



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS Y AMBIENTALES**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA**

**EVALUACIÓN DEL USO DE HARINA DE JENGIBRE (*Zingiber officinale* Rosc.)  
COMO SUPLEMENTO EN LA DIETA DE CUYES (*Cavia porcellus*) DURANTE LA  
ETAPA DE CRECIMIENTO**

**RONNY IVÁN VILLARREAL BOLAÑOS**

**TUTOR: MSc. LUIS HUMBERTO HARO BEDÓN**

**IBARRA – ECUADOR**

**FEBRERO, 2026**

Ibarra, 11 de marzo de 2026

## CERTIFICACIÓN TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de integración curricular titulado: “Evaluación del uso de harina de jengibre (*Zingiber officinale* Rosc.) como suplemento en la dieta de cuyes (*Cavia porcellus*) durante la etapa de crecimiento”, presentado por el estudiante Ronny Iván Villarreal Bolaños con cédula de ciudadanía N° 1003618657, para obtener el Título de Ingeniero Zootecnista.

Certifico que el trabajo cumple con todos los parámetros establecidos, mediante el cual el estudiante demuestra el desarrollo de competencias en el campo de conocimiento de su profesión con un nivel de argumentación coherente, para ser sometido a la evaluación por parte de los lectores.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de originalidad de TURNITIN.

Tesis Ronny Villarreal		
REPORTES DE ORIGINALIDAD		
6%	4%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES
		2%
		TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
FUENTES PRIMARIAS		
1	americanae.aecid.es Fuente de Internet	<1%
2	ejournal.uin-suska.ac.id Fuente de Internet	<1%
3	ieomsociety.org Fuente de Internet	<1%
4	Angela Edith Guerrero Pincay, Raúl Lorenzo González Marcillo, Walter Efraín Castro Guamán, Nelson Rene Ortiz Naveda et al. "Influence of Litter Size at Birth on Productive Parameters in Guinea Pigs ( <i>Cavia porcellus</i> )", <i>Animals</i> , 2020 Publicación	<1%
5	Submitted to Colegio Alemán de Temuco Trabajo del estudiante	<1%
6	Jorge Los Santos - Ortega, Esteban Fraile - García, Javier Ferreiro - Cabello. "Methodology for the environmental analysis of mortar doped with crumb rubber from end-of-life	<1%

(f):



MSc. LUIS HUMBERTO HARO BEDÓN

**TUTOR DE TRABAJO**

C.C.: 1002739389

**PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

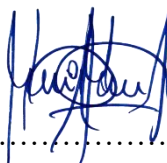
El tribunal examinador, aprueba el presente trabajo en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra:



(f): .....

MSc. Luis Humberto Haro Bedón

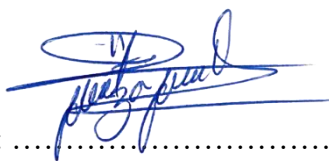
C.C.: 1002739389



(f): .....

PhD. Moraima Cristina Mera Aguas

C.C.: 1001743721



(f): .....

MSc. Maritza de los Ángeles Mier Quiroz

C.C.: 1002878286

Ibarra, 11 de marzo de 2026

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo, *Ronny Iván Villarreal Bolaños*, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos de disponer de sus derechos o autorizar las utilidades de sus obras o prestaciones a título gratuito y oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.




(f): \_\_\_\_\_

*Ronny Iván Villarreal Bolaños*

C.C.: 1003618657

## AUTORÍA

Yo, *Ronny Iván Villarreal Bolaños*, portador de la cédula de ciudadanía N° 1003618657, declaro que el presente trabajo de investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

  
(f): .....

*Ronny Iván Villarreal Bolaños*

C.C.: 1003618657

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo a mis padres, por su apoyo incondicional, por darme la oportunidad de formarme académicamente, por su confianza permanente y por ser el pilar fundamental en mi vida personal y académica, que junto con mi hermano constituyen un ejemplo constante, al enseñarme e inculcarme valores de humildad, responsabilidad, superación, dedicación y trabajo.

*Ronny Iván Villarreal Bolaños*

## AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento a mí mismo, por creer en mis capacidades, nunca rendirme y mantenerme fiel a mí mismo. A Dios, por brindarme la claridad y visión necesarias para culminar este trabajo de investigación, el cual representa el resultado de un proceso de esfuerzo personal y compromiso académico a lo largo de toda la carrera. Proceso que contribuyó significativamente a mi crecimiento profesional y ético durante el desarrollo de esta etapa formativa.

Agradezco a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ibarra y a la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales, así como a los docentes que la conforman, mi sincero reconocimiento al MSc. Luis Haro y al PhD. Valdemar Andrade, por su orientación, acompañamiento académico y valiosos aportes durante el desarrollo de la presente investigación. Al MSc. Christian Andrés Arroyo y a la MSc. Mónica Velastegui les agradezco por su confianza, y conocimientos impartidos durante todo este período universitario.

Finalmente, agradezco a mis padres y hermanos, por su apoyo, su consejo y constante presencia a lo largo de esta importante etapa de mi vida.

*Ronny Iván Villarreal Bolaños*

## ÍNDICE

<b>CERTIFICACIÓN TUTOR .....</b>	<b>ii</b>
<b>PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....</b>	<b>iii</b>
<b>ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS .....</b>	<b>iv</b>
<b>AUTORÍA.....</b>	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE .....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>xiv</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xvi</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>17</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>19</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>19</b>
2.1 Objetivo general.....	19
2.2 Objetivos específicos .....	19
2.3 Hipótesis .....	19

<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>20</b>
ESTADO DEL ARTE.....	20
3.1 Importancia sobre la producción de cuyes.....	20
3.2 Valoración nutricional de la carne de cuy.....	20
3.3 Alimentación.....	21
3.3.1 Balanceados .....	22
3.3.2 Alimentación con forraje .....	22
3.3.3 Alimentación con concentrados.....	22
3.3.4 Alimentación mixta .....	23
3.3.5 Parámetros productivos del cuy.....	24
3.3.6 Vitaminas y minerales esenciales en la dieta del cuy .....	24
3.3.7 Requerimientos nutricionales del cuy en diferentes etapas .....	25
3.3.8 Los promotores de crecimiento en cuyes .....	25
3.4 Principales problemas de producción en cuyes .....	26
3.4.1 Escherichia coli.....	26
3.4.2 Acción del jengibre ( <i>Zingiber officinale Rosc.</i> ) sobre <i>E. coli</i> .....	26
3.4.3 Acción del jengibre ( <i>Zingiber officinale Rosc.</i> ) sobre el sistema inmune de los animales.....	28
3.4.4 Componentes antibacterianos del jengibre ( <i>Zingiber officinale Rosc.</i> ).....	29
3.4.5 Estructuras y grupos funcionales de los componentes activos del jengibre ( <i>Zingiber officinale Rosc.</i> ).....	30

3.5	Generalidades del jengibre ( <i>Zingiber officinale Rosc.</i> ) .....	30
3.5.1	Propiedades del jengibre como promotor de crecimiento .....	31
3.5.2	Importancia del jengibre como promotor de crecimiento .....	31
3.5.3	Validación de la harina de jengibre como suplemento.....	32
<b>CAPITULO IV .....</b>		<b>35</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>		<b>35</b>
4.1	Materiales e insumos.....	35
4.1.1	Materiales .....	35
4.1.2	Equipos electrónicos.....	35
4.1.3	Equipos de limpieza y desinfección .....	35
4.1.4	Insumos de desinfección.....	35
4.1.5	Instalaciones .....	35
4.1.6	Insumos alimenticios .....	35
4.1.7	Semovientes.....	35
4.2	Método .....	36
4.2.1	Fase de campo .....	36
4.2.2	Variables .....	37
4.2.3	Variables independientes .....	37
4.2.4	Variables dependientes .....	37
4.2.5	Diseño experimental .....	38
4.2.6	Análisis funcional .....	39

4.2.7	Coeficiente de variación: .....	39
4.2.8	Unidades experimentales .....	40
4.2.9	Factores de estudio .....	40
4.2.10	Tratamientos .....	40
4.2.11	Esquema ANOVA .....	41
4.2.12	Manejo específico del experimento .....	41
4.2.13	Preparación y adecuación de las instalaciones.....	42
4.2.14	Selección de animales experimentales.....	42
4.2.15	Periodo de adaptación y aclimatación.....	42
4.2.16	Distribución de unidades experimentales .....	43
4.2.17	Manejo del alimento .....	43
4.3	Manejo de los animales.....	44
4.3.1	Pesaje de los animales .....	45
4.3.2	Medición de las variables .....	45
4.3.3	Consumo de alimento .....	45
4.3.4	Ganancia de peso .....	46
4.3.5	Conversión alimenticia .....	46
4.3.6	Conteo bacteriano .....	46
<b>CAPÍTULO V.....</b>		<b>47</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>		<b>47</b>
5.1	Evaluación de variables .....	47

5.1.1 Prueba de Normalidad y Homogeneidad de varianzas .....	47
5.2 Análisis de varianza de la variable consumo de alimento .....	49
5.3 Comparación múltiple de medias de la variable consumo de alimento en la semana 1, 2, 3 y 4 según tratamientos T1, T2, T3 y T4.....	50
5.4 Análisis de varianza de la variable ganancia de peso .....	54
5.5 Comparación múltiple de medias de la variable ganancia de peso en la semana 1, 2, 3 y 4 según tratamientos T1, T2, T3 y T4.....	55
5.6 Análisis de varianza de la variable conversión alimenticia (CA).....	58
5.7 Comparación múltiple de medias de la variable conversión alimenticia (CA) en la semana 1, 2, 3 y 4 según tratamientos T1, T2, T3 y T4.....	59
5.8 Comparación del conteo bacteriano según tratamientos T1, T2, T3 y T4, al inicio y al final del experimento. ....	63
5.9 Prueba F de Fisher de la variable conteo bacteriano.....	64
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>69</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>75</b>

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> Comparación de la calidad nutricional de la carne de cuy en 100 g de carne .....	21
<b>Tabla 2</b> Consumo de alimento por etapas al utilizar alimentación con forraje y alimentación mixta .....	23
<b>Tabla 3</b> Índices productivos del cuy .....	24
<b>Tabla 4</b> Requerimientos nutricionales del cuy en diferentes etapas .....	25
<b>Tabla 5</b> Localización geográfica y climática .....	36
<b>Tabla 6</b> Descripción de los tratamientos .....	41
<b>Tabla 7</b> Tabla del ANOVA para un diseño completamente al azar (DCA).....	41
<b>Tabla 8</b> Prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas .....	47
<b>Tabla 9</b> ANOVA del Consumo de alimento .....	49
<b>Tabla 10</b> ANOVA de la Ganancia de peso .....	54
<b>Tabla 11</b> ANOVA de la Conversión alimenticia .....	59
<b>Tabla 12</b> Comparación de UFC/ml de E. coli según tratamientos T1, T2, T3 y T4.....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Ubicación geográfica del área de estudio.....	36
<b>Figura 2</b> Comparación del consumo de alimento semana 1, 3 y 4 según tratamientos T1, T2, T3, T4.....	50
<b>Figura 3</b> Comparación del consumo de alimento semana 2 según tratamientos T1, T2, T3, T4.....	52
<b>Figura 4</b> Comparación de la ganancia de peso semana 1, 2 según tratamientos T1, T2, T3, T4.....	55
<b>Figura 5</b> Comparación de la ganancia de peso semana 1, 2, 3 y 4 según tratamientos T1, T2, T3, T4.....	56
<b>Figura 6</b> Comparación de la conversión alimenticia, semana 1, 2, 3 y 4 según tratamientos T1, T2, T3, T4.....	59
<b>Figura 7</b> Comparación de la conversión alimenticia, semana 1, 2, 3 y 4 según tratamientos T1, T2, T3, T4.....	61
<b>Figura 8</b> Comparación del conteo bacteriano según tratamientos T1, T2, T3 y T4 .....	63
<b>Figura 9</b> Gráfica de prueba F de Fisher del conteo bacteriano .....	64

## RESUMEN

La producción de cuyes constituye una actividad pecuaria de relevancia económica y alimentaria en el Ecuador, sin embargo, los sistemas tradicionales presentan limitaciones productivas asociadas a la alimentación y a problemas sanitarios intestinales durante la etapa de crecimiento. En este contexto, el uso de suplementos naturales con propiedades antimicrobianas y promotoras de crecimiento surge como una alternativa sostenible para mejorar el desempeño productivo. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la suplementación con harina de jengibre (*Zingiber officinale* Rosc.) en la dieta de cuyes durante la etapa de crecimiento. El estudio se desarrolló bajo un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos y tres repeticiones por tratamiento, utilizando un total de 120 cuyes distribuidos en 12 unidades experimentales de 10 animales cada una. Los tratamientos consistieron en una dieta base de forraje verde y alimento balanceado, con niveles de inclusión de harina de jengibre de 0%, 1%, 1,1% y 1,2%. El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA, previa verificación de normalidad y homogeneidad de varianzas, y comparación de medias mediante la prueba Tukey al 5%. Las variables evaluadas fueron: consumo de alimento; ganancia de peso; conversión alimenticia; conteo bacteriano de *Escherichia coli* (UFC/ml). Los resultados evidenciaron que la suplementación con harina de jengibre influyó significativamente en el desempeño productivo y sanitario de los cuyes, destacándose el tratamiento con 1% de inclusión como el más eficiente en términos de conversión alimenticia y ganancia de peso al final del periodo experimental ( $p < 0,05$ ). Asimismo, los tratamientos con mayores niveles de inclusión (1,1% y 1,2%) mostraron una reducción marcada del conteo bacteriano de *E. coli*, confirmando el efecto antimicrobiano del jengibre sobre la microbiota intestinal. En síntesis, la harina de jengibre puede ser considerada un suplemento natural viable que mejora la eficiencia productiva y salud intestinal de los cuyes, representando una alternativa sostenible al uso de antibióticos en sistemas de producción animal.

**Palabras clave:** producción, suplementación natural, bacterias, eficiencia alimenticia, antimicrobiano, salud intestinal.

## ABSTRACT

Guinea pig production is an economically and nutritionally important livestock activity in Ecuador. However, traditional systems face production limitations related to feeding and intestinal health problems during the growth stage. In this context, the use of natural supplements with antimicrobial and growth-promoting properties emerges as a sustainable alternative to improve production performance. This research aimed to evaluate the effect of ginger (*Zingiber officinale*) flour supplementation in the diet of guinea pigs during the growth stage. The study was conducted using a completely randomized design (CRD), with four treatments and three replicates per treatment, using a total of 120 guinea pigs distributed in 12 experimental units of 10 animals each. The treatments consisted of a base diet of green forage and commercial feed, with ginger flour inclusion levels of 0%, 1%, 1.1%, and 1.2%. Statistical analysis was performed using ANOVA, after verifying normality and homogeneity of variances, and comparing means using Tukey's test at the 5% significance level. The variables evaluated were: feed intake; weight gain; feed conversion ratio; and *Escherichia coli* bacterial count (CFU/ml). The results showed that ginger flour supplementation significantly influenced the productive and health performance of guinea pigs, with the 1% inclusion treatment standing out as the most efficient in terms of feed conversion ratio and weight gain at the end of the experimental period ( $p < 0.05$ ). Likewise, the treatments with higher inclusion levels (1.1% and 1.2%) showed a marked reduction in *E. coli* bacterial count, confirming the antimicrobial effect of ginger on the intestinal microbiota. In conclusion, ginger flour can be considered a viable natural supplement that improves the productive efficiency and intestinal health of guinea pigs, representing a sustainable alternative to the use of antibiotics in animal production systems.

**Keywords:** production, natural supplementation, bacteria, feed efficiency, antimicrobial, gut health.

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

La producción de cuyes (*Cavia porcellus*) en Ecuador es un rubro importante a nivel rural, para pequeños y medianos productores, ya que esta actividad pecuaria se fundamenta en una fuente importante de proteína de alta calidad y de sustento económico local, sin embargo, uno de los problemas que aqueja a este sector es la falta de manejo adecuado en cuanto a la alimentación, pues no siempre la calidad y cantidad de alimento solventan estos sistemas de producción, por la razón de que los productores alimentan tradicionalmente de forma exclusiva con dietas de forraje, generando un bajo rendimiento a la canal y un crecimiento somático lento durante la etapa de crecimiento del animal, limitando la rentabilidad y productividad de los sistemas de producción de esta actividad pecuaria (Chauca y Muscari, 2018).

En este contexto, la presente investigación se alineó con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, específicamente con el ODS 2: Hambre Cero, al contribuir al fortalecimiento de la seguridad alimentaria de manera local optimizando la disponibilidad de proteína animal, y con el ODS 3: Salud y Bienestar, al incentivar medidas que favorezcan la salud animal, reduzcan la incidencia de enfermedades y eviten el uso indiscriminado de antibióticos en los sistemas de producción pecuaria (ONU, 2015). Por consiguiente, esta investigación evaluó el efecto del uso de harina de jengibre como suplemento alimenticio debido a la limitada disponibilidad de estudios que analicen el efecto de suplementos naturales sobre la alimentación en cuyes durante la etapa de crecimiento, con el propósito de determinar su influencia en el rendimiento productivo, la eficiencia alimenticia y el estado sanitario intestinal. Se espera que los resultados aporten evidencia científica para optimizar la alimentación animal y promover la sostenibilidad agropecuaria en comunidades rurales de Imbabura y del país.

