UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad De Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales Y Del Ambiente

Carrera De Medicina Veterinaria

Tema**:**

“EVALUACIÓN DEL BUTIRATO DE SODIO EN CUYES INOCULADOS CON *Salmonella entérica,* EN EL SECTOR DE LLACÁN**”**

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

Autores:

Carlos Santiago Garofalo Sinchiguano

Jessica Estefanía Guerrón Méndez

Tutor:

Dr. Edison Riveliño Ramón Curay M.Sc.

Guaranda – Ecuador

2024

EVALUACIÓN DEL BUTIRATO DE SODIO SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN CUYES INOCULADOS CON *Salmonella entérica,* EN EL SECTOR DE LLACÁN.

REVISADO Y APROBADO POR:



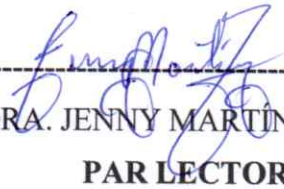
DR. EDISON RIVELIÑO RAMÓN CURAY M.Sc.

TUTOR



DR. JAGGER SEGURA OCHOA Ph.D.

PAR LECTOR



DRA. JENNY MARTÍNEZ M.Sc.

PAR LECTORA

CERTIFICACIÓN DE AUTORIA

Yo, Carlos Santiago Garofalo Sinchiguano, con C.I. 1726626763 y Jessica Estefanía Guerrón Méndez, con C.I. 1727169623, declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

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

CARLOS SANTIAGO GAROFALO SINCHIGUANO
C.I: 1726626763
AUTOR

NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

JESSICA ESTEFANÍA GUERRÓN MÉNDEZ
C.I: 1727169623
AUTORA

DR. EDISON RIVELIÑO RAMÓN CURAY M.Sc.
TUTOR

ESCRITURA N°20240201004P01002

DECLARACIÓN JURAMENTADA

OTORGAN:
JESSICA ESTEFANIA GUERRON MENDEZ Y
CARLOS SANTIAGO GAROFALO SINCHIGUANO
CUANTÍA: INDETERMINADA
Di 2 COPIA

P.A.
En el Cantón Guaranda, Provincia Bolivar, República del Ecuador, hoy jueves a los diez días del mes de octubre del año dos mil veinticuatro, ante mi **DOCTORA MS. GINA LUCIA CLAVIJO CARRION, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA,** comparecen con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presente escritura, la señorita **JESSICA ESTEFANIA GUERRON MENDEZ,** de estado civil soltera y **CARLOS SANTIAGO GAROFALO SINCHIGUANO**, de estado civil divorciado, por sus propios y personales derechos en calidad de OTORGANTES. Los comparecientes declaran ser de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, de estado civil como se deja expresado, de ocupación estudiantes ambas partes, domiciliados la primera en comparecer en la parroquia Caranqui, cantón Ibarra, provincia Imbabura y de paso por este cantón Guaranda, provincia Bolívar, con número celular cero nueve nueve tres ocho nueve seis seis ocho nueve; y, con correo electrónico jguerron@mailes.ueb.edu.ec; y el segundo en comparecer domiciliado en la parroquia Turubamba, cantón Quito, provincia Pichincha y de paso por este cantón Guaranda, provincia Bolívar, con teléfono celular número cero nueve ocho uno dos cero cuatro cuatro dos nueve; y, con correo electrónico carlgarofalo@mailes.ueb.edu.ec; hábiles en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocerles doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación cuyas copias fotostáticas debidamente certificadas por mí, agrego a esta escritura, además a petición expresa de los comparecientes se adjunta sus documentos personales como cedulas y certificados de votación, como documentos habilitantes. Advertidos los comparecientes por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinados que fueron en forma aislada y separada de que comparecen al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción instruidos por mí de la obligación que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud; y, advertidos sobre la gravedad del juramento y de las penas de perjurio, me solicitan que recepte su declaración juramentada. Nosotros: **JESSICA ESTEFANIA GUERRON MENDEZ Y CARLOS SANTIAGO GAROFALO SINCHIGUANO**, declaramos bajo juramento que los criterios e ideas emitidos en el presente proyecto de investigación, es de nuestra absoluta autoría, titulado: **EVALUACIÓN DEL BUTIRATO DE SODIO SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN CUYES INOCULADOS CON *Salmonella entérica*, EN EL SECTOR DE LLACÁN.** Previo a la obtención del título de Médicos Veterinarios, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente.- Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad.- Para su celebración y otorgamiento se observaron los preceptos de ley que el caso requiere y leída que les fue íntegramente a los comparecientes por mí la Notaria, aquellos se afirman y ratifican en la aceptación de su total contenido y firman junto conmigo en unidad de acto, incorporando al protocolo de esta Notaria la presente escritura de Declaración Juramentada, de todo lo cual doy Fe.----------

SRTA. JESSICA ESTEFANIA GUERRON MENDEZ.
C.C. 1721169623

SR. CARLOS SANTIAGO GAROFALO SINCHIGUANO.
C.C. 1726626763

DOCTORA MSc. GINA CLAVIJO CARRION
NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

Tesis Carlos Santiago Garofalo Sinchiguano y Jessica Estefanía Guerrón Méndez

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%	3%	1%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	Submitted to ueb Trabajo del estudiante	1%
3	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	dspace.ueb.edu.ec Fuente de Internet	1%

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 1%
Excluir bibliografía	Activo		

Dr. Riveliño Ramón M.Sc
TUTOR

turnitin

Recibo digital

Este recibo confirma quesu trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	VÍCTOR ALEJANDRO BÓSQUEZ BARCENES
Título del ejercicio:	03
Título de la entrega:	Tesis Carlos Santiago Garofalo Sinchiguano y Jessica Estefan...
Nombre del archivo:	Borrador_Jess.pdf
Tamaño del archivo:	1.37M
Total páginas:	93
Total de palabras:	21,901
Total de caracteres:	115,065
Fecha de entrega:	13-oct.-2024 09:49p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre...	2484425373



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad De Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales Y Del Ambiente

Carrera De Medicina Veterinaria

Tema:

"ESTUDIO DEL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DEL BUTIRATO DE SODIO Y SU EFECTIVIDAD EN CUYES INOCULADOS CON *Salmonella entérica*, EN LA PARROQUIA LLACÁN DE LA PROVINCIA BOLÍVAR"

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

Autores:

Carlos Santiago Garofalo Sinchiguano

Jessica Estefanía Guerrón Méndez

Tutor:

Dr. Edison Riveliño Ramón Curay M.Sc

Guaranda - Ecuador

2024

Derechos de autor 2024 Turnitin. Todos los derechos reservados.

Dr. Riveliño Ramón M.Sc

TUTOR

DEDICATORIA

Hoy, al llegar a este punto en mi camino hacia mi sueño de convertirme en un médico veterinario, no puedo evitar detenerme y reflexionar sobre el apoyo incondicional de mis queridos papá, mamá, hermanos y abuelitos, que me han brindado a lo largo de estos años.

