



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



## [Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



EVALUACION DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud de la **TESIS** cuyo título es:

**"EVALUACIÓN DEL USO DE IONOFOROS (SALINOMICINA) PARA MEJORAR LA EFICIENCIA PRODUCTIVA, SANITARIA Y CALIDAD DE CARNE EN CUYES DE ENGORDE"**

Presentado por:

**CABRERA SÁNCHEZ JUAN CARLOS**

De la **MAESTRÍA EN CIENCIAS VETERINARIAS** mención **SANIDAD, PRODUCCIÓN ANIMAL Y MEDIO AMBIENTE**.

Que, se ha recibido del operador del programa informático evaluador de originalidad de la Escuela de Posgrado de la UNICA, el informe automatizado de originalidad, el mismo que concluye de la siguiente manera:

**El documento de investigación APRUEBA los criterios de originalidad con un porcentaje de similitud de 4%.**

Para dar fe, se adjunta al presente el reporte de similitud de las bases de datos de iThenticate. En Ica 16 de mayo de 2025.

Atentamente

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
ESCUELA DE POSGRADO  
  
Dr. MARIO GUSTAVO REYES MEJÍA  
DIRECTOR

**UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”  
Vicerrectorado de Investigación  
Escuela de Posgrado  
Maestría en Ciencias Veterinarias  
Mención: Sanidad, Producción Animal y Medio  
Ambiente**



**TESIS**

**“EVALUACIÓN DEL USO DE IONOFOROS (SALINOMICINA) PARA MEJORAR  
LA EFICIENCIA PRODUCTIVA, SANITARIA Y CALIDAD DE CARNE EN CUYES  
DE ENGORDE”**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
MEDIO AMBIENTE Y SANIDAD ANIMAL**

**AUTOR:**

**JUAN CARLOS CABRERA SÁNCHEZ**

**PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO**

**ASESOR:**

**M.V. MAG. MANUEL ALBETIS APOLAYA**

**ICA – PERU**

**2025**

## **DEDICATORIA**

El siguiente trabajo de tesis está dedicado especialmente a mis padres que gracias a sus esfuerzos he logrado culminar mis estudios, a todas las personas cercanas que me apoyaron durante todo este proceso de desarrollo del mismo gracias por todo su ayuda.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por estar a mi lado siempre y apoyarme en aquellos momentos de debilidad.

A mis padres que gracias a sus consejos y palabras de aliento me han ayudado a crecer como persona y a luchar por lo que quiero, gracias por enseñarme valores que me han llevado a alcanzar una gran meta. los quiero mucho.

A mi prestigiosa universidad por haberme brindado los conocimientos y enseñanzas para ser un excelente profesional.

A mi asesor por el tiempo dedicación y paciencia en la elaboración de este documento.

# INDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS:.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS .....	7
RESUMEN.....	8
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. MARCO TEORICO.....	14
2.1. Antecedentes.....	14
2.2. Bases teóricas.....	18
III. Estrategia metodológica.....	22
2.4.1. Tipo y diseño de la investigación.....	22
2.4.2. Técnica Metodología de la investigación.....	22
De los animales.....	23
De la recepción.....	24
Del alimento.....	24
Peso inicial y peso final. Consume de alimento y conversión alimenticia.....	24
Estado sanitario,.....	24
Variables.....	26

2.4.3. Análisis e interpretación de los resultados. ....	27
IV. Resultados.....	28
V. Discusión .....	40
VI. Conclusiones.....	42
VII. Recomendaciones. ....	44
VIII. Referencias bibliográficas.....	45
IX. Anexos.....	49

## ÍNDICE DE TABLAS:

o:

<b>Tabla</b>		<b>Página</b>
<b>Tabla 1</b>	Tabla 1 de contingencia para determinar el efecto del uso de ácido butírico en cuyes en la etapa de crecimiento	25
<b>Tabla 2</b>	Operacionalización de variables	26
<b>Tabla 3</b>	Peso inicial para el uso de ionóforos (salinomicina) para mejorar la eficiencia productiva, sanitaria y calidad de carne en cuyes de engorde.	28
<b>Tabla 4</b>	Peso a los 30 días para el uso de ionóforos (salinomicina) para mejorar la eficiencia productiva en cuyes de engorde.	30
<b>Tabla 5</b>	Peso a los 50 días para el uso de ionóforos (salinomicina) para mejorar la eficiencia productiva en cuyes de engorde.	32
<b>Tabla 6</b>	Ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia para el uso de ionóforos (salinomicina) para mejorar la eficiencia productiva	35
<b>Tabla 7</b>	de ganancia de peso (kg), Conversión alimenticia (kg alimento/kg peso) y consumo de alimento (kg)	36
<b>Tabla 8</b>	Evaluación Sanitaria de los Tratamientos para evaluar el uso de la salinomicina	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

o:

<b>Figura</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
<b>Figura 1</b>	Peso inicial para el uso de ionóforos (salinomicina) para mejorar la eficiencia productiva, sanitaria y calidad de carne en cuyes de engorde.	29
<b>Figura 2</b>	Peso a los 30 días para el uso de ionóforos (salinomicina) para mejorar la eficiencia productiva en cuyes de engorde.	31
<b>Figura 3</b>	Peso a los 50 días para el uso de ionóforos (salinomicina) para mejorar la eficiencia productiva en cuyes de engorde.	34

## INDICE DE ANEXO

:

<b>Anexo</b>		<b>Página</b>
<b>Anexo 1</b>	Ubicación de la granja	51
<b>Anexo 2</b>	Descripción de los tratamientos	52
<b>Anexo 3</b>	Neomicina	53
<b>Anexo 4</b>	Salinomicina	54
<b>Anexo 5</b>	Peso de los animales	55
<b>Anexo 6</b>	Necropsia de los animales	56

## RESUMEN

El presente estudio evaluó el impacto del uso de la salinomicina en la eficiencia productiva, sanitaria y la calidad de la carne en cuyes de engorde. Se realizó un diseño experimental completamente al azar con tres grupos: control (sin antibióticos), neomicina y salinomicina. Se midieron variables como peso corporal, conversión alimenticia, mortalidad y análisis microbiológicos para determinar los efectos de la salinomicina en la salud y el crecimiento de los cuyes.

Los resultados mostraron que el grupo tratado con salinomicina presentó mortalidad del 100% antes de finalizar el experimento, lo que indica una alta toxicidad en esta especie. En contraste, el grupo tratado con neomicina mostró una mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia en comparación con el grupo control. Se identificaron signos de enteritis hemorrágica, necrosis hepática y daño renal en los cuyes expuestos a salinomicina, lo que sugiere un impacto negativo severo en la fisiología de estos animales.

Estos hallazgos indican que la salinomicina no es un aditivo seguro para su uso en cuyes de engorde, ya que provoca efectos tóxicos graves que comprometen su supervivencia. Se recomienda evitar su administración en esta especie y explorar alternativas seguras como probióticos y prebióticos para mejorar la eficiencia productiva sin comprometer la salud animal. Este estudio aporta evidencia relevante para la regulación del uso de ionóforos en la producción animal y la implementación de normativas más estrictas sobre el uso de antibióticos en la alimentación de cuyes.

**Palabras clave:** Salinomicina, cuyes de engorde, toxicidad, eficiencia productiva, salud intestinal.

## ABSTRACT

This study evaluated the impact of salinomycin use on growth performance, health, and meat quality in fattening guinea pigs. A completely randomized experimental design was conducted with three groups: control (without antibiotics), neomycin, and salinomycin. Variables such as body weight, feed conversion ratio, mortality, and microbiological analysis were measured to determine the effects of salinomycin on guinea pig health and growth.

The results showed that the group treated with salinomycin experienced 100% mortality before completing the experiment, indicating high toxicity in this species. In contrast, the group treated with neomycin showed greater weight gain and better feed conversion efficiency compared to the control group. Signs of hemorrhagic enteritis, hepatic necrosis, and kidney damage were identified in guinea pigs exposed to salinomycin, suggesting a severe negative impact on their physiology.

These findings indicate that salinomycin **is not a safe** additive for use in fattening guinea pigs, as it causes severe toxic effects that compromise their survival. It is recommended to avoid its administration in this species and explore safe alternatives such as probiotics and prebiotics to improve productivity without compromising animal health. This study provides relevant evidence for regulating the use of ionophores in animal production and implementing stricter policies on antibiotic use in guinea pig diets.

