



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

### **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“EVALUACIÓN DE UN FITOGÉNICO COMO ALTERNATIVA AL  
USO DE ANTIBIÓTICOS PARA MEJORAR LOS PARÁMETROS  
PRODUCTIVOS EN CUYES EN LA ETAPA DE POST-DESTETE”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Médico  
Veterinario

**Autor:**  
Herrera Galarza Jhon Israel

**Tutora:**  
Silva Deley Lucia Monserrath

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Marzo 2026**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Herrera Galarza Jhon Israel, con cédula de ciudadanía No. 0550095590, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE UN FITOGÉNICO COMO ALTERNATIVA AL USO DE ANTIBIÓTICOS PARA MEJORAR LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN CUYES EN LA ETAPA DE POST-DESTETE”**, siendo la Ingeniera. Silva Deley Lucia Monserrath, Mg. Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 03 de marzo del 2026

Jhon Israel Herrera Galarza

C.C: 0550095590

**ESTUDIANTE**

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **HERRERA GALARZA JHON ISRAEL**, identificado con cédula de ciudadanía **1754410254** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** – **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“EVALUACIÓN DE UN FITOGÉNICO COMO ALTERNATIVA AL USO DE ANTIBIÓTICOS PARA MEJORAR LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN CUYES EN LA ETAPA DE POST-DESTETE”** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: octubre 2020 - marzo 2021

Finalización de la carrera: octubre 2025 – marzo 2026

Tutora: Ingeniera. Silva Deley Lucia Monserrath, Mg.

Tema: **“EVALUACIÓN DE UN FITOGÉNICO COMO ALTERNATIVA AL USO DE ANTIBIÓTICOS PARA MEJORAR LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN CUYES EN LA ETAPA DE POST-DESTETE”**

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonio.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 03 días del mes de marzo del 2026.

Jhon Israel Herrera Galarza

**EL CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

**LA CESIONARIA**

## **AVAL DEL TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

**“EVALUACIÓN DE UN FITOGÉNICO COMO ALTERNATIVA AL USO DE ANTIBIÓTICOS PARA MEJORAR LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN CUYES EN LA ETAPA DE POST-DESTETE”**, de Herrera Galarza Jhon Israel, de la carrera de Medicina Veterinaria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 03 de marzo del 2026

Ing. Silva Deley Lucia Monserrath, Mg.

C.C: 0602933673

**DOCENTE TUTORA**

## **AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Herrera Galarza Jhon Israel, con el título del Proyecto de Investigación **“EVALUACIÓN DE UN FITOGÉNICO COMO ALTERNATIVA AL USO DE ANTIBIÓTICOS PARA MEJORAR LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN CUYES EN LA ETAPA DE POST-DESTETE”** “ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 30 de marzo del 2026

DMV. Edilberto Chacón Marcheco, PhD.

C.I: 1756985691

**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**

Dra. Blanca Mercedes Toro Molina, Mg.

C.C: 0501720999

**LECTOR 2 (MIEMBRO)**

Dra. Patricia Marcela Andrade Aulestia, Mg.

C.C: 0502237555

**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco profundamente a Dios por brindarme la oportunidad de vivir esta experiencia y por permitirme contar con mi padre, quien ha sido un pilar fundamental en toda mi formación académica. Su apoyo constante, junto al cariño de mis hermanas, constituye la base de mi vida.*

*No puedo dejar de mencionar a mis madres, quienes me han acompañado en esta travesía: mis abuelitas Olga, Zoila y Blanca, así como mis tías Pola y Norma, cuyo amor y guía han sido esenciales. También agradezco a aquella persona que, desde el cielo, vela por mí y me cuida en cada paso que doy.*

*Extiendo mi gratitud a mi tío Gustavo, ejemplo y referencia de cómo hacer las cosas bien, y a mis amigos, quienes han estado presentes en este camino, apoyándome en el desarrollo de este proyecto de investigación.*

*Con todo mi corazón, gracias a cada uno de ustedes por ser parte de esta etapa tan significativa de mi vida.*

***Jhon Israel Herrera Galarza***

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo, con todo mi amor y gratitud, a mi padre, quien ha sido mi guía, mi ejemplo y mi mayor apoyo en cada etapa de mi formación académica y personal. Su esfuerzo y dedicación han sido la base sobre la cual he construido este camino.*

*A mis hermanas, quienes con su cariño y compañía han llenado mi vida de fuerza y alegría, les entrego también este logro, porque cada paso que doy está inspirado en el amor que compartimos.*

*Este proyecto es tanto mío como suyo, pues sin ustedes no habría sido posible llegar hasta aquí.*

***Jhon Israel Herrera Galarza***

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO: “EVALUACIÓN DE UN FITOGÉNICO COMO ALTERNATIVA AL USO DE ANTIBIÓTICOS PARA MEJORAR LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN CUYES EN LA ETAPA DE POST-DESTETE”.**

**Autor:**

Herrera Galarza Jhon Israel

**RESUMEN**

La producción de cuyes (*Cavia porcellus*) en la etapa post-destete presenta diversas limitaciones relacionadas con el uso frecuente de antibióticos para el control de problemas digestivos y sanitarios, su aplicación rutinaria puede generar riesgos como la presencia de residuos en la carne, el desarrollo de resistencia antimicrobiana y un incremento en los costos de producción. Ante esta situación, resulta necesario evaluar alternativas naturales que permitan mantener un adecuado desempeño productivo sin comprometer la salud de los animales ni la inocuidad del producto final. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de un aditivo fitogénico como alternativa al uso de antibióticos sobre los parámetros productivos de cuyes post-destete manejados en un sistema intensivo en galpón. El estudio se llevó a cabo en la provincia de Cotopaxi, parroquia Juan Montalvo, barrio Santa Marianita, en la granja Cuy Andino, durante un periodo experimental de 49 días. Se utilizaron 90 cuyes machos post-destete, los cuales fueron distribuidos aleatoriamente en seis pozas, con 15 animales cada una. Estas pozas se asignaron a tres tratamientos: control (T0), fitogénico (T1) y antibiótico (T2), contando con dos repeticiones por tratamiento. La alimentación estuvo basada en forraje (maíz y alfalfa) complementado con balanceado. Durante el periodo experimental se registraron semanalmente el peso corporal, el consumo de alimento y la mortalidad. A partir de estos registros se calcularon la ganancia de peso, la ganancia diaria de peso, la conversión alimenticia y la mortalidad acumulada. Los datos obtenidos fueron organizados en hojas de registro y analizados mediante estadística y un análisis de varianza de una vía (ANOVA), considerando un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ . Los resultados evidenciaron que el tratamiento suplementado con fitogénico presentó parámetros productivos comparables a los tratamientos con antibiótico y control, destacándose por no registrar mortalidad durante todo el ensayo (0%). En contraste, el tratamiento con antibiótico presentó una mortalidad del 23,33%, mientras que el tratamiento control alcanzó un 13,33%. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en el peso final entre tratamientos ( $p > 0,05$ ), lo que indica que la sustitución del antibiótico por el fitogénico no afectó negativamente el crecimiento de los animales. En el análisis económico proyectado hasta alcanzar el peso comercial de 1.250 g, el tratamiento con fitogénico mostró la mayor rentabilidad, atribuida principalmente a la supervivencia total del lote, lo que se reflejó en un mejor indicador beneficio/costo en comparación con el uso del antibiótico tradicional. En conclusión, el uso de fitogénicos constituye una alternativa viable para reducir el empleo de antimicrobianos en cuyes post-destete, contribuyendo al desarrollo de sistemas productivos.

**Palabras clave:** Fitogénico, antibiótico, parámetros productivos, cuyes, post-destete.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES**

**THEME: “EVALUATION OF A PHYTOGENIC AS AN ALTERNATIVE TO THE USE OF ANTIBIOTICS TO IMPROVE PRODUCTION PARAMETERS IN GUINEA PIGS DURING THE POST-WEANING STAGE.”**

**Author:**  
Herrera Galarza Jhon Israel

**ABSTRACT**

The production of guinea pigs (*Cavia porcellus*) in the post-weaning stage presents various limitations related to the frequent use of antibiotics to control digestive and health problems. Although these products have been widely used to prevent disease, their routine application can generate risks such as the presence of residues in meat, the development of antimicrobial resistance, and an increase in production costs. Given this situation, it is necessary to evaluate natural alternatives that allow for adequate productive performance without compromising animal health or the safety of the final product. In this context, the objective of this research was to evaluate the effect of a phytogenic additive as an alternative to the use of antibiotics on the productive parameters of post-weaning guinea pigs managed in an intensive barn system. The study was carried out in the province of Cotopaxi, Juan Montalvo parish, Santa Marianita neighborhood, at the Cuy Andino farm, during an experimental period of 49 days. Ninety post-weaning male guinea pigs were used, which were randomly distributed into six pools, with 15 animals each. These pools were assigned to three treatments: control (T0), phytogenic (T1), and antibiotic (T2), with two replicates per treatment. The diet was based on forage (corn and alfalfa) supplemented with feed. During the experimental period, body weight, feed intake, and mortality were recorded weekly. From these records, weight gain, daily weight gain, feed conversion, and cumulative mortality were calculated. The data obtained were organized in spreadsheets and analyzed using statistics and one-way analysis of variance (ANOVA), considering a significance level of  $\alpha = 0.05$ . The results showed that the treatment supplemented with phytogenic had production parameters comparable to the antibiotic and control treatments, standing out for having no mortality throughout the trial (0%). In contrast, the antibiotic treatment had a mortality rate of 23.33%, while the control treatment reached 13.33%. No statistically significant differences in final weight were observed between treatments ( $p > 0.05$ ), indicating that replacing the antibiotic with the phytogenic did not negatively affect the animals' growth. In the economic analysis projected to reach a commercial weight of 1,250 g, treatment with phytogenics showed the highest profitability, mainly attributed to the total survival of the batch, which was reflected in a better benefit/cost indicator compared to the use of traditional antibiotics. In conclusion, the use of phytogenics is a viable alternative for reducing the use of antimicrobials in post-weaning guinea pigs, contributing to the development of more sustainable production systems.

**Keywords:** Phytogenic additive, antibiotic, productive parameters, guinea pigs, post-weaning.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	3
Beneficiarios Directos .....	3
Beneficiarios Indirectos .....	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
5. OBJETIVOS .....	5
5.1 General.....	5
5.2 Específicos.....	5
6 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TEÓRICA.....	7
7.1 Generalidades del cuy.....	7
7.2 Alimentación del cuy.....	8
7.3 Sistemas de alimentación.....	9
7.3.1 Alimentación forrajera.....	9
7.3.2 Alimentación mixta .....	10
7.3.3 Alimentación a base de balanceado peletizado .....	10
7.4 Estrategias alimenticias .....	11
7.4.1 Fitogénicos .....	11
7.4.2 Fitogénico a base de Citrus aurantium .....	12
7.6.1.2 Principio activo del fitogénico (Sepiolita).....	12

7.4.3	Antibióticos en alimentación animal .....	13
7.4.4	Sulfamidas .....	13
7.5	Manejo del cuy en post-destete .....	14
7.6	Parámetros productivos .....	14
7.6.1	Ganancia de peso .....	15
7.6.2	Ganancia diaria de peso .....	15
7.6.3	Conversión alimenticia .....	15
7.6.4	Consumo de alimento .....	16
7.6.5	Mortalidad .....	16
7.6.6	Factores que influyen en los parámetros productivos .....	16
7.6.6.1	Edad .....	16
7.6.6.2	Sexo .....	17
7.6.6.3	Raza o línea genética .....	17
7.7	Principales enfermedades .....	17
7.7.1	Colibacilosis ( <i>Escherichia coli</i> ) .....	17
7.7.2	Salmonelosis ( <i>Salmonella spp.</i> ) .....	17
7.7.3	Coccidiosis .....	18
7.8	Ambiente en la producción de cuyes .....	18
8.	VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS .....	18
9.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	19
9.1	Ubicación .....	19
9.2	Tipo de estudio .....	20
9.3	Métodos de investigación .....	20
9.3.1	Método experimental .....	20
9.3.2	Método de observación directa .....	20
9.4	Duración de la investigación .....	20
9.6	Tratamiento experimental .....	21
9.7	Diseño experimental .....	21
9.7	Manejo y alimentación de los animales .....	21
9.8	Desarrollo experimental .....	23
9.9	Registro y procesamiento de datos .....	24
9.10	Cálculo de parámetros productivos .....	24
9.11	Análisis estadístico .....	25
9.12	Análisis económico .....	26

10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	27
10.1	Composición nutricional del balanceado base .....	27
10.2	Parámetros productivos en cuyes post-destete: peso vivo, consumo de alimento, conversión alimenticia y tasa de mortalidad.....	28
10.2.1	Peso vivo .....	28
10.2.2	Ganancia de peso .....	30
10.2.3	Consumo de alimento .....	32
10.2.4	Conversión alimenticia (CA).....	34
10.2.5	Mortalidad .....	35
10.12	Estimación del beneficio-costo del uso de fitogénico ( <i>Citrus aurantium</i> ) en comparación con antibiótico y control, proyectado hasta peso comercial .....	37
10.3.1	Ingresos proyectados .....	37
10.3.2	Costos de producción proyectados .....	38
10.3.3	Utilidad proyectada.....	39
11.	IMPACTOS .....	40
11.1	Impacto científico y académico .....	40
11.2	Impacto social.....	41
11.3	Impacto ambiental .....	41
12.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	42
12.1	Conclusiones.....	42
12.2	Recomendaciones .....	42
13.	BIBLIOGRAFÍAS.....	44

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Actividades y sistemas de tareas de los objetivos específicos. ....	6
<b>Tabla 2</b> Tratamientos evaluados en cuyes post-destete. ....	21
<b>Tabla 3.</b> Esquema del diseño experimental (DCA) .....	21
<b>Tabla 4.</b> Composición bromatológica del balanceado base utilizado en cuyes post-destete...	27
<b>Tabla 5.</b> Peso vivo promedio (g) semanal de cuyes post-destete .....	29
<b>Tabla 6.</b> Ganancia de peso semanal y acumulada (g) en cuyes post-destete.....	31
<b>Tabla 7.</b> Consumo total y promedio de alimento por tratamiento durante el periodo experimental. ....	32
<b>Tabla 8 .</b> Consumo promedio semanal de balanceado por tratamiento (g). ....	33
<b>Tabla 9.</b> Conversión alimenticia (CA) en cuyes post-destete suplementados .....	34
<b>Tabla 10.</b> Mortalidad (%) en cuyes post-destete suplementados.....	36
<b>Tabla 11.</b> Ingresos proyectados hasta 1.250 g en cuyes suplementados. ....	37
<b>Tabla 12.</b> Costos de producción proyectados hasta 1.250 g en cuyes suplementados. ....	38
<b>Tabla 13.</b> Utilidad proyectada hasta 1.250 g en cuyes suplementados.....	40

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del proyecto:**

Evaluación de un fitogénico como alternativa al uso de antibiótico para mejorar los parámetros productivos en cuyes en la etapa de post-destete.