Gracias a su amor, paciencia y constante aliento, he podido superar desafíos, perseverar en momentos difíciles y celebrar cada pequeño logro en este viaje académico. Su sacrificio, dedicación y confianza en mí han sido mi mayor motivación y fortaleza, cada paso que doy en esta maravillosa carrera es también un tributo a su amor y sacrificio, Sin su guía, ejemplo y amor incondicional; no estaría hoy tan cerca de alcanzar mi meta.

Carlos Santiago Garofalo Sinchiguano

Este logro va dedicado a mis papás quienes se han esforzado por hacer de mí una mujer de bien, a mi familia, amigos y a las personas que me han dado su apoyo en el transcurso de mi formación académica, a quienes confiaron en mí y me dieron palabras de aliento y mucha motivación para seguir adelante. Ha pasado mucho tiempo desde que todo comenzó y por fin la espera terminó, es impresionante lo rápido que pasa el tiempo y la cantidad de cosas que se puede aprender tanto en lo académico como en la vida. Pero todo va de la mano de Dios y rodeada de personas que nos aman.

Jessica Estefanía Guerrón Méndez

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios y a la vida por permitirme llegar tan lejos. A mis padres, son las personas quienes han dedicado su tiempo y paciencia para formarme como persona, son mi pilar más fuerte e importante y en quienes me he apoyado toda mi vida, gracias a ellos por guiarme y enseñarme valores, por mostrarme cómo ser fuerte y a luchar por perseguir mis sueños, por ayudarme a cumplir mis metas, por apoyarme de todas las formas posibles y por darme todo el amor que pudieron.

Gracias a mis familiares, a mis tíos, a mis abuelitos por estar presentes y velar por mi bienestar con sus cuidados y amor, por los consejos y el aliento brindado, incluso desde el cielo.

A mis amigos más cercanos, los que me han acompañado en la travesía de mi vida, me han apoyado y aconsejado a lo largo de los años y aquellos amigos con los que pude compartir este tiempo en la Universidad, incluído mi compañero de tesis, ya que el logro es de los dos.

Y por último, pero no menos importante gracias al amor más puro y sincero que jamás pensé conocer. Gracias a mi amiga leal y fiel Daphne, mi compañera de su corta vida, quien ha estado presente en toda clase recibida y a toda hora, mi mayor motivación y la razón principal para seguir ejerciendo esta carrera.

Jessica Estefanía Guerrón Méndez

AGRADECIMIENTO

A mis queridos padres Mariana Sinchiguano y Luis Garófalo, gracias por ser mi roca, por alentarme a perseguir mis sueños y por brindarme todo su amor y sacrificio. Su dedicación y ejemplo han sido mi mayor inspiración.

A mis amados abuelitos Abigail Martínes y Carlos Sinchiguano, gracias por su sabiduría, cariño y por ser la fuente de mis raíces y valores, su presencia en mi vida ha sido un regalo invaluable que atesoro con todo mi corazón.

A mis hermanos, gracias por ese inmenso apoyo moral que me han brindado en este maravilloso camino para alcanzar este gran objetivo.

A mis profesores, quiero expresar mi más grande agradecimiento, quienes con su paciencia y dedicación sembraron en mí no solo conocimiento sino también valores que los llevare el resto de mi vida profesional, gracias por creer en mi e impulsarme en este maravilloso mundo de la medicina veterinaria, Sin ustedes los conceptos serían solo palabras, y las palabras ya sabemos quién se las lleva, el viento.

Agradezco a mi compañera de tesis, Jessica Guerrón, que se ha convertido más que amiga en una hermana, gracias por las horas y años compartidos a lo largo de esta vida universitaria.

Y finalmente gracias a mi compañero fiel, Rocky que hizo que amar y cuidar a los animales sea mi camino de vida.

Carlos Santiago Garófalo Sinchiguano

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PAG.
CAPÍTULO I	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMA	3
1.3. OBJETIVOS	4
• Objetivo General	4
• Objetivos Específicos	4
1.4. HIPÓTESIS	5
CAPÍTULO II	6
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1. El cuy	6
2.1.1. Clasificación Zoológica	6
2.2. Anatomía digestiva del cuy	6
2.2.1. Cavidad oral	6
2.4. Tipología de cuyes	11
2.4.1. Líneas de cuyes en el Ecuador	13
2.5. Sistemas de producción	16
2.6. Sistemas de alimentación	17
2.8. Enfermedades infecciosas en cuyes	21
2.9. Butirato de sodio	23
2.9.1. Efecto antimicrobiano	24
2.9.2. Efecto inmunomuladores	24
2.9.4. Efecto en el sistema digestivo	25
2.10. Patologías del intestino	25

2.10.1. Enteritis 27

2.10.7. Causas de enteritis en cuyes 28

CAPÍTULO III 30

3. MARCO METODOLOGÍCO 30

3.1. Ubicación de la investigación 30

- Localización del experimento 30
- Situación geográfica y edafoclimática 30
- Zona de vida 30

3.2. Metodología 31

3.2.1. Material experimental 31

3.2.2. Factores en estudio 31

3.2.3. Tratamientos 31

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico 32

3.2.5. Manejo del experimento 32

3.2.6. Métodos de evaluación y datos a tomar 36

3.2.7. Análisis de datos 37

CAPITULO IV 38

4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 38

4.1.1. Peso vivo de los cuyes a la llegada de la investigación 38

4.1.2. Peso vivo de los cuyes al final de la investigación 39

4.1.3. Ganancia de peso de los cuyes en la investigación 40

4.1.4. Consumo alimenticio de los cuyes en la investigación 42

4.1.5. Conversión alimenticia de los cuyes en la investigación 43

4.1.6. Estudio histológico del intestino delgado de los cuyes 46

4.2. COMPROBACIÓN DE HIPOTESIS 54

CAPÍTULO V 56

5.1. CONCLUSIONES 56

5.2. RECOMENDACIONES 57

BIBLIOGRAFÍA 58

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pag.
1.	Clasificación zoológica del cuy.	6
2.	Tratamientos en estudio de la interacción de los factores A x B.	31
3.	Características numéricas del diseño.	31
4.	Tabla de ANOVA de la interacción de dos factores.	32
5.	Niveles de inclusión diario del butirato de sodio en los cuyes	33
6.	Análisis estadístico del peso vivo a la llegada de los cuyes	38
7.	Peso vivo de los cuyes al final de la investigación	39
8.	Ganancia de peso de los tramientos planteados	40
9.	Consumo alimenticio de los tramientos planteados	42
10.	Conversión alimenticia de los tramientos planteados	43
11.	Análisis de correlación y regresión de Pearson de la dosis del butirato de sodio sobre la ganancia de peso y conversión alimenticia en cuyes.	54