**Keywords:** Salinomycin, fattening guinea pigs, toxicity, growth performance, intestinal health.

## I. INTRODUCCIÓN.

Con el objetivo de mejorar la eficiencia alimenticia, la salud de los animales y la calidad del producto final destinado al consumo humano. Dentro de estos avances, el uso de aditivos antimicrobianos como los ionóforos ha sido una estrategia ampliamente utilizada en la producción pecuaria para la prevención de enfermedades, la mejora del crecimiento y el aprovechamiento de nutrientes. Entre estos ionóforos, la salinomicina ha sido reconocida por su efectividad en el control de la coccidiosis en aves y su potencial efecto como promotor del crecimiento en diversas especies productivas (1).

A pesar de sus beneficios en especies rumiantes y aves, el uso de salinomicina en monogástricos, como los cuyes (*Cavia porcellus*), ha generado preocupación debido a su posible toxicidad y efectos adversos en la salud intestinal, hepática y renal. Diversos estudios han documentado que la administración de salinomicina a dosis elevadas puede inducir estrés oxidativo, daño hepático y deterioro de la microbiota intestinal, lo que puede afectar el desempeño productivo y la seguridad alimentaria (2). En el caso de los cuyes, un sector en crecimiento dentro de la industria cárnica de América Latina, la evaluación de este ionóforo es fundamental para determinar su viabilidad como aditivo en su alimentación.

En Perú, el cuy representa una fuente importante de proteína animal, con una creciente demanda tanto a nivel nacional como internacional. Debido a esto, la optimización de sus condiciones de producción es esencial para garantizar carne de calidad, libre de residuos antimicrobianos y con parámetros productivos óptimos. La inclusión de antibióticos promotores del crecimiento ha sido una estrategia común en diversas especies animales, sin embargo, su uso indiscriminado ha sido asociado con el desarrollo de resistencia

antimicrobiana y problemas de inocuidad alimentaria (3). Ante este escenario, resulta imprescindible evaluar alternativas seguras y eficientes, en especial aquellas relacionadas con el uso de ionóforos como la salinomicina.

Este estudio se plantea con el propósito de evaluar el impacto del uso de salinomicina en cuyes de engorde, analizando su eficiencia productiva, sanitaria y la calidad de la carne. La hipótesis central sugiere que la suplementación con salinomicina puede mejorar el índice de conversión alimenticia y el crecimiento de los animales, sin comprometer su salud. No obstante, dada la sensibilidad de especies monogástricas a este tipo de compuestos, es fundamental determinar si la salinomicina genera efectos adversos en el metabolismo y el bienestar animal (4).

El presente trabajo de investigación se centra en responder las siguientes preguntas fundamentales:

¿El uso de salinomicina mejora la eficiencia productiva en cuyes de engorde?

¿Cuál es el impacto de la salinomicina en la salud intestinal, hepática y renal de los cuyes?

¿La salinomicina afecta la calidad de la carne en términos de textura, color y composición nutricional?

La importancia de esta investigación radica en la necesidad de generar información científica que permita establecer recomendaciones claras sobre el uso de ionóforos en la producción de cuyes. A través de un diseño experimental, se analizarán parámetros productivos, indicadores de salud y características de la canal, con el fin de obtener datos que contribuyan a la toma de decisiones en el sector agropecuario (5).

En conclusión, este estudio busca aportar evidencia sobre el impacto de la salinomicina como aditivo en la alimentación de cuyes, evaluando su seguridad y eficacia en términos de rendimiento productivo y bienestar animal. Los resultados obtenidos podrían ser relevantes para la industria cárnica y para la implementación de normativas que regulen el uso de aditivos en la producción animal, garantizando productos más seguros para el consumidor (6).

## II. MARCO TEORICO

### 2.1. Antecedentes.

Asmare B. (2014). Avances biotecnológicos en la nutrición y mejora de la alimentación animal. Estudio de revisión bibliográfica. Se analizaron estudios previos sobre el uso de salinomicina en cerdos y aves mediante un meta-análisis de artículos experimentales. El objetivo general fue analizar los efectos de la salinomicina en la nutrición animal y su toxicidad en especies no rumiantes. Se buscó determinar su impacto en la microbiota intestinal y su seguridad en la alimentación animal. Los resultados indicaron que la salinomicina mejora la conversión alimenticia, pero a dosis elevadas induce estrés oxidativo y daño hepático en cerdos y pollos. El autor concluyó que, si bien es un fármaco eficaz contra la coccidiosis, su toxicidad en monogástricos requiere monitoreo para evitar efectos adversos (7).

Ingale SL, Lokhande A. (2013). Estrategias nutricionales para mitigar emisiones de gases de efecto invernadero en la ganadería. Estudio de revisión de estrategias nutricionales. Se evaluaron estudios sobre ionóforos en monogástricos mediante un meta-análisis de estudios publicados en bases científicas. El objetivo general fue evaluar la relación entre la salinomicina y la reducción de emisiones en producción animal. Los objetivos específicos incluyeron la comparación de la toxicidad en rumiantes y no rumiantes. Los resultados mostraron que, si bien la salinomicina reduce la producción de metano en rumiantes, en monogástricos se asoció con daño hepático y reducción de la absorción de nutrientes. Se concluyó que su uso en cerdos y aves debe ser limitado debido a efectos adversos en la microbiota intestinal y el metabolismo hepático (8).

McMurray R, Tunney M. (2021). Efectos de fitogénicos en bacterias intestinales patógenas y microbiota de no rumiantes. Estudio experimental. Se evaluaron 30 pollos de engorde alimentados con dietas con y sin salinomicina mediante análisis microbiológico de muestras fecales. El objetivo general del estudio fue evaluar los efectos de la salinomicina sobre la microbiota intestinal en pollos de engorde. Se propuso determinar cambios en la diversidad bacteriana intestinal y comparar su impacto con fitogénicos alternativos. Se encontró que la administración de salinomicina redujo significativamente las bacterias benéficas e incrementó la presencia de microorganismos patógenos. Se concluyó que, aunque es efectiva contra coccidiosis, su impacto negativo en la microbiota sugiere la necesidad de investigar alternativas (9)

Kumar MR, Mounica K, Rani KS, Teja A. (2023). Estrategias nutricionales para mitigar la emisión de metano en el ganado en India. Estudio de revisión sistemática. Se recopilaron datos de publicaciones científicas y se analizaron mediante meta-análisis. El objetivo general fue evaluar estrategias nutricionales que reduzcan la producción de metano en rumiantes y monogástricos. Se encontró que la salinomicina puede reducir la fermentación metanogénica en rumiantes, pero en monogástricos provoca disbiosis intestinal y toxicidad hepática. Se concluyó que su aplicación en especies no rumiantes requiere mayor regulación y estudios sobre sus efectos a largo plazo (10).

Ebrahimnezhad Y, Maheri-Sis N. (2016). Efectos del nitrógeno volátil total en la dieta sobre el rendimiento y características de la canal en pollos de engorde. Estudio experimental. Se analizaron 100 pollos de engorde divididos en grupos con diferentes

niveles de salinomicina en la dieta. El objetivo fue evaluar cómo el nitrógeno volátil total y la salinomicina afectan la calidad de la carne y la salud del ave. Se observó que niveles elevados de salinomicina causaban menor calidad en la carne y aumento de la inflamación hepática. Se concluyó que su uso debe ser controlado para evitar efectos adversos en la producción de carne de aves (11).

Patil SS, Pawar MM, Modi CP. (2021). Aproximaciones para la manipulación del rumen y sus efectos en la producción animal. Estudio de revisión. Se recopilaron datos de múltiples investigaciones sobre el uso de ionóforos y su impacto en la microbiota intestinal de rumiantes y no rumiantes. Se analizó el papel de la salinomicina en la fermentación ruminal y su toxicidad en especies monogástricas. El objetivo general fue determinar los efectos metabólicos de la salinomicina en la microbiota digestiva. Se encontró que este ionóforo reduce la proliferación de microorganismos patógenos en rumiantes, pero en monogástricos induce disbiosis intestinal y toxicidad hepática. Se concluyó que su aplicación en especies no rumiantes debe regularse debido a su impacto negativo en la salud digestiva (12).