Los costos de alimentación, representan hasta el 70% de los gastos totales en la producción de cuyes, constituyendo otro desafío importante para los productores (Reyes et al., 2021). Ante ello, la búsqueda de suplementos naturales de bajo costo y alto valor biológico se establece como una alternativa viable para mejorar la eficiencia alimenticia y reducir las pérdidas productivas. En este contexto, el jengibre (*Zingiber officinale*) ha despertado creciente interés por sus propiedades digestivas, antioxidantes, inmunoestimulantes y antimicrobianas, derivadas de compuestos bioactivos como el gingerol, shogaol y zingerona (Özkaya et al., 2024).

Diversos estudios en animales de producción han demostrado los efectos positivos del jengibre sobre el crecimiento, la digestibilidad y la salud intestinal. En conejos sometidos a estrés térmico, la inclusión de polvo de raíz de jengibre mejoró significativamente la productividad, la digestibilidad de nutrientes y la capacidad antioxidante, reduciendo los efectos negativos del calor (Amber et al., 2021). De manera similar, en terneros Holstein, el extracto líquido de jengibre incrementó la ganancia de peso corporal, fortaleció la respuesta inmunitaria y disminuyó la incidencia de *Escherichia coli* en el tracto intestinal, promoviendo una mejor salud general (Özkaya et al., 2024). Los resultados indican que el jengibre actúa como un promotor natural del crecimiento y del bienestar animal, reduciendo la necesidad de antibióticos y otros aditivos sintéticos.

En el caso específico de los cuyes, su alta susceptibilidad a infecciones gastrointestinales, especialmente por *E. coli*, provoca diarrea, pérdida de peso y mortalidad (Chuquizuta y Morales, 2017). Por tanto, el uso de la harina de jengibre en la dieta podría contribuir a mejorar la salud intestinal y el desarrollo corporal durante la fase de crecimiento, impactando directamente en la calidad del producto final.

## CAPÍTULO II

### OBJETIVOS

#### 2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la suplementación de harina jengibre en la dieta de cuyes sobre los parámetros productivos en cuyes en etapa de crecimiento.

#### 2.2 Objetivos específicos

- Identificar la dosis más efectiva de la suplementación de harina de jengibre en la dieta y su efecto en el rendimiento productivo de los cuyes en etapa de crecimiento.
- Evaluar el efecto de la suplementación de harina de jengibre en la dieta de cuyes y su efecto sobre la población bacteriana (*Escherichia coli*).

#### 2.3 Hipótesis

- **Ho:** La inclusión de diferentes dosis de harina de jengibre como suplemento en la dieta de cuyes en la fase de crecimiento no influye en los parámetros productivos de los cuyes.
- **Ha:** La inclusión de diferentes dosis de harina de jengibre como suplemento en la dieta de cuyes en la fase de crecimiento si influye en los parámetros productivos de los cuyes.

## **CAPÍTULO III**

### **ESTADO DEL ARTE**

#### **3.1 Importancia sobre la producción de cuyes**

El cuy es un roedor y animal doméstico, nativo de la región andina que incluye países como Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia. Es considerado como alimento de gran valor proteico y nutricional, especialmente importante para la seguridad alimenticia de las comunidades rurales con menos recursos económicos, en los países andinos, se estima una población aproximada de 35 millones de cuyes, siendo Perú el país líder en población y consumo (Chauca, 1997).

En Perú y Ecuador, su distribución abarca prácticamente todo el territorio, mientras que en Bolivia y Colombia es más limitada y concentrada en ciertas regiones. Los cuyes se adaptan mejor a climas templados y fríos, ya que temperaturas superiores a 30°C pueden causar estrés térmico, afectando negativamente su productividad y bienestar (Chauca, 2007).

#### **3.2 Valoración nutricional de la carne de cuy**

La crianza de cuyes es importante por su facilidad en la que se aprovecha la rusticidad prolicidad y precocidad de estos animales, además, proporciona carne de buena calidad nutricional y contiene un alto porcentaje de proteína, idónea para el consumo humano (Artica, 2020).

**Tabla 1***Comparación de la calidad nutricional en 100 g de la carne de cuy*

Especie	Proteína (g)	Grasa (g)	Energía (Kcal)	Hierro (mg)
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
Ovino	18.20	19.40	253	2.50
Porcino	12.40	35.80	376	1.30

*Nota.* Tomado de (Artica, 2020).

### 3.3 Alimentación

Tener en cuenta una alimentación equilibrada y de gran calidad resulta fundamental para el éxito de la producción de cobayos. El forraje fresco sigue siendo una fuente esencial de alimento para los cobayos, ya que contiene la fibra necesaria para la digestión y evita problemas de salud como el estreñimiento. Los concentrados y los bloques nutricionales, por otra parte, pueden potenciar el desarrollo y el rendimiento cuando se utilizan junto con una dieta equilibrada (Villarreal, 2013).

Aunque el estómago de los cobayos es capaz de descomponer fácilmente los hidratos de carbono simples, es un fermentador post gástrico debido a la fermentación bacteriana que tiene lugar a nivel cecal (del ciego) (Meza et al., 2014). Debido a las variaciones anatomofisiológicas entre especies, su dieta es diferente al igual que sus necesidades nutricionales y cantidades de consumo con respecto a la de los cerdos o conejos. Las necesidades de su especie deben satisfacerse con la dieta equilibrada (balanceados), y los animales deben mantener un peso y una ingesta adecuados si sacrificar su salud (León et al.,

2016).

### **3.3.1 Balanceados**

Los balanceados usados para el crecimiento ayudan a mantener dietas equilibradas que aportan proteínas, energía, vitaminas y minerales en niveles suficientes para satisfacer las demandas nutricionales de los cuyes. La cantidad y la proporción de alimento utilizado vendrán determinadas por la fase de desarrollo, el peso, la raza, el clima y los recursos disponibles en el lugar de producción. Los productores deben ponerse en contacto con un especialista en nutrición animal para establecer una dieta equilibrada y adecuada para los cuyes (Villarreal, 2013).

### **3.3.2 Alimentación con forraje**

Los cuyes son animales estrictamente herbívoros cuya alimentación se basa principalmente en el consumo de forraje verde, ante la oferta de diferentes tipos de alimentos, siempre muestra preferencia por el forraje, ya que garantiza la ingesta adecuada de vitamina C y es la principal y única fuente de nutrientes, lo que genera una fuerte dependencia de su disponibilidad, la cual está influenciada por las variaciones estacionales en la producción de este recurso (Vivas y Carballo, 2013).

El cuy puede llegar a consumir una cantidad de forraje verde equivalente al 30% de su peso vivo. No obstante, es importante destacar que una dieta basada en forraje no permite alcanzar el máximo rendimiento productivo, ya que solo cubre los requerimientos de fibra y volumen, pero no satisface completamente sus necesidades nutricionales (Vivas y Carballo, 2013).

### **3.3.3 Alimentación con concentrados**

El alimento concentrado es una opción que permite satisfacer todos los requerimientos nutricionales del cuy, esta alimentación favorece el uso de insumos con un alto contenido de MS (materia seca), pero requiere la adición de vitamina C en el agua o en el alimento, dado

que el cuy no puede sintetizarla por sí mismo, en estas condiciones, el consumo diario por animal aumenta, situándose entre 40 a 60 gramos por día, dependiendo de la calidad de la ración proporcionada, ya que es fundamental que el alimento tenga un contenido de fibra de máximo de 18% y un mínimo de 9% para garantizar un adecuado equilibrio nutricional (Vivas y Carballo, 2013).

### 3.3.4 Alimentación mixta

La combinación de forraje y concentrado se conoce como alimentación mixta, en la producción de cuyes se basa en la utilización de forrajes y en poco uso de concentrados, para lograr un rendimiento óptimo, a través de la alimentación complementada con concentrados e insumos disponibles desde el punto de vista económico y nutricional (Vivas y Carballo, 2013).

Por lo tanto, el concentrado complementa una dieta sana para cubrir las necesidades de proteínas, energía, vitaminas y minerales, mientras que el forraje garantiza una ingesta suficiente de fibra y vitamina C y ayuda a cubrir parcialmente las necesidades de determinados nutrientes, con esta dieta se consigue el mejor rendimiento animal posible y en la actualidad, el 40% de la alimentación puede constituirse por el suministro de concentrado (Vivas y Carballo, 2013).

**Tabla 2**

*Consumo de alimento por etapas al utilizar alimentación con forraje y alimentación mixta*

CATEGORÍAS	Solo forraje	Mixta	
		Forraje	Alimento balanceado
	g/día/cuy	g/día/cuy	d/día/cuy
Lactantes (14 días)	50	30	10
Recría 1 (destete hasta la 4ta semana)	150	100	15
Recría 2 (4ta semana a 3 meses)	250	150	30
Reproductores	350	200	40

*Nota.* Tomado de Artica (2020).

### 3.3.5 Parámetros productivos del cuy

**Tabla 3**

*Índices productivos del cuy*

Parámetro	Índice
Fertilidad	98%
Nº de crías promedio	2-3 animales/parto
Nº de partos por año	4-5
Período de gestación	67 días
Promedio de ciclo estral	18 días
Peso promedio al nacimiento	103.3 gr
Peso promedio destete (14 días)	204.4 gr
Peso promedio engorde (56 días)	539.8 gr
Peso macho empadre (112 días)	700 gr
Peso hembra empadre (112 días)	540 gr

*Nota.* Tomado de FAO (2000).

### 3.3.6 Vitaminas y minerales esenciales en la dieta del cuy

La vitamina C, también conocida como ácido ascórbico, es un antioxidante clave que contribuye al desarrollo adecuado de diversos tejidos en el cuerpo y refuerza el sistema inmunológico de los cuyes, es crucial incluirla en su dieta, ya que no pueden sintetizar esta vitamina por sí mismos, lo que resalta la utilidad del jengibre como parte de su alimentación, por otro lado, la vitamina B9 o ácido fólico desempeña un papel esencial en la regulación del metabolismo de ácidos y aminoácidos, además de ser fundamental para el desarrollo y el correcto funcionamiento del cerebro (Artica, 2020).

En cuanto a los minerales, el magnesio es vital para mantener la salud del sistema nervioso y muscular, mientras que el potasio favorece el funcionamiento eficiente del sistema digestivo y asegura contracciones musculares normales, aspectos clave para el bienestar de los cuyes (Artica, 2020).

### 3.3.7 Requerimientos nutricionales del cuy en diferentes etapas

De acuerdo con Cardona et al. (2020) las necesidades alimentarias de los cuyes varían a lo largo de su vida, en este sentido, los animales lactantes requieren más nutrientes que los adultos que no se están desarrollando ni engordando, por eso es necesario utilizar rangos nutricionales amplios basados en la etapa fisiológica (gestación, lactancia, crecimiento y engorde).

**Tabla 4**

*Requerimientos nutricionales del cuy en diferentes etapas*

Nutriente	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento y engorde
Energía digestible	Kcal.Kg <sup>-1</sup> MS*	2.800-2.860	2.860-3.000	2.800-2.900
Proteína	%	18-20	18-22	13-18
Fibra	%	8-17	8-17	6-10
Calcio	%	1,4	1,4	0,8-1,2
Fósforo	%	0,8	0,8	0,4-0,7
Vitamina C	mg	200	200	200

*Nota.* Adaptado de NRC (1995).

### 3.3.8 Los promotores de crecimiento en cuyes

La nutrición de los cuyes se puede suplementar a los promotores utilizados para el crecimiento de 2 formas, los promotores naturales del crecimiento, fitoterápicos y los prebióticos, que favorecen el aumento de la producción de carne y de la composición corporal del animal, los promotores de crecimiento que aumentan la salud gastrointestinal y la productividad, aunque su eficacia depende de las propiedades físico-químicas del animal, la dosis, el estado fisiológico y la genética (Tenías et al., 2021).

### **3.4 Principales problemas de producción en cuyes**

Los principales problemas de producción de cuyes se relacionan con factores sanitarios y de manejo que afectan de manera directa su rendimiento, entre ellos la deficiente calidad del alimento, que debilita su sistema inmune y disminuye la ganancia de peso; la contaminación ambiental, provocado por instalaciones con mala higiene, acumulación de excretas o alta humedad; y la presencia de bacterias, parásitos y otros agentes infecciosos, que se transmiten por vías fecal-oral, respiratoria o por vectores, generando enfermedades como neumonía, colibacilosis, salmonelosis y parasitosis, las cuales causan retraso en el crecimiento alta morbilidad y elevadas tasas de mortalidad, afectando seriamente la productividad del criadero (Huamán et al., 2019).

#### **3.4.1 Escherichia coli**

La bacteria *Escherichia coli* afecta directamente al tubo digestivo de los cuyes, adhiriéndose a la pared intestinal a través de fimbrias estructuradas por lecitinas y encargadas de combinarse con receptores de oligosacáridos presentes en la pared intestinal, encadenando una compleja patología conocida como colibacilosis, esta enfermedad afecta a cuyes en diversas fases de su desarrollo, principalmente cuando están en etapa lactante, de engorde, y en menor medida a cobayas reproductoras (Chuquizuta y Morales, 2017).

#### **3.4.2 Acción del jengibre (*Zingiber officinale* Rosc.) sobre *E. coli***

Moullick, Bera y Roy (2025) demostraron que el extracto metanólico de jengibre posee una fuerte acción bactericida contra cepas resistentes de *E. coli*, al inhibir la síntesis de peptidoglucano y modular el sistema de bombas de expulsión AcrAB-TolC, esencial para la resistencia bacteriana, el estudio también reveló que compuestos como el 6-shogaol interfieren con la función del transportador AcrB, incrementando la acumulación intracelular de fármacos antibacterianos, lo que refuerza el potencial del jengibre como agente natural frente a bacterias multirresistentes (Moullick et al., 2025).

Por otra parte, (Suliaman et al., 2024), analizaron extractos acuosos de jengibre cultivado en Sudán y evidenciaron una actividad antibacteriana significativa contra *E. coli*, con concentraciones inhibitorias mínimas (CIM) entre 6.25 y 25  $\mu\text{g/mL}$ , y concentraciones bactericidas mínimas (CBM) de 25 a 50  $\mu\text{g/mL}$ , las zonas de inhibición variaron entre  $12.87 \pm 0.11$  mm y  $14.5 \pm 0.12$  mm, mostrando un efecto bactericida, además, la caracterización fitoquímica identificó compuestos como saponinas, flavonoides y terpenoides, asociados con la actividad antimicrobiana (Suliaman et al., 2024).

Asimismo, Erasedo et al. (2025), compararon diferentes genotipos de jengibre etíope mediante métodos de secado y extracción, observando variabilidad significativa en la inhibición de *E. coli*, el extracto etanólico de jengibre mostró zonas de inhibición entre  $7 \pm 0.4$  mm y  $23.0 \pm 3.2$  mm dependiendo de la concentración (6.25–100 mg/mL), confirmando que la potencia antibacteriana depende de la genética del jengibre, del método de procesamiento y de las variaciones en los metabolitos secundarios, como los gingeroles y shogaoles, que influyen en la respuesta antimicrobiana frente a cepas de *E. coli*.

En otro estudio, Bellik (2014), destacó que los compuestos fenólicos y aceites esenciales del jengibre son más eficaces frente a bacterias como *E. coli*, *Bacillus subtilis* y *Staphylococcus aureus* que otros extractos vegetales, ya que al vincular la capacidad antioxidante y antimicrobiana del jengibre, demostró que sus compuestos volátiles actúan alterando la permeabilidad de la membrana celular bacteriana, promoviendo la fuga del contenido intracelular y, por tanto, la muerte celular (Bellik, 2014).

Finalmente, Shiva et al. (2025), reportaron que el jengibre micronizado potencia sus propiedades antibacterianas frente a *E. coli* debido al incremento en la disponibilidad de sus metabolitos bioactivos, a través de la microfragmentación del polvo de jengibre favoreciendo la liberación de gingeroles y zingeronas, compuestos con propiedades bactericidas, confirmando así que las mejoras físico-químicas en la forma de presentación del jengibre

amplifican su efecto frente a microorganismos patógenos, contribuyendo a su potencial como suplemento natural en la nutrición animal (Shiva et al., 2025).

### **3.4.3 Acción del jengibre (*Zingiber officinale* Rosc.) sobre el sistema inmune de los animales**

El jengibre es ampliamente reconocido por su efecto inmunomodulador en animales de producción donde sus metabolitos como el 6-gingerol y el 6-shogaol son responsables de estimular respuestas antiinflamatorias y antioxidantes según Kim y colaboradores quienes evaluaron extractos fermentados en modelos animales y el resultado fue un incremento de IL-10 y una disminución de factores proinflamatorios como TNF- $\alpha$  y IL-6 evidenciando el potencial para regular el equilibrio inmunitario (Kim et al., 2025).

Luo y colegas demostraron que los polisacáridos derivados del jengibre son capaces de incrementar la inmunidad innata y adaptativa en peces como el *Carassius auratus* logrando mayor expresión de interleucinas como IL-1 $\beta$  y IL-6 además de la activación de genes antioxidantes como Nrf2 lo cual ratifica la importancia del jengibre para fortalecer la resistencia frente a patógenos en sistemas acuícolas (Luo et al., 2024).