ÍNDICE DE FIGURA

N°	Detalle	Pag.
1.	Cuy de línea Perú	14
2.	Cuy de la línea Andina	15
3.	Cuy de la línea Inti.	15
4.	Promedio de los pesos vivo a la llega de los cuyes a la investigación	38
5.	Promedio del peso vivo de los cuyes	40
6.	Promedio de la ganancia de peso de los cuyes	41
7.	Promedio del consumo alimenticio de los cuyes	43
8.	Promedio de la conversión alimenticia de los cuyes	44
9.	Curva de producción de los cuyes	45
10.	Estudio histológico del intestino delgado de los cuyes del T0 (-)	46
11.	Estudio histológico del intestino delgado de los cuyes del T0 (+)	47
12.	Estudio histológico del intestino delgado de los cuyes del T1	48
13.	Estudio histológico del intestino delgado de los cuyes del T2	49
14.	Estudio histológico del intestino delgado de los cuyes del T3	50
15.	Gráficos de la regresión de Pearson	55

ÍNDICE DE ANEXOS

N° **Detalle**

1. Mapa de ubicación de la investigación.

2. Croquis del ensayo.

3. Base de datos

4. fotografías

5. Glosario de términos

RESUMEN

La producción de cuyes se afectada por bacterias oportunistas como la *Salmonella* sp., desencadenando producción deficiente, por lo cual el objetivo de la presente investigación es; Evaluar el butirato de sodio sobre el rendimiento productivo en cuyes inoculados con *Salmonella entérica*, en el sector de Llacán. Metodológicamente se planteo suplementar el butirato de sodio a razón de 400 ppm (T1), 500 ppm (T2) y 600 ppm (T3) y un tratamiento testigo (T0), donde se evaluó la ganancia de peso, consumo alimenticio, conversión alimenticia y la afectación histológica de *Salmonella entérica* ATCC 13076 en el sistema digestivo después de a ver recibido 60 días de suplementación. Como resultados se encontró que la administración de butirato de sodio mejoro la ganancia de peso, obteniendo valores de 758.14, 862.86 y 942.62 gramos para el T1, T2 y T3 respectivamente, mientras que los cuyes del T0 obtuvieron una menor ganancia de peso en promedio de 536.39 gramos, en el caso de la conversión alimenticia el T0 presento un índice de CA mas elevado de 11.24, mientras que los T, T2 y T3 presentaron un índice de 8.19, 7.36 y 7.16 respectivamente, mientras que los hallazgos histológicos sugieren que el butirato de sodios disminuyó los procesos patogénicos originados por *Salmonella entérica* ATCC 13076 al ser comparado con el T0 inoculado, considerando que a mayor concentración (600 ppm) provocó un mayor grado de exocitosis de células inmunitarias a nivel de las vellosidades intestinales lo que es relacionado con una respuesta celular eficiente ante al germen inoculado. Concluyendo que el butirato de sodio mejora el performance productivo y tiene efectos profilácticos antes la invasión de *Salmonella entérica* en cuyes.

Palabras claves: *Salmonella entérica,* butirato de sodio, suplementación, performance productivo, exocitosis,

SUMMARY

Guinea pig production is affected by opportunistic bacteria such as Salmonella sp., triggering poor production, so the objective of this research is to evaluate sodium butyrate on the productive performance of guinea pigs inoculated with Salmonella enterica, in the Llacán sector. Methodologically, it was proposed to supplement sodium butyrate at 400 ppm (T1), 500 ppm (T2) and 600 ppm (T3) and a control treatment (T0), where weight gain, feed consumption, feed conversion and histological affectation of Salmonella enterica ATCC 13076 in the digestive system were evaluated after receiving 60 days of supplementation. As results it was found that the administration of sodium butyrate improved weight gain, obtaining values of 758.14, 862.86 and 942.62 grams for T1, T2 and T3 respectively, while the guinea pigs of T0 obtained a lower average weight gain of 536.39 grams, in the case of feed conversion the T0 presented a higher CA index of 11.24, while the T,T2 and T3 presented an index of 8.19, 7.36 and 7.16 respectively, while the T, T2 and T3 presented an index of 8.19, 7.36 and 7. 16 respectively, while the histological findings suggest that sodium butyrate decreased the pathogenic processes originated by Salmonella enterica ATCC 13076 when compared with theinoculated T0, considering that at a higher concentration (600 ppm) it provoked a higher degree of exocytosis of immune cells at the level of the intestinal villi, whichis related to an efficient cellular response to the inoculated germ. It is concluded that sodium butyrate improves the productive performance and has prophylactic effects against the invasion of Salmonella enterica in guinea pigs.

Key words: *Salmonella enterica*, sodium butyrate, supplementation, productive performance, exocytosis,

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial los países inter andinos de Sudamérica son los únicos que producen cuy con fines comerciales, en donde el Perú, Bolivia precedido por el Ecuador, son los países en los cuales la producción de cuy ha sido en mayor medida intensificada, los sistemas de producción de cuy con el paso del tiempo han sufrido variaciones importantes ya que se han trabajado de manera rigurosa en el mejoramientogenético de las líneas productivas de cuy, han si como en el ámbito nutricional, sanitario y de manejo (Camacho *et al.,* 2021).

Nutricionalmente la carne de cuy posee numerosos beneficios nutricionales, ya que se considera una carne magra cuyo contenido de grasa y lipoproteínas no exceden al 10% en su contenido en cada 100 g, así mismo, es considera una fuente de alto contenido proteico, aproximadamente llegando hasta un 20.3% de dicho nutriente, también posee un buen contenido de ácidos grasos insaturado como el linoleico y linolénico de alta digestibilidad, debido a esta y otras características está carne es considerada como una importante fuente de alimentación equilibrada apta para el consumo desde niños hasta ancianos (Cantaro *et al.*, 2021).

Desde el punto de vista productivo, la producción cuyícola es rentable en dependencia de la sectorización del mercado y el consumo de cierta población, debido al compararse con otras explotaciones ganadera, la explotación de cuyes con fines cárnicos suele ser mejor, ya que ocupan menos espacio físico por animal y el capital económico necesarios para la explotaciones y mantenimiento de los cuyes suele ser menor, y se obtienen beneficios en periodos cortos (Ramírez *et al.*, 2019).

La creciente intensificación de la producción de cuyes ha sido el punto de partida que ha permitido establecer y mejorar los pilares productivos, entre ellos la nutrición, la cual es el principal intermediario involucrado en el alcance y cumplimiento de los objetivos productivos principales, ya que con el paso del tiempo hasta la actualidad la estructuración de la raciones alimenticia ha sido cada vez más controlada, incrementando el valor nutritivo en función a su composición nutricional y química, considerando que está compuesta por dos pilares nutricionales, los cuales son el forraje que determinan la cantidad de fibra, proteína,

energía que los cuyes deben consumir y la parte de concentrados y suplementos, quienes determinan de minerales, vitaminas y promotores y agua que los cuyes consumen en dependencia de la fase productiva, y estado fisiológico del animal (Saavedra *et al.*, 2021).