**Fecha de inicio:** Noviembre del 2025

**Fecha de finalización:** Marzo del 2026

**Lugar de ejecución:** Latacunga – Cotopaxi

**Facultad que auspicia:** Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que auspicia:** Medicina Veterinaria

### **Equipo de trabajo:**

Jhon Israel Herrera Galarza (Anexo 1)

Ing. Silva Deley Lucia Monserrath, Mg (Anexo 2)

**Área del conocimiento:** Agricultura, silvicultura, pesca y veterinaria

**Sub área:** Veterinaria

### **Línea de Investigación:**

Análisis, conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales.

**Sub línea de investigación:** Biodiversidad, mejora y conservación de recursos zoogenéticos

## 2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La producción de cuyes (*Cavia porcellus*) constituye una actividad pecuaria de gran importancia económica, social y alimentaria en la región andina del Ecuador, donde representa una fuente relevante de proteína animal y un medio de subsistencia para pequeños y medianos productores rurales (1). Sin embargo, la etapa de post-destete es considerada una de las fases más críticas del sistema productivo, debido al estrés fisiológico generado por la separación materna, el cambio abrupto de dieta y la inmadurez del sistema digestivo, factores que afectan negativamente la ganancia de peso, la conversión alimenticia y la supervivencia de los animales (2).

En los sistemas intensivos de engorde en galpón, donde los cuyes son manejados en pozas y alimentados con balanceado a disposición, estas condiciones pueden incrementar la incidencia de trastornos digestivos y elevar la mortalidad, generando pérdidas productivas y económicas significativas (5). Para reducir estos efectos, es práctica común el uso de antibióticos y sulfamidas como promotores del crecimiento y agentes preventivos de enfermedades entéricas en la producción de cuyes (6).

No obstante, el uso continuo e indiscriminado de antibióticos en la producción animal ha sido ampliamente cuestionado debido a su relación con el desarrollo de resistencia antimicrobiana, la presencia de residuos farmacológicos en productos de origen animal y el rechazo de canales en los centros de faenamiento, lo cual representa un riesgo para la salud pública y ha motivado la implementación de regulaciones sanitarias cada vez más estrictas a nivel mundial (7). Organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud y la Organización Mundial de Sanidad Animal han enfatizado la necesidad de reducir el uso de antimicrobianos en la producción pecuaria, promoviendo alternativas no antibióticas (8).

En este contexto, la producción animal moderna ha orientado sus esfuerzos hacia la búsqueda de alternativas naturales que permitan mantener la eficiencia productiva sin comprometer la salud animal ni la inocuidad alimentaria. Entre estas alternativas se encuentran los aditivos fitogénicos, compuestos de origen vegetal que contienen principios activos capaces de mejorar la digestión, modular la microbiota intestinal y favorecer el desempeño productivo en diversas especies de engorde (10).

Diversos estudios han demostrado que el uso de fitogénicos puede mejorar la ganancia de peso y la conversión alimenticia, además de reducir la incidencia de trastornos digestivos en sistemas intensivos, obteniendo resultados productivos comparables a los logrados con antibióticos (11).

Sin embargo, en la producción de cuyes existe limitada información científica generada bajo condiciones de engorde en galpón que evalúe el efecto de los fitogénicos durante la etapa post-destete, lo que limita su adopción por parte de los productores.

Por lo tanto, la presente investigación se justifica por la necesidad de generar información científica confiable que permita evaluar el efecto de un fitogénico como alternativa al uso de antibióticos sobre los parámetros productivos en cuyes post-destete manejados en sistema intensivo en galpón, contribuyendo a la optimización de los sistemas de producción, a la reducción del uso de antimicrobianos y al fortalecimiento de una producción cuyícola más sostenible e inocua.

La falta de estudios locales que analicen el impacto de los fitogénicos sobre parámetros productivos como ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad y comportamiento limita su adopción por parte de los productores cuyícolas. Por ello, se plantea la necesidad de realizar la presente investigación, con el fin de evaluar el efecto de un fitogénico como alternativa al uso de antibióticos en cuyes post-destete manejados en sistema intensivo en galpón, generando información científica que contribuya a optimizar los sistemas de engorde y reducir el uso de antimicrobianos en la producción de cuyes.

### **3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

#### **Beneficiarios Directos**

Los beneficiarios directos de la presente investigación son, en primer lugar, la granja Cuy Andino, donde se llevó a cabo el estudio, ya que podrá aplicar los resultados obtenidos para optimizar sus sistemas de producción. Asimismo, los productores cuyícolas locales y regionales se verán favorecidos al contar con información práctica y científica que les permita mejorar la eficiencia de sus explotaciones y reducir el uso de antibióticos.

#### **Beneficiarios Indirectos**

De manera indirecta, se beneficiarán los estudiantes y profesionales de Medicina Veterinaria y Zootecnia, quienes dispondrán de información científica actualizada sobre el uso de fitogénicos en la producción de cuyes. También se beneficiará la comunidad consumidora, al acceder a productos más inocuos y provenientes de sistemas productivos sostenibles.

### **4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

La producción de cuyes (*Cavia porcellus*) en el Ecuador constituye una actividad pecuaria de

importancia económica y social, especialmente en sistemas de producción intensivos y semi-intensivos. Sin embargo, uno de los principales factores que limita su eficiencia productiva es la alta mortalidad registrada durante la etapa de post-destete, considerada una de las fases más críticas del ciclo productivo. En esta etapa, los animales experimentan un marcado estrés fisiológico asociado a la separación materna, al cambio abrupto de dieta y a la adaptación al confinamiento, lo que compromete el desarrollo del sistema digestivo y la estabilidad de la microbiota intestinal, incrementando la susceptibilidad a enfermedades entéricas (12).

Diversos estudios realizados en el país señalan que las enfermedades digestivas e infecciosas representan una de las principales causas de mortalidad en cuyes, especialmente en animales jóvenes manejados bajo condiciones intensivas. Entre los agentes bacterianos de mayor importancia sanitaria se encuentran *Salmonella* spp. y *Escherichia coli*, las cuales han sido identificadas como patógenos frecuentes en explotaciones cuyícolas ecuatorianas, asociados a cuadros de diarrea, deshidratación, retraso en el crecimiento y mortalidad elevada (13). Asimismo, la coccidiosis es considerada una parasitosis relevante en la producción de cuyes, particularmente en sistemas donde el manejo sanitario y la higiene son deficientes, generando alteraciones intestinales severas que afectan el desempeño productivo y la supervivencia de los animales (14).

Frente a esta problemática sanitaria, el uso rutinario de antibióticos y sulfamidas en la alimentación, tanto con fines terapéuticos como preventivos, se ha convertido en una práctica común en la producción de cuyes en el Ecuador. En particular, las sulfamidas incorporadas al balanceado son empleadas para el control de infecciones bacterianas y parasitarias del tracto digestivo, con el objetivo de reducir la mortalidad y mejorar los parámetros productivos (15). No obstante, el uso prolongado y, en muchos casos, empírico de estos antimicrobianos ha generado creciente preocupación debido a su asociación con la resistencia antimicrobiana, la presencia de residuos farmacológicos en la carne y el rechazo de canales en los centros de faenamiento, además de representar un riesgo potencial para la salud pública (16).

En este contexto, organismos internacionales y tendencias actuales en producción animal promueven la reducción del uso de antibióticos como promotores del crecimiento, impulsando la búsqueda de alternativas naturales y sostenibles que permitan mantener la productividad sin comprometer la sanidad ni la inocuidad de los alimentos (17). Dentro de estas alternativas, los aditivos fitogénicos, elaborados a partir de extractos vegetales y compuestos bioactivos naturales, han demostrado efectos antimicrobianos, moduladores de la microbiota intestinal y

mejoradores del desempeño productivo en diversas especies de interés zootécnico (18).

A pesar de los resultados favorables reportados en otras especies, la información científica disponible sobre el uso de fitogénicos en cuyes durante la etapa de post-destete en el Ecuador es limitada, especialmente bajo condiciones de engorde intensivo en galpón. Esta falta de evidencia local dificulta la adopción técnica de estos aditivos como reemplazo efectivo de antibióticos y sulfamidas en la alimentación cuyícola, lo que evidencia la necesidad de generar información científica que permita evaluar su impacto sobre la mortalidad, el desempeño productivo y la rentabilidad del sistema productivo (19).

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 General**

Evaluación del fitogénico naranja agria (*Citrus aurantium*) como alternativa al uso de antibióticos en cuyes durante la etapa de post-destete, considerando parámetros productivos y económicos en sistemas intensivos de engorde.

### **5.2 Específicos**

- Caracterizar bromatológicamente el balanceado utilizado como dieta base en la investigación, con el fin de establecer su composición nutricional y servir como referencia para la evaluación de los tratamientos con inclusión de antibiótico y fitogénico.
- Analizar los parámetros productivos en cuyes post-destete alimentados con balanceado suplementado con sulfamidas, con el aditivo fitogénico elaborado con naranja agria (*Citrus aurantium*) y sin aditivos, evaluando peso vivo, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad.
- Estimación del beneficio–costo de la suplementación con el aditivo fitogénico naranja agria (*Citrus aurantium*) en comparación con el uso de sulfamidas y el control sin aditivos, proyectado hasta alcanzar el peso comercial.

## 6 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 1** Actividades y sistemas de tareas de los objetivos específicos.

<b>OBJETIVOS</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACIÓN</b>
Caracterizar bromatológicamente el balanceado utilizado como dieta base en la investigación, con el fin de establecer su composición nutricional y servir como referencia para la evaluación de los tratamientos con inclusión de antibiótico y fitogénico	Formulación del balanceado utilizado en los tres tratamientos. Toma de muestra representativa del balanceado control (sin aditivos). Realización del análisis bromatológico proximal del balanceado base	Determinación de la composición nutricional del balanceado base. Confirmación de que la formulación del alimento fue la misma en todos los tratamientos variando únicamente la inclusión del aditivo	Informe de análisis bromatológico.
Análisis de los parámetros productivos en cuyes post destete alimentados con balanceado suplementado con sulfamidas con el aditivo fitogénico elaborado con naranja agria ( <i>Citrus aurantium</i> ) y sin aditivos evaluando peso vivo consumo de alimento conversión alimenticia y mortalidad	Distribución aleatoria de 90 cuyes post destete en tres tratamientos con dos repeticiones. Registro semanal del peso vivo individual. Registro del consumo de balanceado y forraje. Cálculo de ganancia de peso ganancia diaria y conversión alimenticia. Registro diario de mortalidad. Análisis estadístico mediante ANOVA	Ausencia de diferencias estadísticas significativas en peso final entre tratamientos $p$ mayor a 0.05. Mortalidad nula en el tratamiento con fitogénico. Mayor mortalidad en el tratamiento con antibiótico. Parámetros productivos del fitogénico comparables al antibiótico y al control	Registros de las variables analizadas en la presente investigación de alimento. Tablas de ganancia de peso conversión alimenticia y mortalidad. Resultados del análisis estadístico

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
Estimación del beneficio costo de la suplementación con el aditivo fitogénico naranja agria ( <i>Citrus aurantium</i> ) en comparación con el uso de sulfamidas y el control sin aditivos proyectado hasta alcanzar el peso comercial.	Registro de costos alimentación aditivos tratamiento Cálculo de ingresos por venta de cuyes vivos Análisis económico beneficio costo por tratamiento	de El tratamiento con fitogénico presentó el mejor indicador beneficio costo• Mayor rentabilidad del fitogénico asociada a la ausencia de mortalidad Viabilidad económica del uso del fitogénico como alternativa al antibiótico	Tabla de costos producción

## 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TEÓRICA

### 7.1 Generalidades del cuy

El cuy (*Cavia porcellus*) es una especie doméstica originaria de la región andina de Sudamérica, criada desde épocas prehispánicas como fuente de alimento y parte de la tradición productiva de las comunidades rurales. Su domesticación temprana permitió que se incorpore a los sistemas familiares de crianza debido a su tamaño reducido, facilidad de manejo y rápida reproducción. Estas características lo han convertido en un recurso pecuario importante en la economía rural andina (20).

En la actualidad, la producción de cuyes ha evolucionado desde sistemas de traspatio hacia modelos semi-intensivos e intensivos, impulsados por la creciente demanda de su carne. Este proceso de tecnificación busca mejorar la eficiencia productiva y garantizar una oferta constante al mercado. Por ello, el cuy es considerado una alternativa viable para pequeños y medianos productores que buscan sistemas de producción de ciclo corto (21).

Desde el punto de vista biológico, el cuy es un herbívoro monogástrico fermentador de intestino posterior. Posee un ciego desarrollado donde se lleva a cabo la fermentación microbiana de la fibra, lo que le permite aprovechar forrajes y materiales fibrosos en la dieta. Sin embargo, este sistema digestivo requiere un equilibrio adecuado entre fibra y energía para mantener su funcionamiento normal (22).

Una particularidad metabólica del cuy es su incapacidad para sintetizar vitamina C, por lo que depende completamente de su suministro en la dieta. La carencia de esta vitamina puede provocar alteraciones articulares, debilidad general y mayor susceptibilidad a enfermedades. Por esta razón, su aporte dietario es considerado un requisito nutricional indispensable (23).

La etapa post-destete representa un momento crítico en la vida productiva del cuy, ya que implica la transición de la leche materna hacia el consumo exclusivo de alimento sólido. Durante esta fase, el sistema digestivo aún se encuentra en adaptación, lo que incrementa el riesgo de trastornos digestivos y afecta el crecimiento si no existe un manejo nutricional adecuado (24).

## **7.2 Alimentación del cuy**

La alimentación constituye uno de los factores más determinantes en el desempeño productivo del cuy, ya que influye directamente en su crecimiento, salud digestiva y eficiencia de conversión alimenticia. Una nutrición adecuada permite que el animal exprese su potencial productivo, mientras que dietas mal formuladas pueden generar retraso en el crecimiento y mayor susceptibilidad a enfermedades digestivas. Por ello, la alimentación se considera un pilar fundamental en los sistemas de crianza tecnificados (25).

Los requerimientos nutricionales del cuy incluyen energía, proteína, fibra, minerales y vitaminas, los cuales deben suministrarse en proporciones adecuadas según la etapa fisiológica. Durante el post-destete, estos requerimientos son más exigentes debido a la rápida fase de crecimiento y a la adaptación digestiva del animal a dietas sólidas. Un desbalance nutricional en esta etapa puede afectar el desarrollo y la estabilidad sanitaria (26).

Además de cubrir requerimientos básicos, la alimentación del cuy debe orientarse a mantener un equilibrio digestivo adecuado. El aporte de fibra cumple un papel importante en la fermentación cecal, mientras que la energía y proteína sostienen el crecimiento corporal. Cuando existe armonía entre estos componentes, se favorece un mejor aprovechamiento del alimento y una respuesta productiva más estable (27).

La calidad del alimento suministrado también influye en la aceptación y consumo voluntario. Dietas palatables y frescas estimulan el consumo, lo que repercute positivamente en la ganancia de peso. Por el contrario, alimentos deteriorados o mal conservados pueden reducir el consumo y predisponer a trastornos digestivos (28).

En sistemas de producción intensiva, la planificación de la alimentación busca asegurar uniformidad en el crecimiento del lote. Esto implica controlar la cantidad suministrada, la

frecuencia de alimentación y la calidad nutricional del balanceado. Una correcta planificación alimenticia permite reducir variaciones productivas entre animales del mismo grupo (29).

