%AD%20misma>.

- Usca, J., & Flores, L. (2022). *Manejo general en la cria del cuy*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: <http://cimogsys.espoch.edu.ec/direccionpublicaciones/public/docs/books/2022-04-05-161827-Manejo%20general%20en%20la%20cria%20del%20cuy.pdf>
- Veloz , R. (2005). *Evaluacion del efecto del laurato de nandrolona (laurabolin) en el crecimiento y engorde de cuyes machos (Cavia porcellus)*. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5147/1/T-ESPE-IASA%20I-003003.pdf>
- Vivas, A. (2013). *Especies Alternativas : Manual de crianza de cobayos (Cavia porcellus)*. Obtenido de <http://cenida.una.edu.ni/textos/NL01V856e.pdf>.

# ANEXOS

**Anexo 1.** Mapa de la ubicación de la investigación



**LUGAR DE TRABAJO**

Predios del Programa de Especies Menores de la Universidad Estatal de Bolívar, Lagucoto II.

**Anexo 2. Croquis del ensayo**

<b>REPETICIONES</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>			
<b>RI</b>	T2	T4	T1	T3
<b>RII</b>	T4	T2	T3	T1
<b>RIII</b>	T1	T3	T4	T2

### Anexo 3. Resultados de análisis bromatológicos de forraje verde y heces

#### INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE	
Lizbeth Abigail Chugcho Arcos/Proyecto Especies Menores de la Universidad	
<b>Cliente:</b> Estatal de Bolívar	<b>Atención:</b>
<b>Dirección:</b> Guaranda	<b>Teléfono:</b>
<b>Provincia:</b> Bolívar	<b>Canton:</b> Guaranda/Laguacoto II

INFORMACION DE LA MUESTRA	
<b>Tipo de Muestra:</b>	Fecha de del 16 de agosto al 10 de septiembre
<b>Fecha de 15/09/2023</b>	<b>ensayo:</b>
<b>toma de 16/9/2023</b>	<b>Dirección de la muestra:</b> Guaranda/Laguacoto II
<b>recepcion</b>	<b>Cod. Lab</b> 83 2023
<b>Observaciones:</b> Muestra tomada por el cliente y recibida en el laboratorio	

RESULTADOS						
Id.Cliente	ID. Lab	Proteína %	Fibra %	Grasa %	Ceniza %	Humedad %
		Kjeldahl	AOAC 962.09 mod.	AOAC 920.39 C mod.	Gravimetrico	Gravimetrico
Avena	83,1	13,91	6,78	1,02	2,30	78,45
hoja de maíz	83,2	7,68	16,24	1,14	2,45	82,62
alfalfa	83,3	12,73	15,52	1,87	2,84	76,34
T1R1	83,4	9,71	15,36	NO REPORTA	1,98	87,60
T1R2	83,5	7,81	16,28	NO REPORTA	2,01	85,80
T1R3	83,6	8,65	15,94	NO REPORTA	1,97	86,40
T2R1	83,7	11,94	14,16	NO REPORTA	2,24	86,02
T2R2	83,8	9,78	13,45	NO REPORTA	2,31	85,48
T2R3	83,9	8,67	14,89	NO REPORTA	2,29	86,21
T3R1	83,10	9,97	13,98	NO REPORTA	2,41	85,24
T3R2	83,11	9,04	15,21	NO REPORTA	1,98	84,98
T3R3	83,12	11,85	14,85	NO REPORTA	2,17	85,67
T4R1	83,13	12,31	12,98	NO REPORTA	2,76	85,12
T4R2	83,14	10,83	13,67	NO REPORTA	3,30	84,89
T4R3	83,15	11,82	13,95	NO REPORTA	2,84	85,32

Resultados expresados en base seca

TOTALCHEM

Química. Marcia Buenaño Mgs.

Tlf 0980622817 / 0985458514

TotalChem Se responsabiliza unicamente de los análisis mas no de la toma de muestra

Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe en forma exclusiva y confidencial

agua, abonos químicos, foliares, alimentos, balanceados, suelos,  
Microbiología: Aguas, suelos, alimentos  
Movilización para toma de muestras

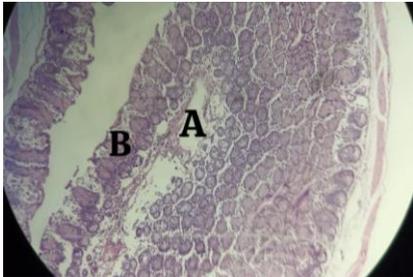
SERVICIOS ANALITICOS:

Cel : 0985458514

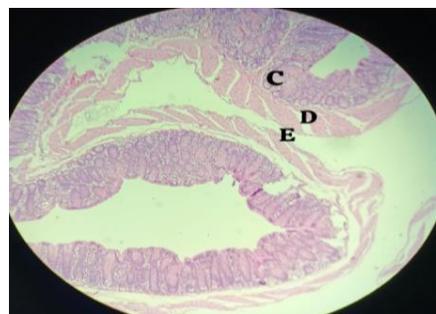
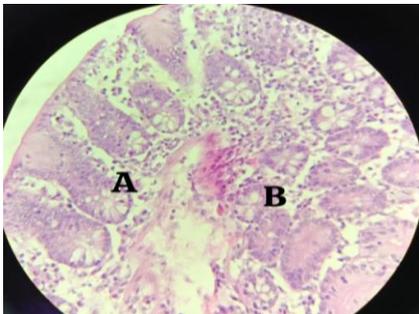
Análisis histológico del ciego

A: Luz del ciego; B: Vellosidades; C: Túnica mucosa ;D: Túnica submucosa; E: Túnica serosa.

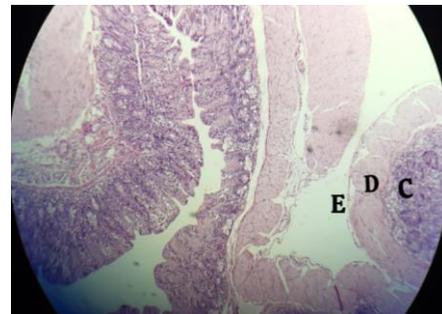
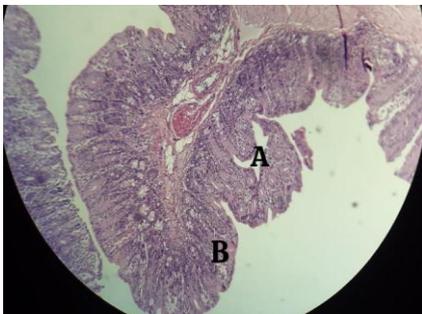
**Tratamiento N°1**



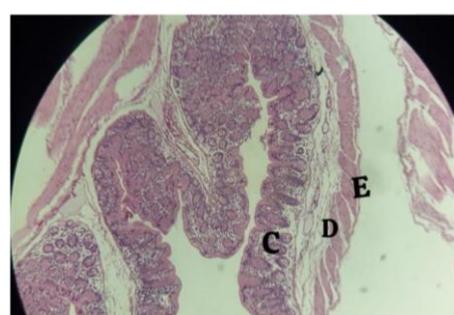
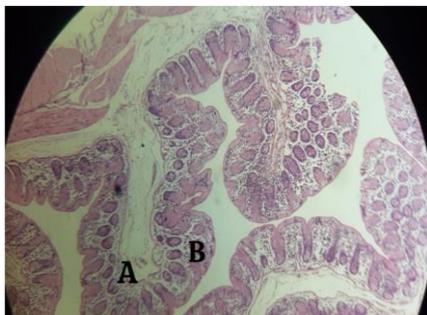
**Tratamiento N°2**



**Tratamiento N°3**



**Tratamiento N°4**



Anexo 4. Base de datos



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE**  
**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**