Otro aspecto productivo importante que se considera en la explotación cuyícola, es la salud y los indicadores sanitarios, debido a que los cuyes son animales susceptibles a enfermedades infecciosas de índoles bacterianas, virales y parasitarias, así como ha patologías de carácter metabólico y nutricional, lasmismas que condicionan el rendimiento zootécnico del cuy, afectando en gran medida al consumo alimenticio y por ende a la ganancia de peso y desarrollo de lacrianza del cuy. Siendo las enfermedades bacterias las que repercuten en mayor medida de manera negativa en la producción, ya que su aparición suele ser repentina y su patogenia suele ser súbita (Quito *et al.*, 2022).

En dependencia del nivel nutricional de los cuyes, la formulación de dietas puede intensificarse provocando un mejor desempeño en parámetros zootécnicos como la precocidad y prolificidad, observándose en la mayoría de casos mediante la utilización de agente adictivos y promotores de crecimiento que influyan en la digestibilidad de otros nutrientes o insumos alimenticios utilizados en la alimentación de cuyes, dentro de los principales adictivos nutricionales se encuentran los probiótico, agentes antibióticos y agentes químicos como el butirato de sodios, el mismo que es un ácidos graso de cadena corta, el cual influye en la mejor del performance productivos y metabólico del cuy (Vallejos *et al.*, 2015).

1.2. PROBLEMA

Uno de los principales problemas en las explotaciones de cuyes radican a los limitados recursos que existen en el control sanitario de enfermedades infecciosas de carácter bacteriano, entre ellas la salmonelosis es una potencial patología bacteriana que afecta de manera general a toda la población de cuyes en diferentes edades y fases productivas, ocasionando en lo mas susceptibles, principalmente en animales jóvenes diarreas y postración, así como abortos en las hembras gestantes, sin embargo, también se puede observar influencia debido a las características de presentación de esta patología ya que se ha considerado la posibilidad de que el inicio de cuadros crónicos e incurables que arremete con toda la población de cuyes sea determinado por cuadros subclínicos, un punto contraproducente relacionado a la presentación subclínica de la salmonelosis en cuyes es que no se pueden tomar medidas de control sanitarias tanto para los animales portadores como para el personal encargado del manejo de los cuyes, convirtiendo esta enfermedad en una zoonosis potencial.

Asumir las consecuencias del impacto de una infección tanto de carácter subclínico como clínico es otro de los puntos negativos que ocasiona esta enfermedad ya que afecta principalmente el rendimiento productivo debido a una interacción de los factores de virulencia de la *salmonella entérica* (Principalmente LPS) con la capacidad semipermeable de la citoarquitectura de las vellosidades intestinales en la absorción de nutrientes y transporte de moléculas indispensables para los procesos homeorréticos.

Los intentos de controles sanitarios sobre la salmonelosis en cuyes suelen terminar siendo un fracaso ya que principalmente los enfoques terapéuticos suelen ser muy invasivos en los animales o a su vez generar otros problemas adicionales como la limitación en el alcance o cumplimiento de objetivos productivos o la generación de multiresistencia antibiótica por parte de estos microorganismos.

Por los antecedentes citados, en la presente investigación se propone medir la interacción del butirato de sodio sobre las variables productivas (ganancia de peso, buena conversión alimenticia, etc) y la seguranza que proporciona al sistema digestivo de resistir a la interacción virulenta de la *Salmonella entérica*.

1.3. OBJETIVOS

- **Objetivo General**

Evaluar el butirato de sodio sobre el rendimiento productivo en cuyes inoculados con *Salmonella entérica*, en el sector de Llacán.

- **Objetivos Específicos**

Determinar la dosis efectiva del butirato de sodio

Evaluar el rendimiento en la ganancia de peso y conversión alimenticia.

Establecer el efecto del butirato de sodio sobre la estructura histológica del intestino delgado

1.4. HIPÓTESIS

Ho: No existe diferencias en el rendimiento productivo en cuyes mediante la aplicación del butirato de sodio y su efecto sobre la modulación del cuadro patológico de *Salmonella entérica.*

Hi: Existe diferencias en el rendimiento productivo en cuyes mediante la aplicación del butirato de sodio y su efecto sobre la modulación del cuadro patológico de *Salmonella entérica.*

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. El cuy

El cuy, conocido también como cobayo es un pequeño mamífero originario de las zonas andinas de países suramericanos vinculados a la cordillera andina como Ecuador, Perú, Colombia y Bolivia, pertenece al orden de los roedores que exclusivamente se alimenta de especies forrajeras, en ciertas regiones andinas es explotado como una fuente de ingreso y producción de proteína animal, posee un ciclo reproductivo relativamente corto, con una gran capacidad adaptativa a condiciones edafoclimáticas desfavorables (Jurado *et al.*, 2020).

2.1.1. Clasificación Zoológica

Tabla 1.

Clasificación zoológica del cuy.

Reino	Animal
Tipo	Cordados
Subtipo	Vertebrados
Clase	Mamíferos
Orden	Roedores
Familia	Cavidae
Genero	*Cavia*
Especie	*porcellus*

Fuente: Matute (2024).

2.2. Anatomía digestiva del cuy

2.2.1. Cavidad oral

Como en todos los mamíferos roedores, el cuy posee características únicas en su conformación distribución dentaria, destacándose sus incisivos los cuales son parte fundamental para reducir el tamaño de partícula ingerida (Quisbert *et al.*, 2022).

2.2.2. Estómago

El cuy es considerado un roedor monogástrico con procesos digestivos a partir de precursores como el ácido clorhídrico estomacal que contribuye posteriormente a procesos de digestión enzimática, al ser un herbívoro absoluto también posee procesos de digestión a partir de fermentación microbiana de tipo postgástrica donde se digieren gran parte de los carbohidratos estructurales de las especies forrajes (celulosa y lignina) que son una fuente de alimento para este animal (Quisbert *et al.,* 2022).

En la nutrición del cuy el estómago es un órgano importante para el catabolismo de nutrientes de gran importancia, a partir de su secreción activa de ácido clorhídrico contribuye en gran medida para la asimilación y metabolismo de carbohidratos como fuente de energía, proteínas como fuente de aminoácidos esenciales, lípidos como la fracción etérea, entre otros nutrientes, que posteriormente se asimilan y absorben en otras porciones del tracto digestivo de este animal (Castillo, 2022).

2.2.3. Intestino delgado

Tras el paso del complejo alimenticio desde el estómago hacia la primera porción del intestino llamada duodeno donde se finaliza la digestión parcial por parte del ácido clorhídrico estomacal, en sección del intestino ocurren eventos de importancia digestiva como la secreción de enzimas pancreáticas liberadas por células de los ácinos y bilis secretada por el hígado, las cuales contribuyen en el catabolismo de nutrientes a partir del bolo digestivo (Andrade & Altamirano, 2023).