### **7.3 Sistemas de alimentación**

Los sistemas de alimentación en la crianza de cuyes hacen referencia a la forma en que se suministran los alimentos y a la combinación de recursos utilizados en la dieta diaria. Estos sistemas pueden variar según la disponibilidad de insumos, el nivel de tecnificación del productor y los objetivos productivos. La elección de un sistema adecuado permite optimizar el crecimiento del animal y mejorar la eficiencia del uso del alimento (30).

La selección del sistema de alimentación influye directamente en la ganancia de peso, conversión alimenticia y costos de producción. Por ello, su aplicación debe responder a una planificación que considere tanto los requerimientos nutricionales del cuy como las condiciones del entorno productivo. Un sistema mal elegido puede limitar el desempeño productivo del animal (31).

En la producción de cuyes se reconocen principalmente tres sistemas de alimentación: el sistema forrajero, el sistema mixto y el sistema basado en concentrados o balanceados. Cada uno presenta ventajas y limitaciones, por lo que su aplicación depende de los recursos disponibles y del tipo de producción que se desee desarrollar (32).

#### **7.3.1 Alimentación forrajera**

La alimentación forrajera se basa en el suministro exclusivo de pastos y leguminosas frescas como fuente principal de nutrientes. Este sistema es tradicional en la crianza de cuyes y se utiliza especialmente en producciones familiares donde existe disponibilidad de forraje durante gran parte del año. El cuy, por su condición de fermentador de intestino posterior, puede aprovechar la fibra presente en los forrajes mediante fermentación cecal.

Los forrajes aportan fibra estructural necesaria para la motilidad digestiva y la salud del ciego. Además, proporcionan humedad natural que contribuye a la hidratación del animal. Sin embargo, su valor nutritivo puede variar considerablemente según la especie forrajera, edad de corte y manejo agronómico, lo que influye en la respuesta productiva del cuy.

Cuando el sistema forrajero se emplea de forma exclusiva, puede existir limitación en el aporte energético y proteico, especialmente en etapas de rápido crecimiento como el post-destete. Esto puede traducirse en incrementos de peso más lentos en comparación con sistemas que incluyen suplementación concentrada (33).

### **7.3.2 Alimentación mixta**

La alimentación mixta combina el uso de forraje verde con balanceado o concentrado, permitiendo integrar las ventajas de ambos recursos. En este sistema, el forraje aporta fibra y humedad, mientras que el balanceado suministra energía, proteína y micronutrientes en proporciones más controladas (34).

Este tipo de alimentación busca cubrir de manera más completa los requerimientos nutricionales del cuy, reduciendo deficiencias que podrían presentarse cuando se utiliza únicamente forraje. La suplementación con concentrado favorece mejores tasas de crecimiento y mayor estabilidad digestiva (35).

La alimentación mixta es común en sistemas semi-intensivos, donde se dispone de recursos forrajeros pero también se busca mejorar la eficiencia productiva. Su aplicación permite adaptar la dieta según disponibilidad de insumos y etapa productiva del animal (36).

### **7.3.3 Alimentación a base de balanceado peletizado**

La alimentación a base de balanceado peletizado se caracteriza por el uso exclusivo de raciones formuladas industrialmente, sin inclusión de forraje verde. En este sistema, el pellet constituye la única fuente de nutrientes y está diseñado para cubrir de manera integral los requerimientos del cuy. Su formulación considera niveles adecuados de proteína, energía, fibra, minerales y vitaminas necesarios para el crecimiento y mantenimiento del animal (37).

El balanceado peletizado se elabora con ingredientes previamente molidos y mezclados de forma homogénea, lo que garantiza que cada pellet contenga una proporción equilibrada de nutrientes. Esto evita la selección de ingredientes por parte del animal y asegura un consumo uniforme. Además, permite controlar con mayor precisión la materia seca ingerida y la concentración de nutrientes en la dieta (38).

En este sistema, el pellet aporta no solo nutrientes concentrados, sino también el nivel de fibra requerido para mantener la función digestiva del cuy. De esta manera, reemplaza la necesidad de forraje verde cuando la formulación es adecuada. Su uso es común en sistemas intensivos donde se busca estandarizar la alimentación y reducir la variabilidad en el desempeño productivo (39).

El empleo exclusivo de pellet facilita la dosificación del alimento y el control del consumo diario, permitiendo ajustar la ración según la etapa productiva. Esto contribuye a mejorar la conversión alimenticia y a mantener un crecimiento más uniforme dentro del lote (40).

## **7.4 Estrategias alimenticias**

Las estrategias alimenticias en la producción de cuyes comprenden la planificación y aplicación de prácticas orientadas a optimizar el uso del alimento y mejorar la respuesta productiva del animal. Estas estrategias consideran la calidad del alimento, la forma de suministro y la adaptación de la dieta según la etapa fisiológica. Una correcta estrategia alimenticia permite sostener un crecimiento uniforme y reducir problemas digestivos (41).

En la etapa post-destete, las estrategias alimenticias adquieren mayor relevancia debido a que el sistema digestivo del cuy aún está en proceso de maduración. La introducción gradual de alimentos sólidos y la estabilidad en la dieta ayudan a prevenir trastornos digestivos. Cambios bruscos de alimento pueden alterar la microbiota intestinal y afectar el consumo voluntario (42).

Las estrategias alimenticias modernas también buscan mejorar la eficiencia productiva mediante el uso de dietas balanceadas y aditivos funcionales. Estas prácticas permiten optimizar la digestibilidad de nutrientes y favorecer el equilibrio digestivo, lo que repercute positivamente en la ganancia de peso y conversión alimenticia (43).

En sistemas tecnificados, las estrategias alimenticias incluyen el control de raciones diarias y la evaluación del consumo. Este manejo permite ajustar la dieta según la respuesta del animal y evitar desperdicios de alimento. Una estrategia bien aplicada contribuye a la estabilidad productiva del lote (44).

### **7.4.1 Fitogénicos**

Los fitogénicos son aditivos alimenticios de origen vegetal obtenidos a partir de extractos de hierbas, especias, frutos o raíces que contienen compuestos bioactivos naturales. Estos compuestos incluyen flavonoides, terpenos y aceites esenciales que pueden ejercer efectos digestivos y antioxidantes. Su uso en nutrición animal ha ganado interés como parte de sistemas de producción más sostenibles (45).

Desde el punto de vista digestivo, los fitogénicos pueden estimular la secreción de enzimas y mejorar los procesos de digestión de nutrientes. Además, se ha observado que contribuyen a mantener el equilibrio de la microbiota intestinal, favoreciendo un ambiente digestivo más estable. Esto resulta particularmente importante en especies sensibles a desbalances digestivos como el cuy (46).

El interés por los fitogénicos ha aumentado debido a la necesidad de reducir el uso de antibióticos en producción animal. A diferencia de los antimicrobianos convencionales, estos

aditivos de origen vegetal no generan residuos farmacológicos en la carne ni están asociados al desarrollo de resistencia bacteriana (47).

En etapas críticas como el post-destete, donde el sistema digestivo del cuy es más vulnerable, los fitogénicos pueden contribuir a sostener la estabilidad digestiva y el aprovechamiento de nutrientes. Por ello, su evaluación en sistemas de engorde ha cobrado relevancia en investigaciones recientes (48).

#### **7.4.2 Fitogénico a base de *Citrus aurantium***

El fitogénico evaluado en la presente investigación corresponde a un producto formulado a base de extractos de (*Citrus aurantium*) combinado con sepiolita como material soporte. Este tipo de formulación integra compuestos bioactivos de origen vegetal con un mineral arcilloso que puede contribuir a la estabilidad del contenido digestivo. Su uso se orienta a mantener el equilibrio intestinal en sistemas de producción intensiva (49).

Los extractos de *Citrus aurantium* contienen compuestos fenólicos y aceites esenciales asociados a propiedades antioxidantes y moduladoras del ambiente digestivo. Estos componentes pueden favorecer la funcionalidad intestinal y contribuir a un entorno digestivo más estable, lo cual es importante en etapas sensibles como el post-destete (50).

La incorporación de este tipo de fitogénicos en la dieta de cuyes post-destete responde a la tendencia de emplear alternativas naturales que contribuyan al desempeño productivo sin recurrir al uso rutinario de antibióticos. Su aplicación busca sostener la salud digestiva y favorecer el crecimiento bajo sistemas intensivos (51).

##### **7.6.1.2 Principio activo del fitogénico (Sepiolita)**

La sepiolita, por su naturaleza mineral, posee capacidad de adsorción de humedad y compuestos indeseables en el tracto digestivo. Esta característica puede ayudar a mejorar la consistencia del contenido intestinal y apoyar la estabilidad digestiva del animal. Su inclusión en balanceados ha sido utilizada como parte de estrategias nutricionales (52).

En nutrición animal por su capacidad de adsorber humedad y toxinas, mejorar la consistencia de las heces y favorecer la estabilidad digestiva. Su uso está documentado en porcinos, aves y rumiantes, con más de 25 años de aplicación en la industria de balanceados, especialmente útil en dietas con alto riesgo de diarreas, presencia de micotoxinas o problemas de consistencia intestinal. Su inclusión en balanceados aporta beneficios digestivos y tecnológicos, siempre que se maneje con dosis adecuadas y en combinación con otras estrategias nutricionales. (53)

### **7.4.3 Antibióticos en alimentación animal**

Los antibióticos han sido utilizados en producción animal tanto con fines terapéuticos como preventivos, especialmente en sistemas intensivos donde la densidad animal favorece la aparición de enfermedades. Su empleo busca controlar microorganismos patógenos y reducir procesos infecciosos que pueden afectar el crecimiento de los animales (54).

En nutrición animal, algunos antibióticos han sido utilizados como promotores de crecimiento, ya que al reducir la carga bacteriana intestinal pueden mejorar la digestibilidad de nutrientes y la eficiencia alimenticia. Este efecto se ha asociado a una disminución de infecciones subclínicas que afectan el desempeño productivo (55).

Sin embargo, el uso continuo de antibióticos en alimentación animal ha generado preocupación a nivel sanitario y regulatorio. Se ha señalado su relación con la aparición de resistencia antimicrobiana y la presencia de residuos en productos de origen animal destinados al consumo humano (56).

Debido a estas consideraciones, en los últimos años se ha promovido la reducción del uso de antibióticos como promotores de crecimiento y la búsqueda de alternativas naturales que contribuyan a mantener la salud digestiva de los animales sin generar riesgos sanitarios (57).

### **7.4.4 Sulfamidas**

Las sulfamidas son antimicrobianos sintéticos de acción bacteriostática que actúan interfiriendo en la síntesis de ácido fólico de las bacterias. Este mecanismo impide su multiplicación y permite controlar infecciones de origen bacteriano en el tracto digestivo. Por esta razón, han sido empleadas en medicina veterinaria como agentes terapéuticos y preventivos (58).

En producción animal, las sulfamidas han sido utilizadas para el control de enfermedades entéricas, especialmente en sistemas intensivos donde los animales se encuentran más expuestos a patógenos digestivos. Su inclusión en el alimento busca reducir la incidencia de diarreas y mejorar la supervivencia en etapas tempranas de crecimiento (59).

En la crianza de cuyes, su uso ha sido más frecuente durante el post-destete, etapa en la que los animales presentan mayor susceptibilidad a trastornos digestivos. Durante esta fase, algunos productores recurren a sulfamidas con fines preventivos para disminuir pérdidas productivas asociadas a diarreas (60).

No obstante, el uso prolongado o inadecuado de sulfamidas puede generar preocupaciones relacionadas con residuos en carne y la posible selección de bacterias resistentes. Estas

consideraciones han motivado la evaluación de alternativas nutricionales que contribuyan a mantener la salud digestiva sin depender exclusivamente de antimicrobianos (61).

### **7.5 Manejo del cuy en post-destete**

El manejo post-destete comprende el conjunto de prácticas aplicadas desde la separación del gazapo de la madre hasta su adaptación completa a la alimentación sólida. Esta etapa representa un periodo de transición fisiológica y nutricional en el cual el animal debe ajustarse a nuevas condiciones de dieta, ambiente y convivencia social. Un manejo adecuado en esta fase permite reducir el estrés y favorecer un crecimiento más estable (62).

El destete implica cambios importantes en el comportamiento alimenticio del cuy, ya que pasa de una dieta láctea a una dieta fibrosa y concentrada. Cuando esta transición ocurre de forma brusca, puede disminuir el consumo de alimento y alterarse la digestión. Por ello, se recomienda una adaptación progresiva que facilite el desarrollo del sistema digestivo (63).

La conformación de grupos homogéneos por edad y peso ayuda a reducir la competencia por alimento y evita dominancias dentro del lote. Animales muy desiguales en tamaño pueden presentar diferencias en consumo, lo que afecta la uniformidad del crecimiento. Un manejo organizado contribuye a obtener respuestas productivas más consistentes (69).

Las condiciones de alojamiento durante el post-destete también influyen en el desempeño productivo. Espacios limpios, secos y bien ventilados reducen el estrés ambiental y favorecen la estabilidad sanitaria. Un ambiente inadecuado puede predisponer a problemas digestivos y respiratorios (64).

### **7.6 Parámetros productivos**

Los parámetros productivos son indicadores utilizados para evaluar el desempeño de los animales dentro de un sistema de producción. Estos permiten medir de forma objetiva la respuesta del animal frente al manejo, la alimentación y las condiciones sanitarias. Su análisis facilita comparar tratamientos nutricionales y establecer qué estrategias generan mejores resultados productivos (65).

En la producción de cuyes, los parámetros productivos adquieren especial relevancia en estudios experimentales, ya que permiten cuantificar el crecimiento y la eficiencia alimenticia bajo condiciones controladas. La correcta medición de estos indicadores contribuye a generar información técnica confiable para la toma de decisiones en sistemas de crianza (66).

La evaluación de parámetros productivos en la etapa post-destete resulta particularmente importante debido a la sensibilidad del animal en esta fase. Cambios en la dieta o en el manejo pueden reflejarse rápidamente en el crecimiento y la salud digestiva del cuy (67).

### **7.6.1 Ganancia de peso**

La ganancia de peso corresponde al incremento de masa corporal del animal en un periodo determinado y constituye uno de los principales indicadores de crecimiento. Este parámetro refleja la capacidad del cuy para transformar los nutrientes consumidos en tejido corporal.

Una adecuada ganancia de peso está asociada a dietas balanceadas y a condiciones de manejo estables. Cuando el crecimiento es limitado, suele relacionarse con deficiencias nutricionales o problemas digestivos que afectan la absorción de nutrientes (68).

La medición periódica del peso permite evaluar la evolución del crecimiento y detectar de manera temprana desviaciones en el desempeño productivo. Por ello, es un indicador ampliamente utilizado en estudios de nutrición animal (69).

### **7.6.2 Ganancia diaria de peso**

La ganancia diaria de peso expresa el aumento promedio de peso por día y permite analizar la velocidad de crecimiento del animal. Este indicador facilita la comparación entre tratamientos nutricionales al considerar el factor tiempo (70).