Una investigación en cabras demostró que la inclusión de paja de jengibre indicó un registró en el aumento de las concentraciones de inmunoglobulinas A y G y de citocinas inmunomoduladoras como IL-10 y IFN- $\gamma$  observando además una mejora en la integridad de la mucosa intestinal mediante la expresión de proteínas de unión estrecha lo que resalta el valor del jengibre no solo para reforzar la inmunidad sistémica sino también la barrera inmunológica intestinal (Lv et al., 2025).

Sukumaran realizó experimentos alimentando peces con suplementos de jengibre donde se observó aumento en la actividad de lisozima y fagocitosis junto con una mayor supervivencia frente a *Vibrio harveyi* resultado atribuido a los compuestos fenólicos del jengibre que favorecen un metabolismo antioxidante eficiente mostrando que puede emplearse como inmunoestimulante natural para reducir la mortalidad y el uso de antibióticos (Sukumaran et al., 2016).

Jantan y colaboradores profundizaron en los mecanismos de acción mediante revisión sistemática explicando que metabolitos del jengibre como los gingeroles y shogaoles activan vías inmunitarias y favorecen el control de mediadores inflamatorios al tiempo que estimulan células inmunes específicas catalogando al jengibre como candidato ideal en nutraceuticos para el soporte inmunológico en animales de producción por la amplitud de sus efectos (Yuandani et al., 2023).

#### **3.4.4 Componentes antibacterianos del jengibre (*Zingiber officinale* Rosc.)**

El 6-shogaol actúa como bactericida contra *E. coli* al unirse al dominio de unión de la bomba de eflujo AcrB, inhibiendo su función, y al interferir en la síntesis de peptidoglicano en la pared celular (Moulick et al., 2025). El 6-gingerol indica actividad bactericida y bacteriostática contra *E. coli*, *S. aureus* y *P. aeruginosa* al disrumpir la membrana celular, inhibir bombas de eflujo y reducir la formación de biofilm mediante interferencia en el quorum sensing (Wang et al., 2020). La zingerona expone la actividad antibiofilm y antibacteriana contra bacterias como SARM (*S. aureus* resistente a la meticilina) destruyendo biofilms maduros (Larijanian et al., 2024).

### 3.4.5 Estructuras y grupos funcionales de los componentes activos del jengibre

*(Zingiber officinale Rosc.)*

El 6-gingerol ( $C_{17}H_{26}O_4$ ) posee un anillo fenólico vaniloide con grupos hidroxilo (-OH) aromático y alifático, un grupo metoxi (-OCH<sub>3</sub>) y una cadena lateral con grupo hidroxilo  $\beta$  (Ahmed, Gonda, Hunyadi, 2021). El 6-shogaol ( $C_{17}H_{24}O_3$ ) comparte el núcleo vaniloide con -OH aromático y -OCH<sub>3</sub>, pero incluye en la cadena lateral un sistema  $\alpha, \beta$ -insaturado carbonilo (enona), que facilita adiciones de Michael (Bischoff-Kont y Fürst, 2021).

La zingerona ( $C_{11}H_{14}O_3$ ) es 4-(4-hidroxi-3-metoxifenil)2-butanona, con -OH aromático, -OCH<sub>3</sub> y cetona alifática, este componente activo se obtiene de la degradación del 6-gingerol (Ahmad et al., 2015).

### 3.5 Generalidades del jengibre (*Zingiber officinale Rosc.*)

La planta se desarrolla a partir de un rizoma subterráneo y los pseudotallos alcanzan una altura de 50 a 100 cm, su color es verde claro, las resinas y los aceites fragantes dan a la raíz su sabor picante, estos rizomas contienen hierro, fósforo y ácido ascórbico; el tubérculo está protegido por una piel marrón que puede ser gruesa o fina según la edad del tubérculo. (Morales, 2007).

Los frutos son rizomas de jengibre, que son tallos monopodiales de hasta 50 cm de longitud, aplanados y divididos en dos o más secciones parecidas a los dedos de una mano, tienen nudos conspicuos que sirven de base a las hojas escamosas; en el envés de los rizomas antiguos abundan 22 raicillas; el picante del jengibre procede de las resinas y los aromas del aceite, además, el almidón de los rizomas incluye cantidades significativas de hierro, fósforo y ácido ascórbico (Paredes, 2006).

### **3.5.1 Propiedades del jengibre como promotor de crecimiento**

El efecto positivo del jengibre en el desempeño de los animales se debe a su capacidad como aditivo o suplemento para influir en la microflora intestinal, ya que, sus propiedades antimicrobianas le permiten controlar y combatir patógenos presentes en el sistema digestivo, mejorando así la salud y eficiencia del organismo de los animales (Garrido, 2018).

### **3.5.2 Importancia del jengibre como promotor de crecimiento**

El jengibre aporta nutrientes esenciales, lo cual, el uso de suplementos naturales con efecto de promotores de crecimiento es cada vez más importante porque permiten aumentar la producción y abaratar costes, a la vez que previenen la aparición de enfermedades y aportan importantes macro y micronutrientes; el jengibre es uno de estos promotores de crecimiento (Garrido, 2018).

El jengibre es rico en fibra dietética y aminoácidos esenciales como la valina, leucina y arginina, los cuales cumplen funciones clave en el organismo, la valina y leucina contribuyen a la regeneración de tejidos gracias a sus propiedades cicatrizantes, mientras que la arginina fortalece el sistema inmunológico, además, el gingerol, compuesto que aporta el característico sabor picante al jengibre, es similar a la capsaicina presente en los chiles, este rizoma también contiene ácidos grasos esenciales como el linoleico y alfa-linoleico, que forman parte de los omega-3, reconocidos por sus beneficios nutricionales, el jengibre también, es una fuente de vitaminas B y C, además de minerales como el calcio y fósforo, que son fundamentales para la salud humana (Yang et al., 2024).

### 3.5.3 Validación de la harina de jengibre como suplemento

Existen varias investigaciones sobre el uso de suplementos naturales en cuyes y conejos que evidencian una mejora en la salud y producción animal, para Saico (2023), Cruz (2019), Toalombo et al. (2022) y Garrido (2018) donde la inclusión de harina de jengibre (*Zingiber officinale*) que componen sus tratamientos, mejoran la ganancia de peso, conversión alimenticia, rendimiento y peso a la canal, en comparación datos testigo versus el mejor.

Saico (2023), al analizar los resultados, en términos de ganancia de peso, el tratamiento T3 (0,9 g de harina de jengibre/kg de alimento) mostró el mejor desempeño con un promedio de 337,5 g, al igual que la ganancia media diaria, el valor más alto también correspondió al T3 con 7,5 g versus T0 (6,05 g). En cuanto al consumo efectivo de alimento, T3 con el mayor consumo (213,26 g) y T0 con 195,27 g. Respecto a la conversión alimenticia, el T2 (0,8 g de harina de jengibre/kg de alimento) resultó ser el más eficiente con un valor de 2,53, y menos eficiente el T1 con 3,08. Cruz (2019) de igual forma al incluir dosis 0.07%, 0.08% y 0.09% harina de jengibre/kg de concentrado, la inclusión del 0.09% resultó en una mejor ganancia de peso final de 1049 g.

Toalombo et al. (2022) realizó una revisión bibliográfica del uso de promotores naturales de crecimiento en conejos como canela, propóleo, orégano y jengibre, evidenciando que compuestos, como la Oleoresina (zingeronina y gingerol) y aceites esenciales presentes en el jengibre aumentan su efectividad al deshidratar el rizoma, el cual tiene un efecto positivo ante el estrés de los animales reduciéndolo, también tiene propiedades antibacterianas ante el sistema digestivo siendo efectivo contra las enterotoxinas de las bacterias como *Escherichia coli*, *Mycobacterium* y *Salmonella*, mencionan también que mantiene el equilibrio de la flora gastrointestinal, estimula la digestión y actúa en el tránsito intestinal manteniéndolo con normalidad.

Toalombo et al. (2022) explica tras un análisis de comparación sobre el uso de estos diferentes promotores naturales de crecimiento en varias investigaciones hechas por varios autores, realizadas en conejos, actúan de manera multifactorial y beneficiosa para el organismo de esta especie, dando resultados significativos en parámetros productivos como:

- La ganancia de peso, obteniendo 1,25 kg al usar 900 mg de jengibre, existió diferencia de datos en comparación al uso de propóleo, orégano y canela. Estas diferencias se deben a la duración de cada uno de los experimentos y al indistinto peso inicial de los animales, estableciendo que a medida que aumentan las dosis de los promotores de crecimiento también aumentan la ganancia de peso (Toalombo et al., 2022).
- En el consumo total de alimento, el mayor valor fue de 8,05 kg (alfalfa + balanceado) utilizando orégano, luego obteniendo valores inferiores, 2,81 kg al alimentar con kikuyo + alfalfa aplicando 900 mg de jengibre y 1 ml de cinamaldehído de la canela. La diferencia de datos se debe a que el número de animales era diferente y a la procedencia de los suplementos lo que variara en la concentración de los principios activos (Toalombo et al., 2022).
- En la conversión alimenticia el mejor valor fue de 4,43 puntos al usar propóleo, luego con 6.21 puntos al usar jengibre y 9,76 puntos al usar canela (Toalombo et al., 2022).
- Respecto al peso a la canal, al suministrar propóleo reflejó mayor peso a la canal con 1.39 kg, y al usar 150 g de orégano y 900 mg de jengibre obtuvieron 1,22 kg (Toalombo et al., 2022).
- Referente al rendimiento canal (%), igual el mejor porcentaje presentó al usarse propóleo con 55,86 %, otros autores obtuvieron valores menores, al usar orégano 54,76 % y al usar jengibre 54.37 %. Al emplear extracto de propóleo se consiguió un eficiente peso final por tanto una eficiente ganancia de peso y como resultado mayor masa corporal en el animal (Toalombo et al., 2022).

Garrido (2018), llevó a cabo un experimento para evaluar tres niveles de inclusión de jengibre (700, 800 y 900 mg) en la dieta de conejos de raza Neozelandés durante las fases de crecimiento y engorde. Los tratamientos que incluyeron 800 y 900 mg de jengibre proporcionaron el mejor indicador de beneficio-costo, con una rentabilidad de 1,13 en ambos casos. Este efecto positivo se atribuyó a la acción del jengibre sobre las microvellosidades intestinales, mejorando la eficiencia digestiva de los conejos (Garrido, 2018).

## CAPITULO IV

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 4.1 Materiales e insumos

Para la presente investigación se utilizó los siguientes materiales:

##### 4.1.1 Materiales

- Aserrín
- Aretes de metal
- Areteadora

##### 4.1.2 Equipos electrónicos

- Balanza digital 30 kg, marca PRETUL
- Balanza digital 100 g, marca Camry

##### 4.1.3 Equipos de limpieza y desinfección

- Fumigadora
- Carretilla

##### 4.1.4 Insumos de desinfección

- Yodo
- Detergente
- Desinfectante de uso veterinario

##### 4.1.5 Instalaciones

- Pozas (3 x 3 m)
- Comederos de tolva
- Carteles
- Jaulas (1 x 1.5 m)

##### 4.1.6 Insumos alimenticios

- Suplemento natural (harina de jengibre)
- Balanceado comercial
- Alfalfa

##### 4.1.7 Semovientes

- Cuyes machos destetados (120 total)

## 4.2 Método

### 4.2.1 Fase de campo

La presente investigación se realizó en la Cuyera Andina ubicada en el sector Coñaquí, parroquia de Cahuasquí, provincia de Urcuquí. Este sector presenta un clima templado y fresco, con temperaturas que oscilan entre los 10 °C y 20 °C.

**Tabla 5**

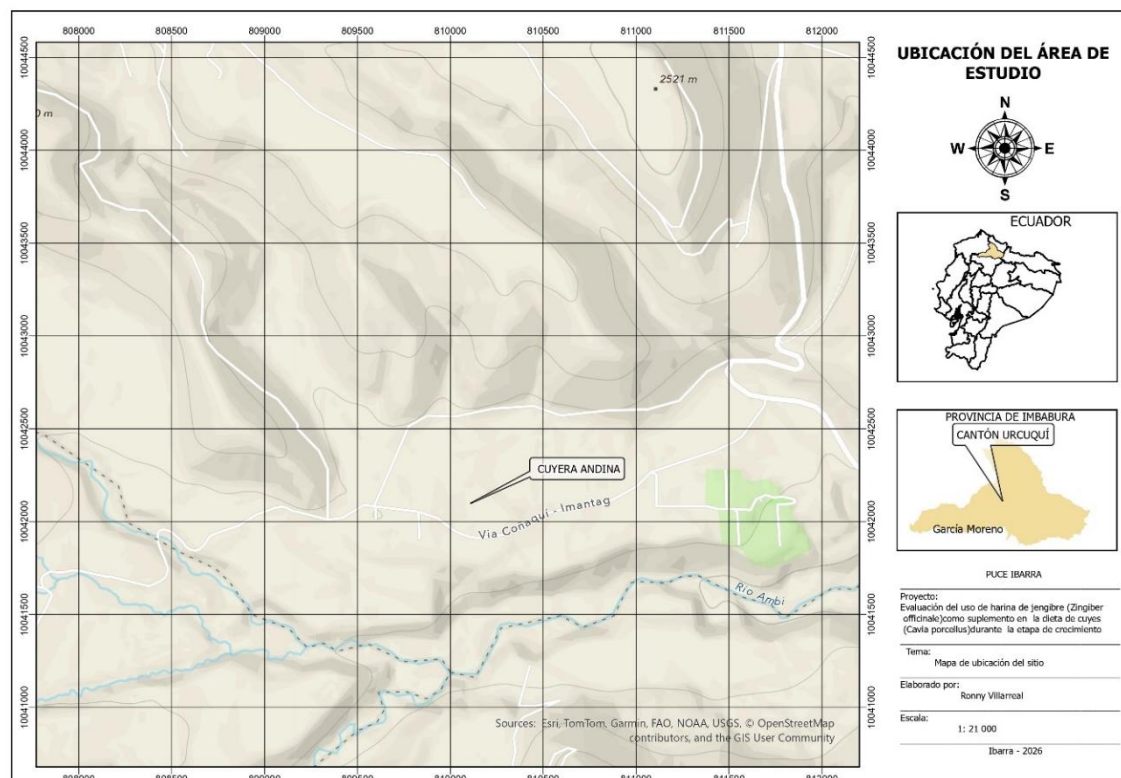
*Localización geográfica y climática*

Parámetros	Información
Altitud	2.229 msnm
Latitud	0.380790°
Longitud	-78.211841°
Temperatura	10-20 °C
Precipitaciones	700-800 mm
Humedad relativa	>50%

*Nota.* La siguiente tabla contiene las coordenadas geográficas e información climática del lugar experimental. Adaptado de Google Earth Pro (2026).

**Figura 1**

*Ubicación geográfica del área de estudio*



*Nota.* Horizonte y lugar geográfico de la investigación. Tomado de Esri (2026).

#### 4.2.2 Variables

En la presente investigación se evaluaron las siguientes variables para determinar el efecto de los tratamientos.

#### 4.2.3 Variables independientes

- **Dosis de inclusión de harina de jengibre:** 1gr (1%), 1.1gr (1,1%), 1.2gr (1,2%) de inclusión de harina de jengibre como suplemento alimenticio en la dieta base de cuyes.

#### 4.2.4 Variables dependientes

- **Consumo de alimento:** Para obtener esta variable primero se obtuvo el consumo diario de alimento, restando el alimento ofrecido con el alimento desperdiciado recolectado todos los días del comedero de cada unidad experimental. Luego se sumará el consumo diario de todos los días para obtener el consumo semanal, por último, para obtener el consumo total se dividió el consumo semanal total para el número de cuyes total. En la etapa de crecimiento el cuy en una dieta mixta consume de 100-150 g/día de forraje y 15-30 g/día de alimento balanceado (Artica, 2020).
- **Ganancia de peso:** Para obtener esta variable se tomó el peso inicial (22 días de edad) de todos los cuyes para calcular el peso promedio inicial, así sucesivamente cada semana (cada siete días) hasta finalizar el periodo experimental (50 días de edad) para obtener el promedio final de los cuyes de cada grupo experimental.
- **Conversión alimenticia:** Esta variable se obtuvo semanalmente relacionando la ganancia de peso con el alimento ofrecido y el desperdicio de alimento de cada grupo experimental (Chicaiza Sánchez et al., 2024).