T1: Mezcla forrajera + Balaceado T2: Mezcla forrajera + Balanceado+ Zeolita al 1% T3: Mezcla forrajera + Balanceado+ Zeolita al 2% T4: Mezcla forrajera + Balanceado+ Zeolita al 3%													
Tratamiento	Repetición	Peso g					Ganancia de peso g				Consumo alimento	Conversión alimenticia	Mortalidad
		P. Inicial	15 días	30 días	45 días	P. Final	15 días	30 días	45 días	60 días			
1	1	569,00	737,90	834,00	931,00	1181,40	168,90	96,10	97,00	250,40	2332,30	3,83	0,0
1	2	563,60	748,80	842,80	923,80	1176,20	185,20	94,00	81,00	252,40	2332,90	3,81	0,0
1	3	578,90	752,50	843,20	956,80	1184,20	173,60	90,70	113,60	227,40	2333,00	3,90	0,0
<b>x</b>		<b>570,50</b>	<b>746,40</b>	<b>840,00</b>	<b>937,20</b>	<b>1180,60</b>	<b>175,90</b>	<b>93,60</b>	<b>97,20</b>	<b>243,40</b>	<b>2332,73</b>	<b>3,85</b>	<b>0,0</b>
2	1	578,90	753,40	848,30	964,00	1204,10	174,50	94,90	115,70	240,10	2479,64	3,97	0,0
2	2	582,30	765,30	861,40	967,10	1203,90	183,00	96,10	105,70	236,80	2480,44	3,99	0,0
2	3	581,50	747,30	873,20	965,90	1204,40	165,80	125,90	92,70	238,50	2477,74	3,98	0,0
<b>x</b>		<b>580,90</b>	<b>755,33</b>	<b>860,97</b>	<b>965,67</b>	<b>1204,13</b>	<b>174,43</b>	<b>105,63</b>	<b>104,70</b>	<b>238,47</b>	<b>2479,27</b>	<b>3,98</b>	<b>0,0</b>
3	1	578,00	779,80	880,80	985,80	1281,90	201,80	101,00	105,00	296,10	2618,38	3,74	0,0
3	2	576,70	771,10	886,30	988,10	1286,00	194,40	115,20	101,80	297,90	2612,78	3,68	0,0
3	3	572,00	774,60	889,80	989,70	1283,10	202,60	115,20	99,90	293,40	2604,78	3,66	0,0
<b>x</b>		<b>575,57</b>	<b>775,17</b>	<b>885,63</b>	<b>987,87</b>	<b>1283,67</b>	<b>199,60</b>	<b>110,47</b>	<b>102,23</b>	<b>295,80</b>	<b>2611,98</b>	<b>3,69</b>	<b>0,0</b>
4	1	569,50	728,20	823,60	922,50	1133,30	158,70	95,40	102,23	210,80	2269,12	4,04	0,0
4	2	560,50	722,40	830,80	930,60	1127,80	161,90	108,40	99,80	197,20	2272,42	4,01	0,0
4	3	551,90	739,10	832,70	939,70	1138,30	187,20	93,60	107,00	198,60	2262,02	3,86	0,0
<b>x</b>		<b>560,63</b>	<b>729,90</b>	<b>829,03</b>	<b>930,93</b>	<b>1133,13</b>	<b>169,27</b>	<b>99,13</b>	<b>103,01</b>	<b>202,20</b>	<b>2267,85</b>	<b>3,97</b>	<b>0,0</b>



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE**  
**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

T	R	Digestibilidad Verdadera %					Bromatología Forraje					Bromatología de las Heces				
		Proteína A.	Fibra A.	Grasa A.	Ceniza A.	Humedad A.	Proteína	Fibra	Grasa	Ceniza	Humedad	Proteína	Fibra	Grasa	Ceniza	Humedad
1	1	10,59	11,65	1,34	1,75	78,03	11,44	12,85	1,34	2,53	79,14	9,71	15,36	0	1,98	87,6
1	2	10,76	11,58	1,34	1,74	78,05	11,44	12,85	1,34	2,53	79,14	7,81	16,28	0	2,01	85,8
1	3	10,68	11,61	1,34	1,75	78,04	11,44	12,85	1,34	2,53	79,14	8,65	15,94	0	1,97	86,4
<b>x</b>		<b>10,68</b>	<b>11,61</b>	<b>1,34</b>	<b>1,74</b>	<b>78,04</b>	<b>11,44</b>	<b>12,85</b>	<b>1,34</b>	<b>2,53</b>	<b>79,14</b>	<b>8,72</b>	<b>15,86</b>	<b>0</b>	<b>1,99</b>	<b>86,60</b>
2	1	10,40	11,74	1,34	1,64	78,05	11,44	12,85	1,34	2,53	79,14	11,94	14,16	0	2,24	86,02
2	2	10,59	11,80	1,34	1,62	78,06	11,44	12,85	1,34	2,53	79,14	9,78	13,45	0	2,31	85,48
2	3	10,68	11,69	1,34	1,62	78,05	11,44	12,85	1,34	2,53	79,14	8,67	14,89	0	2,29	86,21
<b>x</b>		<b>10,55</b>	<b>11,74</b>	<b>1,34</b>	<b>1,63</b>	<b>78,05</b>	<b>11,44</b>	<b>12,85</b>	<b>1,34</b>	<b>2,53</b>	<b>79,14</b>	<b>10,13</b>	<b>14,17</b>	<b>0</b>	<b>2,28</b>	<b>85,90</b>
3	1	10,57	11,76	1,34	1,58	78,06	11,44	12,85	1,34	2,53	79,14	9,97	13,98	0	2,41	85,24
3	2	10,65	11,66	1,34	1,75	78,06	11,44	12,85	1,34	2,53	79,14	9,04	15,21	0	1,98	84,98
3	3	10,40	11,69	1,34	1,67	78,05	11,44	12,85	1,34	2,53	79,14	11,85	14,85	0	2,17	85,67
<b>x</b>		<b>10,54</b>	<b>11,70</b>	<b>1,34</b>	<b>1,67</b>	<b>78,06</b>	<b>11,44</b>	<b>12,85</b>	<b>1,34</b>	<b>2,53</b>	<b>79,14</b>	<b>10,29</b>	<b>14,68</b>	<b>0</b>	<b>2,19</b>	<b>85,30</b>
4	1	10,36	11,84	1,34	1,44	78,06	11,44	12,85	1,34	2,53	79,14	12,31	12,98	0	2,76	85,12
4	2	10,49	11,78	1,34	1,23	78,06	11,44	12,85	1,34	2,53	79,14	10,83	13,67	0	3,3	84,89
4	3	10,41	11,76	1,34	1,41	78,06	11,44	12,85	1,34	2,53	79,14	11,82	13,95	0	2,84	85,32
<b>x</b>		<b>10,42</b>	<b>11,79</b>	<b>1,34</b>	<b>1,36</b>	<b>78,06</b>	<b>11,44</b>	<b>12,85</b>	<b>1,34</b>	<b>2,53</b>	<b>79,14</b>	<b>11,65</b>	<b>13,53</b>	<b>0</b>	<b>2,97</b>	<b>85,11</b>