La actividad enzimática en el duodeno ocurre de forma activa en dos fases clásicamente conocidas, la primera fase es conocida como la precursora de los procesos digestivos, se llama fase luminal, ocurre principalmente la secreción y activación de la pancreatina la cual cataboliza los hidratos de carbono de cadena larga como el almidón y determinados polipéptidos, en el caso de los cuyes al consumir una dieta rica en materia vegetal, los principales son el almidón, la pectina, los betaglunos, etc. Además ocurre la fase posluminal, que es aquella en donde ocurre la activación de enzimas que favorecen la digestión por acción de los componentes activos celulares del intestino tras la abosrcion de polímeros nutritivos provenientes del alimento (Ortiz *et al.,* 2021).

En el intestino también se liberan sustancias con capacidad tamponante que permiten que las moléculas alimenticias se absorban de manera eficiente, estas sustancias son liberadas por las glándulas de Brenner las cuales también resguardan la integridad de la submucosa intestinal del posible daño que puede generar el ácido clorhídrico proveniente del estómago (Ortiz *et al.,* 2021).

2.2.4. Intestino grueso

Comprende una de las secciones más distales del tubo digestivo, en esta porción intestinal se secretan sustancias que no poseen actividad enzimática, las principales sustancias secretadas son bicarbonato y mucina, involucradas en la lubricación y tamponamiento del bolo fecal a través de su porción ascendente, transversa, descendente y sigmoide (Jumbo, 2020).

El intestino grueso en los roedores como el cuy y los conejos es una parte esencial para procesos digestivos de carácter fermentativo a partir de acción microbiana, en esta porción es donde se digieren gran parte de los carbohidratos fibrosos presentes en la materia vegetal de origen alimentario en estas especies, su tamaño en estos animales es considerablemente grande, representando aproximadamente el 15% del peso de tracto digestivo, una sección importante son los compartimentos cecales, en donde se producen un transito retrogrado y un largo tiempo de estadía del bolo fecal en estos (Jumbo, 2020).

Los ciegos pueden albergar cerca del 65% del contenido fecal del tracto digestivo de estos animales, generalmente en esta porción se absorbe gran cantidad de carbohidratos fibrosos presente en los alimentos vegetales consumidos, aquí ocurre gran parte del metabolismo bacteriano, obteniendo ácidos grasos volátiles como fuente de energía para el animal. El bazo es un órgano linfático que se encuentra íntimamente vinculado con el sistema digestivo debido a su yuxtaposición izquierda en referencia al estomago y a su fisiología como órgano hematopoyético y reciclador, en los cuyes particularmente este órgano es más grande en las hembras que en los machos(Caiza, 2017).

Los procesos digestivos comprenden las rutas que algunos nutrientes deben cumplir para pasar desde el lumen intestinal, hacia el torrente sanguíneo, el metabolismo hepático y luego a las células diana (Camacho *et al.*, 2017).

2.2.5. Hígado

El hígado en los cuyes al igual que en otros mamíferos se encuentra situado en el hipocondrio derecho del abdomen, su conformación comprende seis lóbulos hepáticos, es característicamente rojo oscuro y liso, en los cuyes se encuentra una glándula anexa a este, conocida como vesícula biliar, la cual secreta la bilis, una secreción amarillente importante en los procesos de digestión de las grasas alimenticias consumidas, su paso desde el hígado, el páncreas y hasta el intestino es a través del conducto colédoco, estas sales biliares además de contribuir en determinados procesos digestivos también se encuentran vinculadas en la inhibición del crecimiento excesivo de algunos patógenos entéricos perjudiciales para los cuyes (Escobar *et al.,* 2023).

2.2.6. Páncreas

El páncreas es un órgano glandular también anexado al sistema digestivo, cumple una importante función en los procesos digestivos al secretar jugos pancreáticos de alta densidad, con características enzimáticas e hidroelectrolíticas como la amilasa, lipasa, y bicarbonato, inclusive posee actividad insulinogénica. Anatómicamente se encuentra en la porción mesentérica que une el duodeno descendente con la curvatura mayor del estómago. Anatómicamente se conforma por una apófisis unciforme, un cuello, cuerpo y cola, además, posee una serie de conductos que dirigen y transportan los jugos hacia el intestino. Dentro de los cuales se destaca el conducto de Wirsung y el conducto pacreatico accesorio de Santorini y la ampolla de Vater (Huaman *et al.,* 2021).

La conformación tisular exocrina y endocrina posee diversidad celular especializada, el tejido relacionado a la función exrona del páncreas se encuentra configurado por células acinares, la cuales producen sustancia tamponantes además de lipasa, amilasa y zimógeno, la función endocrina es cubierta por células acinares del conjunto de islotes de Langerhans, que producen insulina y glucagón (Huaman *et al.,* 2021).

2.3. Descripción de la fisiológicos del cuy

El cuy (*Cavia porcellus)* es un pequeño mamífero de tipo monogástrico, el cual posee un proceso de digestión mixto, conformado por acción de enzimas digestivas

y digestión a partir de fermentación cecal por parte de bacterias metabólicamente activas, este último proceso digestivo permite definir a este roedor como un fermentador postgástrico, este proceso biológico le permite reciclar componentes nutricionales de tipo energético y proteico (Salazar & Escalante , 2023).

Inicialmente como en la mayoría de mamíferos monogástricos los procesos digestivos se inicial en el estómago por acción del ácido clorhídrico, el mismo que es un precursor de los procesos digestivos, convirtiendo el contenido alimenticio ingerido en el quimo, por sus propiedades ácidas este órgano digestivo también contribuye en la lisis de microorganismos patógenos que suelen acompañar al alimento.

En el estomago se secreta pepsinógeno que contribuye a la acción del ácido estomacal para que el contenido estomacal sea cada vez más digerible, el paso del quimo desde el estómago hacia el duodeno, es el inicio para la secreción y conversión de enzimas digestivas por parte del páncreas e hígado, un claro ejemplo es la pepsina que es el resultado de la activación en la digestión estomacal, la cual contribuye para el desdoblamiento de fuentes proteicas, también en este proceso se sintetiza la gastrina una potente enzima involucrada en el peristaltismo intestinal, además que contribuye para la síntesis de vitamina B12 a nivel del intestino posterior (Quiñones, 2023).

Conforme el tránsito intestinal sigue su curso, el contenido presente en el lumen intestinal se convierte en quimo por efecto de la actividad enzimática y de sales biliares, provocando que los principales nutrientes de tipo proteico, así como los carbohidratos como fuentes energéticas y las grasas se conviertan en azucares simples, aminoácidos, y lípidos que son absorbidos desde el intestino delgado (duodeno) hacia el hígado para ser destinados a una ruta metabólica para el cumplimiento de un determinado proceso fisiológico (Bezada *et al.,* 2023).