- **Conteo bacteriano:** Siguiendo las recomendaciones de Agrocalidad (2024), las muestras de heces se tomaron de manera limpia y estéril, de al menos 15 cuyes al azar, que conforma cada tratamiento (30 cuyes) para realizar los cultivos en agar MacConkey y agar sangre con el fin de identificar y realizar el conteo de las colonias bacterianas de *E. coli*

#### **4.2.5 Diseño experimental**

En la investigación realizada, para el análisis estadístico de los datos conseguidos, se utilizó el programa XLSTAT BASIC+, versión 25.2.0.1432, con licencia (identificador) b1672737-bf0f-472b-a655-46d8039fd975 (Lumiverso, 2026). Se empleó un diseño experimental completamente al azar (DCA), que se identifica por la designación al azar de las unidades experimentales a los diferentes tratamientos, disminuyendo el riesgo de error y permitiendo asignar las diferencias observadas en respuesta del efecto de los tratamientos aplicados sobre las variables (Montgomery, 2020). La aleatorización, permite la asignación de observaciones a grupos o tratamientos para investigar el efecto de una variable en otra, la asignación aleatoria permite controlar el error provocado por las características propias de los sujetos en cada grupo, garantizando la independencia de las observaciones y la validez de las pruebas que se aplicarán (McMillan y Schumacher, 2005). La selección del DCA se justifica por ser un diseño sencillo y adaptable, además de eficiente para la comparación de medias entre tratamientos en especial cuando las unidades experimentales presentan homogeneidad y no presentan fuentes adicionales de variación (Cochran & Cox, 1992). Su aplicación facilita el análisis estadístico, a través de pruebas, como el ANOVA el cual permite llegar a conclusiones más precisas por medio de la comprobación de las diferencias entre las medias de todos los grupos (McMillan y Schumacher, 2005).

#### 4.2.6 Análisis funcional

El análisis funcional comenzará con la realización de pruebas de significancia; no obstante, antes de ello se verificará la normalidad de los residuos del modelo ANOVA utilizando la prueba de Shapiro-Wilks (Shapiro y Wilk, 1965, como se citó en Field, 2023). Es importante resaltar que esta prueba se aplicará exclusivamente a los residuos generados tras ejecutar el ANOVA, y no sobre los datos originales (Montgomery, 2020).

**Prueba de normalidad:** En caso de que los datos no cumplan con la normalidad ( $p < 0,05$ ), se empleará transformaciones como la raíz cuadrada ( $\sqrt{x}$ ), logaritmo en base 10 ( $\log_{10}(x)$ ) o el arcoseno para proporciones ( $\arcsin(x)$ ) (Osborne, 2002).

**Prueba de Tukey:** Se considera apropiada para realizar comparaciones múltiples entre medias por pares de todos los tratamientos (Abdi y Williams, 2010, citado en Field, 2023).

**Prueba de Fisher:** Posee mayor sensibilidad para detectar diferencias entre tratamientos, aunque aumenta el riesgo de cometer errores tipo I en comparaciones múltiples (Montgomery, 2020).

#### 4.2.7 Coeficiente de variación:

Se calculará el coeficiente de variación para cada variable dependiente. Un coeficiente de variación (CV) superior al 20% puede evidenciar una alta dispersión de los datos respecto a la media, lo que podría reflejar la acción de factores externos no controlados o una variabilidad de las unidades experimentales. Mientras que un CV elevado no invalida el experimento por sí mismo, aunque exige una interpretación cuidadosa de los resultados (Steel et al., 1997).

#### **4.2.8 Unidades experimentales**

El número de unidades experimentales total en este experimento es el resultado del número de tratamientos multiplicado por el número de réplicas (número de tratamientos x número de réplicas =  $4 \times 3 = 12$  unidades experimentales), cada unidad experimental se conformó de 10 cuyes destetados. Para mejores resultados y un porcentaje menor en el error experimental es mejor optar por un mayor número de unidades (Clark, 2007).

#### **4.2.9 Factores de estudio**

Factor 1: Consumo de alimento

Factor 2: Ganancia de peso

Factor 3: Conversión alimenticia

Factor 4: Conteo bacteriano

Factor 5: Dosis de inclusión de harina de jengibre como suplemento: 1gr (1%), 1,1gr (1,1%), 1,2gr (1,2%)

#### **4.2.10 Tratamientos**

Los tratamientos aplicados en el experimento, serán asignados con la siguiente simbología para facilitar la discusión y presentación de los resultados. La Tabla 6 presenta la descripción y simbología de cada uno de los tratamientos. Para evaluar los diferentes niveles de inclusión de la harina de jengibre como suplemento alimenticio en la dieta de cuyes en la etapa de crecimiento, las dosis se basaron en recomendaciones de investigaciones de Saico (2023) y Cruz (2019).

Las dosis alimenticias se establecieron según los requerimientos nutricionales y peso corporal del animal, en base a la materia seca (MS) del alimento balanceado y forraje verde ofrecido. En la etapa de crecimiento el cuy en una dieta mixta consume de 100-150 g/día de forraje y 15-30 g/día de alimento balanceado (Artica, 2020).

**Tabla 6***Descripción de los tratamientos*

<b>Tratamiento</b>	<b>Simbología</b>	<b>Descripción</b>
Tratamiento 1	T1	Forraje verde (alfalfa) + alimento balanceado
Tratamiento 2	T2	Forraje verde (alfalfa) + alimento balanceado + 1% (1 gr) harina de jengibre
Tratamiento 3	T3	Forraje verde (alfalfa) + alimento balanceado + 1,1% (1,1 gr) harina de jengibre
Tratamiento 4	T4	Forraje verde (alfalfa) + alimento balanceado + 1,2% (1,2 gr) harina de jengibre

*Nota.* En la tabla se muestra los tratamientos experimentales utilizados en la investigación, con cada una de las dosis de inclusión de harina de jengibre.

#### **4.2.11 Esquema ANOVA**

Para analizar los datos de este diseño completamente al azar (DCA), se utilizará el siguiente modelo de análisis de varianza (ANOVA), descrito en la Tabla 6, el cual permitirá dividir la variabilidad total de los datos en diferentes valores de variación, englobando el error experimental y el efecto de los tratamientos (Montgomery, 2020).

**Tabla 7***Tabla del ANOVA para un diseño completamente al azar (DCA)*

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>
Total	11
Tratamiento	3
Error Experimental	8

*Nota.* Elaboración propia, en base a Montgomery (2020).

#### **4.2.12 Manejo específico del experimento**

En esta sección se describe como se llevó a cabo el manejo de los animales durante la fase experimental, con el fin de evaluar el uso de harina de jengibre en la alimentación de cuyes destetados. También se describen los aspectos principales del procedimiento, los cuales permitieron realizar el estudio en condiciones ordenadas y similares para todos los animales, mencionadas en el manual de producción de cuyes (Artica, 2020).

#### **4.2.13 Preparación y adecuación de las instalaciones**

Primero se realizó la limpieza respectiva de las instalaciones utilizando los insumos de limpieza y desinfección. Además, se emplearon palas, escobas y carretillas, esta rutina sanitaria se la debe realizar cada 15 días para asegurar un ambiente sanitizado y limpio (Artica, 2020).

Para el experimento se utilizaron 3 pozas (dimensión de 3 x 3 m) ya existentes en el galpón de la Cuyera Andina, que se dividieron con tablas en 4 partes iguales cada una y fueron acondicionadas de manera estable para los cuyes, los cuales permanecerían un periodo de 4 semanas (de 22 días a 50 días de edad). Se instalaron comederos tipo tolva en proporción de una 1 unidad por cada 10 cuyes asegurando un acceso equitativo y evitando competencia entre animales.

#### **4.2.14 Selección de animales experimentales**

La selección de los animales se realizó en la “Cuyera Andina” misma donde se realizó el experimento, ubicada en la parroquia de San Blas, cantón de Urcuquí, provincia de Imbabura, Ecuador. Se seleccionaron cuyes destetados de 15 días de edad.

En total se seleccionaron 120 cuyes machos, con un peso corporal similar ( $330 \pm 380$  g) y un buen estado de salud general.

#### **4.2.15 Periodo de adaptación y aclimatación**

El proceso de adaptación y aclimatación se basó en una investigación de conejos, que igual a los cuyes fueron adaptados en un período de tiempo, en este caso de 7 días, durante el cual se les suministró alimento balanceado comercial sin suplemento más forraje verde (alfalfa) para permitir la adaptación gradual al sistema de alimentación, ambiente y manejo experimental (Garrido, 2018).

A lo largo de la adaptación se supervisó parámetros de comportamiento alimenticio y signos de estrés. Al final de esta etapa, se adquirió la harina de jengibre en el mercado local, para ser empleada como suplemento en la dieta de los animales.

#### **4.2.16 Distribución de unidades experimentales**

El día 22 (inicio del período experimental), se realizó la asignación de los 120 cuyes anteriormente adaptados distribuidos en 12 grupos, de 10 animales cada uno, procurando que los pesos sean similares. Para ello, se realizó un pesaje el cual permitió organizar mejor los grupos experimentales y evitar la variabilidad dentro de los tratamientos, considerando a cada unidad experimental conformada por 10 cuyes.

Cada grupo ocupó un espacio independiente dentro de la poza, posteriormente dividida para los diferentes grupos, lo que evitó la contaminación entre espacios y permitió suministrar de manera exclusiva su dieta asignada durante las 4 semanas del experimento (22-50 días de edad).

#### **4.2.17 Manejo del alimento**

Durante el período experimental, desarrollado desde el día 22 hasta el día 50 de edad de los cuyes, se utilizaron 4 tratamientos:

- **T1:** Forraje verde (alfalfa) + Alimento balanceado comercial
- **T2:** Forraje verde (alfalfa) + Alimento balanceado comercial + Harina de jengibre al 1%. El alimento balanceado comercial fue mezclado con el 1% de harina de jengibre para cada cuy.
- **T3:** Forraje verde (alfalfa) + Alimento balanceado comercial + Harina de jengibre al 1,1%. El alimento balanceado comercial fue mezclado con el 1,1% de harina de jengibre para cada cuy.
- **T4:** Forraje verde (alfalfa) + Alimento balanceado comercial + Harina de jengibre al 1,2%. El alimento balanceado comercial fue mezclado con el 1,2% de harina de jengibre para cada cuy.

Antes de iniciar el ensayo (durante los 7 días de adaptación, del día 15 al 22), todos los cuyes recibieron forraje verde (alfalfa) y alimento balanceado para etapa de crecimiento, para facilitar la adaptación gradual del alimento sólido.

Para los tratamientos T2, T3 y T4, desde el día 22 se suministraron las dietas correspondientes más la adición y mezcla del suplemento (harina de jengibre).

En todos los tratamientos se usó alimento balanceado etapa de crecimiento hasta el final del experimento (día 50).

El suministro de alimento balanceado se realizó una vez al día, a las 07:00 a.m. y el suministro de forraje verde (alfalfa) dos veces al día el 30% de la ración diaria a las 08:00 a.m. y el 70% a la 13:00 horas p.m., tanto el alimento balanceado como el forraje con cantidades ajustadas en base a la edad y el peso corporal de los animales.

En total durante la fase experimental se utilizaron:

- 68,23 kg de forraje verde (alfalfa) y 27 kg de alimento balanceado para el T1
- 68,23 kg de forraje verde (alfalfa) y 27 kg de alimento balanceado para el T2
- 68,23 kg de forraje verde (alfalfa) y 27 kg de alimento balanceado para el T3
- 68,23 kg de forraje verde (alfalfa) y 27 kg de alimento balanceado para el T4

Durante las 4 semanas del experimento, se registró diariamente la cantidad de alimento ofrecido y el residuo de cada poza, utilizando una balanza digital, para estimar el consumo real por tratamiento.

Los datos recolectados permitieron calcular el consumo de alimento, ganancia de peso y el índice de conversión alimenticia (ICA), variables importantes para evaluar el efecto de la harina de jengibre como suplemento.

### **4.3 Manejo de los animales**

A lo largo de todo el ensayo, todos los animales recibieron el mismo cuidado para asegurar su bienestar y que las condiciones fueran iguales en cada tratamiento. Esto incluyó

agua limpia disponible en todo momento, alimentación con la ración diaria respectiva, limpieza y desinfección cada 15 días de las pozas y cuidados sanitarios preventivos (Artica, 2020). Además, el galpón era adecuado según el clima de la zona para proteger y mantener el ambiente adecuado para los animales (Artica, 2020).

#### **4.3.1 Pesaje de los animales**

Para obtener la ganancia de peso, se realizaron pesajes independientes para cada uno de los animales, cada 7 días durante la fase experimental. Este intervalo semanal permitió registrar la ganancia de peso corporal de forma precisa y continua, sin generar estrés en los animales. Los pesos registrados fueron utilizados para calcular la ganancia de peso.

#### **4.3.2 Medición de las variables**

La estimación del consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia, se realizará siguiendo metodologías ampliamente descritas en la literatura de nutrición animal y guía para crianza de cuyes (Chicaiza Sánchez et al., 2024; McDonald et al., 2011). La variable dependiente conteo bacteriano se midió según las recomendaciones de instructivos y guías para la toma, conservación y envío de muestras de heces en animales domésticos, con el fin de garantizar la exactitud del proceso de toma de muestras (Agrocalidad, 2024; OMSA, 2013).

#### **4.3.3 Consumo de alimento**

El consumo de alimento es un parámetro productivo que mide la cantidad de alimento que el animal consume diariamente, en la etapa de crecimiento el cuy en una dieta mixta consume de 100-150 g/día de forraje y 15-30 g/día de alimento balanceado (Artica, 2020). Esto también depende en base a la calidad y nutrientes del alimento balanceado ofrecido. Para el cálculo del consumo de alimento se aplicó la siguiente fórmula:

$$CA = \textit{Alimento ofrecido} - \textit{Residuo de alimento}$$

#### 4.3.4 Ganancia de peso

La ganancia de peso es el aumento de peso corporal medida en el animal en un período de tiempo determinado, con la cual se puede determinar el peso mínimo comercial del animal (Artica, 2020). Para este parámetro se utilizó la siguiente fórmula:

$$GP = \text{Peso final} - \text{Peso inicial}$$

#### 4.3.5 Conversión alimenticia

El índice de conversión alimenticia se basa en la relación entre el alimento consumido y la ganancia de peso vivo del animal obtenido en un determinado período de tiempo, ya sea semanal o acumulada (Chicaiza Sánchez et al., 2024).

Para su cálculo se utilizó la siguiente formula:

$$ICA = \frac{\text{Alimento consumido}}{\text{Ganancia de peso (peso final - peso inicial)}}$$

#### 4.3.6 Conteo bacteriano

Para cultivos microbiológicos, las muestras de heces se debe tomar frescas, debe ser de 1-5 gramos y que estas lleguen de manera inmediata al laboratorio. Se debe emplear un recipiente estéril, hermético ya sea de vidrio o plástico (Agrocalidad, 2024). La recolección debe ser directamente del recto del animal utilizando guantes, el envío de la muestra debe ser etiquetada y refrigerada a una temperatura de 2 a 8 °C, el tiempo de llegada de la muestra al laboratorio debe ser máximo en 48 horas (OPS, 2017). Para esta variable se tomó las muestras de los cuyes con guantes por cada uno de los tratamientos, de manera aséptica y limpia en recipientes plásticos estériles, para luego ser enviados al laboratorio y notifiquen los resultados del conteo bacteriano de los cultivos microbiológicos.

## CAPÍTULO V

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## 5.1 Evaluación de variables

## 5.1.1 Prueba de Normalidad y Homogeneidad de varianzas

Tabla 8

*Prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas*

Variable	Observación	Promedio	Desviación Estándar	Shapiro-test		Levene-test	
				W	p-value	F	p-value
Ganancia de peso semana 1	12	74,08	1,46	0,922	0,303	0,907	0,479
Ganancia de peso semana 2	12	107,83	1,48	0,946	0,577	0,183	0,905
Ganancia de peso semana 3	12	129,67	1,66	0,910	0,211	0,288	0,833
Ganancia de peso semana 4	12	141,46	2,35	0,913	0,236	0,141	0,933
Consumo de alimento semana 1	12	797,31	19,86	0,960	0,779	0,380	0,770
Consumo de alimento semana 2	12	998,93	6,17	0,967	0,880	0,518	0,682
Consumo de alimento semana 3	12	1203,02	7,33	0,874	0,073	0,704	0,576
Consumo de alimento semana 4	12	1319,96	5,05	0,948	0,605	0,468	0,713
Conversión alimenticia semana 1	12	10,76	0,20	0,912	0,223	0,543	0,667
Conversión alimenticia semana 2	12	9,26	0,11	0,917	0,263	0,584	0,642
Conversión alimenticia semana 3	12	9,28	0,13	0,880	0,086	0,079	0,970
Conversión alimenticia semana 4	12	9,33	0,15	0,891	0,122	0,053	0,983

*Nota.* Resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y prueba de homogeneidad de varianzas de Levene de las variables.

En la Tabla 8 se presenta los datos evaluados de las variables, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia durante 4 semanas. En la prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) se concluye que los datos de todas las semanas para todas las variables se distribuyen de manera normal.

Los resultados de la prueba Levene indican que la suplementación con harina de jengibre no afectó significativamente la distribución ni la varianza de los datos de consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia, confirmando una validez confiable del efecto de los tratamientos.