## Anexo 5. Fotografías



**Limpieza del galpón**



**Adecuación del galpón**



**Desinfección del galpón**



**Compra y selección de cobayos**



**Llegada de los cobayos**



**Pesaje del balanceado**



**Pesaje de zeolita**



**Pesaje de forraje verde**



**Suministración de alimento por  
tratamiento**



**Pesaje inicial de los cobayos**



**Pesaje a los 15 días**



**Pesaje a los 30 días**



**Pesaje a los 45 días**



**Pesaje 60 días**



**Recolección de muestras  
bromatológicas de heces**



**Toma de muestras  
bromatológicas de forraje verde**



**Obtención de muestras para el  
análisis histológico del ciego**



**Visita de campo**



**Tesistas Lizbeth Chugcho y  
Fernanda López**



**Resultado final de la  
investigación**

## **Anexo 6.** Glosario de términos técnicos

**Zeolita:** es un grupo de minerales de origen natural utilizada como absorbente de humedad y captador de contaminantes en agricultura, piscinas, tratamiento de aguas, filtración y otras aplicaciones de forma ecológica y sostenible.

**Digestibilidad:** es una forma de medir el aprovechamiento de un alimento, es decir, la facilidad con que es convertido en el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición.

**Fibra:** es un componente vegetal que contiene polisacáridos y lignina y que es altamente resistente a la hidrólisis de las enzimas digestivas humanas.

**Biomasa:** se refiere a un tipo de energía útil en términos energéticos formales: las plantas transforman la energía radiante del sol en energía química a través de la fotosíntesis, y parte de esa energía química queda almacenada en forma de materia orgánica.

**Lisina:** es un aminoácido componente de las proteínas sintetizadas por los seres vivos. Tiene carácter hidrófilo, es uno aminoácidos esenciales para los seres humanos, y consecuentemente debe ser aportado por la dieta.

**Cistina:** aminoácido que desempeña un papel importante en la configuración de las moléculas de proteína; abunda en la queratina del pelo, en la lana y en la piel.

**Alfarina:** harina de alfalfa por sus características nutritivas es un importante componente en forrajes ordinarios y alimentos balanceados que mejoran la calidad del animal.

**Hemicelulosa:** es un término colectivo para las mezclas de polisacáridos (azúcares múltiples), que se producen en la masa vegetal en composiciones variables.

**Lignina:** sustancia natural que forma parte de la pared celular de muchas células vegetales, a las cuales da dureza y resistencia.

**Fenólicos:** son compuestos orgánicos cuyas estructuras moleculares contienen al menos un grupo fenol, un anillo aromático unido a un grupo hidroxilo.

**Cationes:** es un ion con carga eléctrica positiva, es decir, que ha perdido electrones. Los cationes se describen con un estado de oxidación positivo.

**Ingestión:** es la introducción de la comida en el aparato digestivo al servicio de la alimentación o de la hidratación, y en la forma que nos es más familiar se realiza a través de la boca.