Los cuyes también cuenta con un proceso de digestión microbiana en los ciegos, en donde se absorbe una limitada cantidad de componentes nutricionales, en comparación con el duodeno, sin embargo, cabe recalcar que en esta porción del tubo digestivo se absorbe agua, sodio y otros Microminerales esenciales (Paredes & Díaz, 2023).

Uno de los principales nutrientes que se absorben en el colon de los cuyes son los ácidos grasos volátiles mediante permeabilidad transepitelial, este proceso es comparable a los porcesos absortivos que ocurren en el rumen de los rumiantes, la principal fuente de estos AGVs es partir de carbohidratos estructurales y materia orgánica residual como la celulosa y hemicelulosa, estos nutrientes ayudan a cubrir los requerimientos nutricionales diarios en los cuyes (Paredes & Díaz, 2023).

2.3.1. Cecotrofia

El cuy al igual que otros roedores tienden a ser recicladores nutricionales mediante un proceso denominado cecotrofia, es un proceso biológico que consiste en la ingestión de los cecotrofos de la materia fecal, este principio se basa en el reciclaje de la proteína bruta que no avanzó a asimilarse en el intestino delgado, asi también como el nitrógeno no proteico aprovechado, este es un evento que generalemente suele ser nocturno, y que ha tenido poca relevancia investigativa (Ríos *et al.,* 2020).

Los estudios nutricionales en roedores cecotrófos en cuanto a la evaluación de raciones que contenga aproximadamente entre el 13% al 25% de proteína, pueden obtener resultados contradictorios debido principalmente a que los resultados en cuanto a crecimiento no presentan diferencias significativas frente a alimetos con menor proporción de proteína bruta, esta explicación se basa en la actividad cecotrófica, ya que se sabe que esta permite reciclar en gran medida nitrógeno no proteico así como nitrógeno proteico no absorbido y contenido en las células bacterianas. (Vargas *et al.,* 2023).

2.4. Tipología de cuyes

Existen diversos tipos de cuyes utilizados como una fuente de producción animal, existe una amplia diversidad de enfoques productivos, de tal modo no se puede considerar como razas específicas, si no mas bien, cruces de eficiencia productiva, tomando en cuenta la eficiencia alimentaria, la ganancia media diaria de peso, el peso, la estructura corporal, etc. (Chavez & Avilés, 2022).

- **Tipo 1:** es un animal robusto corporalmente, que se reconoce por su pelaje corto, relativamente pegado al cuerpo, no crespo, posee gran adaptabilidad a climas cálidos y tropicales, y es producido con un enfoque cárnico (Yamada *et al.*, 2019).

- **Tipo 2:** La característica mas relevante de este tipo de cuy es su llamativo pelo crespo, que suele ser corto con distribución por toda la superficie corpórea, posee rusticidad a las enfermedades de tipo infeccioso y es elegido por tener potencialmente eficiencia alimentaria con una buena conversión alimenticia (Yamada *et al.,* 2019).

- **Tipo 3:** este tipo de cuy posee el pelo largo, sin encrespar ninguna sección de este, posee adaptabilidad a condiciones adversas posee gran capacidad de consumo de especies forrajeras con pobre cualidad nutricional, su conformación corpórea no es de las más recomendables para la producción de carne, sin embargo, se puede utilizar como mascota o a su vez para la producción de pelo (Yamada *et al.,* 2019).

- **Tipo 4:** es muy llamativo el tipo de pelaje de este tipo de cuy, ya que es rizado con una apariencia aspera lo que hacer ver al cuy despeinado, corpulentamente es un animal robusto con buena deposición de carne magra, posee buena capacidad de consumo alimenticio, por esta y otras atribuciones es criado con un fin cárnico (Yamada *et al.,* 2019).

De acuerdo con la estructuración del cuerpo hay dos tipos:

- **Tipo A:** su cuerpo es robusto de líneas redondeadas, se caracteriza por poseer una longitud corta con un ancho corporal considerable en función a otros tipos. Idealmente son utilizados para la producción de carne ya que posee buenos índices de conversión alimenticia, y buena ganancia de peso, además son animales precoces los cuales a los 3 meses de edad alcanzan un peso ideal para el sacrificio o comercialización. (Yamada *et al.,* 2019).

- **Tipo B:** Este tipo de animales poseen líneas corpóreas mas rectas con una estructuración algo angular, son cuyes algo más nerviosos comparados con otros tipos, son tradicionalmente conocidos como cuyes criollos de crianza tradicional familiar, no posee características deseables para la producción de proteína animal, los sistemas de producción de este tipo de cuyes se relacionan a los sistemas de producción familiar, el mismo que cuenta sin ningún cumplimiento de parámetros productivos para su explotación (Yamada *et al.,* 2019).

2.4.1. Líneas de cuyes en el Ecuador

Dentro de las especie *Cavia porcellus* no existe una diferenciación racial, considerando que actualmente solamente se ha reconocido el género creoleón, sin embargo, el cual se encuentra ampliamente distribuido en las regiones andinas del continente sur americano, la tipificación es limitada en esta especie de cuy, por lo tanto se ha agrupado como líneas en función a las características fenotípicas y funcionales considerando su comportamiento productivo (Chavez & Avilés, 2022).

Los habitantes autóctonos de estas regiones andinas del continente suramericano producen cuyes de forma tradicional como los ancestros tribales lo hacían, las líneas son reconocidas como criollas en función a las características productivas que poseen bajo este tipo de sistema tradicional (Rosale *et al.*, 2021).

La raza definida como criolla es un cuy no tan robusto corporalmente, su crecimiento es lento, no posee buenos índices de conversión alimenticia, para tener un buen estándar de producción con este tipo de cuyes se requiere de un aporte nutricional alto y bien ajustado a las necesidades del animal, su contextura es descarnada con una deposición muscular pobre. La prolificidad también suele ser limitada teniendo un promedio de 2 gazapos por parto, los mismo que nacen con un promedio de 100 gramos, el peso alcanzado a los 3 mese ronda entre 180 a 300 gramos (Chavez & Avilés, 2022).

En dependencia del nivel de explotación los cuyes son alimentados con diferentes fuentes forrajeras y combinación de concentrados energéticos para alcanzar un buen plano de productividad. En ciertas localidades existe la creencia de que animales con diferentes capas de pelaje como el negro, marrón y grises no son tan apetecidos comercialmente hablando, ya que para la alimentación estos animales también suelen tener pigmentada la piel lo cual no proporciona un buen aspecto a la hora de consumir al cuy (Rosale *et al.*, 2021).