## 5.2 Análisis de varianza de la variable consumo de alimento

**Tabla 9**

*ANOVA del Consumo de alimento*

Fuente	GL	Semana 1				Semana 2				Semana 3				Semana 4			
		Cuadrados medios	F	Pr > F	p-values signification codes	Cuadrados medios	F	Pr > F	p-values signification codes	Cuadrados medios	F	Pr > F	p-values signification codes	Cuadrados medios	F	Pr > F	p-values signification codes
Modelo	3	1041,611	6,875	0,013	*	80,378	3,619	0,065	ns	125,721	4,717	0,035	*	91,261	115,391	<0,0001	***
Total corregido	11																
Tratamiento	3	1041,611	6,875	0,013	*	80,378	3,619	0,065	ns	125,721	4,717	0,035	*	17,576	115,391		***
Error	8	151,503				22,213				26,655				0,791			

Promedio (g)

797,31

998,93

1203,02

1319,96

CV (%)

1,54

0,47

0,43

0,07

Calculado contra el modelo  $Y=Media(Y)$

Signification codes: 0 < \*\*\* < 0.001 < \*\* < 0.01 < \* < 0.05 < ns < 0.1 < ns < 1

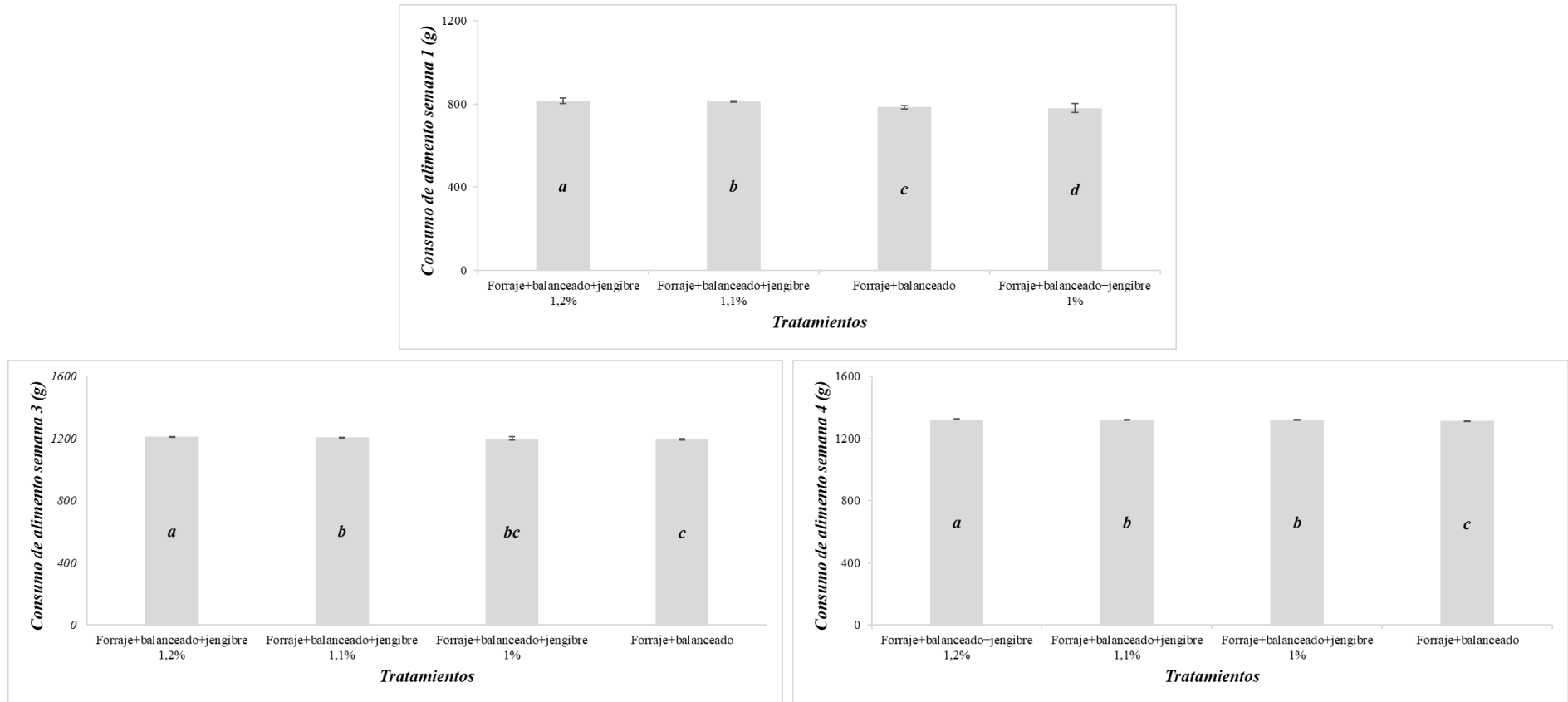
*Nota.* El análisis estadístico mostró diferencias significativas entre tratamientos en la semana 1, 3, 4 y no mostró diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en la semana 2.

El ANOVA muestra un análisis estadístico en el que indica significancia ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos en la semana 1,3 y 4, indicando diferencias significativas, y en la semana 2 no indica significancia entre tratamientos. El coeficiente de variación de la semana 1 a la 4 (1,54; 0,47; 0,43; 0,07%) indica una poca dispersión en los datos respecto del valor promedio, confiriendo confiabilidad a los resultados reportados.

### 5.3 Comparación múltiple de medias de la variable consumo de alimento en la semana 1, 2, 3 y 4 según tratamientos T1, T2, T3 y T4

**Figura 2**

*Comparación del consumo de alimento semana 1, 3 y 4 según tratamientos T1, T2, T3, T4*

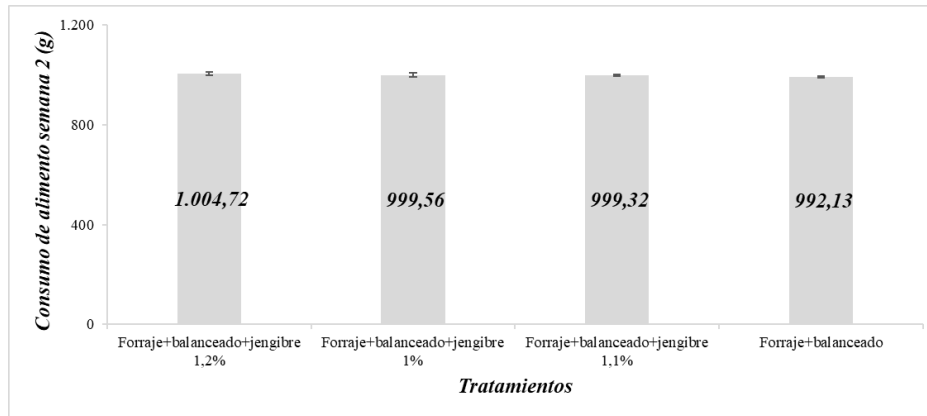


*Nota.* El T4 mostró mayor consumo de alimento en la semana 1, 3 y 4 (s1: 815,14 g; s3: 1210,08; s4: 1324,23). Se muestra diferencias significativas entre tratamientos en la semana 1, 3 y 4.

Además, después de aplicar la prueba Tukey al 5%, se aprecia diferencias significativas en la semana 1,3 y 4, en la semana 1 el tratamiento T4 (forraje + alimento balanceado + harina de jengibre 1,2%), presenta diferencias estadísticas importantes con un promedio de 815,14 g en consumo de alimento ubicando a este tratamiento en el rango A, T3 (forraje + alimento balanceado + harina de jengibre 1,1%), con un promedio de 811,48 g se ubica en el rango B. T1 (Forraje + alimento balanceado), con un promedio de 783,64 g se ubica en el rango C y T2 (forraje + alimento balanceado + harina de jengibre 1%), con un promedio de 778,98 g se ubica en el último rango C. En la semana 3, el tratamiento T4 (forraje + balanceado + harina jengibre 1,2%), con promedio de 1210,08 g en se ubica en el rango A, el T3 (forraje + alimento balanceado + harina de jengibre 1,1%), con un promedio de 1206,11 g se ubica en el rango B, T2 (forraje + alimento balanceado +harina de jengibre 1%), con promedio de 1200,66 g se ubica en el rango BC, y T1 (forraje + alimento balanceado), presentando un promedio de 1195,23 g se ubica en el rango C siendo el valor más bajo de consumo de alimento en la semana 3. En la semana 4 el tratamiento T4 (forraje + alimento balanceado + harina de jengibre 1,2%), con promedio de 1324,23 g se ubica en el rango A, T3 (forraje + alimento balanceado + harina de jengibre 1,1%), con promedio de 1322,11 g y T2 (forraje + balanceado + harina jengibre 1%), con promedio de 1321,63 g en consumo de alimento se ubican en el rango B, T1 (forraje + alimento balanceado), con promedio de 1311,86 g ubicándose en el rango C con el valor promedio más bajo de la semana 4.

### Figura 3

Comparación del consumo de alimento semana 2 según tratamientos T1, T2, T3, T4



*Nota.* En la semana 2 no hay diferencias significativas. El T4 mostró mayor consumo de alimento en la semana 2 (s2: 1.004,72 g).

La Figura 2 muestra que el tratamiento T2 (forraje + alimento balanceado + harina de jengibre 1,1%) en la semana 1 con 778,98 g y semana 4 con 1321,63 g presentaron un menor consumo de alimento por ende es mejor con relación a la conversión alimenticia de la misma semana, indicando que el tratamiento T2 se obtienen los mejores resultados en relación a los otros tratamientos, en las 4 semanas, siendo estos valores de consumo los mejores para establecer una mejor conversión alimenticia, lo que significa una mayor eficiencia en la ganancia de peso.

Los resultados para la variable de consumo de alimento indican un incremento en los valores de consumo en la mayoría de las semanas, investigaciones como la de Jodel Ghandi, Emile, Herve, Agwah, Cedric, Mama, Narcisse, Anyangwe (2022), reportaron incrementos en el consumo de alimento en conejos, al utilizar 1% de harina de jengibre más leguminosas, por otro lado, Lv, Zhang, Ji, Zhou, Hua (2025) registraron mayor consumo de materia seca (MS) en cabras, al ofrecer 5-10% paja de jengibre, registrando un valor óptimo de 852g/día en el tratamiento G5 (correspondiente a 5% de paja de jengibre en la dieta) frente a controles con mayor relación-alimento lo que sugiere mejor crecimiento en los animales, mejor eficiencia digestiva y palatabilidad en dosis moderadas. Otra investigación como la de Ali, Alsalamah, Al-Thubyani, Baazaoui, Ahmed, Nasser, Nasr (2024), mencionan resultados positivos al suplementar jengibre en dosis moderadas presentando menor ingesta de materia seca en carneros Ossimi con 5-7 g/kg PC según los autores registraron valores inferiores al control ( $p > 0.05$ ) pero con mejor eficiencia.

Las diferencias de promedio de consumo de alimento por tratamiento al inicio del experimento son presentadas por que el sistema digestivo de los cuyes estaba adaptándose a la nueva dieta basal como a la dieta con dosis de jengibre, ya que hay que recordar que los animales son destetados y la alta asimilación de alimento al final del experimento se dio porque tanto el animal como su sistema digestivo ya se adaptó a las dietas establecidas inicialmente y por ende estos consumían de manera normal cada una de las dietas. Según (Tene & Mnb, 2021) puede atribuirse a la mejora progresiva en palatabilidad y digestibilidad inducida por los gingeroles del jengibre que estimulan secreciones gástricas y reducen carga patógena intestinal, en cuyes reportaron mayor ingesta de materia orgánica (MO) (81,51 g MS/día) y proteína cruda (PC) (14,15 g MS/día) al suministrar 0,75% de harina de jengibre versus control por mayor aceptación sensorial, mientras que Fouegap et al. (2022) observaron incrementos de ingesta con 1% de polvo de jengibre más leguminosas en conejos, por volatilidad aromática que potencia el apetito a largo plazo.

Esta asimilación se debe a mayor digestibilidad de fibra y proteína en fases tardías donde el jengibre optimiza microbiota cecal vía cecotrofia como indican Tene & Mnb (2021), presentando una digestibilidad de proteína cruda del 94,92% en cuyes machos al incluir en su dieta harina de jengibre y Ali et al. (2024) en carneros suplementados con polvo de jengibre elevo la eficiencia ruminal reduciendo el pH patógeno favoreciendo la absorción de nutrientes acumulada la final del ensayo.

#### 5.4 Análisis de varianza de la variable ganancia de peso

**Tabla 10**

*ANOVA de la Ganancia de peso*

Fuente	GL	Semana 1				Semana 2				Semana 3				Semana 4			
		Cuadrados medios	F	Pr > F	p-values signification codes	Cuadrados medios	F	Pr > F	p-values signification codes	Cuadrados medios	F	Pr > F	p-values signification codes	Cuadrados medios	F	Pr > F	p-values signification codes
Modelo	3	3,250	1,902	0,208	ns	5,500	5,739	0,022	*	7,389	7,389	0,011	*	17,576	17,576	0,001	***
Total corregido	11																
Tratamiento	3	3,250	1,902	0,208	ns	5,500	5,739	0,022	*	7,389	7,389	0,011	*	17,576	17,576	0,001	***
Error	8	1,708				0,958				1,000				1,000			
Promedio (g)		74,08				107,83				129,67				141,46			
CV (%)		1,76				0,91				0,77				0,71			

Calculado contra el modelo  $Y=Media(Y)$

Signification codes: 0 < \*\*\* < 0.001 < \*\* < 0.01 < \* < 0.05 < ns < 0.1 < ns < 1

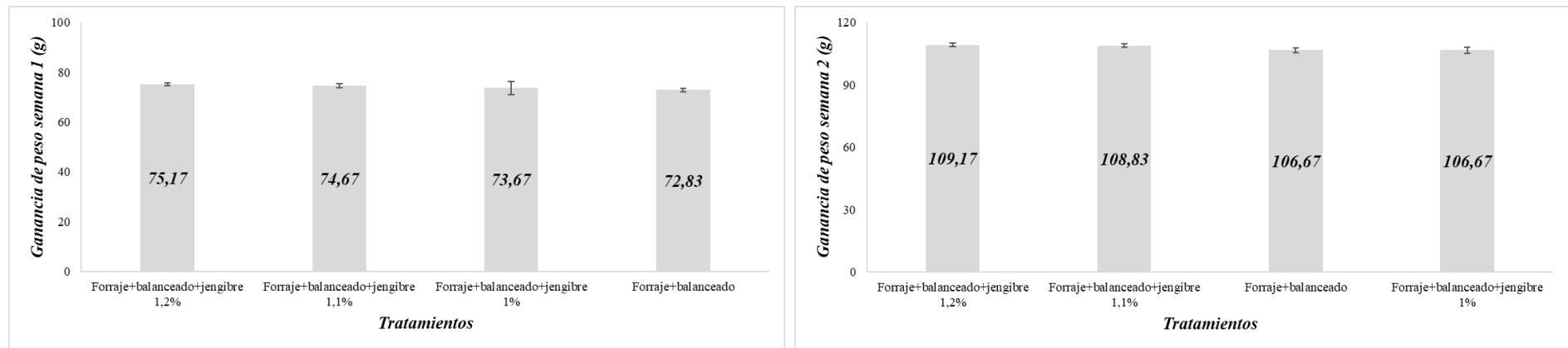
*Nota.* El análisis estadístico mostró diferencias significativas entre tratamientos en la semana 2, 3, 4 y no mostró diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en la semana 1.

Los resultados del análisis ANOVA indica diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos en la semana 2, 3 y 4, con un coeficiente de variación en la semana 1 de 1,76%, en la semana 2 de 0,91%, en la semana 3 de 0,77% y en la semana 4 de 0,71%, indicando una poca dispersión en los datos respecto del valor promedio.

### 5.5 Comparación múltiple de medias de la variable ganancia de peso en la semana 1, 2, 3 y 4 según tratamientos T1, T2, T3 y T4

#### Figura 4

Comparación de la ganancia de peso semana 1, 2 según tratamientos T1, T2, T3, T4

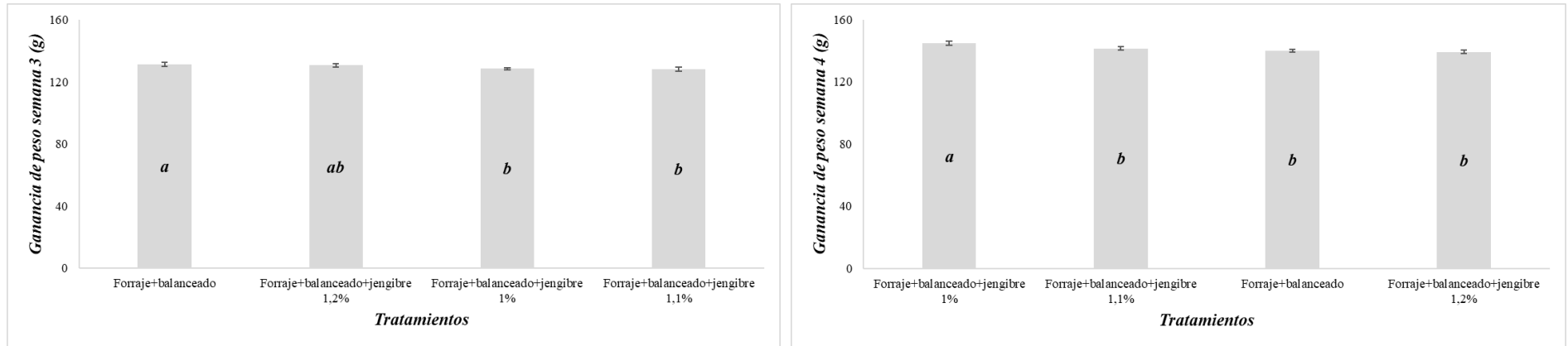


Nota. No hay diferencias significativas entre tratamientos en la semana 1 y 2.

La Figura 4 muestra buenos resultados sin diferencias significativas con respecto a la variable ganancia de peso en la semana 1 con 75,17 g y semana 2 con 109,17 g, obteniéndose los mejores resultados en el tratamiento T4 (forraje+ alimento balanceado+ harina de jengibre 1,2%) en estas semanas.