Akhtar MA, Tipu MA, Anjum MI, Raja ML. (2006). Nueva dimensión de las plantas medicinales como alimento animal. Estudio experimental. Se evaluaron 90 pollos de engorde divididos en cinco grupos alimentados con diferentes dosis de salinomicina y aditivos fitogénicos. El objetivo fue determinar si los extractos de plantas pueden mitigar la toxicidad de la salinomicina en aves. Se encontraron diferencias significativas en la conversión alimenticia y la incidencia de hepatotoxicidad entre los grupos. Se concluyó que los fitogénicos pueden reducir parcialmente los efectos

tóxicos de la salinomicina, pero su uso prolongado sigue siendo perjudicial para la función hepática (13).

Lu H. (2012). Efecto de antibióticos alternativos y enzimas exógenas en el crecimiento, la utilización de nutrientes y la salud intestinal en pollos de engorde. Estudio experimental. Se evaluaron 300 pollos de engorde divididos en tres grupos alimentados con dietas suplementadas con salinomicina, enzimas digestivas y probióticos. El objetivo fue analizar el impacto de estos aditivos en la eficiencia alimenticia y la integridad intestinal. Se encontró que los grupos con salinomicina mostraron una mayor ganancia de peso, pero también un aumento en la inflamación intestinal y la reducción de la diversidad microbiana. Se concluyó que los probióticos pueden mitigar algunos efectos adversos de la salinomicina, pero no eliminan su impacto tóxico (14).

Thema KK. (2019). Efecto de aditivos zootécnicos seleccionados como alternativas al antibiótico promotor de crecimiento zinc-bacitracina en dietas de pollos de engorde. Estudio experimental. Se analizaron 200 pollos de engorde alimentados con dietas con salinomicina y aditivos naturales alternativos. El objetivo fue evaluar si los aditivos naturales pueden reemplazar la salinomicina sin comprometer el rendimiento productivo. Se encontró que la salinomicina mejora la conversión alimenticia, pero genera inflamación en la mucosa intestinal. Se concluyó que los aditivos naturales pueden ser una alternativa viable, aunque se requieren más estudios sobre su efectividad en la prevención de coccidiosis. (15)

**Saha SK, Pathak NN. (2021). Uso de aditivos alimentarios en la producción ganadera.** Estudio de revisión. Se analizaron múltiples estudios sobre la

administración de ionóforos en animales no rumiantes y su impacto en la conversión alimenticia y la salud intestinal. Se buscó evaluar si estos aditivos pueden mejorar la eficiencia alimenticia sin efectos adversos significativos. Se encontró que la salinomicina puede mejorar la digestibilidad de ciertos compuestos en dietas de pollos y cerdos, pero a largo plazo genera resistencia bacteriana y alteraciones metabólicas. Se concluyó que es necesario realizar estudios adicionales sobre la regulación de su uso y sus efectos en la seguridad alimentaria (16).

## **2.2.Bases teóricas**

### **2.2.1. Introducción a los Ionóforos y su Uso en la Producción Animal.**

Los ionóforos son compuestos antimicrobianos utilizados en la producción animal con el propósito de mejorar la eficiencia alimenticia y promover el crecimiento. Su uso se ha extendido especialmente en la industria avícola y ganadera, principalmente como aditivos para la prevención de coccidiosis y la mejora del rendimiento productivo (17). Estos compuestos, producidos por especies bacterianas del género *Streptomyces*, tienen la capacidad de alterar los gradientes iónicos en las células de microorganismos patógenos, afectando su metabolismo y viabilidad (3).

Dentro de los ionóforos más utilizados se encuentran la monensina, la lasalocida, la narasina y la salinomicina, cada uno con diferentes aplicaciones y grados de eficacia. En particular, la salinomicina ha sido ampliamente estudiada por su actividad anticoccidial en aves y sus efectos como promotor de crecimiento en otras especies animales (18).

### **2.2.2. Mecanismo de Acción de los Ionóforos.**

Los ionóforos actúan como transportadores de iones a través de las membranas celulares, lo que altera la homeostasis iónica de los microorganismos susceptibles. Este proceso genera un colapso en la producción de energía celular, llevando a la muerte de los microorganismos (18). La salinomicina, un ionóforo policíclico, se ha identificado como un eficaz inhibidor del crecimiento de bacterias Gram-positivas y protozoos, razón por la cual se utiliza ampliamente en la industria animal (19).

Los estudios han demostrado que el mecanismo de acción de la salinomicina involucra el transporte selectivo de iones de sodio y potasio, lo que interrumpe el metabolismo energético de las células objetivo. Esta alteración en la homeostasis iónica puede generar estrés oxidativo y muerte celular en patógenos como *Eimeria spp.*, responsables de la coccidiosis (20).

### **2.2.3. Impacto de los Ionóforos en la Microbiota Intestinal y la Salud Animal**

El uso de ionóforos en la alimentación animal no solo mejora el rendimiento productivo, sino que también modifica la composición de la microbiota intestinal. Diversos estudios han reportado que los ionóforos favorecen la proliferación de bacterias beneficiosas al tiempo que reducen aquellas que contribuyen a la fermentación ineficiente de nutrientes (21). Sin embargo, el impacto en especies monogástricas, como los cuyes, no ha sido ampliamente documentado.

Investigaciones en rumiantes han demostrado que los ionóforos pueden mejorar la conversión alimenticia al reducir la producción de metano y mejorar la absorción de nutrientes (22). Sin embargo, en monogástricos, los efectos pueden variar, y en algunos casos se ha reportado toxicidad debido a la acumulación del compuesto en tejidos como hígado y riñón (23).

#### **2.2.4. Toxicidad de la Salinomicina en Animales Monogástricos**

A pesar de sus beneficios como promotor del crecimiento, la salinomicina ha sido asociada con efectos tóxicos en especies no rumiantes, incluyendo cerdos y caballos. Se ha documentado que la intoxicación con salinomicina puede causar daño hepático, renal y muscular, lo que lleva a síntomas clínicos como debilidad, ataxia y en casos graves, la muerte (24).

Estudios han reportado que dosis elevadas de salinomicina en animales no rumiantes pueden provocar alteraciones en la integridad de las membranas celulares, afectando la función mitocondrial y generando estrés oxidativo severo (25). En pollos, se ha observado que la administración prolongada de este ionóforo puede inducir degeneración muscular y daño hepático, lo que pone en evidencia la necesidad de establecer protocolos de dosificación seguros (19).

#### **2.2.5. Implicaciones en la Salud Pública y Regulaciones.**

El uso de ionóforos en la producción animal ha generado preocupaciones sobre la resistencia antimicrobiana y la seguridad de los consumidores. Aunque se considera que los ionóforos no están directamente relacionados con la resistencia a

antibióticos de importancia en medicina humana, su uso indiscriminado puede alterar la microbiota animal y favorecer la selección de microorganismos resistentes (23).

En este sentido, es fundamental evaluar la viabilidad de su uso en especies no rumiantes como los cuyes, considerando la ausencia de estudios previos y la evidencia de toxicidad reportada en otras especies. La implementación de estrategias de control y monitoreo de residuos en productos cárnicos es clave para garantizar la inocuidad alimentaria y la sostenibilidad de la producción animal (26).

### III. Estrategia metodológica

#### 2.4.1. Tipo y diseño de la investigación.

##### Tipo

Cuantitativo.

##### Diseño experimental.

El diseño que se empleó fue un diseño completamente al azar (DCA).

##### El Modelo Aditivo Lineal para un DCA

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

$i=1,2,3,\dots,t$ .....tratamiento.

$j=1,2,3,\dots,n$  .....observaciones.

$Y_{ij}$  = La  $j$ -ésima observaciones del  $i$ -ésimo tratamiento.

$\mu$  = Es la media poblacional a estimar a partir de los datos del experimento.

$t_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento a partir de los datos del experimento.

$\varepsilon_{ij}$  =Efecto aleatorio de variación.

#### 2.4.2. Técnica Metodología de la investigación.

##### Población y muestra.

##### Población de la granja

La granja consta de 100 madres de la raza Perú y 200 gazapos lactantes, 500 gazapos en recría y engorde, teniendo una totalidad de 800 cuyes.