- **Línea Perú**

Es una de las líneas más distribuidas en los países andinos como, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, este tipo de cuy es inconfundible debido al color de su capa con un pelaje liso, amoldado al cuerpo, con pelos de color rojo y blanco, en términos productivos este cuy alcanza buenos índices de conversión alimenticia, bajo

sistemas intensivos se reporta que a los 2 meses de edad puede alcanzar un peso promedio de 800 gramos bajo sistemas de alimentación mixta, con una relación de 3;8 pasto/balanceado, su prolificidad se encuentra en un rango de 3 gazapos vivos por parto, es altamente comercial, su carne es organolépticamente rica en grasas insaturadas, lipoproteínas del grupo omega, además proporciona al consumidor la percepción de una carne magra jugosa, las desventajas de esta raza es que suele ser susceptible a condiciones desfavorables y a procesos patológicos de tipo infeccioso (Yamada *et al.,* 2019).

Figura 1.

Cuy de línea Perú



Fuente: Manual de Crianza de Cobayos, (2014)

- **Línea Andina**

La línea Andina es de las líneas de cuy más prolíficas que teniendo que puede alcanzar 3.2 crías vivas por parto, además es altamente éstrica puedo concebir inmediatamente después del parto, característicamente posee una capa de color blanco con ojos oscuros de color negro, su tamaño es relativamente mayor al de otras líneas de cuy, en cuanto a parámetro productivos suele no ser tan eficiente como la línea Perú a pesar de ser de un tamaño superior a este último, su resistencia a condiciones adversas es limitada por lo que necesitan de instalaciones adecuadas y de un esquema nutricional bien ajustado a las necesidades del animal (Yamada *et al.,* 2019).

Los cuyes de la línea andina en algunas localidades es el preferido para el consumo humano por su longitud de canal que permite obtener un plato de este animal de grandes proporcionalidades (Yamada *et al.,* 2019).

Figura 2.

Cuy de la línea Andina



Fuente: Manual de Crianza de Cobayos, (2014)

- **Línea Inti**

Este tipo de cuy es considerado como la línea más precoz conocida hasta actualidad y explotada bajo sistemas intensivos, posee gran adaptabilidad a una gran diversidad de medios, característicamente se trata de un cuy robusto, de proporcionalidades medianas, con buena distribución muscular y grasa, este animal se caracteriza por poseer una capa única con pelo largo, liso acoplado al cuerpo del animal, su color es disntinto con tonalidades bayo conjuntamente con blanco, sumado a esto el ojo debe ser negro y en algunos casos presentar una roseta remolinada en la cabeza (Yamada *et al.*, 2019).

Figura 3.

Cuy de la línea Inti.



Fuente: Manual de Crianza de Cobayos, (2014)

2.5. Sistemas de producción

En el Ecuador se reconocen 3 sistemas de producción de cuyes, cada uno con sus características y parámetros de producción, siendo: sistema tradicional, sistema semitecnificado y sistema tecnificado o comercial.

2.5.1. Sistema tradicional

Es un sistema rudimentario basado en las costumbres de criar cuyes dentro de la vivienda, el destino de los animales criados bajo este sistema es el consumo familiar, no existen jaulas, la alimentación de los cuyes se basa en restos vegetales producto de la elaboración de los alimentos, en este sistema de crianza no se respeta los parámetros de densidad poblacional ni tampoco la consanguinidad que pueda existir, adicionalmente el manejo sanitario es limitado lo que podría acarrear enfermedades y consecuencia en los productores rurales (Saucedo *et al.,* 2018).

La selección y el mejoramiento genético en este tipo de sistema de crianza son prácticamente nulas, pues los índices de consanguinidad son elevados debido a los cruzamientos entre parientes donde se cruzan los progenitores con la descendencia, esto podría acarrear problemas de mutaciones genéticas. Los lugares donde suelen criarse son pequeños cuartos o la cocina, considerando que estos lugares no son los propicios para un control poblacional además de que limita el manejo sanitario lo que podría ocasionar algún cuadro patológico de tipo zoonótico que vincule organismos bacterianos o parasitarios (Puente *et al.*, 2019).

2.5.2. Sistema Familiar-comercial

Este tipo de sistema de producción también es conocido como semintensivo, se caracteriza por tener mayor control en los parámetros de crianza y producción de cuyes, aquí en este tipo de sistema de crianza ya se observa el uso y la implementación de pequeños galpones con distribución de pozas de $1m^2$ o a su jaulas con la misma proporción elaboradas de malla y madera, es sabido que las instalaciones permiten tener buena aireación y suficiente entrada de luz a las locaciones, además las condiciones de construcción permite el manejo de los animales en función al sexo, en donde el macho reproductor está separado de las hembras y las crías, el comercio y el consumo de este tipo de proteína generalmente suele ser en la localidad donde se produce (Puente *et al.*, 2019).

En este tipo de sistemas permite hacer selección y cruzamiento de animales en base a determinados rasgos fenotípicos basados en la producción lo que podría tomarse como un mejoramiento genético (Saucedo *et al.,* 2018).

2.5.3. Sistema comercial (tecnificado)

En el sistema de producción intensificado se dispone de líneas de cuyes mejoradas que poseen buenos índices zootécnicos, en este tipo de sistemas se observan galpones diseñados y construidos bajo lineamientos y parámetros requeridos para proporcionar confort y bienestar a los animales que se encuentran bajo hacinamiento, ya que en estos sistemas de producción se maneja alta densidades poblacionales por cubículos o pozas que extralimita la cantidad permitida (Saucedo *et al.,* 2018).

Este método de producción se basa en el registro de los diferentes índices e indicadores de producción, así como indicadores reproductivos para el cruzamiento eficiente permitiendo aprovechar características destacables como la eficiencia alimentaria, la ganancia de peso, la precocidad, prolificidad, rusticidad, etc. Estos registros se utilizan con la finalidad de tomar desiciones que permitan alcanzar un nivel de producción de calidad y rentabilidad. La producción de cuyes bajo este tipo de sistema se orienta a la comercialización de carne selecta y de alta calidad, asi como la venta de pie de cría mejorado (Saucedo *et al.*, 2018).

La alimentación de los animales criados en este tipo de sistema es ajustada en función a los requerimientos nutricionales diarios del grupo de animales, cumpliendo lo necesario en el aporte de forrajes de alta calidad y pienso con las proporciones de energía, proteína y grasa adecuadas para su estándar de producción, este enfoque permite alcanzar pesos de mercadeo en tiempos relativamente cortos, a diferencia de los otros sistemas de producción antes mencionados. Además, esto puede provocar un aumento en la calidad de carne destinada al consumo humano (Puente *et al.*, 2019).

2.6. Sistemas de alimentación

El enfoque nutricional en cuyes dependerá en gran medida de la disponibilidad de las materias primas orientadas para el consumo y nutrición de los cuyes, así como los costos de estas. Actualmente se reconocen tres sistemas de alimentación.