Una mayor ganancia diaria suele asociarse a un mejor aprovechamiento del alimento y a una adecuada adaptación a la dieta. Valores reducidos pueden indicar problemas sanitarios o deficiencias en la formulación del alimento (71).

Este parámetro es especialmente útil en estudios experimentales, ya que permite estandarizar la evaluación del crecimiento entre diferentes lotes de animales (72).

### **7.6.3 Conversión alimenticia**

La conversión alimenticia relaciona la cantidad de alimento consumido con el peso ganado, mostrando la eficiencia del animal en transformar alimento en crecimiento corporal. Este indicador tiene impacto directo en los costos de producción.

Una conversión alimenticia baja indica mayor eficiencia, ya que se requiere menos alimento para obtener ganancia de peso. Por esta razón, es uno de los parámetros más utilizados en la evaluación productiva.

La conversión alimenticia puede verse afectada por la calidad de la dieta, el manejo y la salud digestiva del animal. Un desequilibrio en estos factores puede disminuir su eficiencia.

#### **7.6.4 Consumo de alimento**

El consumo de alimento corresponde a la cantidad ingerida por el animal en un periodo determinado. Este dato permite interpretar la aceptación de la dieta y su relación con el crecimiento (73).

Variaciones en el consumo pueden deberse a cambios en la calidad del alimento, manejo o condiciones ambientales. Un consumo estable suele asociarse a buen estado sanitario (74).

El registro del consumo es útil para ajustar raciones y optimizar el uso del alimento en sistemas de producción (75).

#### **7.6.5 Mortalidad**

La mortalidad representa el número de animales que mueren durante el periodo productivo y es un indicador sensible del estado sanitario del sistema. Tasas elevadas reflejan problemas de manejo o sanidad, en la etapa post-destete, la mortalidad suele asociarse a trastornos digestivos y estrés. Su reducción es fundamental para mejorar la eficiencia productiva el monitoreo de la mortalidad permite evaluar la estabilidad del sistema de producción y detectar oportunamente problemas sanitarios (76).

#### **7.6.6 Factores que influyen en los parámetros productivos**

Los parámetros productivos en cuyes pueden verse influenciados por diversos factores propios del animal, los cuales deben considerarse al evaluar el desempeño dentro de un sistema de producción. Entre estos factores destacan la edad, el sexo y la línea genética, ya que pueden generar variaciones en el crecimiento y en la eficiencia alimenticia. Su control es importante en estudios experimentales para obtener resultados comparables (77).

##### **7.6.6.1 Edad**

La edad del cuy influye directamente en su capacidad de crecimiento y en la utilización de nutrientes. Los animales jóvenes presentan mayor velocidad de crecimiento, mientras que a medida que avanzan en edad su tasa de ganancia de peso tiende a disminuir (78). Por esta razón, los estudios productivos suelen realizarse con animales de edades similares para reducir variabilidad y asegurar comparaciones más precisas entre tratamientos (79).

### **7.6.6.2 Sexo**

El sexo del animal puede generar diferencias en el desempeño productivo debido a variaciones fisiológicas y metabólicas. En sistemas de engorde, los machos suelen presentar mayor ganancia de peso y mejor eficiencia alimenticia en comparación con hembras, por lo que se considera una variable que puede influir en el crecimiento, por esta razón, en trabajos experimentales se prefiere usar animales del mismo sexo para disminuir variaciones no asociadas al tratamiento (80).

### **7.6.6.3 Raza o línea genética**

La línea genética influye en características productivas como velocidad de crecimiento, tamaño corporal y eficiencia de utilización del alimento. Algunas líneas o poblaciones pueden mostrar mejor adaptación a sistemas intensivos y responder de forma diferente ante cambios nutricionales (81). Considerar este factor ayuda a interpretar con mayor precisión los resultados productivos, especialmente cuando se busca uniformidad en el lote experimental (82).

## **7.7 Principales enfermedades**

La sanidad en la producción de cuyes es un factor determinante para garantizar el bienestar animal y la eficiencia productiva. En sistemas intensivos, la alta densidad poblacional y el contacto estrecho entre individuos favorecen la transmisión de agentes patógenos, lo que puede derivar en pérdidas económicas significativas. La etapa post-destete es particularmente crítica, ya que los animales presentan mayor vulnerabilidad debido a la inmadurez de su sistema digestivo y a los cambios bruscos de alimentación, lo que incrementa el riesgo de enfermedades digestivas (83).

### **7.7.1 Colibacilosis (*Escherichia coli*)**

La colibacilosis es una de las enfermedades más frecuentes en cuyes jóvenes. Se caracteriza por diarreas acuosas, deshidratación y pérdida de peso, condiciones que afectan directamente la ganancia diaria y la supervivencia del lote. Su aparición suele estar asociada a deficiencias en la higiene de las instalaciones y a dietas mal balanceadas. La prevención se basa en mantener buenas prácticas de limpieza y estabilidad en la alimentación (84).

### **7.7.2 Salmonelosis (*Salmonella spp.*)**

La salmonelosis representa otro problema sanitario relevante, transmitido principalmente por agua o alimento contaminado. En cuyes, se manifiesta con diarrea, decaimiento y reducción del consumo de alimento, lo que repercute en el crecimiento y la conversión alimenticia. El control

se centra en la desinfección de instalaciones y en el manejo higiénico del alimento, evitando la contaminación cruzada (85).

### **7.7.3 Coccidiosis**

La coccidiosis es una enfermedad parasitaria que afecta el tracto digestivo, especialmente en ambientes con alta humedad. Sus principales signos clínicos son diarreas y retraso en el crecimiento, lo que compromete la eficiencia productiva. La prevención requiere un adecuado control ambiental, limpieza constante y reducción de la humedad en las pozas de crianza (86).

### **7.8 Ambiente en la producción de cuyes**

El ambiente de crianza comprende las condiciones físicas y climáticas en las que se desarrollan los animales dentro del sistema productivo (87).

La temperatura, ventilación, humedad y densidad animal influyen directamente en el bienestar y rendimiento productivo (88).

## **8. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS**

### **Hipótesis nula (H0)**

El uso del aditivo fitogénico naranja agria (*Citrus aurantium*) en cuyes post-destete no produce diferencias significativas en los parámetros productivos (peso vivo, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad) ni en los indicadores económicos (rentabilidad y relación beneficio–costo), en comparación con el uso de antibióticos o con el tratamiento control sin aditivos.

### **Hipótesis alternativa (H1)**

El uso del aditivo fitogénico naranja agria (*Citrus aurantium*) en cuyes post-destete mejora los parámetros productivos (peso vivo, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad) y los indicadores económicos (rentabilidad y relación beneficio–costo), en comparación con el uso de antibióticos o con el tratamiento control sin aditivos.

En la presente investigación se acepta la hipótesis alternativa (H1), ya que el uso del fitogénico naranja agria mostró resultados favorables en los parámetros productivos y en la rentabilidad del sistema de producción en cuyes post-destete. Los animales suplementados con el aditivo fitogénico evidenciaron un desempeño productivo adecuado, manteniendo valores de crecimiento, consumo de alimento y eficiencia alimenticia comparables o superiores a los tratamientos evaluados, además de presentar una mejor estabilidad sanitaria reflejada en la baja

o nula mortalidad durante el periodo experimental. Estos resultados sugieren que el fitogénico puede contribuir a mejorar la salud digestiva y el aprovechamiento de los nutrientes, lo que repercute positivamente en el rendimiento productivo.

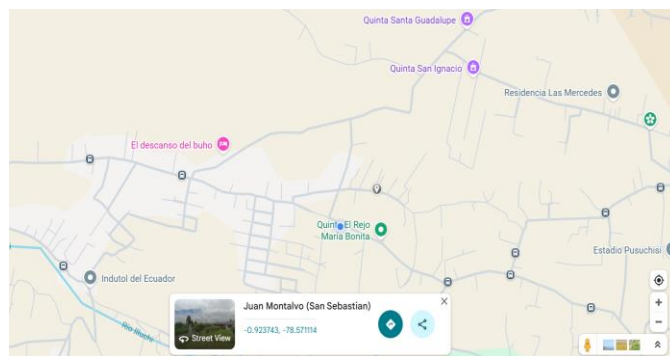
Asimismo, desde el punto de vista económico, el tratamiento con fitogénico mostró una relación favorable entre costos de producción e ingresos generados por la venta de los animales, lo cual evidencia que su utilización puede representar una alternativa viable al uso de antibióticos en sistemas intensivos de producción de cuyes. En este sentido, la inclusión de aditivos fitogénicos de origen natural, como la naranja agria (*Citrus aurantium*), podría contribuir a mantener parámetros productivos eficientes, mejorar la sostenibilidad del sistema productivo y reducir la dependencia de antimicrobianos en la alimentación animal.

## 9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

### 9.1 Ubicación

La presente investigación se desarrolló en la Hacienda Cuy Andino, ubicada en el barrio Santa Marianita, parroquia Juan Montalvo, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, Ecuador. Esta zona forma parte de la región interandina del país, donde la crianza de cuyes constituye una actividad pecuaria frecuente en sistemas productivos rurales de la Sierra ecuatoriana (89).

**Ilustración 1** Mapa de la ubicación de la Hacienda Cuy Andino.



Fuente: (90)

El cantón Latacunga se localiza en la Sierra central del Ecuador, a una altitud aproximada entre 2 700 y 2 800 m s. n. m., con un clima andino templado a frío y temperaturas promedio cercanas a 12 °C. Estas condiciones ambientales influyen en la producción animal, ya que pueden afectar el consumo de alimento y el balance energético en especies menores (91).

Las características agroecológicas de la zona permiten la disponibilidad de recursos forrajeros y el desarrollo de sistemas de engorde en galpón bajo condiciones relativamente estables. La

ejecución del estudio en esta ubicación permitió aplicar los tratamientos alimenticios en un entorno representativo de la producción cuyícola de la región andina (92).

## **9.2 Tipo de estudio**

La presente investigación tuvo un enfoque cuantitativo, debido a que se basó en la medición objetiva de parámetros productivos en cuyes (*Cavia porcellus*) post-destete, tales como ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad. Los datos obtenidos fueron registrados y expresados en valores numéricos para su posterior análisis.

El estudio fue de tipo experimental, ya que se aplicaron tratamientos alimenticios diferenciados (fitogénico, sulfamida y control) con el fin de evaluar su efecto sobre el desempeño productivo de los animales bajo condiciones controladas en galpón.

Asimismo, el alcance de la investigación fue descriptivo-comparativo, debido a que se describieron los parámetros productivos obtenidos y se compararon los resultados entre tratamientos para identificar posibles diferencias en el rendimiento productivo.

## **9.3 Métodos de investigación**

Los métodos de investigación corresponden al enfoque general utilizado para desarrollar el estudio y obtener información confiable sobre el efecto de los tratamientos alimenticios en cuyes post-destete.

### **9.3.1 Método experimental**

Se empleó el método experimental, el cual consistió en la aplicación de tratamientos alimenticios diferenciados a grupos de cuyes post-destete bajo condiciones controladas. Este método permitió evaluar la relación causa-efecto entre la suplementación del balanceado y los parámetros productivos de los animales.

### **9.3.2 Método de observación directa**

Se aplicó el método de observación directa para el seguimiento continuo de los animales durante el ensayo. Mediante este método se registraron aspectos relacionados con el estado general, comportamiento alimenticio y posibles alteraciones sanitarias. La observación diaria permitió detectar oportunamente cualquier variación en el desarrollo del estudio.

## **9.4 Duración de la investigación**

La fase experimental de la investigación tuvo una duración de 49 días consecutivos, equivalentes a siete semanas, periodo durante el cual se evaluaron los parámetros productivos de los cuyes post-destete bajo los distintos tratamientos alimenticios.

### 9.6 Tratamiento experimental

Se evaluaron tres tratamientos alimenticios, manteniendo constante la dieta basal y variando únicamente el aditivo incorporado en el balanceado.

**Tabla 2** Tratamientos evaluados en cuyes post-destete.

Tratamiento	Código	Descripción
Control	T0	Balanceado sin adición de fitogénico ni antibiótico.
Fitogénico	T1	Balanceado suplementado con fitogénico a base de <i>Citrus aurantium</i> (1 g/kg de balanceado).
Antibiótico	T2	Balanceado suplementado con sulfamida pura (2 g/kg de balanceado).

### 9.7 Diseño experimental

La investigación se desarrolló bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA). Cada tratamiento contó con dos repeticiones, y la unidad experimental estuvo constituida por una poza con 15 cuyes post-destete. En total se utilizaron seis pozas (3 tratamientos × 2 repeticiones), sumando 90 cuyesos cuyes (*Cavia porcellus*) fueron manejados bajo un sistema intensivo de engorde en galpón, con el objetivo de mantener condiciones homogéneas de alojamiento, alimentación y manejo para todos los tratamientos experimentales.

**Tabla 3.** Esquema del diseño experimental (DCA)

Tratamiento	Código	Repeticiones	T.U.E. (cuyes/poza)	N.º de cuyes
Control	T0	2	15	30
Fitogénico ( <i>C. aurantium</i> )	T1	2	15	30
Antibiótico (sulfamida)	T2	2	15	30
<b>Total</b>				<b>90</b>

T.U.E.: Tamaño de la unidad experimental.

### 9.7 Manejo y alimentación de los animales

Los cuyes (*Cavia porcellus*) fueron manejados bajo un sistema intensivo de engorde en galpón, procurando mantener condiciones homogéneas de alojamiento, manejo sanitario y alimentación para todos los tratamientos experimentales.

**Ilustración 2** Galpón en donde se realizó la investigación.

Fuente: (Directa)

Previo al inicio del ensayo, las instalaciones fueron sometidas a un proceso de limpieza y desinfección utilizando amonio cuaternario como desinfectante. Posteriormente se aplicó una ligera capa de cal en el piso como medida sanitaria adicional y se colocó cama de cascarilla de arroz, con el propósito de mejorar el aislamiento del suelo y la absorción de humedad.

**Ilustración 3** Desinfección y colocado de cama

Fuente: (Directa)

Los animales fueron alojados en seis pozas de  $1,5 \times 1,5$  m, manteniendo una densidad de 15 cuyes por poza. Las instalaciones estuvieron protegidas de la intemperie y contaron con ventilación natural, lo que permitió mantener condiciones ambientales relativamente estables durante el periodo experimental.

#### **Ilustración 4** Posas en el cual se realizó el estudio



Fuente: (Directa)

La alimentación se basó en una dieta mixta compuesta por balanceado comercial para cuyes y materia verde. Como fuente de forraje se utilizó hoja de maíz y una mezcla de alfalfa (*Medicago sativa*) con ryegrass (*Lolium multiflorum*), suministradas diariamente como complemento nutricional.

El suministro de materia verde se realizó en dos momentos del día:

- Mañana: hoja de maíz
- Tarde: mezcla forrajera de alfalfa y ryegrass

El balanceado comercial se ofreció a voluntad en tolvas, permitiendo el acceso permanente al alimento para todos los animales.