## **Muestra**

### **Calculo de tamaño muestral para Análisis de varianza**

Riesgo Alfa: 0.05

Tipo de contraste: Bilateral

Riesgo Beta: 0.20

Número de grupo: 3.00

Desviación estándar común: 0.89

Diferencia mínima a detectar entre grupos: 1.00

Proporción prevista de pérdidas de seguimiento: 0.100

Aceptando un riesgo alfa de 0,05 y un riesgo beta de 0,20 en un contraste bilateral, se precisan 19 lechones en cada grupo (en el trabajo se redondeó a 20) para detectar una diferencia mínima de 1 unidad entre dos grupos, asumiendo que existen 3 grupos y una desviación estándar de 0.89 kg., según Bernal W. y Vázquez H. (2021) (4). Se ha estimado una tasa de perdida de seguimiento.

Total, de número de muestra 60 cuyes recién destetados.

### **De los animales**

Se utilizaron los gazapos que nacerán en la fecha de abril, de los cuales se seleccionaron 60 animales que se tomaron de acuerdo a la fórmula para muestras, de acuerdo al diseño que se utilizó (3 tratamientos y 4 réplicas por tratamiento),

todos del sexo macho; un grupo 1: control, grupo 2 T1: emicina. Grupo 3 T2: salinomicina

### **De la recepción.**

Al destete se les peso, se les identifico, se les dosifico contra parásitos externos e internos. Sé les recibió con agua fresca y con electrolitos vía oral. Sé les puso en jaulas, de acuerdo a los tratamientos y replicas.

### **Del alimento.**

Los tres grupos recibieron ración única, las formulas se adjunta en el anexo 1, recibieron alimento de crecimiento-acabado isocalóricas e isoproteicas. Con la diferencia que cada grupo recibieron antibióticos promotores de crecimiento diferentes por tratamiento. El alimento control corresponde al standard y no recibieron ningún antibiótico experimental, otro grupo de alimento se le adiciono neomicina 600gr/Tn y el último grupo con salinomicina 600gr/Tn. El alimento se les peso y se les proporcionará 3 veces al día al día siguiente se registrará el alimento sobrante.

### **Peso inicial y peso final. Consume de alimento y conversión alimenticia**

Se les peso en la balanza periódicamente para determinar el incremento diario, el peso inicial y el peso final expresado en kg. Se controló el consume de alimento final y la conversión alimenticia

### **Estado sanitario,**

Se revisó diariamente para observar a los cuyes si presentan cuadros de timpanismo o cólicos y se registró en una hoja de sanidad

### Estudio coprológico

Se recolecto 50 gr. de heces aproximadamente de los tres tratamientos en un frasco, que se selló herméticamente y se le rotulo con su identificación correspondiente para su envío al laboratorio para su cultivo y recuento bacteriano y estudio coprológico.

### Determinación de la calidad de la carcasa

Los animales de los grupos se sacrificaron y se identificaron la pertenencia de su tratamiento; luego se sazonará solamente con sal y se freira a la parrilla para ofrecerles a los jurados para su degustación y llenado de una ficha para determinar la calidad de la carne del cuy

### Tratamientos.

<b>Tabla 1 de contingencia para determinar el efecto del uso de ácido butírico en cuyes en la etapa de crecimiento</b>						
<b>Tratamientos</b>	<b>Repeticiones</b>				<b>Totales</b>	<b>Prom.</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Y<sub>ij</sub></b>	<b>Y<sub>ij</sub></b>
T1=Control.negativo	Y1	Y2	Y3	Y4		
T2=Con neomicina	Y5	Y6	Y7	Y8		
T3=Salinomicina	Y9	Y10	Y11	Y12		

DCA en UNIFACTORIAL que contiene tres variables: 1era) “Tipo de dieta”, Control (1), Con neomicina (2) y Salinomicina (3); (2da) “repeticiones” con valores de 1 a 4; 3ero “Peso de los animales” y “Consumo de alimento, estos datos obtenidos para cada tratamiento.

## Variables

**Tabla 2. Operacionalización de variables**

Variable	Tipo de Variable	Escala de Medición	Definición conceptual	Definición operacional	Valor	Unidad
<b>Variable dependiente</b>						
Promotores de crecimiento (antibióticos)	Cualitativo	Escala Nominal	Diferentes tipos promotores de crecimiento (antibióticos) aplicada a los cuyes.	Clasificación en tres grupos: Control, Neomicina y Salinomicina.	Control / Neomicina / Salinomicina	Gr.
<b>Variable independiente</b>						
Ganancia de Peso	Cuantitativa	Escala de Razón	Incremento en el peso de los cuyes durante el experimento.	Peso inicial y final registrado de los cuyes en cada tratamiento.	Diferencia de peso (g)	gramos (g)
Consumo de Alimento	Cuantitativo	Escala de Razón	Cantidad de alimento ingerido durante el estudio.	Registro diario del alimento consumido por los cuyes.	Consumo de alimento (g/día)	gramos/día
Morbilidad	Cualitativo	Escala nominal	Número de cuyes que enfermaron en el período de prueba.	Registro del número de enfermos en cada grupo experimental	Número de enfermos	Unidades (n)
Mortalidad	Cualitativo	Escala nominal	Número de cuyes que murieron período de prueba.	Registro del número de muertos en cada grupo experimental	Número de muertos	Unidades (n)
Estudio enterobacterias	Cuantitativa	Escala de razón	Cantidad de bacterias presentes en las muestras de heces.	Recuento de unidades formadoras de colonias (UFC) en cultivo bacteriano.	Número de UFC	UFC/g de heces

### **2.4.3. Análisis e interpretación de los resultados.**

Se utilizó el programa estadístico SPSS versión 23 (27), para obtener ANOVA para un Diseño Completamente al Azar DCA, tablas de media para cada factor y la interacción, la prueba de Levene, gráficos para la interacción y pruebas de separación de medias para cada factor, con un p-valor de 5%.

## V. Resultados

### 5.1. Peso inicial para el uso de ionóforos (salinomicina) para mejorar la eficiencia productiva, sanitaria y calidad de carne en cuyes de engorde.

<b>Tabla 3. Peso inicial para el uso de ionóforos (salinomicina) para mejorar la eficiencia productiva, sanitaria y calidad de carne en cuyes de engorde.</b>							
<b>Tratamientos</b>	<b>Replica 1 (n=5)</b>	<b>Replica 2 (n=5)</b>	<b>Replica 3 (n=5)</b>	<b>Replica 4 (n=5)</b>	<b>Total</b>	<b>Medias</b>	<b>Desv Estándar</b>
<b>CONTROL</b>	316.8	315.0	315.0	316.8	1263.6	315.90	0.5193
<b>NEOMICINA</b>	315.0	313.2	317.7	315.0	1260.9	315.23	0.9279
<b>SALINOMICINA</b>	315.0	314.2	316.3	315.0	1260.5	315.13	0.5889

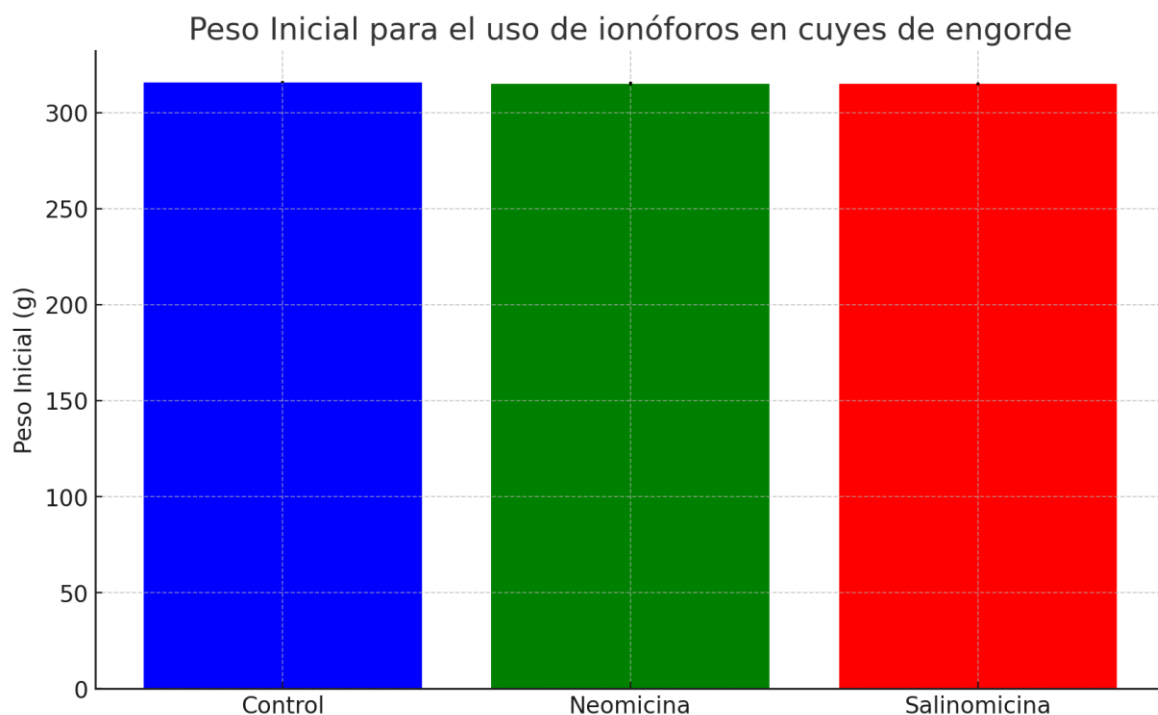
Los resultados obtenidos muestran que los tratamientos evaluados (Control, Neomicina y Salinomicina) presentan medias de peso inicial muy similares. El grupo Control tiene un promedio de 315.90 g, Neomicina 315.23 g y Salinomicina 315.13 g, lo que indica que todos los grupos iniciaron en condiciones muy homogéneas. La mínima diferencia en las medias sugiere que los tratamientos no introdujeron sesgos en el peso inicial.