### Figura 5

Comparación de la ganancia de peso semana 1, 2, 3 y 4 según tratamientos T1, T2, T3, T4



Nota. Hay diferencias significativas entre tratamientos en la semana 3 y 4.

En la semana 3 el tratamiento con mayor ganancia de peso es el tratamiento T1 con 131,33 g, además, en la semana 4 fue mejor el tratamiento T2 con 144,83 g. Los tratamientos con mayor diferencia significativa fueron el tratamiento T1 (forraje + balanceado) en la semana 3 y el tratamiento T2 (forraje + alimento balanceado + harina de jengibre 1%) en la semana 4.

Aplicada la prueba Tukey al 5% en la Figura 5, se muestran diferencias significativas en la semana 3 y 4, con los siguientes resultados: En la semana 3, el tratamiento T1 (forraje + alimento balanceado), presenta una media de 131,33 g de ganancia de peso promedio por cuy, que ubica a este tratamiento en el rango A. T4 (forraje + balanceado + harina jengibre 1,2%), con una media de 130,67 g de ganancia de peso promedio por cuy se ubica en el rango AB. T2 (forraje+balanceado+harina jengibre 1%), con una media de 128,50 g y T2 (forraje+balanceado+harina jengibre 1,1%), con una media de 128,17 g de ganancia de peso promedio por cuy se ubican en el rango B. En la semana 4, T2 (forraje+alimento balanceado+harina de jengibre 1%), con una media de 144,83 g de ganancia de peso promedio por cuy se ubica en el rango A, como valor promedio de ganancia de peso más alto. T3 (forraje+alimento balanceado+harina de jengibre 1,1%), con una media de 141,50 g, el tratamiento T1 (forraje+alimento balanceado), con una media 140,17 g y T4 (forraje+balanceado+harina jengibre 1,2%), con una media de 139,33 g de ganancia de peso promedio por cuy se ubican en el rango B.

Los resultados para la variable ganancia de peso presentaron datos positivos al implementar dosis de 1,2 y 1,1% harina de jengibre en la dieta, similares a la ganancia de peso en animales bajo dietas con jengibre en investigaciones como la de Amber, Badawy, El-Sayd, Morsy, Hassan, Dawood (2021), demostraron mejoras en conejos que recibieron 7,5 g de polvo de jengibre/kg en la dieta basal durante la etapa de crecimiento y engorde los cuales obtuvieron pesos corporales finales más altos, mientras que Ademolue, Sanwo, Sobayo, Ayo-Ajasa, Okanlawon (2024), registraron pesos corporales finales de 2057 g en conejos suplementados con 3 g de mezcla de ajo-jengibre superior a controles, asimismo Kairalla, Aburas, Alshelmani (2022), reportaron ganancias de peso promedio 15% mayores en pollos de engorde con polvo de jengibre potenciando metabolismo lipídico y síntesis proteica lo cual respalda su uso en cuyes para fase de crecimiento intensivo.

El aumento de digestibilidad proporcionado por el jengibre permite que los animales extraigan más energía y nutrientes del mismo alimento, lo que se traduce en mayor ganancia de peso, los compuestos antibacterianos del jengibre reducen patógenos, favorecen bacterias beneficiosas, mejorando la fermentación intestinal y optimizando la eficiencia digestiva (Ali et al., 2024). Fisiológicamente los cuyes convierten los nutrientes de forrajes y balanceados a través de una digestión enzimática (estómago e intestinos) y fermentación cecal permitiendo un crecimiento eficiente del tejido muscular y óseo, obteniendo así la ganancia de peso corporal, la cual está relacionada con la alimentación ofrecida, finalidad productiva, sexo y raza, vale mencionar que los cuyes responden de manera eficiente al suministro alto de energía ya que de esta forma las ganancias de peso mejoran e incrementa la eficacia de utilización de los alimentos (Chauca de Zaldívar, 1997).

#### **5.6 Análisis de varianza de la variable conversión alimenticia (CA)**

En el análisis ANOVA de la conversión alimenticia en la semana 1 y 2 no muestra diferencias significativas entre tratamientos, mientras que en la semana 3 y 4 existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) reflejando una eficiencia alimenticia en estas semanas. El coeficiente de variación en la semana 1, 2, 3 y 4 (1,73%; 0,97%; 0,70%; 0,72%) indica una poca distribución en los datos con respecto del valor promedio.

**Tabla 11***ANOVA de la Conversión alimenticia*

Fuente	GL	Semana 1				Semana 2				Semana 3				Semana 4			
		Cuadrados medios	F	Pr > F	p-values signification codes	Cuadrados medios	F	Pr > F	p-values signification codes	Cuadrados medios	F	Pr > F	p-values signification codes	Cuadrados medios	F	Pr > F	p-values signification codes
Modelo	3	0,052	1,483	0,291	ns	0,023	2,886	0,103	ns	0,053	12,819	0,002	**	0,073	16,365	0,001	***
Total corregido	11																
Tratamiento	3	0,052	1,483	0,291	ns	0,023	2,886	0,103	ns	0,053	12,819	0,002	**	0,073	16,365	0,001	***
Error	8	0,035				0,008				0,004				0,004			
Promedio (g)		10,76				9,26				9,28				9,33			
CV (%)		1,73				0,97				0,70				0,72			

Calculado contra el modelo  $Y=Media(Y)$ 

Signification codes: 0 &lt; \*\*\* &lt; 0.001 &lt; \*\* &lt; 0.01 &lt; \* &lt; 0.05 &lt; ns &lt; 0.1 &lt; ns &lt; 1

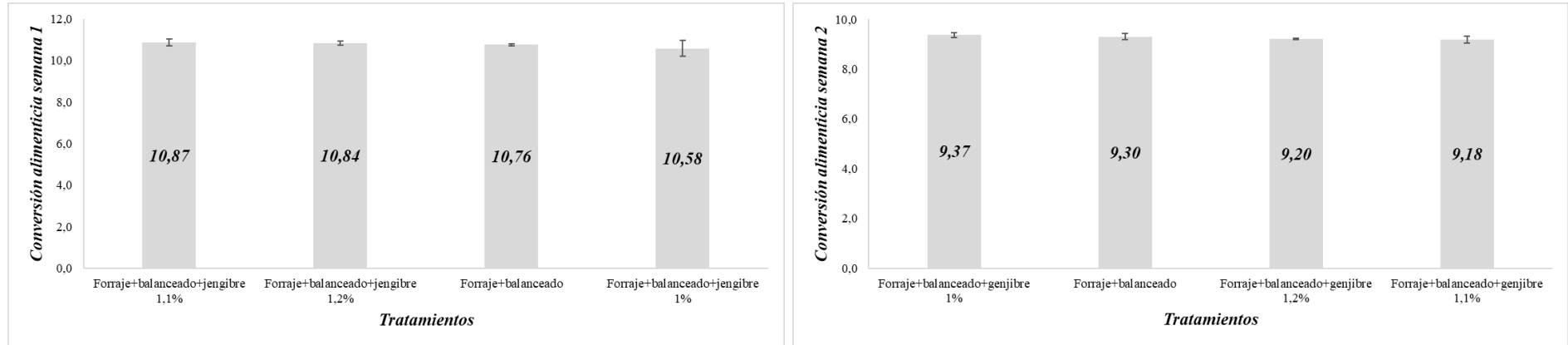
*Nota.* El análisis estadístico mostró diferencias significativas entre tratamientos en la semana 3, 4 y no mostró diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en la semana 1 y 2.

### 5.7 Comparación múltiple de medias de la variable conversión alimenticia (CA) en la semana 1, 2, 3 y 4 según tratamientos T1, T2, T3 y T4

La Figura 6, en la conversión alimenticia no existe diferencias significativas en la semana 1 siendo mejor el tratamiento T2 (forraje+ alimento balanceado+ harina de jengibre 1%), con 10,5 CA y en la semana 2 siendo mejor el tratamiento T3 (forraje + alimento balanceado+ harina jengibre 1,1%), con 9,18.

**Figura 6**

Comparación de la conversión alimenticia, semana 1, 2, 3 y 4 según tratamientos T1, T2, T3, T4

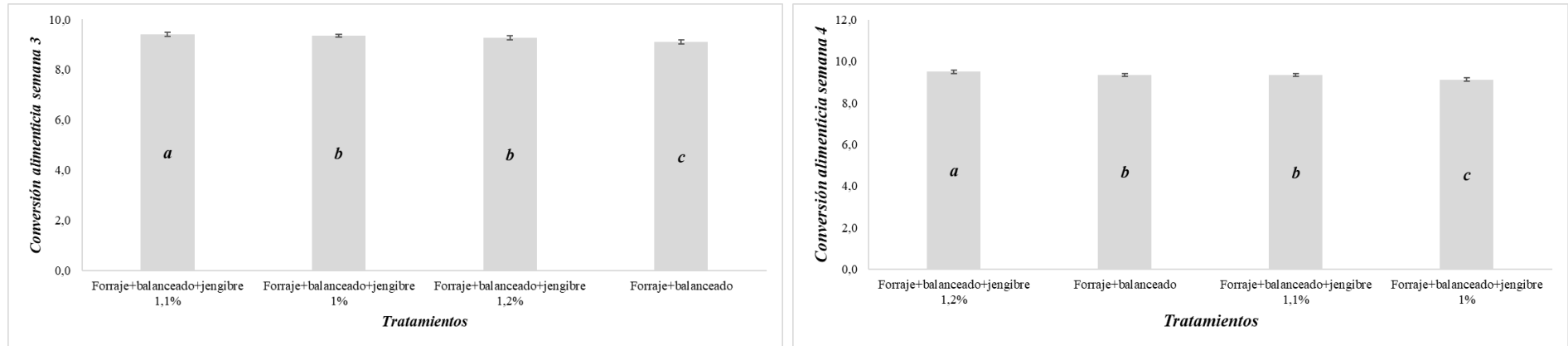


*Nota.* En la semana 1 y 2 no existe diferencias significativas entre tratamientos.

En la Figura 7, se muestra diferencias significativas en la semana 3 siendo mejor el tratamiento T1 (forraje + alimento balanceado), con una conversión alimenticia de 9,10 y en la semana 4 siendo mejor el tratamiento T2 (forraje + alimento balanceado + harina de jengibre 1%), con una conversión alimenticia de 9,13, indicando que los valores más bajos representan la mejor relación entre consumo de alimento y ganancia de peso, demostrando una eficiencia en el consumo de alimento y la obtención de una mayor ganancia de peso.

**Figura 7**

Comparación de la conversión alimenticia, semana 1, 2, 3 y 4 según tratamientos T1, T2, T3, T4



*Nota.* En la semana 3 y semana 4, muestran diferencias significativas entre tratamientos indicando CA altos por efecto del tratamiento T3 y T4.

En la Figura 7, una vez aplicada la prueba Tukey al 5%, se aprecia diferencias significativas en la semana 3 y 4, con los siguientes resultados:

En la semana 3, el tratamiento T3 (forraje + alimento balanceado + harina de jengibre 1,1%), con promedio de 9,41 para ICA se ubica en el rango A; los tratamientos T2 (forraje + alimento balanceado + harina jengibre 1%) y T4 (forraje + alimento balanceado +harina de jengibre 1,2%) comparten el rango de significancia B con los siguientes promedios: 9,34 y 9,26 respectivamente para CA. El tratamiento T1 (forraje + balanceado) se encuentra en rango C con un promedio de 9,10 siendo el mejor valor de CA.

En la semana 4, el tratamiento T4 (forraje + alimento balanceado + harina de jengibre 1,2%) con promedio de 9,50 para CA se ubica en el rango A, los tratamientos T1 (forraje + alimento balanceado), con promedio de 9,36 para CA y T3 (forraje + alimento balanceado + harina de jengibre 1,1%), con promedio de 9,34 para ICA se ubican en el rango B. En rango C se ubica el tratamiento T2 (forraje + alimento balanceado + harina de jengibre 1,1%) con promedio de 9,13 para CA, siendo el valor promedio de CA más bajo y mejor.

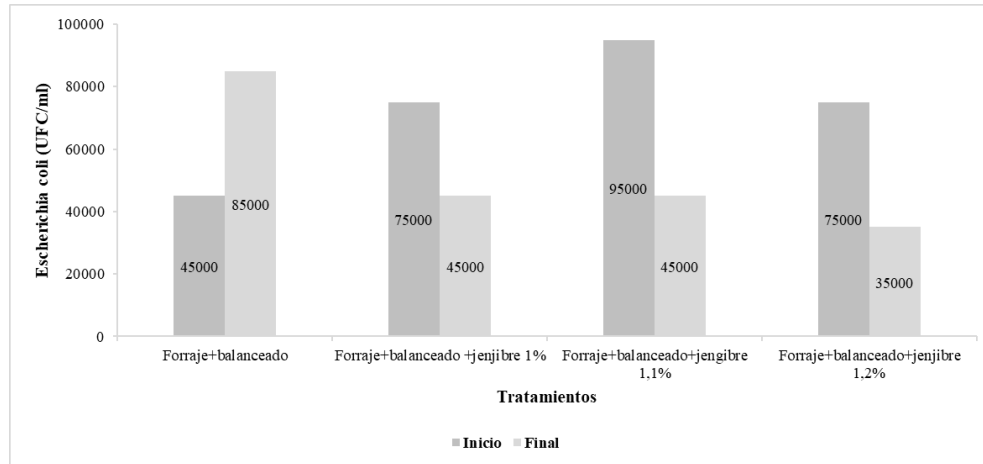
Los resultados muestran una conversión alimenticia elevada en las 4 semanas, especialmente en los tratamientos con las dosis más altas de harina de jengibre (T3, T4), coincidiendo con Mohamed, Alrubae, Jalil (2012) citado en Kairalla et al. (2022), en un estudio realizado en pollos de engorde mencionan que los compuestos activos (gingeroles, zingibereno y shogaoles) del jengibre pueden estimular las enzimas digestivas y la digestión del alimento, por lo cual, el índice de conversión alimenticia y el consumo de alimento podrían aumentar, al igual que Ademolue et al. (2024), confirmaron conversión alimenticia superiores en conejos al suplementar mezclas de jengibre y ajo.

Conversiones alimenticias altas representan mayor consumo de alimento, pero menos ganancia de peso y conversiones alimenticias bajas indican menor consumo de alimento y mayor ganancia de peso, mostrando mayor eficiencia alimenticia ya que los animales transforman menor cantidad de alimento consumido en mayor ganancia de peso corporal para producir carne.

## 5.8 Comparación del conteo bacteriano según tratamientos T1, T2, T3 y T4, al inicio y al final del experimento.

### Figura 8

Comparación del conteo bacteriano según tratamientos T1, T2, T3 y T4



*Nota.* Se observa las UFC/ml de *Escherichia coli* por cada tratamiento al inicio y final del experimento con una duración de 4 semanas.

En la Tabla 12 se observa que el tratamiento T1 (forraje + alimento balanceado) indica un aumento en la población de *E. coli* de 40000 UFC/ml es decir un 88,9% de UFC/ml perteneciente al tratamiento control. Se muestra disminución de la población bacteriana en los tratamientos que se incluye harina de jengibre, en el tratamiento T2 (forraje + alimento balanceado + harina de jengibre 1%) la población bacteriana disminuye 30000 UFC/ml, representando el 40% de UFC/ml de *E. coli*, los tratamientos más efectivos son el tratamiento T3 (forraje + alimento balanceado + harina de jengibre 1,1%) con una disminución de 5000 UFC/ml representando el 52,6% de UFC/ml y el T4 (forraje + alimento balanceado + harina de jengibre 1,2%) con una reducción de 40000 UFC/ml representando el 53,3% de UFC/ml de *Escherichia coli*.

**Tabla 12**

Comparación de UFC/ml de *E. coli* según tratamientos T1, T2, T3 y T4

Tratamientos	UFC/ml Inicial	UFC/ml Final	UFC/ml	% de reducción de UFC/ml
Forraje+balanceado	45000	85000	-40000	88,9
Forraje+balanceado +jenjibre 1%	75000	45000	30000	-40,0
Forraje+balanceado+jengibre 1,1%	95000	45000	50000	-52,6
Forraje+balanceado+jenjibre 1,2%	75000	35000	40000	-53,3

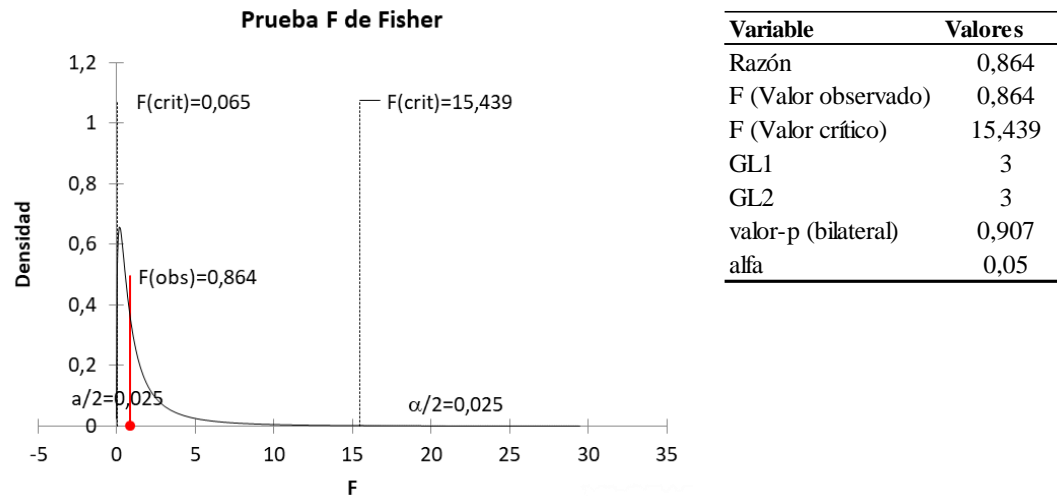
*Nota.* Se observa el porcentaje de UFC/ml de *E. coli* al inicio y final del experimento por cada tratamiento.