Durante el periodo experimental se efectuó limpieza periódica de las pozas y observación diaria del estado general de los animales, registrando comportamiento, consumo de alimento y presencia de mortalidad. Estas actividades permitieron mantener un manejo uniforme en todos los tratamientos y evitar factores externos que pudieran influir en los resultados productivos, registrando comportamiento alimenticio, posibles signos clínicos y eventos de mortalidad.

#### **9.8 Desarrollo experimenta**

El ensayo experimental se inició con el pesaje individual de los cuyes, con el objetivo de determinar el peso inicial y facilitar la distribución homogénea de los animales en las unidades experimentales.

Posteriormente, los cuyes fueron asignados a los tratamientos alimenticios establecidos en el diseño experimental. Durante el periodo de evaluación, que tuvo una duración de 49 días, todos los animales recibieron diariamente la dieta correspondiente a su tratamiento, manteniendo iguales las condiciones de manejo, alojamiento y alimentación base.

La suplementación con fitogénico o antibiótico se realizó mediante la incorporación del aditivo en el balanceado según las dosis establecidas, asegurando que la única diferencia entre tratamientos fuese el tipo de aditivo utilizado.

Durante el ensayo se realizaron pesajes semanales para evaluar el crecimiento de los animales. De manera paralela, se registró el alimento ofrecido y las sobras por cada unidad experimental, lo que permitió determinar el consumo real de balanceado.

Adicionalmente, se realizó observación diaria del estado sanitario de los animales, registrando comportamiento alimenticio, presencia de signos clínicos y posibles eventos de mortalidad.

### **9.9 Registro y procesamiento de datos**

La recolección de la información se efectuó mediante fichas de registro diseñadas específicamente para el estudio, las cuales fueron completadas semanalmente durante todo el periodo experimental.

En estas fichas se consignaron los siguientes datos por unidad experimental:

- Pesos individuales de los animales
- Cantidad de balanceado ofrecido
- Registro de sobras de alimento
- Número de animales vivos
- Eventos de mortalidad

Este sistema permitió mantener un control ordenado y continuo del desarrollo del ensayo.

Una vez finalizada la fase experimental, los datos fueron digitados y organizados en hojas de cálculo electrónicas (Microsoft Excel), donde se clasificaron por tratamiento y por semana de evaluación. Posteriormente se realizó la depuración de la información y el ajuste de los cálculos al número real de animales vivos por unidad experimental, con el fin de preparar la base de datos para el análisis estadístico.

### **9.10 Cálculo de parámetros productivos**

Para evaluar el desempeño productivo de los cuyes se emplearon fórmulas zootécnicas estándar, calculadas por unidad experimental y ajustadas al número real de animales vivos durante el periodo experimental.

#### **9.10.1 Ganancia de peso (GP)**

La ganancia de peso representa el incremento del peso corporal de los animales durante el

periodo de evaluación y constituye un indicador directo del crecimiento productivo.

**Fórmula:**

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

**9.10.2 Consumo de balanceado (CB)**

El consumo de balanceado corresponde a la cantidad de alimento concentrado efectivamente ingerido por los cuyes durante el periodo experimental.

**Fórmula:**

$$CB = \text{Balanceado ofrecido} - \text{Balanceado sobrante}$$

**9.10.3 Conversión alimenticia (CA)**

La conversión alimenticia expresa la eficiencia con la que los animales transforman el alimento consumido en incremento de peso corporal.

**Fórmula:**

$$CA = \text{Consumo de balanceado} \div \text{Ganancia de peso}$$

**9.10.4 Mortalidad (%)**

La mortalidad se consideró como el número de cuyes fallecidos durante el periodo experimental y se expresó en porcentaje.

**Fórmula:**

$$\text{Mortalidad (\%)} = (\text{Número de animales muertos} \div \text{Número inicial de animales}) \times 100$$

**9.10.5 Peso final**

El peso final correspondió al peso corporal registrado al término del periodo experimental (49 días), el cual permitió comparar el rendimiento productivo alcanzado entre los diferentes tratamientos.

**9.11 Análisis estadístico**

Los datos obtenidos durante el ensayo experimental fueron analizados mediante un Análisis de Varianza (ANOVA) de una vía, considerando como factor de estudio los tratamientos alimenticios aplicados.

El nivel de significancia utilizado fue 5 % ( $p \leq 0,05$ ). Cuando el valor de p fue menor a 0,05 se consideró que existieron diferencias significativas entre tratamientos.

Los resultados se presentaron en tablas utilizando:

- Medias aritméticas
- Coeficiente de variación (CV %)

Modelo estadístico

El modelo lineal aditivo utilizado para el análisis fue:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = valor observado de la variable evaluada

$\mu$  = media general

$\alpha_i$  = efecto del tratamiento

$\varepsilon_{ij}$  = error experimental

Este modelo permitió determinar si las diferencias observadas entre tratamientos fueron atribuibles al efecto de los aditivos alimenticios evaluados.50 g.

## 9.12 Análisis económico

El análisis económico se realizó con el propósito de determinar la rentabilidad del uso del fitogénico (*Citrus aurantium*) en comparación con el antibiótico y el tratamiento control sin aditivos. Para ello se proyectaron los resultados productivos obtenidos durante el ensayo hasta alcanzar el peso comercial de 1.250 g, estimando los ingresos y costos asociados a cada tratamiento.

Los ingresos se calcularon considerando la venta de cuyes y la venta de abono. Para la venta de cuyes se tomó en cuenta el número de animales sobrevivientes por tratamiento y un precio de comercialización de USD 8,00 por cuy. En el caso del abono, durante el periodo experimental se registró una producción total de 20 kg, valorados en USD 0,25 por kilogramo, equivalente a USD 5,00, ingreso que se distribuyó proporcionalmente según el número de cuyes sobrevivientes en cada tratamiento.

Los costos de producción incluyeron la compra de gazapos, el consumo de balanceado, la materia verde utilizada durante el ensayo, los aditivos alimenticios y otros gastos operativos asociados al manejo experimental. El costo de los gazapos se estimó en USD 3,00 por animal, considerando 30 cuyes iniciales por tratamiento. El balanceado se valoró a partir de un precio de USD 0,51 por kilogramo, mientras que la materia verde se estimó con precios locales para

maíz y alfalfa. En cuanto a los aditivos, el fitogénico tuvo un costo de USD 97,00 por 5 kg con una dosis de 1 g/kg de balanceado, mientras que la sulfamida presentó un costo de USD 30,00 por kilogramo con una dosis de 2 g/kg de balanceado. Además, se incluyeron otros gastos operativos equivalentes a USD 2,00 por tratamiento, correspondientes a desinfección, agua, energía e insumos menores.

Para estimar el consumo total de alimento hasta alcanzar el peso comercial, se utilizaron los registros reales obtenidos durante el ensayo, considerando el consumo promedio diario de balanceado y materia verde, así como la ganancia de peso observada en la fase final del experimento.

La utilidad económica por tratamiento se determinó a partir de la diferencia entre los ingresos totales y los costos de producción, mediante la siguiente expresión:

$$Utilidad = Ingresos\ totales - Costos\ totales$$

Finalmente, con los valores obtenidos se realizó una comparación entre tratamientos considerando el ingreso total, el costo total y la utilidad económica, lo que permitió determinar la conveniencia económica del uso del fitogénico frente al antibiótico y al tratamiento control bajo condiciones productivas similares.

## 10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 10.1 Composición nutricional del balanceado base

La composición bromatológica del balanceado base presentó humedad total (10.07), materia seca (89.93), proteína cruda (20.73), fibra cruda (11.20), extracto etéreo (5.87), cenizas (4.46) y materia orgánica (95.54) (Tabla 2).

**Tabla 4.** Composición bromatológica del balanceado base utilizado en cuyes post-destete.

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado (%)</b>
Humedad total	10.07
Materia seca	89.93
Proteína cruda	20.73
Fibra cruda	11.20
Extracto etéreo (grasa)	5.87
Cenizas	4.46
Materia orgánica	95.54

Los resultados bromatológicos evidencian que el balanceado base presenta una composición nutricional adecuada para la etapa post-destete de los cuyes. El nivel de proteína cruda registrado (20.73 %) proporciona los aminoácidos necesarios para el crecimiento y desarrollo de los animales, contribuyendo a los procesos de formación muscular y desarrollo corporal durante esta etapa productiva (16).

De igual manera, el contenido de fibra cruda (11.20 %) resulta importante en cuyes, ya que este nutriente favorece el adecuado funcionamiento del sistema digestivo, contribuyendo a la regulación del tránsito intestinal y al mantenimiento del equilibrio de la microbiota gastrointestinal, factores fundamentales para la estabilidad digestiva en animales jóvenes (17).

Por otra parte, el extracto etéreo (5.87 %) refleja la presencia de grasa en el balanceado, la cual constituye una fuente concentrada de energía que favorece el metabolismo y el crecimiento de los animales. Asimismo, el nivel de cenizas (4.46 %) indica la presencia de minerales esenciales que participan en procesos metabólicos y estructurales necesarios para el desarrollo de los cuyes en crecimiento (18).

Es importante señalar que la suplementación con fitogénico (*Citrus aurantium*) y sulfamida se realizó en dosis bajas dentro del balanceado, por lo que su inclusión no modifica la composición nutricional del alimento base. Estos aditivos se incorporan con fines funcionales o sanitarios, sin alterar el aporte de nutrientes del balanceado utilizado en la alimentación de los cuyes.

En conjunto, estos resultados permiten establecer que el balanceado utilizado como dieta base aporta los nutrientes necesarios para el adecuado crecimiento y desarrollo de los cuyes durante la etapa post-destete, constituyendo un soporte nutricional apropiado para el desarrollo del ensayo experimental.25).

## **10.2 Parámetros productivos en cuyes post-destete: peso vivo, consumo de alimento, conversión alimenticia y tasa de mortalidad.**

### **10.2.1 Peso vivo**

Durante el periodo experimental, los cuyes de los tratamientos T0 (Control), T1 (Fitogénico) y T2 (Antibiótico) presentaron valores de peso vivo similares en los diferentes momentos de evaluación. No se registraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en los días 7, 14, 21, 28, 35, 42 y 49 ( $p > 0.05$ ).

El peso vivo final alcanzó valores cercanos entre tratamientos, observándose que los cuyes suplementados con fitogénico y antibiótico mostraron un comportamiento comparable al grupo control durante todo el periodo de evaluación.

**Tabla 5.** Peso vivo promedio (g) semanal de cuyes post-destete

<b>Variable</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>CV (%)</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig.</b>
Número de cuyes	30	30	30	–	–	–
Peso inicial (g)	<b>392,35</b>	<b>301,35</b>	<b>404,80</b>	7,51	–	NS
7 días	<b>432,70</b>	<b>443,05</b>	<b>476,40</b>	12,84	0,7536	NS
14 días	<b>574,15</b>	<b>584,80</b>	<b>618,85</b>	8,70	0,6960	NS
21 días	<b>660,85</b>	<b>670,40</b>	<b>706,00</b>	8,78	0,7489	NS
28 días	<b>716,05</b>	<b>798,30</b>	<b>761,85</b>	7,67	0,4637	NS
35 días	<b>824,60</b>	<b>857,30</b>	<b>880,30</b>	6,87	0,6721	NS
42 días	<b>871,45</b>	<b>862,85</b>	<b>902,30</b>	7,65	0,8357	NS
49 días	<b>966,40</b>	<b>978,50</b>	<b>966,40</b>	7,31	0,6335	NS

T0 = Control; T1 = Fitogénico; T2 = Antibiótico; CV = coeficiente de variación; NS = no significativo ( $p > 0,05$ ).

La ausencia de diferencias estadísticas significativas en el peso vivo entre tratamientos durante todo el periodo experimental sugiere que la suplementación con fitogénico o antibiótico no generó modificaciones directas sobre el peso corporal de los cuyes en comparación con el tratamiento control. Este comportamiento es consistente con lo reportado en la literatura, donde se indica que durante la etapa de post-destete el crecimiento del cuy está influenciado por múltiples factores, como la adaptación al consumo de alimento sólido, el ambiente y el manejo, lo que puede atenuar la expresión de diferencias en el peso vivo a corto plazo (16,17).

Diversos autores han señalado que, bajo condiciones de manejo y alimentación similares, los cuyes pueden presentar variaciones en el rendimiento productivo sin que estas se reflejen necesariamente en diferencias significativas de peso corporal, especialmente cuando el periodo de evaluación es relativamente corto y los animales se encuentran en una etapa fisiológicamente sensible como el post-destete (18,19). En este sentido, la similitud en el peso vivo observada entre tratamientos no implica la ausencia de efectos biológicos de los aditivos evaluados.

En el caso de los fitogénicos, se ha descrito que su principal acción no se manifiesta necesariamente como un incremento directo del peso vivo, sino como una mejora del ambiente gastrointestinal, la digestibilidad de los nutrientes y la estabilidad de la microbiota intestinal, lo que puede reflejarse en otros parámetros productivos y sanitarios, como la conversión alimenticia, el consumo de alimento o la reducción de la mortalidad (20,21,22,23).

Por lo tanto, los resultados obtenidos en el presente estudio indican que el uso del fitogénico permitió mantener un desempeño en peso vivo comparable al del antibiótico y al control, asegurando un crecimiento normal de los animales durante la etapa post-destete. Esto respalda que la evaluación del efecto del fitogénico debe interpretarse de manera integral, considerando conjuntamente otros indicadores productivos y sanitarios que permitan valorar su potencial como alternativa al uso de antibióticos (24,25).

### **10.2.2 Ganancia de peso**

La ganancia de peso de los cuyes post-destete evaluados bajo los tratamientos T0 (Control), T1 (Fitogénico) y T2 (Antibiótico) presentó un comportamiento variable a lo largo del periodo experimental.

En las primeras evaluaciones no se registraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p > 0,05$ ; NS). La ganancia de peso a los 7 días fue de 27,90 g en T0, 141,70 g en T1 y 84,05 g en T2 ( $p = 0,3446$ ; NS). De igual forma, a los 14 días los valores fueron similares entre tratamientos ( $p = 0,9983$ ; NS), registrándose 141,45 g para T0, 141,75 g para T1 y 142,45 g para T2. A los 21 días tampoco se evidenciaron diferencias significativas ( $p = 0,9906$ ; NS), con valores de 86,70 g (T0), 85,60 g (T1) y 87,15 g (T2).

En el acumulado de 0–21 días, los tratamientos se mantuvieron estadísticamente similares ( $p = 0,4207$ ; NS), alcanzando 256,05 g en T0, 369,05 g en T1 y 313,65 g en T2.

En el día 28, la ganancia de peso continuó sin diferencias significativas ( $p = 0,1955$ ; NS), obteniéndose 55,20 g para T0, 127,90 g para T1 y 55,85 g para T2.

Sin embargo, a los 35 días se observaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p = 0,0389$ ; S), donde T1 (59,00 g) presentó menor ganancia de peso frente a T0 (108,55 g) y T2 (118,45 g).

A los 42 días también se evidenciaron diferencias significativas ( $p = 0,0114$ ; S), destacando el tratamiento T2 con 22,00 g y el tratamiento T0 con 46,85 g, mientras que T1 registró 16,70 g.