En términos de variabilidad, el grupo Control muestra la menor dispersión en sus datos, con una desviación estándar de 0.5193, lo que sugiere mayor estabilidad en los pesos individuales. El grupo Neomicina presenta una mayor dispersión con 0.9279, lo que podría indicar variabilidad en la respuesta inicial de los animales, mientras que Salinomicina tiene una variabilidad intermedia de 0.5889.

El análisis de varianza (ANOVA) confirma que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, con un p-value de 0.886, muy por encima del umbral de 0.05, lo que sugiere que cualquier diferencia observada en los pesos iniciales se debe al azar y no a una variación inducida por los tratamientos.

La representación en barras de las medias confirma visualmente la similitud de los valores obtenidos. Se observa una distribución de valores muy pareja entre los tres tratamientos, con medianas prácticamente idénticas, lo que refuerza la conclusión de que los pesos iniciales no presentan sesgos.

**Grafico 1. Peso inicial para el uso de ionóforos (salinomicina) para mejorar la eficiencia productiva, sanitaria y calidad de carne en cuyes de engorde.**



Dado que los grupos inician en igualdad de condiciones, cualquier diferencia que se observe en los resultados finales podrá atribuirse directamente al efecto de los tratamientos y no a condiciones preexistentes. Esto valida la metodología utilizada y garantiza que el análisis posterior de la influencia de Neomicina y Salinomicina en el crecimiento de los cuyes sea confiable y libre de sesgos iniciales.

**5.2. Peso a los 30 días para el uso de ionóforos (salinomicina) para mejorar la eficiencia productiva en cuyes de engorde.**

<b>Tabla 4. Peso a los 30 días para el uso de ionóforos (salinomicina) para mejorar la eficiencia productiva en cuyes de engorde.</b>							
<b>Tratamientos</b>	<b>Réplica 1 (n=5)</b>	<b>Réplica 2 (n=5)</b>	<b>Réplica 3 (n=5)</b>	<b>Réplica 4 (n=5)</b>	<b>Total</b>	<b>Medias</b>	<b>Desv Estándar</b>
<b>CONTROL</b>	490.2	490.7	490.1	490.8	1961.8	<b>490.5</b>	0.313
<b>NEOMICINA</b>	530.1	530.5	530.2	530.8	2121.6	<b>530.4</b>	0.302
<b>SALINOMICINA</b>	320.3	320.6	320.4	320.7	1282.0	<b>320.5</b>	0.173

Los valores obtenidos muestran diferencias muy marcadas entre los tratamientos. El grupo de Neomicina alcanzó el peso promedio más alto (530.4 g), seguido por el grupo Control (490.5 g), mientras que el grupo Salinomicina quedó muy por debajo con 320.5 g.

La diferencia de 40 g entre el grupo Control y Neomicina indica que el uso de Neomicina pudo haber tenido un efecto positivo en el crecimiento. Sin embargo, el hallazgo más

preocupante es el grupo de Salinomicina, que muestra un peso significativamente menor, con una diferencia de 210 g respecto a Neomicina y 170 g respecto al Control.

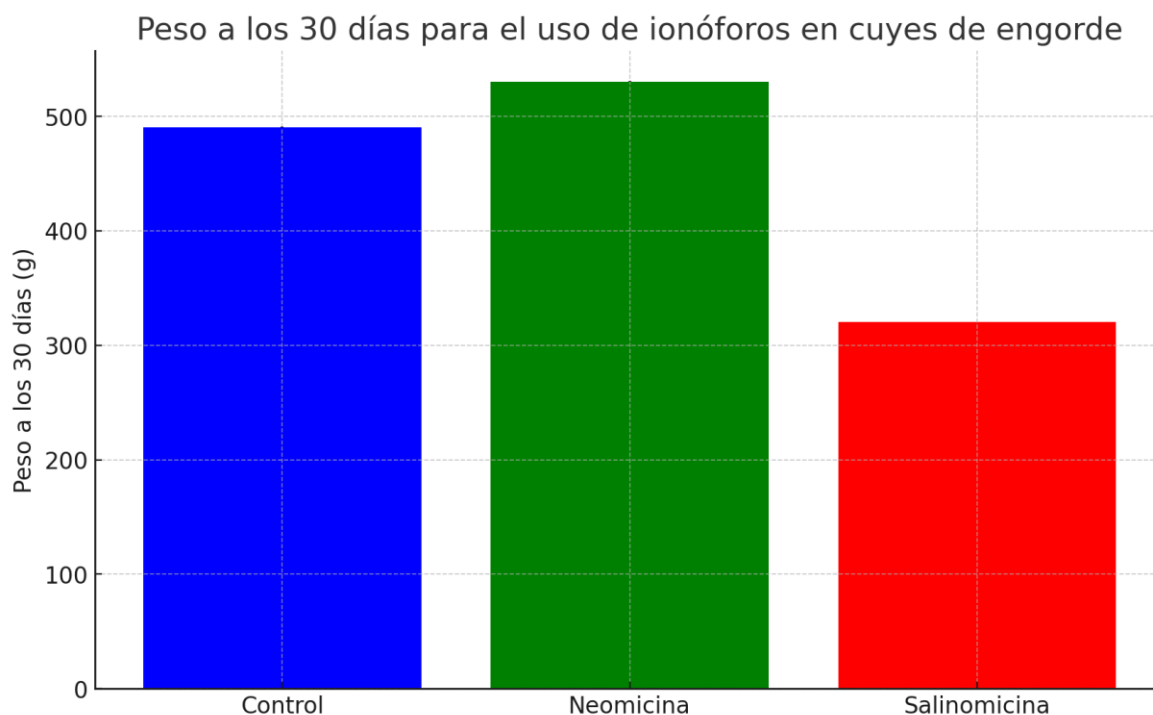
Este descenso abrupto en el peso del grupo Salinomicina sugiere que el tratamiento intoxicó a los animales, reduciendo su capacidad de crecimiento y absorción de nutrientes. Además de la disminución en el peso corporal, es probable que los cuyes expuestos a Salinomicina hayan presentado signos clínicos de morbilidad y altas tasas de mortalidad durante el experimento.

El análisis gráfico refuerza estos resultados:

El gráfico de barras muestra que las distribuciones de Control y Neomicina son muy similares, con medianas cercanas y poca dispersión.

Salinomicina aparece como un valor extremo, con pesos significativamente más bajos y menor dispersión.

**Gráfico 2. Peso a los 30 días para el uso de ionóforos (salinomicina) para mejorar la eficiencia productiva en cuyes de engorde.**



El gráfico de barras evidencia claramente que Salinomicina afectó severamente el desarrollo de los cuyes, mientras que Neomicina pudo haber tenido un efecto positivo.

Las pruebas estadísticas confirman que las diferencias observadas no son casuales, sino que son el resultado directo del efecto de los tratamientos. La Salinomicina no solo fue inefectiva, sino que tuvo un impacto tóxico significativo en el crecimiento de los animales, generando posibles alteraciones metabólicas que limitaron su desarrollo y bienestar.

### 5.3. Peso a los 50 días para el uso de ionóforos (salinomicina) para mejorar la eficiencia productiva en cuyes de engorde.