### 5.9 Prueba F de Fisher de la variable conteo bacteriano

En la Figura 9 se establecen dos hipótesis: H0: la razón entre las varianzas es igual a 1; Ha: la razón entre las varianzas es diferente de 1, tanto el valor observado  $F(\text{obs})=0,86$  que se encuentra dentro de la región de aceptación, al igual que el valor-p (0,90), indica que no hay diferencias significativas, estableciendo que las varianzas de la densidad bacteriana al inicio y al final del experimento son iguales, puesto que el valor-p calculado es mayor que el nivel de significación  $\alpha=0,05$ , no se puede rechazar la hipótesis nula (H0).

**Figura 9**

Gráfica de prueba F de Fisher del conteo bacteriano



*Nota.* Se observa la densidad de bacterias al inicio y al final del experimento.

La prueba F de Fisher confirma la homogeneidad de varianzas mostrando que el efecto de los tratamientos con harina de jengibre no generó una dispersión desigual en los datos de conteo bacteriano, respaldando la confiabilidad estadística de los resultados obtenidos.

Los resultados mencionados anteriormente indican que la suplementación con harina de jengibre al 1%, 1,1% y 1,2% en la dieta de cuyes reduce el número de UFC/ml de *Escherichia coli*, demostrando su efecto antibacteriano, concordando con estudios en conejos en etapa de crecimiento donde Elazab, Khalifah, Elokil, Elkomy, Rabie, Mansour, Morshedy (2022), demostraron disminución de *E. coli* en contenido ileal al

aplicar 0.5% de aceites esenciales de jengibre elevando lactobacilos beneficiosos, mientras que Dosu, Obanla, Zhang, Sang, Adetunji, Fahrenholz, Ferket, Nagabhushanam, Fasina (2023), reportaron en pollos broiler reducción significativa de *E. coli* en la concentración de microorganismos fecales y cecales ( $p < 0.05$ ) al suplementar con extracto de raíz de jengibre gracias a compuestos bioactivos como gingeroles que alteran la permeabilidad de membranas bacterianas, inhibiendo la *E. coli*, estimulando el crecimiento de bacterias beneficiosas y fortaleciendo el sistema inmunológico. Además, en un estudio realizado por Njobdi, Gambo, Ishaku (2018), validaron que el extracto seco de jengibre comparado con extracto acuoso de jengibre fresco y aceite de jengibre tuvo mejores resultados indicando una mayor actividad antimicrobiana, ante organismos de *E. coli* y *S. aureus*, siendo estos más susceptibles al extracto de jengibre seco, al presentar una amplia zona de inhibición ante ambos organismos, resultado más eficaz la concentración más alta de 40 mg/ml evaluada en la investigación mostrando un efecto activo sobre ambas bacterias, concordando con los resultados evaluados en el conteo bacteriano de la presente investigación.

El descenso de conteo de UFC/ml de *E. coli*, al final del experimento debido del suplemento, se debe a que los componentes activos del jengibre, especialmente gingeroles, shagoales y zingerona presentes en mayor proporción cuando el jengibre se encuentra en estado seco (Shaukat et al., 2023), actúan directamente sobre la bacteria teniendo un efecto antimicrobiano. Estos compuestos afectan su estructura interna provocando la liberación de componentes intracelulares al alterar la permeabilidad celular y dañar las paredes y membranas de las células de la bacteria (Wang et al., 2020).

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- La suplementación con harina de jengibre en la dieta de cuyes durante la etapa de crecimiento incremento significativamente la asimilación de alimento, especialmente en los tratamientos con mayores niveles de inclusión. El tratamiento T4 (forraje + alimento balanceado + harina de jengibre 1,2%) presentó los valores más altos de consumo a lo largo del periodo experimental pero peor CA. Además, se reportan CV muy bajos (0,07-1,73%) indicando que los datos son homogéneos, lo cual refuerza la confiabilidad
- La inclusión de harina de jengibre influyó positivamente en la ganancia de peso, observándose diferencias significativas a partir de la tercera y cuarta semana del ensayo. El tratamiento T2 (forraje + alimento balanceado + harina de jengibre 1%) alcanzó la mayor ganancia de peso en la última semana, lo que sugiere que dosis moderadas de jengibre optimizan el crecimiento corporal, mejorando la digestión y aprovechamiento de los nutrientes, debido al efecto modulador del jengibre sobre la salud intestinal.
- La conversión alimenticia mostro diferencias significativas en las semanas finales del experimento. El tratamiento T2 (forraje + alimento balanceado + harina de jengibre 1%) presentó los valores más bajos de índice de conversión alimenticia, lo que indica una mayor eficiencia en la transformación del alimento consumido en ganancia de peso siendo el mejor tratamiento con respecto al CA. En contraste, dosis más altas tendieron a incrementar el consumo sin mejorar proporcionalmente la eficiencia productiva.

- Finalmente, la suplementación con harina de jengibre generó una reducción del conteo bacteriano de *Escherichia coli* en comparación con el tratamiento control. Los tratamientos T3 (forraje + alimento balanceado + harina de jengibre 1,1%) y T4 (forraje + alimento balanceado + harina de jengibre 1,2%), correspondientes a los mayores niveles de inclusión del suplemento, fueron los más eficaces en la disminución de las UFC/ml de *E. coli*. Estos resultados confirman el efecto antimicrobiano del jengibre sobre la microbiota intestinal, contribuyendo al fortalecimiento de la respuesta inmunitaria del animal. Este efecto se atribuye a los componentes bioactivos del jengibre, principalmente gingeroles, shagoales y zingerona, que actúan directamente sobre la estructura celular de las bacterias, favoreciendo la salud intestinal y mejor desempeño de los parámetros productivos en los cuyes, lo que respalda su uso como alternativa natural al empleo de antibióticos.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda la inclusión del 1% de harina de jengibre como suplemento en la dieta de cuyes en etapa de crecimiento, ya que mostro el mejor equilibrio y relación entre consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia.
- Para objetivos sanitarios, como la reducción de carga bacteriana intestinal especialmente para bacterias patógenas como *E. coli*, *Salmonella* y *Clostridium*, se recomienda evaluar el uso de dosis entre 1,1 y 1,2% y mayores, considerando el costo-beneficio productivo.
- En futuras investigaciones, se evalué el conteo de UFC/ml para determinar la población de consorcios bacterianos al inicio y al final de la investigación, con la finalidad de evaluar la incidencia y prevalencia de los agentes patógenos.
- Realizar estudios a mayor duración, incluyendo las fases de recría y engorde, para evaluar el efecto acumulativo del jengibre sobre el rendimiento productivo y salud intestinal.
- Evaluar el uso de diferentes formas de presentación del jengibre (extractos, aceite, jengibre micronizado) con el fin de potenciar su efecto antimicrobiano y digestivo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ademolue, R. O., Sanwo, K. A., Sobayo, R. A., Ayo-Ajasa, O. Y., & Okanlawon, E. O. (2024). Effect of turmeric, garlic, ginger powder and their blends on growth performance and carcass yield of rabbits. *ADAN Journal of Agriculture*, 5(1). <https://doi.org/10.36108/ADANJA/4202.50.0171>
- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (Agrocalidad). (2024). *Instructivo INT/DA/09. Toma y envío de muestras en animales domésticos*.
- Ahmad, B., Rehman, M. U., Amin, I., Arif, A., Rasool, S., Bhat, S. A., Afzal, I., Hussain, I., Bilal, S., & Mir, M. U. R. (2015). A Review on Pharmacological Properties of Zingerone (4-(4-Hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-butanone). *The Scientific World Journal*, 2015(1), 816364. <https://doi.org/10.1155/2015/816364>
- Ahmed, S. H. H., Gonda, T., & Hunyadi, A. (2021). Medicinal chemistry inspired by ginger: exploring the chemical space around 6-gingerol. *RSC Advances*, 11(43), 26687. <https://doi.org/10.1039/d1ra04227k>
- Ali, M. E., Alsalamah, S. A., Al-Thubyani, S. A., Baazaoui, N., Ahmed, A. E., Nasser, M. E. A., & Nasr, H. A. (2024). Impact of ginger powder (*Zingiber officinale*) supplementation on the performance, biochemical parameters, antioxidant status, and rumen fermentation in Ossimi rams. *Veterinary World*, 17(7), 1619–1628. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2024.1619-1628>
- Amber, K., Badawy, N. A., El-Sayd, A. E. N. A., Morsy, W. A., Hassan, A. M., & Dawood, M. A. O. (2021). Ginger root powder enhanced the growth productivity, digestibility, and antioxidative capacity to cope with the impacts of heat stress in rabbits. *Journal of Thermal Biology*, 100, 103075. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.103075>
- Artica, L. (2020). *Producción Sostenible de Cuyes para la Agricultura Familiar*.
- Bellik, Y. (2014). Total antioxidant activity and antimicrobial potency of the essential oil and oleoresin of *Zingiber officinale* Roscoe. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 4(1), 40. [https://doi.org/10.1016/S2222-1808\(14\)60311-X](https://doi.org/10.1016/S2222-1808(14)60311-X)
- Bischoff-Kont, I., & Fürst, R. (2021). Benefits of Ginger and Its Constituent 6-Shogaol in Inhibiting Inflammatory Processes. *Pharmaceuticals 2021*, Vol. 14, Page 571, 14(6), 571. <https://doi.org/10.3390/ph14060571>
- Cardona Iglesias, J. L., Portillo López, P. A., Carlosama Ojeda, L. D., Vargas, J. de J., Avellaneda Avellaneda, Y., Burgos Paz, W. O., & Patiño Burbano, R. E. (2020). *Importancia de la alimentación en el sistema productivo del cuy*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7403329>
- Chauca de Zaldívar, Lilia. (1997). *Producción de cuyes (Cavia porcellus)*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

- Chauca Francia, L. J. (2007). Realidad y perspectiva de la crianza de cuyes en los países andinos. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 15(1).
- Chauca, L., & Muscari, J. (2018). *Curso Virtual Producción de Cuyes* (pp. 118–142). INIA. [https://pgc-aulavirtual.inia.gob.pe/pluginfile.php/643/mod\\_resource/content/1/MODULO-IIb.pdf](https://pgc-aulavirtual.inia.gob.pe/pluginfile.php/643/mod_resource/content/1/MODULO-IIb.pdf)
- Chicaiza Sánchez, L. A., Andrade Aulestia, P. M., Yáñez Bungacho, E. R., & Sánchez Ami, D. O. (2024). Guía para la Crianza de Cuyes a Partir de la Experiencia Rural. In *Guía para la Crianza de Cuyes a Partir de la Experiencia Rural*. <https://doi.org/10.62131/978-9942-7221-2-6>
- Chuquizuta, C., & Morales, S. (2017). Identificación de agentes bacterianos aislados de gazapos muertos de cuyes en una granja de crianza intensiva en Lima, Perú. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 18, 1–13. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63654640041.pdf>
- Clark, J. S. (2007). *Models for Ecological Data*. Princeton University Press. <https://doi.org/10.1515/9780691220123>
- Cochran, W. G. ., & Cox, G. M. . (1992). *Experimental designs*. Wiley.
- Cruz Rodríguez, Y. (2019). *Efecto del Jengibre (Zingiber officinale) como promotor de crecimiento en la alimentación de cuyes durante la etapa de crecimiento-engorde*. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/34461/TV-3202.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dosu, G., Obanla, T. O., Zhang, S., Sang, S., Adetunji, A. O., Fahrenholz, A. C., Ferket, P. R., Nagabhushanam, K., & Fasina, Y. O. (2023). Supplementation of ginger root extract into broiler chicken diet: effects on growth performance and immunocompetence. *Poultry Science*, 102(10), 102897. <https://doi.org/10.1016/J.PSJ.2023.102897>
- Elazab, M. A., Khalifah, A. M., Elokil, A. A., Elkomy, A. E., Rabie, M. M., Mansour, A. T., & Morshedy, S. A. (2022). Effect of Dietary Rosemary and Ginger Essential Oils on the Growth Performance, Feed Utilization, Meat Nutritive Value, Blood Biochemicals, and Redox Status of Growing NZW Rabbits. *Animals : An Open Access Journal from MDPI*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/ANI12030375>
- Environmental Systems Research Institute (Esri). (2026). *ArcGISPro [Software de sistema de información geográfica]*. <https://www.esri.com/en-us/home>
- Ersedo, T. L., Teka, T. A., Forsido, S. F., & Dessalegn, E. (2025). Effect of processing methods and Ethiopian ginger (*Zingiber officinale*) genotypes on antimicrobial properties against food pathogens and spoilage microorganisms. *Cogent Food and Agriculture*, 11(1), 2534427. <https://doi.org/10.1080/23311932.2025.2534427>
- Field, Andy. (2023). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (6th ed.). SAGE.
- Fouegap Jodel Ghandi, N., Emile, M., Dayan Agwah, E., Mama, M., Herve, T., Bertin Narcisse, V., & Florence Anyangwe Angaba, F. (2022). Effects of ginger powder (*Zingiber officinale*) associated with *desmodium intortum* and/or *stylosanthes guianensis*

- on in vivo digestibility and meat quality of rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *Annals of Experimental Biology*, 10(1), 13–21. [www.scholarsresearchlibrary.com](http://www.scholarsresearchlibrary.com)
- Garrido, H. P. (2018). *Utilización de zingiber officinale (Jengibre) como promotor de crecimiento en la alimentación de conejos de raza neozelandés en la etapa de crecimiento-engorde*. <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/8145>
- Huamán Alcantará, M. R., Killerby Campos, M., & Chauca Francia, L. J. (2019). Manual de Bioseguridad y Sanidad en Cuyes. In *Instituto Nacional de Innovación Agraria* (Number April). Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/936>
- Jodel Ghandi, N. F., Emile, M., Herve, T., Agwah, E. D., Cedric, Y., Mama, M., Narcisse, V. B., & Anyangwe Angaba, F. F. (2022). Effects of Ginger Meal (*Zingiber officinale*) Associated to *Desmodium intortum* and/or *Stylosanthes guianensis* on Growth Performances of Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in Cameroon. *Open Journal of Animal Sciences*, 12(04), 688–703. <https://doi.org/10.4236/ojas.2022.124047>
- Kairalla, M. A., Aburas, A. A., & Alshelmani, M. I. (2022). Effect of Diet Supplemented with Graded Levels of Ginger (*Zingiber officinale*) Powder on Growth Performance, Hematological Parameters, and Serum Lipids of Broiler Chickens. *Archives of Razi Institute*, 77(6), 2089. <https://doi.org/10.22092/ARI.2022.359958.2524>
- Kim, J. E., Park, K. H., Park, J., Kim, B. S., Kim, G. S., & Hwang, D. G. (2025). Immunomodulatory Potential of 6-Gingerol and 6-Shogaol in *Lactobacillus plantarum*-Fermented *Zingiber officinale* Extract on Murine Macrophages. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(5). <https://doi.org/10.3390/ijms26052159>
- Larijani, L., Shafiei, M., Pirbalouti, A. G., Ferdousi, A., & Chiani, M. (2024). Antibacterial and antibiofilm activities of zingerone and niosomal zingerone against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA)s. *Iranian Journal of Microbiology*, 16(3), 366–375. <https://doi.org/10.18502/ijm.v16i3.15794>
- Lumiverso. (2026). *XLSTAT statistical and data analysis solution*. <https://www.xlstat.com/es>
- Luo, L., Meng, X., Wang, S., Zhang, R., Guo, K., & Zhao, Z. (2024). Effects of dietary ginger (*Zingiber officinale*) polysaccharide on the growth, antioxidant, immunity response, intestinal microbiota, and disease resistance to *Aeromonas hydrophila* in crucian carp (*Carassius auratus*). *International Journal of Biological Macromolecules*, 275, 133711. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.133711>
- Lv, X., Zhang, M., Ji, K., Zhou, C., & Hua, J. (2025). Evaluation of ginger straw as a forage source for goats: Effects on performance, ruminal fermentation, meat quality and immunity. *Animal Nutrition*, 21, 1–10. <https://doi.org/10.1016/J.ANINU.2024.11.014>
- McDonald, P., Edwards, R. a, Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. a, Sinclair, L. a, & Wilkinson, R. G. (2011). *Animal nutrition 7th Edition*. In *Prentice Hall*.
- McMillan, J. H. ., & Schumacher, Sally. (2005). *Investigación educativa*. Pearson Educación.
- Montgomery, D. C. (2020). *Design and Analysis of Experiments*, 10th Edition, Wiley. In Wiley.