Finalmente, al día 49, la ganancia de peso fue estadísticamente similar entre tratamientos ( $p = 0,1351$ ; NS), con valores de 94,95 g en T0, 115,65 g en T1 y 134,30 g en T2.

No obstante, al analizar la ganancia acumulada del periodo 28–49 días, se presentaron diferencias significativas ( $p = 0,0258$ ; S), donde los tratamientos T1 (180,20 g) y T2 (274,75 g) fueron superiores al tratamiento T0 (250,35 g).

**Tabla 6.** Ganancia de peso semanal y acumulada (g) en cuyes post-destete

Variable	T0	T1	T2	CV (%)	p-valor	Sig.
Número de cuyes	30	30	30	–	–	–
7 días	<b>27,90</b>	<b>141,70</b>	<b>84,05</b>	76,41	0,344	NS
14 días	<b>141,45</b>	<b>141,75</b>	<b>142,45</b>	12,35	0,998	NS
21 días	<b>86,70</b>	<b>85,60</b>	<b>87,15</b>	13,37	0,990	NS
28 días	<b>55,20</b>	<b>127,90</b>	<b>55,85</b>	43,18	0,195	NS
35 días	<b>108,55</b>	<b>59,00</b>	<b>118,45</b>	13,90	0,038	S
42 días	<b>46,85</b>	<b>16,70</b>	<b>22,00</b>	15,05	0,011	S
49 días	<b>94,95</b>	<b>115,65</b>	<b>134,30</b>	11,82	0,135	NS

T0 = Control; T1 = Fitogénico; T2 = Antibiótico; CV = coeficiente de variación; NS = no significativo ( $p > 0,05$ ); S = significativo ( $p \leq 0,05$ ).

Aunque durante los primeros periodos evaluados (días 7, 14, 21 y acumulado 0–21) la ganancia de peso fue estadísticamente similar entre tratamientos ( $p > 0,05$ ), se observaron diferencias significativas en etapas puntuales del ensayo, principalmente a los 35 días ( $p = 0,0389$ ), 42 días ( $p = 0,0114$ ) y en el acumulado 28–49 días ( $p = 0,0258$ ). Este comportamiento es esperable en la etapa post-destete, ya que se trata de una fase de transición donde el crecimiento de los cuyes depende en gran medida de la adaptación digestiva, del consumo real de alimento y de las condiciones ambientales (3, 8).

El mayor desempeño observado en el tratamiento con antibiótico (T2) en algunos periodos coincide con lo reportado en estudios previos, donde los antibióticos promotores del crecimiento pueden mejorar el rendimiento productivo al reducir la carga microbiana patógena y subclínica, disminuyendo procesos inflamatorios intestinales y favoreciendo un mejor aprovechamiento de los nutrientes (19, 20). Sin embargo, su uso rutinario está asociado con riesgos relevantes, como el desarrollo de resistencia antimicrobiana y la presencia de residuos en productos de origen animal, lo que ha motivado la búsqueda de alternativas más seguras (25, 26, 55, 77).

En el caso del fitogénico (T1), aunque en algunos intervalos presentó menores valores de ganancia de peso, estos aditivos son reconocidos por sus propiedades antimicrobianas, antioxidantes e inmunomoduladores, que contribuyen a mejorar el equilibrio de la microbiota

intestinal y la salud digestiva de los animales, especialmente en etapas críticas como el post-destete (9, 10, 12, 14, 17, 18). Esto sugiere que el efecto del fitogénico puede no manifestarse necesariamente como un incremento directo de la ganancia de peso, sino como una mejora en la estabilidad sanitaria y en la eficiencia productiva a largo plazo.

Por otra parte, las variaciones observadas en el tratamiento control (T0) pueden estar asociadas a fluctuaciones normales del crecimiento y del consumo en sistemas basados en forraje, donde la calidad del alimento y el manejo tienen una influencia directa sobre el rendimiento de los cuyes (35, 36).

### 10.2.3 Consumo de alimento

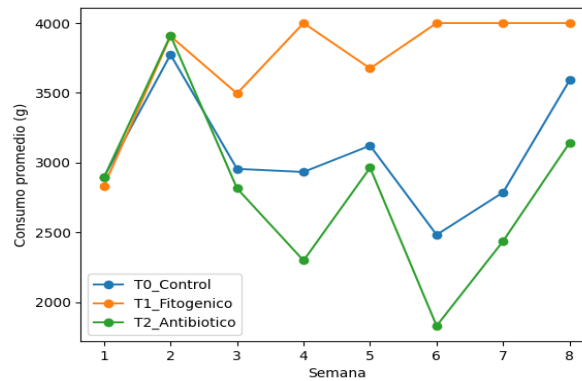
El consumo de alimento fue evaluado de manera descriptiva a partir de los registros semanales de balanceado y materia verde (maíz y alfalfa) suministrados a los cuyes durante los 49 días del ensayo. Debido a que el objetivo principal del estudio se centró en la evaluación de los parámetros productivos y sanitarios, el análisis del consumo se presenta como valores acumulados, promedios por tratamiento y comportamiento semanal, sin la aplicación de pruebas estadísticas inferenciales.

**Tabla 7.** Consumo total y promedio de alimento por tratamiento durante el periodo experimental.

<b>Tratamiento</b>	<b>Consumo total balanceado (kg)</b>	<b>Consumo promedio balanceado por cuy (kg)</b>	<b>Materia verde total (kg)</b>	<b>Consumo promedio materia verde por cuy (kg)</b>
T0	49,08	0,440	463,78	4,159
T1	59,82	0,498	565,26	4,711
T2	44,58	0,424	421,32	4,003

T0 = Control; T1 = Fitogénico; T2 = Antibiótico

En términos acumulados, el tratamiento con fitogénico (T1) presentó el mayor consumo total y promedio tanto de balanceado como de materia verde, mientras que el tratamiento antibiótico (T2) registró los valores más bajos. El tratamiento control (T0) mostró valores intermedios. (18, 19).

**Tabla 8 .** Consumo promedio semanal de balanceado por tratamiento (g).

El comportamiento semanal evidenció que el tratamiento con fitogénico mantuvo un consumo más estable durante las ocho semanas del estudio. En contraste, los tratamientos control y antibiótico presentaron disminuciones en el consumo en las semanas intermedias y finales, particularmente a partir de la semana seis. (22).

El mayor consumo observado en el tratamiento con fitogénico puede relacionarse con los efectos descritos para este tipo de aditivos, los cuales pueden mejorar la palatabilidad del alimento, estimular la secreción de enzimas digestivas y contribuir al equilibrio de la microbiota intestinal, favoreciendo la estabilidad digestiva durante la etapa post-destete.

Por otro lado, la disminución del consumo registrada en los tratamientos control y antibiótico coincidió con la mortalidad observada en dichos grupos, lo que redujo el número de animales por unidad experimental y, en consecuencia, el consumo total de alimento por poza. En sistemas de producción de cuyes, el consumo voluntario está estrechamente ligado al estado sanitario del lote, por lo que cualquier alteración digestiva puede impactar directamente en la ingestión.

Durante el periodo experimental se observaron signos clínicos compatibles con trastornos gastrointestinales en algunos animales de los tratamientos control y antibiótico, tales como diarrea y regurgitación previas al fallecimiento. Aunque no se realizaron estudios diagnósticos confirmatorios, estos eventos podrían estar asociados a procesos de disbiosis o alteraciones en la fermentación cecal, situaciones particularmente sensibles en cuyes post-destete debido a la inmadurez del sistema digestivo.

Es importante señalar que en esta especie el equilibrio de la microbiota intestinal es fundamental para la digestión de la fibra y la absorción de nutrientes. Cualquier factor que altere este balance, incluyendo cambios bruscos en la dieta, estrés o el uso de antimicrobianos, puede generar desequilibrios que se manifiesten en disminución del consumo, pérdida de peso y aumento de la mortalidad.

En conjunto, los resultados sugieren que el tratamiento con fitogénico no solo permitió mantener un mayor consumo de alimento, sino también una mayor estabilidad sanitaria del lote, lo cual pudo influir positivamente en el desempeño productivo general observado en el estudio.

#### 10.2.4 Conversión alimenticia (CA)

Durante el periodo experimental, la conversión alimenticia (CA) fue evaluada en los tratamientos T0 (Control), T1 (Fitogénico) y T2 (Antibiótico) en diferentes momentos de medición (días 7, 14, 21, 28, 35, 42 y 49). En ninguna de las evaluaciones se registraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p > 0,05$ ; NS), lo que indica que la eficiencia de utilización del alimento fue similar bajo las tres estrategias alimenticias.

En términos descriptivos, al día 7 la CA fue de 2,26 en T0, 2,39 en T1 y 2,14 en T2. Al día 21 los valores fueron 2,67 (T0), 2,57 (T1) y 2,24 (T2). En la evaluación final del día 49, la CA alcanzó valores de 2,62 en T0, 1,92 en T1 y 2,17 en T2, observándose una tendencia numérica a mejor eficiencia en el tratamiento con fitogénico, aunque sin alcanzar significancia estadística.

**Tabla 9.** Conversión alimenticia (CA) en cuyes post-destete suplementados

Variable	T0	T1	T2	CV (%)	p-valor	Sig.
Número de cuyes	30	30	30	–	–	–
CA día 7	2,26	2,39	2,14	27,08	0,9222	NS
CA día 14	1,70	1,63	1,88	17,55	0,7253	NS
CA día 21	2,67	2,57	2,24	10,29	0,3443	NS
CA día 28	2,14	2,37	2,31	16,21	0,8212	NS
CA día 35	2,24	2,37	2,34	14,65	0,9186	NS
CA día 42	2,40	2,46	2,44	13,20	0,9789	NS
CA día 49	2,62	1,92	2,17	19,05	0,3709	NS

T0 = Control; T1 = Fitogénico; T2 = Antibiótico; CV = coeficiente de variación; NS = no significativo ( $p > 0,05$ ).

Los resultados obtenidos muestran que la conversión alimenticia fue estadísticamente similar entre los tratamientos durante todo el periodo de evaluación, lo que indica que la eficiencia en el aprovechamiento del alimento no se vio modificada de forma significativa por la inclusión de fitogénico o por el uso de antibiótico en la dieta. Este comportamiento es consistente con lo

reportado en estudios donde la respuesta a aditivos alimenticios puede verse influenciada por múltiples factores productivos y ambientales (16, 17, 18).

La ausencia de diferencias significativas en CA sugiere que, bajo las condiciones del presente ensayo, el desempeño productivo dependió principalmente del manejo general y de la calidad de la dieta base, más que del aditivo utilizado. En cuyes en etapa post-destete, la eficiencia alimenticia puede verse afectada por la adaptación al alimento sólido, el estrés de manejo y la variabilidad individual, factores que pueden atenuar la expresión de efectos diferenciales entre tratamientos (19, 20).

Aunque no se evidenció significancia estadística, se observó una tendencia numérica a mejor conversión alimenticia en el tratamiento con fitogénico al final del ensayo. Este tipo de comportamiento ha sido descrito para aditivos fitogénicos, los cuales pueden mejorar la digestibilidad y la salud intestinal mediante la modulación de la microbiota y la estimulación de procesos digestivos, favoreciendo una utilización más eficiente de los nutrientes (21, 22, 23).

Por otro lado, si bien el uso de antibióticos promotores de crecimiento ha sido tradicionalmente asociado con mejoras en eficiencia alimenticia, su efecto no siempre es consistente y depende del nivel de desafío sanitario y del sistema de producción (24, 25). Considerando las recomendaciones actuales orientadas a reducir el uso rutinario de antimicrobianos, los resultados obtenidos respaldan que el fitogénico puede constituir una alternativa válida para mantener una eficiencia alimenticia comparable a la del antibiótico, sin los riesgos asociados a su uso (26, 27, 28).

### **10.2.5 Mortalidad**

La mortalidad registrada durante el periodo experimental mostró diferencias marcadas entre tratamientos. El tratamiento T1 (fitogénico) no presentó bajas en ninguna de las semanas evaluadas, finalizando con 30 animales, lo que representó una mortalidad de 0% y una supervivencia de 100%.

El tratamiento T2 (antibiótico) registró la mayor pérdida de animales, acumulando 7 bajas a lo largo del ensayo y finalizando con 23 cuyes, lo que correspondió a una mortalidad de 23,33% y una supervivencia de 76,67%.

Por su parte, el tratamiento T0 (control) presentó 4 bajas acumuladas, terminando con 26 animales, lo que representó una mortalidad de 13,33% y una supervivencia de 86,67%.%

**Tabla 10.** Mortalidad (%) en cuyes post-destete suplementados.

<b>Tratamiento</b>	<b>N inicial</b>	<b>Bajas acumuladas</b>	<b>N final</b>	<b>Mortalidad (%)</b>	<b>Supervivencia (%)</b>
T0	30	4	26	13,33	86,67
T1	30	0	30	0,00	100,00
T2	30	7	23	23,33	76,67

T0 = Control; T1 = Fitogénico; T2 = Antibiótico.

La etapa post-destete en cuyes es considerada un periodo crítico, debido a que los animales atraviesan cambios fisiológicos y alimenticios que pueden predisponerlos a trastornos digestivos y a un mayor riesgo de mortalidad (16). En sistemas productivos comerciales se reportan rangos habituales de mortalidad cercanos al 10–15% en esta fase, dependiendo del manejo y las condiciones sanitarias (17). En este contexto, la mortalidad observada en el tratamiento control (T0: 13,33%) se encuentra dentro de valores considerados normales para la especie.

El comportamiento del tratamiento fitogénico (T1) fue notable al no registrar ninguna baja durante todo el ensayo. Este resultado sugiere un posible efecto protector o estabilizador del fitogénico sobre la salud digestiva de los animales. Diversos estudios han descrito que los aditivos fitogénicos pueden contribuir a mejorar el equilibrio de la microbiota intestinal, favorecer la integridad del epitelio digestivo y reducir la presentación de cuadros gastrointestinales, especialmente en etapas sensibles como el post-destete (18,19).

En contraste, el tratamiento con antibiótico (T2) presentó la mayor mortalidad del estudio (23,33%). Las bajas en este grupo se asociaron principalmente a signos digestivos como diarrea y regurgitación aparente. Se ha reportado que el uso prolongado de sulfonamidas puede generar efectos adversos gastrointestinales y alteraciones en la microbiota intestinal, lo que podría predisponer a disbiosis y trastornos digestivos en animales jóvenes (20,21). Estos efectos pueden ser más evidentes en el post-destete, cuando el sistema digestivo aún se encuentra en proceso de adaptación.

En el tratamiento control (T0), algunas de las bajas se relacionaron con episodios de timpanismo, condición que en cuyes puede presentarse por alteraciones fermentativas, cambios dietarios o situaciones de estrés que afectan la motilidad gastrointestinal (22). Este tipo de problemas digestivos son frecuentes en sistemas basados en forraje fresco y constituyen una causa común de mortalidad en la especie.

Desde el punto de vista productivo, la mortalidad es un indicador determinante de la viabilidad económica del sistema, ya que cada baja reduce el número de animales disponibles para

comercialización y eleva el costo por cuy sobreviviente (23). En este sentido, el tratamiento fitogénico (T1) resultó claramente favorable al mantener una supervivencia del 100%, lo que representa una ventaja importante para productores que buscan alternativas seguras al uso rutinario de antibióticos.