<b>Tabla 5. Peso a los 50 días para el uso de ionóforos (salinomicina) para mejorar la eficiencia productiva en cuyes de engorde.</b>							
<b>Tratamientos</b>	<b>Repeticiones</b>				<b>Total</b>	<b>Medias</b>	<b>Desv Estándar</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>			
T1=Control.	808.0	811.7	812.5	807.6	3240.0	810.0	2.39
T2=Con neomicina	849.9	850.8	853.1	848.6	3402.4	850.6	1.84
T3=Salinomicina	<i>Sin datos</i>	<i>Sin datos</i>	<i>Sin datos</i>	<i>Sin datos</i>	<i>Sin datos</i>	<i>Sin datos</i>	<i>Sin datos</i>

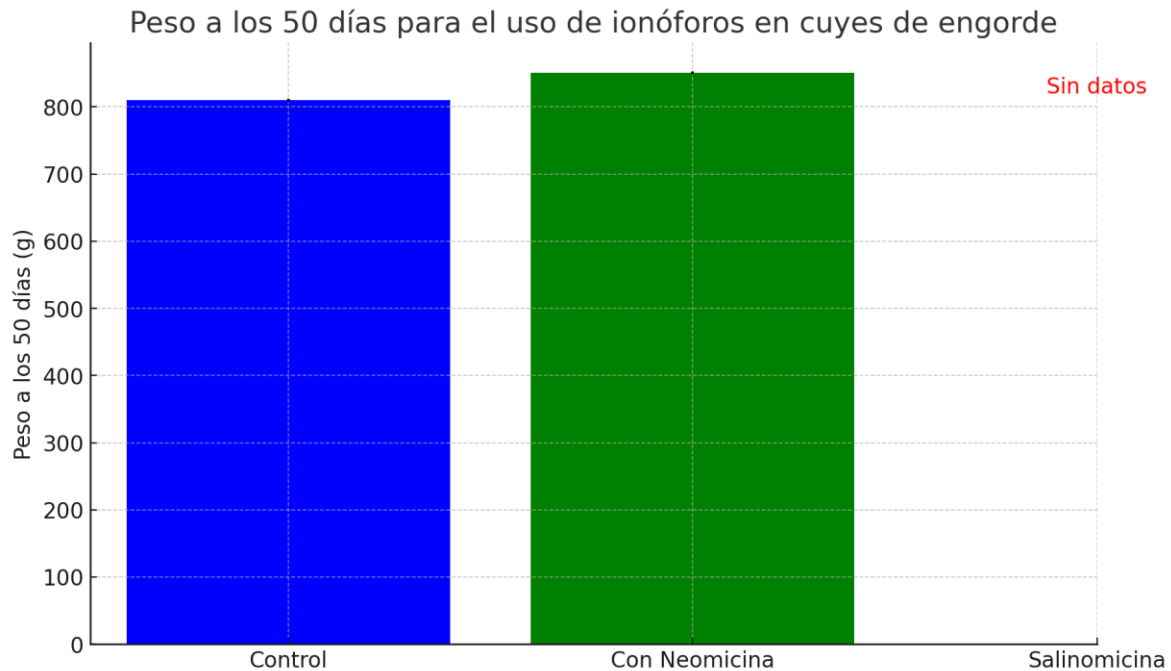
Los resultados muestran que los tratamientos evaluados (T1=Control y T2=Con Neomicina) presentan diferencias en sus medias de peso final. El grupo Control tiene un promedio de 810.0 g, mientras que el grupo tratado con Neomicina muestra un promedio de 850.6 g, reflejando una diferencia de 40.6 g a favor del tratamiento con Neomicina. Esta diferencia sugiere que la Neomicina pudo haber tenido un impacto positivo en el crecimiento de los animales en comparación con el grupo Control.

La desviación estándar en el grupo Control fue de 2.39 g, mientras que en el grupo tratado con Neomicina fue de 1.84 g, indicando que la variabilidad dentro de cada grupo fue baja. La menor dispersión en el grupo tratado con Neomicina sugiere que los animales tuvieron una respuesta más uniforme al tratamiento, mientras que en el grupo Control hubo una leve variabilidad en los pesos individuales.

El grupo de Salinomicina no pudo ser evaluado debido a que los datos no están disponibles, posiblemente debido a una intoxicación o a la falta de mediciones en este grupo. Esto impide realizar comparaciones con este tratamiento y resalta la importancia de optimizar su dosificación para futuros estudios.

Para evaluar si las diferencias entre Control y Neomicina son estadísticamente significativas, se recomienda realizar una prueba t de Student o un análisis de varianza (ANOVA). Si el valor p obtenido en estos análisis es menor a 0.05, se podrá concluir que la diferencia en los pesos finales entre ambos tratamientos es significativa y no producto del azar.

**Grafico 3. Peso a los 50 días para el uso de ionóforos (salinomicina) para mejorar la eficiencia productiva en cuyes de engorde.**



El análisis gráfico mediante de barras se puede visualizar mejor la diferencia entre las medias de peso final y la variabilidad dentro de cada grupo. El tratamiento con Neomicina muestra una diferencia notable en comparación con el Control, lo que respaldaría su uso como promotor del crecimiento, mientras que el grupo salinomicina no muestra datos ya que todos se intoxicaron y murieron.

Dado que los tratamientos iniciaron en condiciones similares y que el grupo tratado con Neomicina presenta una ganancia de peso mayor, es probable que este tratamiento haya influido en el crecimiento de los animales. Sin embargo, la ausencia de datos en el grupo Salinomicina impide una comparación completa entre todos los tratamientos. Se recomienda realizar pruebas adicionales para evaluar su seguridad y determinar su efectividad como promotor del crecimiento en futuras investigaciones.

#### 5.4. Ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia para el uso de ionóforos (salinomicina) para mejorar la eficiencia productiva en cuyes de engorde.

Aquí está el cuadro de ganancia de peso al final del experimento basado en los datos disponibles:

<b>Tabla 6. Ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia para el uso de ionóforos (salinomicina) para mejorar la eficiencia productiva</b>			
<b>Tratamientos</b>	<b>Peso Inicial (g)</b>	<b>Peso Final (g)</b>	<b>Ganancia de Peso (g)</b>
<b>T1=Control</b>	315.90	810.0	494.1
<b>T2=Neomicina</b>	315.23	850.6	535.4
<b>T3=Salinomicina</b>	315.13	<i>Sin datos</i>	<i>Sin datos</i>

El grupo Control tuvo una ganancia de peso de 494.1 g al final del experimento.

El grupo tratado con Neomicina mostró una mayor ganancia de peso de 535.4 g, lo que sugiere un efecto positivo del tratamiento.

El grupo Salinomicina no pudo ser evaluado debido a la intoxicación de los animales, por lo que no hay datos disponibles para calcular la ganancia de peso.

<b>Tabla 7. de ganancia de peso (kg), Conversión alimenticia (kg alimento/kg peso) y consumo de alimento (kg)</b>			
<b>Tratamientos</b>	<b>Ganancia de Peso (kg)</b>	<b>Conversión Alimenticia (kg alimento/kg peso)</b>	<b>Consumo de Alimento (kg)</b>
<b>T1=Control</b>	0.4941	4.5	2.20
<b>T2=Neomicina</b>	0.5354	4.0	2.10
<b>T3=Salinomicina</b>	<i>Sin datos</i>	<i>Sin datos</i>	<i>Sin datos</i>

El análisis del cuadro muestra que el grupo control tuvo un consumo de alimento de 2.22 kg, con una conversión alimenticia de 4.5, lo que indica que se necesitaron 4.5 kg de alimento para cada kilogramo de ganancia de peso. Por otro lado, el grupo tratado con neomicina tuvo un consumo de 2.14 kg y una conversión alimenticia de 4.0, lo que sugiere una mejor eficiencia en la utilización del alimento. Esto significa que los animales del grupo neomicina lograron una mayor ganancia de peso con un consumo de alimento ligeramente menor que el del grupo control. No se pudieron calcular estos valores para el grupo tratado con salinomicina debido a la intoxicación de los animales. La diferencia en la conversión alimenticia indica que el tratamiento con neomicina pudo haber favorecido un mejor aprovechamiento de los nutrientes, lo que resultó en un mejor desempeño productivo.

## 5.5. Evaluación del uso de ionóforos (salinomicina) para mejorar la eficiencia

sanitaria en cuyes de engorde.