- Moullick, S., Bera, R., & Roy, D. N. (2025). Bactericidal action of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) extract against *Escherichia coli* through synergistic modulation of the AcrAB-TolC efflux pump and inhibition of peptidoglycan synthesis: In vitro and in silico approaches. *Microbial Pathogenesis*, 204, 107624. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2025.107624>
- Njobdi, S., Gambo, M., & Ishaku, G. A. (2018). Antibacterial Activity of *Zingiber officinale* on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 19(1), 1–8. <https://doi.org/10.9734/JABB/2018/43534>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2015). *Objetivos y metas de desarrollo sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2000). *Cría de cuyes. Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares: Manual de capacitación para trabajadores de campo en América Latina y el Caribe*. <https://www.fao.org/4/v5290s/v5290s00.htm>
- Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA). (2013). *Manual Terrestre. Capítulo: 1.1.2. Recogida, presentación y almacenamiento de muestras para el diagnóstico*.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2017). *Manual veterinario de toma y envío de muestras: manual técnico. Cooperación técnica MAPA/OPS/PANAFTOSA para el fortalecimiento de los programas de salud animal de Brasil*. OPS. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/34527>
- Osborne, J. W. (2002). *Notes on the Use of Data Transformation. Practical Assessment, Research & Evaluation* (Vol. 8, Number 6).
- Özkaya, S., Pigamov, F., Erbaş, S., Mutlucan, M., Arın, U. E., & Şanlı, E. R. (2024). The effect of ginger (*Zingiber officinale* L.) liquid extract on growth, immune response, antioxidant defence mechanism, and general health of Holstein calves. *Tropical Animal Health and Production*, 56(3). <https://doi.org/10.1007/s11250-024-03972-6>
- Reyes, F., Uvidia, H., & Enriquez, M. (2021). Análisis del manejo, producción y comercialización del cuy (*Cavia porcellus* L.) en Ecuador. *Dominio de Las Ciencias*, 7, 1004–1018. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i6.2377>
- Saico Bohorquez, C. (2023). *Efecto de la harina de jengibre como promotor de crecimiento en la etapa de recría en cuyes (Cavia aperea porcellus) tipo I, línea Perú en la Estación Experimental*. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/34461>
- Shaukat, M. N., Nazir, A., & Fallico, B. (2023). Ginger Bioactives: A Comprehensive Review of Health Benefits and Potential Food Applications. *Antioxidants*, 12(11), 2015. <https://doi.org/10.3390/antiox12112015>
- Shiva, S., Anjana, P., Navami, M. V., Sreedhar, K. M., Sreekanth, K. M., & Sivasubramanian, G. (2025). Bioactive potential enhancement of Ginger (*Zingiber officinale*) through ball-mill assisted micronization. *Food Chemistry Advances*, 7, 100970. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2025.100970>

- Steel, R. G. D. ., Torrie, J. H. ., & Dickey, D. A. . (1997). *Principles and procedures of statistics : a biometrical approach*. McGraw-Hill.
- Sukumaran, V., Park, S. C., & Giri, S. S. (2016). Role of dietary ginger *Zingiber officinale* in improving growth performances and immune functions of *Labeo rohita* fingerlings. *Fish & Shellfish Immunology*, *57*, 362–370. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2016.08.056>
- Sulieyman, A. M. E., Ibrahim, S. M., Alshammari, M., Abdulaziz, F., Idriss, H., Alanazi, N. A. H., Abdallah, E. M., Siddiqui, A. J., Shommo, S. A. M., Jamal, A., & Badraoui, R. (2024). *Zingiber officinale* Uncovered: Integrating Experimental and Computational Approaches to Antibacterial and Phytochemical Profiling. *Pharmaceuticals (Basel, Switzerland)*, *17*(11). <https://doi.org/10.3390/ph17111551>
- Tene, M. LA, & Mnb, N. (2021). Effects of ginger meal (*Zingiberofficinalis*) as food additive on the in vivo digestibility and feed intake of guinea pig (*CaviaporcellusL.*). *International Journal of Animal Science*, *7*(7), 415–422. [www.advancedscholarsjournals.org](http://www.advancedscholarsjournals.org)
- Toalombo Vargas, P. A., Vimos Abarca, C., Díaz Berrones, H., & Muñoz Chela, A. (2022). Promotores Naturales de Crecimiento en la Producción de Conejos. *RECIENA*, *2*(3), 20–28. <https://doi.org/10.47187/reciena.v2i3.23>
- Villarreal, N. (2013). *Evaluación de tres dietas alimenticias a base de llantén forrajero (Plantago lanceolata), maíz (Zea mays) y avena forrajera (Avena sativa), para la ganancia de peso en cuyes en etapa de crecimiento*. Universidad Politécnica Estatal del Carchi.
- Vivas, J., & Carballo, D. (2013). *Especies Alternativas: Manual de crianza de cobayos (Cavia porcellus)* (1ra ed.). Universidad Nacional Agraria (UNA).
- Wang, X., Shen, Y., Thakur, K., Han, J., Zhang, J. G., Hu, F., & Wei, Z. J. (2020). Antibacterial Activity and Mechanism of Ginger Essential Oil against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Molecules* *2020*, Vol. *25*, Page 3955, *25*(17), 3955. <https://doi.org/10.3390/molecules25173955>
- Yang, Z., Guo, Z., Yan, J., & Xie, J. (2024). Nutritional components, phytochemical compositions, biological properties, and potential food applications of ginger (*Zingiber officinale*): A comprehensive review. *Journal of Food Composition and Analysis*, *128*, 106057. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.106057>
- Yuandani, Jantan, I., Haque, M. A., Rohani, A. S., Nugraha, S. E., Salim, E., Septama, A. W., Juwita, N. A., Khairunnisa, N. A., Nasution, H. R., Utami, D. S., & Ibrahim, S. (2023). Immunomodulatory effects and mechanisms of the extracts and secondary compounds of *Zingiber* and *Alpinia* species: a review. *Frontiers in Pharmacology*, *14*, 1222195. <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1222195>

## ANEXOS



*Anexo 1: Limpieza y desinfección de las instalaciones*



*Anexo 2: Areteo de cuyes*



*Anexo 3: Selección de los animales*



*Anexo 4: Pesaje de los animales*



**Anexo 5:** Ubicación de los comederos, forrajeras y animales en cada una de las



**Anexo 7:** Ubicación de la mezcla del suplemento con el alimento balanceado en comederos



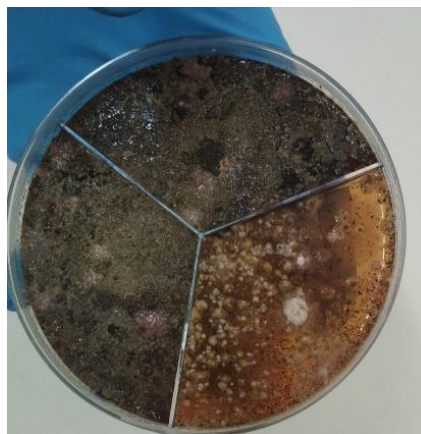
**Anexo 6:** Pesaje y mezcla del suplemento y alimento balanceado



**Anexo 9:** Toma de muestras de heces para conteo bacteriano




**Anexo 8:** Alimentación de los cuyes




**Anexo 10:** Cultivo microbiológico con agar MacConkey, agar Sangre para conteo bacteriano de *E. coli*

Tratamiento	Repetición	Ganancia peso Semana 1	Ganancia peso Semana 2	Ganancia peso Semana 3	Ganancia peso Semana 4	Consumo alimento Semana 1	Consumo alimento Semana 2	Consumo alimento Semana 3	Consumo alimento Semana 4	Conversión alimenticia Semana 1	Conversión alimenticia Semana 2	Conversión alimenticia Semana 3	Conversión alimenticia Semana 4
1	1	73,50	107,50	131,50	139,50	791,71	989,40	1193,74	1313,06	10,77	9,20	9,08	9,41
1	2	72,50	107,00	130,00	140,00	782,36	992,80	1193,20	1311,40	10,79	9,28	9,18	9,37
1	3	72,50	105,50	132,50	141,00	776,86	994,19	1198,74	1311,13	10,72	9,42	9,05	9,30
2	1	75,50	105,50	128,00	143,50	770,14	997,04	1189,54	1321,51	10,20	9,45	9,29	9,21
2	2	71,00	108,00	129,00	145,00	765,93	1002,69	1206,47	1321,54	10,79	9,28	9,35	9,11
2	3	74,50	106,50	128,50	146,00	800,86	998,96	1205,96	1321,84	10,75	9,38	9,38	9,05
3	1	75,50	108,00	128,50	141,00	807,86	1005,00	1208,21	1323,27	10,70	9,31	9,40	9,38
3	2	74,00	109,50	129,00	141,00	810,57	1001,80	1206,17	1321,80	10,95	9,15	9,35	9,37
3	3	74,50	109,00	127,00	142,50	816,00	991,16	1203,96	1321,26	10,95	9,09	9,48	9,27
4	1	75,50	110,00	129,50	139,00	823,00	1009,19	1210,20	1325,03	10,90	9,17	9,35	9,53
4	2	74,50	109,00	131,00	138,50	800,14	1005,16	1209,86	1323,14	10,74	9,22	9,24	9,55
4	3	75,50	108,50	131,50	140,50	822,29	999,83	1210,19	1324,53	10,89	9,22	9,20	9,43

*Anexo II: Datos de entrada de ganancia de peso (g), consumo de alimento (g) y conversión alimenticia de los animales*

	<b>ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA</b> <b>DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD</b> <b>LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACION EN ALIMENTOS</b> Panamericana Sur Km. 1. Cutuglagua Tifs. 2690691-3007134. Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340		<b>MC-LSAIA-2201</b> <b>Rev. 10</b>				
<b>INFORME DE ENSAYO N°: 26-0011</b>							
<b>**NOMBRE DEL PETICIONARIO:</b> Sr. RONNY IVÁN VILLARREAL BOLAÑOS		<b>**INSTITUCIÓN:</b> PARTICULAR					
<b>**DIRECCIÓN:</b> IBARRA / IMBABURA		<b>**ATENCIÓN:</b> Sr. RONNY IVÁN VILLARREAL BOLAÑOS					
<b>FECHA DE EMISIÓN:</b> 2026-02-06		<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b> 2026-01-29					
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> Del 29 de enero al 06 de febrero del 2026		<b>HORA DE RECEPCIÓN:</b> 8:30					
<b>ANÁLISIS SOLICITADOS:</b> Proximal.							
RESULTADO DE ANALISIS							
ANÁLISIS	**TIPO DE MUESTRA	CÓDIGO DE LA MUESTRA	MÉTODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD	
HUMEDAD	Alfalfa	26-0183	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	71,85	%	
CENIZAS Ω	Alfalfa	26-0183	MO-LSAIA-01.02	U. FLORIDA 1970	9,27	%	
EXTRACTO ETereo (EE) Ω	Alfalfa	26-0183	MO-LSAIA-01.03	U. FLORIDA 1970	3,37	%	
PROTEINA Ω	Alfalfa	26-0183	MO-LSAIA-01.04	U. FLORIDA 1970	27,35	%	
FIBRA Ω	Alfalfa	26-0183	MO-LSAIA-01.05	U. FLORIDA 1970	23,01	%	
ELEMENTOS LIBRES DE NITROGENO E.L.N.	Alfalfa	26-0183	MO-LSAIA-01.06	U. FLORIDA 1970	37,01	%	
<b>OBSERVACIONES:</b> Muestra entregada por el cliente. La toma de muestra no es responsabilidad del laboratorio, le corresponde al cliente. Los ensayos marcados con (Ω) se reportan en base seca. Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados solo están relacionados con la muestra sometida a ensayo que se detalla en este documento tal como se recibió. El laboratorio se responsabiliza de toda la información suministrada en el informe, excepto cuando la información la suministre el cliente. <b>NOTA DE DESCARGO:</b> Si el lector de este correo electrónico no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información. De igual manera, la información entregada por el cliente, generada durante las actividades del laboratorio e información contenida en éste informe es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por éste. los datos marcados con ** son suministrados por cliente, el laboratorio no se responsabiliza por esta información.							

RESPONSABLES DEL INFORME	
<b>Nombre</b>	Dr. Iván Samaniego. PhD.
<b>Cargo</b>	RESPONSABLE DNC
<b>Firma</b>	 <small>           FIRMADO DIGITALMENTE POR:            IVAN ROBERTO SAMANIEGO BOLAÑOS            LABORATORIO DE ANÁLISIS         </small>
<b>Fecha</b>	2026-02-06

*Anexo 12: Análisis bromatológico del forraje verde (1 kilo de alfalfa)*



CENTRO DE DIAGNÓSTICO CLÍNICO VETERINARIO  
"ANIMALAB CIA. LTDA."

Direc: Av. Pablo Guarderas y Nardos  
Telf / Cel: 0984 484 385 / 0997 060 045 • Mail: c.d.c.v.animalab@hotmail.com  
Machachi-Ecuador

CASO: A-1265-25  
CÓDIGO: MV14-009-25

INFORME DE RESULTADOS DEL ENSAYO

Código: R PG AB-19 01  
Revisión: 12  
Fecha de Aprobación: 2022 - 07 - 13

Fecha recepción de muestra: lunes, 01 de septiembre de 2025  
Fecha realización de ensayo: martes, 02 de septiembre de 2025  
Fecha finalización de ensayo: domingo, 07 de septiembre de 2025  
Fecha entrega de resultados: lunes, 08 de septiembre de 2025

\*\*PREDIO: CUYERA ANDINA      \*\*TELÉFONO:  
\*\*PROPIETARIO: RONNY VILLARREAL      \*\*DIRECCIÓN:  
\*\*RUC: 0400812921      \*\*E-MAIL:  
\*\*SOLICITANTE: RONNY VILLARREAL      RESPONSABLE: M.V.Z. Hernán Calderón  
\*\*ESPECIE: Roedor      TIPO DE MUESTRA: Heces  
N° DE MUESTRA: 4  
ENSAYO: Cultivo  
MÉTODO: Estria y Agotamiento  
MUESTRA TOMADA POR: Muestra proporcionada por el cliente  
OBSERVACIÓN: N/O

RESULTADOS

N°	**IDENTIFICACIÓN	**RAZA	**SEXO	**EDAD
1	T1	Tipo A1	M	20 días

N°	MICROORGANISMO AISLADO	UFC/mL
1	<i>Escherichia coli</i>	45.000

Estos resultados son válidos solo para la(s) muestra(s) analizada(s) y se prohíbe la reproducción parcial de este documento, sin la autorización de ANIMALAB CIA. LTDA.

o ANIMALAB CIA. LTDA informa que los resultados emitidos aplican a las muestras como se recibieron.

Dr. Hernán Calderón  
Médico Veterinario  
N° Reg. 10200683-04

M.V.Z. HERNÁN CALDERÓN  
DIRECTOR TÉCNICO "ANIMALAB CIA. LTDA."

RESULTADOS

N°	**IDENTIFICACIÓN	**RAZA	**SEXO	**EDAD
2	T2	Tipo A1	M	20 días

N°	MICROORGANISMO AISLADO	UFC/mL
1	<i>Escherichia coli</i>	75.000

Estos resultados son válidos solo para la(s) muestra(s) analizada(s) y se prohíbe la reproducción parcial de este documento, sin la autorización de ANIMALAB CIA. LTDA.

o ANIMALAB CIA. LTDA informa que los resultados emitidos aplican a las muestras como se recibieron.

Dr. Hernán Calderón  
Médico Veterinario  
N° Reg. 10200683-04

M.V.Z. HERNÁN CALDERÓN  
DIRECTOR TÉCNICO "ANIMALAB CIA. LTDA."

RESULTADOS

N°	**IDENTIFICACIÓN	**RAZA	**SEXO	**EDAD
3	T3	Tipo A1	M	20 días

N°	MICROORGANISMO AISLADO	UFC/mL
1	<i>Escherichia coli</i>	95.000

Estos resultados son válidos solo para la(s) muestra(s) analizada(s) y se prohíbe la reproducción parcial de este documento, sin la autorización de ANIMALAB CIA. LTDA.

o ANIMALAB CIA. LTDA informa que los resultados emitidos aplican a las muestras como se recibieron.

Dr. Hernán Calderón  
Médico Veterinario  
N° Reg. 10200683-04

M.V.Z. HERNÁN CALDERÓN  
DIRECTOR TÉCNICO "ANIMALAB CIA. LTDA."

RESULTADOS

N°	**IDENTIFICACIÓN	**RAZA	**SEXO	**EDAD
4	T4	Tipo A1	M	20 días

N°	MICROORGANISMO AISLADO	UFC/mL
1	<i>Escherichia coli</i>	75.000

Estos resultados son válidos solo para la(s) muestra(s) analizada(s) y se prohíbe la reproducción parcial de este documento, sin la autorización de ANIMALAB CIA. LTDA.

o ANIMALAB CIA. LTDA informa que los resultados emitidos aplican a las muestras como se recibieron.

Dr. Hernán Calderón  
Médico Veterinario  
N° Reg. 10200683-04

M.V.Z. HERNÁN CALDERÓN  
DIRECTOR TÉCNICO "ANIMALAB CIA. LTDA."

Anexo 13: Resultados del conteo bacteriano de *E. coli* de las muestras de heces al inicio del experimento