## **10.12 Estimación del beneficio-costo del uso de fitogénico (*Citrus aurantium*) en comparación con antibiótico y control, proyectado hasta peso comercial**

### **10.3.1 Ingresos proyectados**

Los ingresos proyectados hasta el peso comercial de 1.250 g mostraron diferencias entre tratamientos asociadas principalmente al número de animales sobrevivientes. El tratamiento T1 (fitogénico) generó el mayor ingreso total con USD 241,90, debido a que no se registraron bajas y se logró comercializar la totalidad de los cuyes.

El tratamiento T0 (control) alcanzó un ingreso total de USD 209,65, mientras que el tratamiento T2 (antibiótico) presentó el menor ingreso con USD 185,46, como consecuencia directa de la mayor mortalidad registrada en dicho grupo.

El ingreso por venta de abono constituyó un aporte complementario dentro del flujo económico, contribuyendo de manera proporcional al número de animales sobrevivientes en cada tratamiento.

**Tabla 11.** Ingresos proyectados hasta 1.250 g en cuyes suplementados.

<b>Tratamiento</b>	<b>Sobrevivientes</b>	<b>Ingreso por venta (USD)</b>	<b>Abono (kg)</b>	<b>Ingreso por abono (USD)</b>	<b>Ingreso total (USD)</b>
T0	26	208,00	6,58	1,65	209,65
T1	30	240,00	7,59	1,90	241,90
T2	23	184,00	5,82	1,46	185,46

T0 = Control; T1 = Fitogénico; T2 = Antibiótico.

El comportamiento de los ingresos estuvo directamente influenciado por la supervivencia de los animales, más que por diferencias productivas individuales. El mayor ingreso obtenido en el tratamiento con fitogénico se explica por la ausencia de mortalidad, lo que permitió maximizar el número de cuyes comercializables. Este hallazgo concuerda con estudios que señalan que la reducción de pérdidas sanitarias es un factor determinante para la rentabilidad en la producción de cuyes (27, 34).

En el tratamiento antibiótico, el menor ingreso total reflejó el impacto económico negativo de las bajas registradas. Diversos autores han indicado que el uso de antimicrobianos no siempre

se traduce en mejores resultados económicos cuando se presentan alteraciones digestivas o efectos adversos que afectan la supervivencia del lote (52, 60).

El tratamiento control mostró un ingreso intermedio, evidenciando que un sistema sin aditivos puede generar resultados económicos competitivos siempre que se mantengan condiciones adecuadas de manejo y alimentación (33, 58).

La venta de abono, aunque representa un ingreso de menor magnitud, contribuye a mejorar el flujo económico del sistema productivo. La valorización de subproductos ha sido descrita como una estrategia complementaria para fortalecer la sostenibilidad económica en explotaciones de cuyes (44, 65).

En conjunto, los resultados indican que el uso del fitogénico permitió obtener los mayores ingresos proyectados, principalmente por su efecto favorable sobre la supervivencia, constituyéndose en una alternativa económica viable frente al tratamiento antibiótico.

### 10.3.2 Costos de producción proyectados

Los costos proyectados hasta alcanzar el peso comercial de 1.250 g mostraron diferencias entre tratamientos, determinadas principalmente por el gasto en alimentación y por la compra inicial de los gazapos.

El tratamiento T1 (fitogénico) presentó el mayor costo total (USD 201,56), debido a un mayor gasto en balanceado (USD 93,38) y al costo del aditivo (USD 3,55).

El tratamiento T0 (control) registró un costo total de USD 163,40, sin costos asociados a aditivos.

Por su parte, el tratamiento T2 (antibiótico) presentó el menor costo total (USD 157,01); sin embargo, incluyó un gasto por antibiótico (USD 6,10) que fue superior al costo del fitogénico.

La materia verde (maíz y alfalfa) representó una proporción reducida dentro del costo total en los tres tratamientos.

**Tabla 12.** Costos de producción proyectados hasta 1.250 g en cuyes suplementados.

<b>Tratamiento</b>	<b>Gazapos (USD)</b>	<b>Balanceado (USD)</b>	<b>Materia verde (USD)</b>	<b>Aditivo (USD)</b>	<b>Otros (USD)</b>	<b>Costo total (USD)</b>
T0	90,00	62,89	8,51	0,00	2,00	163,40
T1	90,00	93,38	12,63	3,55	2,00	201,56
T2	90,00	51,87	7,04	6,10	2,00	157,01

T0 = Control; T1 = Fitogénico; T2 = Antibiótico.

El análisis de costos evidenció que el componente de mayor peso dentro del costo total fue la alimentación, particularmente el balanceado, lo cual coincide con reportes que identifican a la dieta como el principal factor de gasto en la producción de cuyes, debido a su influencia directa sobre el crecimiento y el tiempo requerido para alcanzar el peso comercial (33, 58).

El tratamiento con fitogénico (T1) mostró el mayor costo total, situación asociada tanto al costo del aditivo como a un mayor consumo proyectado de alimento. Investigaciones previas han señalado que la viabilidad económica de los fitogénicos depende del equilibrio entre su precio, su efecto sobre la salud intestinal y su impacto real en la eficiencia productiva (41, 46).

En el tratamiento antibiótico (T2), aunque el costo total fue el menor, el gasto por antibiótico resultó más elevado que el del fitogénico. Este comportamiento concuerda con estudios que indican que el uso de antimicrobianos puede incrementar el costo variable del sistema sin garantizar necesariamente mejores resultados económicos cuando se presentan problemas sanitarios o mortalidad (52, 60).

La baja participación de la materia verde dentro del costo total se explica por su reducido precio por kilogramo en comparación con el balanceado. Esto ha sido descrito en sistemas de producción de cuyes donde el forraje constituye un recurso de bajo costo que complementa la dieta concentrada (33).

En conjunto, los resultados muestran que el análisis de costos, por sí solo, no permite determinar la conveniencia económica de un tratamiento, ya que debe interpretarse junto con los ingresos generados y con el efecto de cada aditivo sobre la supervivencia y el desempeño productivo del lote.

### **10.3.3 Utilidad proyectada**

La comparación entre los ingresos y los costos proyectados permitió determinar la utilidad económica de cada tratamiento hasta alcanzar el peso comercial de 1.250 g.

El tratamiento T0 (control) presentó la mayor ganancia económica con USD 46,25, seguido por el tratamiento T1 (fitogénico) con USD 40,34. El tratamiento T2 (antibiótico) registró la menor utilidad, con USD 28,45.

Estos resultados indican que, aunque el tratamiento con fitogénico generó los mayores ingresos totales, su mayor costo de producción redujo su margen final de ganancia en comparación con el tratamiento control.

**Tabla 13.** Utilidad proyectada hasta 1.250 g en cuyes suplementados.

<b>Tratamiento</b>	<b>Ingreso total (USD)</b>	<b>Costo total (USD)</b>	<b>Ganancia (USD)</b>
T0	209,65	163,40	46,25
T1	241,90	201,56	40,34
T2	185,46	157,01	28,45

T0 = Control; T1 = Fitogénico; T2 = Antibiótico.

El análisis integral de utilidad evidenció que el tratamiento control (T0) fue el que presentó el mejor resultado económico final, a pesar de no incluir ningún tipo de aditivo. Este comportamiento sugiere que, bajo condiciones adecuadas de manejo y alimentación, es posible obtener una rentabilidad favorable sin recurrir necesariamente al uso de productos suplementarios, tal como ha sido descrito en sistemas tradicionales de producción de cuyes (33, 58).

El tratamiento con fitogénico (T1), aunque no alcanzó la mayor utilidad, mostró un desempeño económico competitivo y claramente superior al del tratamiento antibiótico. Su principal fortaleza radicó en la ausencia de mortalidad, lo que permitió maximizar el número de animales comercializables. Diversos estudios han señalado que los fitogénicos pueden mejorar la estabilidad digestiva y reducir pérdidas productivas, constituyéndose en alternativas viables al uso de antimicrobianos (27, 34, 71).

En contraste, el tratamiento antibiótico (T2) presentó la menor ganancia económica, situación relacionada con las pérdidas por mortalidad observadas durante el ensayo y con el costo adicional del fármaco. Investigaciones previas indican que el uso rutinario de antibióticos no siempre se traduce en mejores resultados económicos y que, en determinadas condiciones, puede incluso afectar negativamente la rentabilidad del sistema productivo (52, 60).

Estos resultados confirman que la conveniencia económica de un aditivo no depende únicamente de su efecto sobre el crecimiento, sino de la interacción entre costos, supervivencia y número final de animales disponibles para la venta. En este sentido, el fitogénico evaluado puede considerarse una alternativa técnica válida frente al antibiótico, aunque su adopción debe analizarse considerando el precio del insumo y las condiciones particulares de cada explotación (41, 46, 78).

## **11. IMPACTOS**

### **11.1 Impacto científico y académico**

El presente trabajo aporta evidencia experimental sobre el uso de un fitogénico como alternativa al uso de antibióticos en cuyes durante la etapa de post-destete, evaluando su efecto sobre

variables productivas clave como el peso vivo, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad. Los resultados obtenidos contribuyen al fortalecimiento del conocimiento técnico en producción de cuyes, especialmente en sistemas con suplementación alimenticia y manejo de forraje.

Asimismo, este estudio genera información útil para futuras investigaciones relacionadas con aditivos naturales, control sanitario en post-destete y estrategias de reducción del uso de antimicrobianos. La metodología aplicada y el análisis económico realizado permiten replicar el enfoque en otras condiciones productivas, lo cual favorece el desarrollo de trabajos académicos orientados a mejorar la eficiencia y sostenibilidad del sistema.

### **11.2 Impacto social**

El uso de fitogénicos como alternativa al antibiótico en cuyes puede beneficiar directamente a pequeños y medianos productores, al ofrecer una estrategia que favorece la supervivencia del lote y reduce pérdidas económicas asociadas a mortalidad en una etapa crítica como el post-destete. Esto mejora la estabilidad productiva, incrementa la disponibilidad de animales para comercialización y fortalece la seguridad económica de las familias que dependen de la crianza de cuyes como fuente de ingresos.

Además, el reemplazo parcial o total de antibióticos por alternativas naturales se alinea con una producción más responsable, lo cual puede aumentar la aceptación del producto por parte del consumidor y mejorar la percepción del mercado sobre la inocuidad de la carne de cuy.

### **11.3 Impacto ambiental**

El enfoque del estudio promueve prácticas productivas más sostenibles al evaluar el uso de fitogénicos, reduciendo la dependencia de antimicrobianos y contribuyendo indirectamente a disminuir el riesgo de contaminación ambiental por residuos farmacológicos. Esto resulta relevante en sistemas pecuarios, donde el uso frecuente de antibióticos puede asociarse a riesgos sanitarios y ambientales.

Adicionalmente, el aprovechamiento del abono orgánico como subproducto del sistema productivo representa una alternativa ambientalmente favorable, ya que fomenta el reciclaje de nutrientes y puede disminuir el uso de fertilizantes químicos en áreas destinadas al cultivo de forraje, contribuyendo a una producción más circular y eficiente.

## 12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 12.1 Conclusiones

- La suplementación con el fitogénico (*Citrus aurantium*) durante la etapa post-destete permitió mantener estabilidad productiva y sanitaria en los cuyes manejados bajo sistema intensivo de engorde, constituyéndose como una alternativa técnica viable frente al uso de sulfamidas. Su aplicación favoreció un consumo más constante y ausencia de mortalidad, influyendo positivamente en la uniformidad del lote y en la eficiencia productiva.
- La caracterización bromatológica del balanceado confirmó que la dieta base cumplió con los requerimientos nutricionales propios de la etapa de crecimiento, garantizando condiciones homogéneas para la comparación entre tratamientos y permitiendo atribuir las diferencias productivas observadas al efecto de los aditivos evaluados.
- El análisis de peso vivo, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad evidenció mayor variabilidad productiva en los tratamientos antibiótico y control, asociada a eventos sanitarios que afectaron el desempeño del lote. En contraste, el tratamiento con fitogénico mostró mayor estabilidad sanitaria y crecimiento más uniforme, lo que sugiere un efecto favorable sobre la integridad digestiva y la utilización de nutrientes.
- Desde el punto de vista económico, aunque el tratamiento control presentó la mayor ganancia neta proyectada hasta el peso comercial, el fitogénico demostró ser económicamente competitivo y superó al tratamiento con antibiótico en utilidad final. Además, su estabilidad sanitaria y menor riesgo productivo representan una ventaja técnica relevante en sistemas intensivos donde la mortalidad puede impactar significativamente la rentabilidad.

### 12.2 Recomendaciones

- Incorporar el uso de fitogénicos como estrategia de manejo sanitario en la etapa post-destete, especialmente en explotaciones donde la mortalidad representa un problema recurrente, considerando que los resultados obtenidos demostraron que la supervivencia del lote es el factor de mayor impacto sobre la rentabilidad del sistema, incluso por encima de las diferencias en consumo o ganancia de peso.

- Implementar evaluaciones sanitarias complementarias en futuros estudios, incluyendo análisis microbiológicos y valoración de la integridad intestinal, con el fin de determinar de manera más precisa los mecanismos de acción del fitogénico sobre la microbiota digestiva y su relación con la reducción de trastornos gastrointestinales observados en la etapa post-destete.
- Desarrollar investigaciones a mayor escala y en diferentes sistemas productivos (pozas, jaulas, pastoreo y distintos niveles de densidad), que permitan validar la eficacia del fitogénico en condiciones reales de producción comercial y establecer protocolos de uso ajustados a las particularidades de cada tipo de explotación.
- Realizar análisis económicos periódicos que consideren variaciones en los precios del alimento balanceado, de los aditivos y del mercado de cuyes, con el propósito de definir umbrales de rentabilidad y facilitar la toma de decisiones técnicas y financieras para productores que busquen reducir el uso de antibióticos sin comprometer la sostenibilidad económica.