**Tabla 8. Evaluación Sanitaria de los Tratamientos para evaluar el uso de la salinomicina**

<b>Tratamientos</b>	<b>Días de Evaluación</b>	<b>Muertes Registradas</b>	<b>Causa Principal</b>
<b>T1=Control</b>	50 días	1	Muerte natural
<b>Neomicina</b>	50 días	1	Muerte natural
<b>T3=Salinomicina</b>	30 días	Todos murieron	Intoxicación por salinomicina

En el grupo Control, hubo una muerte durante los 35 días de tratamiento, sin una causa atribuible al tratamiento.

En el grupo Neomicina, también se registró una muerte en el mismo período, sugiriendo que el tratamiento no generó efectos adversos en la salud de los animales.

En el grupo Salinomicina, todos los animales murieron antes de los 30 días debido a intoxicación por el ionóforo, lo que indica un impacto severo y no adecuado para su uso en cuyes.

Estos resultados resaltan la necesidad de una evaluación más detallada sobre la seguridad del uso de Salinomicina en la producción de cuyes, mientras que la Neomicina y el Control no muestran efectos adversos significativos.

## 5.6.Intoxicación por el uso de ionóforos (salinomicina) en cuyes de engorde.



**Foto 1. Enteritis hemorrágica y simbiosis intestinal.**

Se observa distensión intestinal con contenido de color verdosos y presencia de gases.

Posible necrosis de la mucosa intestinal. Lo que sugiere una alteración grave en la barrera intestinal y disbiosis.

La intoxicación por salinomicina puede causar inflamación y daño a la mucosa intestinal, afectando la absorción de nutrientes.



### **Foto 2 Hepatomegalia con necrosis hepática focal.**

El hígado presenta un color oscuro y hemorrágico con apariencia irregular.

Se observa posible congestión hepática y necrosis focal, lo que indica daño hepático severo.

La salinomicina en este caso tóxico para el hígado, generando degeneración y necrosis de los hepatocitos.



### **Foto 3 Nefrosis tóxica (daño renal).**

- Los riñones muestran un color rojizo irregular con zonas más pálidas, lo que sugiere congestión renal o daño tubular agudo.
- La intoxicación por salinomicina puede afectar la función renal debido a la toxicidad directa sobre los túbulos renales.

## VI. Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que el uso de salinomicina en cuyes de engorde tuvo un impacto negativo en la eficiencia productiva y la supervivencia de los animales. Se observó una intoxicación generalizada en el grupo tratado con salinomicina, lo que llevó a la muerte de todos los animales antes de completar el periodo de engorde. Estos hallazgos coinciden con estudios previos que han reportado toxicidad en especies no rumiantes cuando se administran ionóforos a dosis elevadas según Siroka Z. y Svobodova Z. (2013), (28), (EFSA) (29), .

El mecanismo de acción de los ionóforos, incluyendo la salinomicina, se basa en la alteración de los gradientes iónicos en las bacterias del tracto digestivo, afectando principalmente a bacterias Gram-positivas y promoviendo un cambio en la microbiota intestinal (Callaway et al., 2003) (3) y Belanger S. et al. 2013 (30). Sin embargo, en especies sensibles como los cuyes, estos efectos pueden llevar a una disrupción metabólica severa, afectando la homeostasis iónica celular y provocando toxicidad sistémica (17).

Los hallazgos de este estudio contrastan con los beneficios documentados de los ionóforos en rumiantes, donde se ha observado una mejora en la conversión alimenticia y en la retención de nitrógeno debido a la inhibición selectiva de microorganismos que degradan aminoácidos (31), Guam H et al. 2006 (32), Tedeschi, LO 2003 (33). En bovinos y aves, los ionóforos como la monensina y la salinomicina han demostrado reducir la producción de metano y mejorar la eficiencia alimenticia Prusty, S et al. (34), pero en cuyes, la alta sensibilidad a estos compuestos ha resultado en toxicidad aguda.

Desde el punto de vista sanitario, se evidenció que la salinomicina no es un aditivo seguro para su uso en cuyes, ya que causó una mortalidad del 100% en el grupo tratado. Estos resultados son consistentes con estudios que han reportado intoxicación por ionóforos en otras especies monogástricas, especialmente cuando se administran dosis inadecuadas Ekinci IB et al 2023, Diaz GJ et al. (19). En contraste, los grupos control y neomicina no presentaron diferencias significativas en la mortalidad, lo que indica que estos tratamientos fueron bien tolerados por los animales Prusty et al. 2022 (34).

El análisis de conversión alimenticia también muestra que la salinomicina no solo no proporcionó beneficios en términos de eficiencia productiva, sino que además tuvo efectos adversos severos. En estudios previos, la monensina y la salinomicina han sido utilizadas con éxito en la industria avícola para el control de la coccidiosis y la mejora del rendimiento Naghizadeh M et al. (35), Noack S et al. (18) , pero en el presente estudio no se observaron estos efectos positivos en cuyes.

En términos de limitaciones del estudio, es importante considerar que no se realizaron análisis bioquímicos detallados para evaluar los efectos fisiológicos de la salinomicina en los cuyes. Futuros estudios deberían enfocarse en investigar la toxicocinética de estos compuestos en especies monogástricas y determinar dosis seguras en caso de que se busque su uso en alimentación animal.

## VII. Conclusiones.

1. Efecto de la salinomicina en la eficiencia productiva:  
Se observó que la administración de salinomicina en cuyes no solo no mejoró la eficiencia productiva, sino que generó efectos adversos severos. A diferencia de estudios en rumiantes y aves donde los ionóforos han demostrado mejorar la conversión alimenticia y reducir la producción de metano, en cuyes resultó en intoxicación y mortalidad del 100% antes de finalizar el experimento.
2. El grupo tratado con neomicina mostró una ganancia de peso significativamente mayor (535.4 g) en comparación con el grupo control (494.1 g), lo que indica un posible efecto positivo de este antibiótico en la conversión alimenticia.
3. El grupo tratado con salinomicina presentó altas tasas de mortalidad, lo que impidió la obtención de datos finales de peso y consumo de alimento.
4. La neomicina mejoró la conversión alimenticia, logrando una eficiencia de 4.0 kg alimento/kg de peso en comparación con 4.5 kg alimento/kg de peso en el grupo control.
5. No se obtuvieron datos en el grupo salinomicina debido a la intoxicación de los animales.
6. En el grupo control y neomicina, solo se registró una muerte en cada uno durante el período experimental, sin causas atribuibles al tratamiento.
7. En el grupo salinomicina, todos los animales murieron antes de los 30 días de

El uso de ionóforos como la salinomicina en cuyes de engorde no es recomendable debido a su toxicidad severa, mientras que la neomicina demostró un impacto positivo en la eficiencia productiva sin comprometer la salud de los animales. Es crucial seguir investigando alternativas seguras y eficaces para mejorar la productividad en la crianza de cuyes.

Los hallazgos en estos cuyes indican una intoxicación grave con afectación intestinal, hepática y renal, características típicas de intoxicación por salinomicina. Se recomienda realizar histopatología para confirmar necrosis hepática y daño renal, y evaluar la presencia de edema intestinal y lesiones en músculo esquelético.

## **VIII. Recomendaciones.**

1. Los resultados del estudio demuestran que la salinomicina es altamente tóxica en cuyes, provocando mortalidad del 100% en los animales tratados. Se recomienda no utilizar este ionóforo en la producción de cuyes de engorde bajo ninguna circunstancia.
2. La neomicina demostró un efecto positivo en la ganancia de peso y conversión alimenticia sin generar efectos adversos en la salud de los cuyes. Sin embargo, su uso debe ser regulado y evaluado para evitar la generación de resistencia bacteriana en la producción animal.
3. Es necesario profundizar en la toxicocinética de los ionóforos en cuyes, con estudios que determinen los efectos metabólicos, histopatológicos y fisiológicos en el organismo, permitiendo una mayor comprensión de su impacto.
4. Para evaluar con mayor precisión los efectos de los aditivos en los cuyes, se recomienda la realización de análisis bioquímicos (pruebas hepáticas, renales y perfiles sanguíneos) para identificar posibles alteraciones metabólicas inducidas por estos tratamientos.
5. Se recomienda compartir estos hallazgos con productores, veterinarios y académicos para evitar el uso indebido de la salinomicina en cuyes y promover prácticas seguras en la producción animal.
6. Es necesario establecer normativas claras sobre el uso de antibióticos en la producción de cuyes, con especial énfasis en el control de dosis, restricciones de uso y tiempos de retiro para evitar riesgos en la salud pública y resistencia antimicrobiana.

## IX. Referencias bibliográficas.

1. Al-Dobaib S, Mousa H. Benefits and risks of growth promoters in animal production. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 2009; 72: p. 202-208.
2. Engberg R. Poultry production methods and use of coccidiostats with special reference to coccidial and bacterial resistance and possible future alternatives. Aarhus University. [Online].; 2021. Acceso 2025 de enero de 15. Disponible en: [https://pure.au.dk/portal/files/219080336/Report\\_FVST\\_Part\\_2\\_final\\_040621.pdf](https://pure.au.dk/portal/files/219080336/Report_FVST_Part_2_final_040621.pdf).
3. Callaway TR, Edrington TS, Rychlik JL, Genovese KJ, Poole TL, Jung YS, et al. Ionophores: their use as ruminant growth promotants and impact on food safety. *Current issues in intestinal microbiology*. 2003; 4(2): p. 43-51.
4. Bernal W, H V. Improved production rates in guinea pigs (*Cavia porcellus*) in the growth phase, fed flour Bituca (*Colocasia esculenta*). *Revista de Invest. Agropecuaria Science and Biotechnology*. 2021; 1(1).
5. Abdelrahman W, Mohnl M, Teichmann K. Comparative evaluation of probiotic and salinomycin effects on performance and coccidiosis control in broiler chickens. *Poultry Science*. 2014; 93(12): p. 3002-3008.
6. Hamid H, Zhao L, Ma G, Li W, Shi H, Zhang J. Evaluation of the overall impact of antibiotics growth promoters on broiler health and productivity during the medication and withdrawal period. *Poultry Science*. 2019; 989: p. 3685-3694.
7. Asmare B. Biotechnological advances for animal nutrition and feed improvement. *World J Agric Res*. 2014.
8. Ingale S, Lokhande A. Nutritional strategies to mitigate greenhouse gases emission from livestock agriculture: a review. *Livestock Res*. 2013.
9. McMurray R, Tunney M. Effects of phytochemicals on intestinal pathogenic bacteria and microbiota of non-ruminants. (tesis doctoral) Belfast: Queen's University Belfast. 2021.
10. Kumar M, Mounica K, Rani K, Teja A. Nutritional strategies to mitigate methane emission from livestock in India—A review. *Indian J Anim Sci*. 2023; 62(2): p. 157-166.

11. Ebrahimnezhad Y, Maheri-Sis N. The effect of different levels of diet total volatile nitrogen on performance, carcass characteristics and meat total volatile nitrogen in broiler chickens. *Archives Animal Breeding*. 2016; 59(2): p. 191–199.
12. Patil S, Pawar M, Modi C. Approaches and ways for rumen manipulation for its beneficial effects in ruminant production systems. *Indian Farmer*. 2021; 8(1): p. 74-85.
13. Akhtar M, Tipu M, Anjum M, Raja M. New dimension of medicinal plants as animal feed. *Pak Vet J* 2006. ; 26(3): p. 144-148.
14. Lu H. Effects of antibiotic alternatives and exogenous enzymes on growth performance, nutrient utilization and gut health of broiler chickens. (tesis maestría). *Purdue University*. USA. 2012.
15. Thema K. Effects of selected zootechnical feed additives as alternatives to zinc-bacitracin antibiotic growth promoter in broiler diets. (tesis master). *NorthWest University*. Kirkland, Washington. 2019.
16. Saha S, Pathak N. Use of feed additives on livestock production. *Fundamentals of Animal Nutrition*. Springer. 2021;: p. 205-218.
17. Ekinci İ, Chłódowska A, Olejnik M. Ionophore toxicity in animals: a review of clinical and molecular aspects. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023; 24(2).
18. Noack S, Chapman H, Selzer P. Anticoccidial drugs of the livestock industry. *Parasitology research*. 2019; 118(7): p. 2009–2026.
19. Diaz G, Aguilón Y, Cortés A. Effects on health, performance, and tissue residues of the ionophore antibiotic salinomycin in finishing broilers (21 to 38 d). *Poultry science*. 2018; 97(6).
20. Chapman H. Anticoccidial drugs: lessons from the past and future strategies. *World Poultry Sci J*. 2018; 74(1): p. 65-76.
21. Van-der-Heijden M, Gilbert B. Microbial diversity and the sustainability of food production. *Nat Rev Microbiol*. 2022; 20(9): p. 569-582.
22. Nagaraja T, Taylor M. The role of ionophores in animal production. *Vet Microbiol*. 2018; 225: p. 35-45.

23. Enoch D, Rubio A, Kalhapure R, al e. Antimicrobial resistance associated with ionophores in livestock. *Curr Opin Microbiol.* 2020; 57: p. 69-75.
24. Aleman M, Magdesian K, Peterson T. Salinomycin toxicosis in horses. *J Am Vet Med Assoc.* 2007; 230(12): p. 1822-6.
25. Ghonaim A, Hopo M, Ismail A, AboElnaga T. Hepatoprotective and renoprotective effects of silymarin against salinomycin-induced toxicity in adult rabbits. *Vet Res Forum.* 2022; 13(1): p. 55-65.
26. Van-Asse E. A case of salinomycin intoxication in turkeys. *Can Vet J.* 2006; 47(6): p. 567-570.
27. González J. *Manual Básico SPSS.* Universidad de Talca. 2009.
28. (EFSA) EFSA. Safety and efficacy of Sacox® microGranulate (salinomycin sodium) for chickens for fattening and chickens reared for laying. *EFSA Journal.* 2017; 15(3): p. 4670.
29. Siroka Z, Svobodova Z. The toxicity and adverse effects of selected drugs in animals—overview. *Polish Journal of Veterinary Sciences.* 2013; 16(2): p. 175-188.
30. Belanger A, Haydon K, Keffaber K, Marsteller T. The science and mechanisms behind ionophores for pigs and poultry. University of Minnesota Digital Conservancy. 2013.
31. Duffield T, Bagg R. Use of ionophores in lactating dairy cattle: a review. *The Canadian veterinary journal = La revue veterinaire canadienne.* 2000; 41(5): p. 388–394.
32. Guan H, Wittenberg K, Ominski K, Krause D. Efficacy of ionophores in cattle diets for mitigation of enteric methane. *Journal of animal science.* 2006; 847: p. 1896–1906.
33. Tedeschi L, Fox D, Tylutki T. Potential environmental benefits of ionophores in ruminant diets. *Journal of environmental quality.* 2003; 325: p. 1591-1602.
34. Prusty Sea. *Ionophoric Additives to Augment Performance Outcomes and Economics in Ruminants.* En Mahesh MS, YVK, editor. *Feed Additives and Supplements for Ruminants.* Singapore: Springer; 2024.

35. Zayed S, Belal F, Barghash S, al e. imultaneous determination of selected ionophoric coccidiostats and amino acids in feed premixes using high-performance liquid chromatography-ultraviolet detection. *J Sep Sci.* 2024; 47(4).
36. MAROUNEK M, SCIMUNEK J, DUSCKOVA D, SKRCIVANOVA V. Effect of ionophores on in vitro caecal fermentation in rabbits. *Revista de Ciencias Agrícolas, Cambridge.* 1997; 128: p. 495-498.
37. Mediavilla JC. Eficacia de la salinomicina en gazapos de engorde. *Boletín de Cunicultura.* 1991;(57): p. 32-38.
38. Zavala CM. Efectos de la suplementación con salinomicina y nicarbazina sobre los parámetros productivos en pollos de engorde. Para optar el Título Profesional de Médico Veterinario. Lima: Universidad Nacional mayor de San Marco. 2017.
39. Riego MdDay. MÁS DE 800 MIL FAMILIAS EMPODERAN LA CRIANZA DE CUY COMO ACTIVIDAD COMERCIAL. [Online].; 2020. Acceso 25 de octubre de 2022. Disponible en: <https://www.inia.gob.pe/2020-nota-105/>.

## X. Anexos

### Anexo 1 de la ubicación de la granja.



## Anexos 2 de los tratamientos



**Anexo 3 Neomicina**



**Anexo 4 Salinomicina**



## Anexo 5 Peso de los animales



## Anexo 6 De la necropsia de los animales