### 13. BIBLIOGRAFÍAS

1. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Indicadores de producción y productividad animal. Roma: FAO; 2011 [citado 2025 Oct 01].
2. Chauca L. Producción y manejo del cuy. Lima: Instituto Nacional de Innovación Agraria; 2004 [citado 2025 Oct 02].
3. Morales A, Carcelén F. Parámetros productivos del cuy durante el post-destete. *Rev Invest Vet Perú*. 2012;23(3):289-296 [citado 2025 Oct 03].
4. Solórzano G, Jiménez R. Evaluación productiva de cuyes machos en engorde intensivo. *Rev Invest Vet Perú*. 2010;21(2):145-152 [citado 2025 Oct 04].
5. Consejo Nacional de Investigación (NRC). Requerimientos nutricionales de pequeños mamíferos. Washington DC: National Academy Press; 1995 [citado 2025 Oct 05].
6. Pond WG, Church DC, Pond KR. Nutrición animal básica y alimentación. 5ª ed. Hoboken: Wiley; 2005 [citado 2025 Oct 06].
7. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Manejo ambiental y alojamiento de cuyes. Roma: FAO; 2014 [citado 2025 Oct 07].
8. Huarcaya G, Rosales M. Efecto del ambiente en la productividad del cuy. *Arch Zootec*. 2014;63(241):123-130 [citado 2025 Oct 08].
9. Hashemi SR, Davoodi H. Fitogénicos como nueva clase de aditivos en nutrición animal. *Anim Feed Sci Technol*. 2011;165:184-193 [citado 2025 Oct 09].
10. Windisch W, Schedle K, Plitzner C, Kroismayr A. Uso de productos fitogénicos como aditivos en alimentación animal. *J Anim Sci*. 2008;86(Suppl 14):E140-E148 [citado 2025 Oct 10].
11. Steiner T. Fitogénicos en nutrición animal. Nottingham: Nottingham University Press; 2009 [citado 2025 Oct 11].
12. Burt S. Aceites esenciales: propiedades antibacterianas y aplicaciones potenciales. *Int J Food Microbiol*. 2004;94(3):223-253 [citado 2025 Oct 12].
13. Greathead H. Plantas y extractos vegetales para mejorar la productividad animal. *Proc Nutr Soc*. 2003;62(2):279-290 [citado 2025 Oct 13].
14. Franz C, Baser KHC, Windisch W. Aceites esenciales en alimentación animal. *Anim Feed Sci Technol*. 2010;156(3-4):111-123 [citado 2025 Oct 14].

15. Wallace RJ, Oleszek W, Franz C, Hahn I, Baser KHC, Mathe A, et al. Bioactivos vegetales en nutrición animal. *Br Poult Sci.* 2010;51(4):461-487 [citado 2025 Oct 15].
16. Brenes A, Roura E. Aceites esenciales en nutrición animal: efectos y mecanismos de acción. *Anim Feed Sci Technol.* 2010;158:114-120 [citado 2025 Oct 16].
17. Yang C, Chowdhury MAK, Huo Y, Gong J. Compuestos fitogénicos como alternativa a antibióticos en nutrición animal. *Anim Nutr.* 2015;1(3):137-143 [citado 2025 Oct 17].
18. Gadde U, Kim WH, Oh ST, Lillehoj HS. Alternativas a antibióticos para mejorar el desempeño productivo. *Anim Health Res Rev.* 2017;18(1):26-45 [citado 2025 Oct 18].
19. Dibner JJ, Richards JD. Promotores de crecimiento antibióticos en agricultura. *Poult Sci.* 2005;84(4):634-643 [citado 2025 Oct 19].
20. Castanon JIR. Historia del uso de promotores antibióticos en la alimentación animal europea. *Poult Sci.* 2007;86(11):2466-2471 [citado 2025 Oct 20].
21. Seal BS, Lillehoj HS, Donovan DM, Gay CG. Alternativas a los antibióticos en la producción animal. *Anim Health Res Rev.* 2013;14(1):78-87 [citado 2025 Oct 21].
22. Van Boeckel TP, Brower C, Gilbert M, et al. Tendencias mundiales en el uso de antimicrobianos en animales destinados a la producción de alimentos. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2015;112(18):5649-5654 [citado 2025 Oct 22].
23. Allen HK, Stanton TB. Efectos de los antibióticos sobre el microbioma en animales de producción. *Annu Rev Microbiol.* 2014;68:297-315 [citado 2025 Oct 23].
24. Cromwell GL. Antibióticos como promotores de crecimiento en porcinos. *Anim Biotechnol.* 2002;13(1):7-27 [citado 2025 Oct 24].
25. Organización Mundial de la Salud. Resistencia a los antimicrobianos: informe mundial sobre vigilancia. Ginebra: OMS; 2014 [citado 2025 Oct 25].
26. Ávila Gutiérrez J. Producción de cuyes en sistemas intensivos de la región andina. *Rev Cienc Anim.* 2018;36(2):45-52 [citado 2025 Oct 26].
27. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; Organización Mundial de la Salud. Codex Alimentarius: resistencia a los antimicrobianos. Roma: FAO/OMS; 2011 [citado 2025 Oct 27].
28. Lee KW, Everts H, Beynen AC. Uso de aceites esenciales en la nutrición de pollos de engorde. *Int J Poult Sci.* 2004;3(12):738-752 [citado 2025 Oct 28].

29. Chauca L. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Roma: FAO Producción y Sanidad Animal; 1997 [citado 2025 Oct 29].
30. Zaldívar L, Rojas R. Evaluación de ecotipos de cuyes en sistemas de alimentación forrajera. *Rev Inv Pecu.* 1968;12(3):45-52 [citado 2025 Oct 30].
31. Ortiz H. Alimentación y nutrición en cuyes. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2010 [citado 2025 Oct 31].
32. Valverde PI, Trujillo JV, Díaz H, Toalombo PA. Alimentación de cuyes con pastos y forrajes tropicales en Pastaza, Ecuador. *Rev Prod Anim.* 2021;59-66 [citado 2025 Nov 01].
33. Reynaga MF, Vergara V, Muscari J, Higaonna R. Sistemas de alimentación mixta e integral en cuyes de razas Perú, Andina e Inti. *Rev Invest Vet Perú.* 2020;31(3):1057-1066 [citado 2025 Nov 02].
34. Hidalgo L, Montes J. Evaluación de raciones mixtas en cuyes de engorde. *Rev Prod Anim.* 1995;8(2):33-41 [citado 2025 Nov 03].
35. Caycedo J. Sistemas de alimentación de cuyes en Colombia. *Rev Cienc Anim.* 1993;15(1):22-29 [citado 2025 Nov 04].
36. Gómez R. Evaluación de raciones peletizadas en cuyes de engorde. *Rev Zootec.* 1990;5(2):67-74 [citado 2025 Nov 05].
37. Castillo-López RI, Moehn S. Aditivos fitogénicos en nutrición animal. *Anim Feed Sci Technol.* 2017;230:1-7 [citado 2025 Nov 06].
38. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Sistemas sostenibles de producción pecuaria. Roma: FAO; 2018 [citado 2025 Nov 07].
39. Banco Mundial. Desarrollo ganadero y sostenibilidad. Washington DC: World Bank; 2017 [citado 2025 Nov 08].
40. Organización Mundial de Sanidad Animal. Código sanitario para los animales terrestres. París: OIE; 2019 [citado 2025 Nov 09].
41. Gura T. Producción ganadera industrial y resistencia a los antibióticos. *Science.* 2008;320:1309-1310 [citado 2025 Nov 10].
42. Smith DL, Harris AD, Johnson JA. Resistencia antibiótica en sistemas de producción animal. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2002;99:6434-6439 [citado 2025 Nov 11].

43. Marshall BM, Levy SB. Animales de producción y antimicrobianos: impacto en la salud pública. *Clin Microbiol Rev.* 2011;24(4):718-733 [citado 2025 Nov 12].
44. Silbergeld EK, Graham J, Price LB. Producción animal industrial y salud humana. *Environ Health Perspect.* 2008;116(6):700-708 [citado 2025 Nov 13].
45. Nazzaro F, Fratianni F, De Martino L, et al. Efecto de los aceites esenciales sobre bacterias patógenas. *Molecules.* 2013;18:12044-12061 [citado 2025 Nov 14].
46. Jamroz D, Wiliczekiewicz A, et al. Influencia de aditivos fitogénicos sobre el rendimiento productivo. *Czech J Anim Sci.* 2005;50(1):23-30 [citado 2025 Nov 15].
47. Perić L, Milošević N, et al. Productos probióticos y fitogénicos como alternativas a antibióticos. *Arch Tierz.* 2010;53(3):350-359 [citado 2025 Nov 16].
48. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Caracterización agropecuaria de Cotopaxi [Internet]. Quito: INEC; 2022 [citado 2025 Nov 17].
49. Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Cotopaxi. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial [Internet]. Latacunga; 2021 [citado 2025 Nov 18].
50. Rivera Chicaiza EB, Toscano Molina MD. Caracterización socioeconómica y productiva de la parroquia Juan Montalvo del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi [Internet]. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2022 [citado 2025 Nov 19].
51. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Producción de cuyes en la región andina [Internet]. Roma: FAO; 2013 [citado 2025 Nov 20].
52. Franz C, Novak J. Fuentes de aceites esenciales y extractos vegetales. *Flavour Fragr J.* 2010;25:73-79 [citado 2025 Nov 21].
53. Wallace RJ. Propiedades antimicrobianas de metabolitos vegetales. *Proc Nutr Soc.* 2004;63:621-629 [citado 2025 Nov 22].
54. Benchaar C, Greathead H. Aceites esenciales y extractos vegetales en nutrición animal. *CAB Rev.* 2011;6(43):1-10 [citado 2025 Nov 23].
55. Giannenas I, Florou-Paneri P. Aditivos fitogénicos en nutrición animal. Londres: Academic Press; 2017 [citado 2025 Nov 24].
56. Patra AK, Saxena J. Taninos dietarios y sus efectos en animales de producción. *Anim Feed Sci Technol.* 2011;166-167:1-14 [citado 2025 Nov 25].

57. Lillehoj H, Lee S, Lillehoj E. Inmunomodulación mediante compuestos vegetales. *Front Vet Sci.* 2018;5:1-10 [citado 2025 Nov 26].
58. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Ganadería y medio ambiente [Internet]. Roma: FAO; 2019 [citado 2025 Nov 27].
59. Organización Mundial de Sanidad Animal. Uso responsable de antimicrobianos en animales [Internet]. París: OIE; 2020 [citado 2025 Nov 28].
60. Diaz-Sanchez S, D'Souza D, Biswas D, et al. Alternativas botánicas a los antibióticos. *Front Microbiol.* 2015;6:1-10 [citado 2025 Nov 29].
61. Kumar P, Patra AK. Aditivos fitogénicos como alternativas a los antibióticos en nutrición animal. *Anim Nutr.* 2017;3(4):1-9 [citado 2025 Nov 30].
62. Papatsiros VG, Katsoulos PD, et al. Alternativas naturales a los antibióticos en producción animal. *Anim Health Res Rev.* 2013;14(1):1-12 [citado 2025 Dec 01].
63. Organización Mundial de la Salud. Plan de acción mundial sobre la resistencia a los antimicrobianos [Internet]. Ginebra: OMS; 2015 [citado 2025 Dec 02].
64. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Sistema de información sobre recursos alimenticios para animales [Internet]. Roma: FAO; 2017 [citado 2025 Dec 03].
65. Thrusfield M. Epidemiología veterinaria. 4ª ed. Oxford: Blackwell; 2018 [citado 2025 Dec 04].
66. Lawrence TLJ, Fowler VR. Crecimiento de los animales de granja. 3ª ed. Wallingford: CABI; 2012 [citado 2025 Dec 05].
67. Kleiber M. El fuego de la vida: introducción a la energética animal. Nueva York: Wiley; 1975 [citado 2025 Dec 06].
68. Falconer DS. Introducción a la genética cuantitativa. 4ª ed. Londres: Longman; 1996 [citado 2025 Dec 07].
69. Quinn PJ. Microbiología veterinaria y enfermedad microbiana. 2ª ed. Oxford: Wiley-Blackwell; 2011 [citado 2025 Dec 08].
70. Taylor MA, Coop RL, Wall RL. Parasitología veterinaria. 4ª ed. Oxford: Wiley-Blackwell; 2015 [citado 2025 Dec 09].

71. Conway DP, McKenzie ME. Coccidiosis en aves de corral. 3ª ed. Ames: Wiley; 2007 [citado 2025 Dec 10].
72. Curtis SE. Manejo ambiental en la producción animal. Ames: Iowa State Press; 1983 [citado 2025 Dec 11].
73. Webster J. Bienestar animal: fundamentos científicos y éticos. Oxford: Blackwell; 2005 [citado 2025 Dec 12].
74. AOAC International. Métodos oficiales de análisis. 18ª ed. Gaithersburg: AOAC; 2005 [citado 2025 Dec 13].
75. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Buenas prácticas de bioseguridad en cuyes [Internet]. Roma: FAO; 2015 [citado 2025 Dec 14].
76. Organización Mundial de Sanidad Animal. Normas de sanidad y bioseguridad animal [Internet]. París: OIE; 2019 [citado 2025 Dec 15].
77. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Directrices sobre alojamiento de animales de producción [Internet]. Roma: FAO; 2014 [citado 2025 Dec 16].
78. Organización Mundial de la Salud. Seguridad alimentaria y resistencia antimicrobiana [Internet]. Ginebra: OMS; 2016 [citado 2025 Dec 17].
79. Dohoo I, Martin W, Stryhn H. Investigación epidemiológica veterinaria. 2ª ed. Charlottetown: VER Inc; 2009 [citado 2025 Dec 18].
80. Radostits OM, Gay CC, Hinchcliff KW, Constable PD. Medicina veterinaria: enfermedades de los animales domésticos. 10ª ed. Londres: Saunders; 2007 [citado 2025 Dec 19].
81. Zajac AM, Conboy GA. Parasitología clínica veterinaria. 8ª ed. Oxford: Wiley-Blackwell; 2012 [citado 2025 Dec 20].
82. Broom DM, Fraser AF. Comportamiento y bienestar de animales domésticos. 5ª ed. Wallingford: CABI; 2015 [citado 2025 Dec 21].
83. Hemsworth PH, Coleman GJ. Interacción humano-animal y productividad en sistemas intensivos. 2ª ed. Wallingford: CABI; 2011 [citado 2025 Dec 22].
84. Organización Mundial de la Salud. Resistencia a los antimicrobianos: informe global. Ginebra: OMS; 2014 [citado 2025 Oct 25].

85. European Food Safety Authority. Scientific opinion on housing of small mammals. EFSA Journal. 2012;10(1):2513 [citado 2026 Jan 11].
86. Organización Mundial de Sanidad Animal. Bienestar animal y sistemas de producción. París: OIE; 2013 [citado 2026 Jan 12].
87. Peek HW, Landman WJM. Coccidiosis control in small mammals. Vet Q. 2008;30(3):125-138 [citado 2026 Jan 13].
88. Cross DE, McDevitt RM, Hillman K, Acamovic T. Effects of herbs and essential oils on gut microflora. Br Poult Sci. 2007;48(4):496-506 [citado 2026 Jan 14].
89. Food and Agriculture Organization. Guinea pig production manual [Internet]. Rome: FAO; 2013 [cited 2025 Dec 24]. Available from: <https://www.fao.org/>
90. Google Earth Web [Internet]. Google LLC; 2025 [cited 2025 Dec 26]. Available from: <https://earth.google.com/>
91. Eimex Active fitoquímico contra coccidiosis en aves [Internet]. Engormix; 2025 [cited 2025 Dec 25]. Available from: [https://www.engormix.com/mpa-veterinary-medicines-additives/eimex-active-fitoquimico-contra-coccidiosis-aves-sh15163\\_pr38013.htm](https://www.engormix.com/mpa-veterinary-medicines-additives/eimex-active-fitoquimico-contra-coccidiosis-aves-sh15163_pr38013.htm)
92. Documento descriptivo del cantón Latacunga: clima y producción agropecuaria [Internet]. Colectivo Ciudadano; 2017 [cited 2025 Dec 27]. Available from: <https://colectivosciudadanoseducacion.files.wordpress.com/2017/02/dc-latacunga.pdf>