2.6.1. Alimentación a base de forrajes

En este tipo de sistema de alimentación solamente se utilizan fuentes forrajeras como único aporte nutricional en cuyes, ventajosamente este sistema de alimentación es de bajo costo, además promueve una buena salud digestiva, además que aporta con buen contenido de vitamina C y betacarotenoides, sin embargo, también existen puntos contraproducentes de utilizar solamente una base forrajera para la alimentación de cobayos, y es que este no propicia un máximo rendimiento productivo, limitando la ganancia de peso, la conversión alimenticia entre otros aspectos proporcionales al esquema nutricional (Paredes & Goicochea, 2021).

Al saber que el cuy es un pequeño roedor herbívoro, al alimentarlos exclusivamente con forraje se puede cumplir con los requerimientos diarios necesarios para el mantenimiento y un estándar productivo medio, aunque como otros herbívoros la alimentación solo en base forrajera podría provocar trastornos digestivos, que podrían provocar bajo rendimiento en la ganancia de peso, conversión alimenticia, etc (Paredes & Goicochea, 2021).

Para cubrir el requerimiento nutricional diario el cuy debe consumir aproximadamente el 30% del peso vivo en materia vegetal, de las fuentes de forraje, la alfalfa es uno de las principales especies vegetales utilizadas para su alimentación, considerando que su disponibilidad se puede ver limitada debido a que esta solamente puede ser aprovechada con dos cortes por año, además, las zonas donde se cultiva y produce este forraje es limitada (Paredes & Goicochea, 2021).

2.6.2. Alimentación mixta

Se habla de una alimentación mixta cuando se raciona de forma proporcional alimento en base forrajera y en base de concentrado, considerando que el concentrado, también llamado balanceado, proporciona nutrientes esenciales para cumplir con los requerimientos necesarios que permitan alcanzar un rendimiento de peso y conversión alimenticia eficientes, en tanto, cuando se suministra solamente forraje como alimento de esta manera se cubre con los requerimientos de energía con la utilización de concentrado rico en almidones, carbohidratos estructurales, pectina, glucanos y componentes de alta digestibilidad que permiten alcanzar buen régimen productivo (Olazábal *et al.*, 2019).

El consumo de pienso debe no superar el 40% de la dieta bajo estos sistemas de alimentación, el otro 60% restante debe ser completado con inclusión de forraje seco de buena calidad, aunque de manera preferente se aconseja suministrar forraje a consumo voluntario en estos animales para mantener una buena salud digestiva, de tal modo lo recomendado para el cumplimiento de un régimen productivo deberá estar en 150 gramos de forraje y 30 gramos de concentrado, todo en dependencia de la disponibilidad de estos alimentos además del numero de animales alimentados diariamente (Soto *et al.,* 2020)

2.6.3. Alimentación con balanceado

En algunos sistemas de producción como el intensificado se maneja alimentación solamente en base al concentrado, esto se realiza con la finalidad de monitorear los nutrientes consumidos por los cuyes, además de propiciar el cumplimiento de las condiciones nutricionales diarias requeridas por estos animales, considerando que el suministro debe estar de entre 40 gramos a 60 gramos/animal/día , este conusmo esta directamente vinculado con la calidad de los carbohidratos fibrosos presentes en el pienso, en donde se debe cumplir con un minimo del 9% y un máximo de 18% de fibra físicamente efectiva para evitar trastornos metabólicos, además se debe cumplir con requerimientos de vitaminas y betacarotenoides presentes en el pasto (Bustios *et al.,* 2018).

El consumo de balanceado dependerá de la calidad, proteica, energética y nutricional del mismo, además de la fase de producción en que se encuentre el animal:

- Desde la semana 1 hasta la semana 4: 11 -13 g /animal/día
- A partir de la decima semana: 25 g/animal/día
- A partir de la décima tercera o más: 30 – 50 g/animal/día

2.7. Suministro de agua

El agua también es un componente importante de la nutrición en los cuyes, considerando que fisiológicamente el cuerpo del animal tiene pérdidas imperceptibles a través de la piel, los pulmones, excreciones en orina y heces, etc. El agua de bebida es un factor importante dentro de la nutrición de los cuyes ya que

esta permite el transporte de componentes nutricionales y componentes de desecho, además de otras funciones vitales como la termorregulación (Buela *et al.,* 2022).

El alimento en los cuyes debe suministrarse en paralelo con agua ad libitum ya que como se mencionó determinados componentes nutriconales se transportan en un medio acuoso para su digestión, tomando en cuenta que este suministro debe contar con una buena calidad sanitaria y estructura ya que podría acarrear perjucios en la salud de los animales (Buela *et al.,* 2022).

En sistemas de producción en donde se incluye forraje verde en proporciones mayores de 200 gramos no es necesario el suministro continuo de agua ya que si se suministra aproximadamente 30g/animal/día, la inclusión de agua será de aproximadamente 85 mL diario, sin embargo, en los sistemas de producción intensificados en donde se maneja el esquema alimenticio donde los cuyes solamente consumen alimento en base de concentrado el requerimiento de agua en los cuyes debería ser de 105 mL/kg de P.V.

- Con una inclusión de 100 a 150 gr de forraje verde por animal el suministro mínimo de agua debe ser de 80 a 120 mL
- Con una inclusión solamente de pienso el consumo de agua se relación con el peso, siendo así una inclusión de 8 a 15 mL de agua por cada 100 g de peso.
- El suministro adlibitum se considera cuando se combina el consumo de concentrado y forraje.
- Cuando se suministra balanceado aproximadamente el 30 a 40% debe darse en horas de la mañana y el restante por horas de la tarde.
- De forma prioritaria se debe suministrar como primer alimento del día al concentrado, y posteriormente las otras fuentes de alimento.
- La calidad de agua es importante en los sistemas de producción cuyícola, esta no debe ser saturada de minerales ni de patógenos.
- Es recomendable suministrar forrajes con un aproximado de 34 a 45% de materia seca, no se recomienda suministrar forraje húmedo porque puede ocasionar trastornos digestivos de tipo timpánico (Buela *et al.*, 2022).

2.8. Enfermedades infecciosas en cuyes

Las enfermedades infecciosas son muy comunes en los cuyes, este tipo de enfermedades causadas por agentes infecciosos de tipo viral, fúngico o bacteriano, cuando logran colonizar el organismo del cuy son los responsables de ocasionar una serie de eventos de tipo inflamatorio que ocasiona un cuadro clínico especificoen el animal en dependencia del patógeno invasor, dentro de los microorganismos bacterianos más comunes que causan enfermedades a los cuyes, están las bacterias entéricas que causan diarrea y contaminación cruzada, así como otros agentes responsables de patologías menos prevalentes en esta especie (Cohen & Ho, 2023).

2.8.1. Enterobacterias

La mayoría son Gram negativas, distribuidas en un amplio grupo de microorganismos patogénicos, son microbios bacterianos considerados como habitantes habituales del tubo digestivo posterior de los mamíferos, aunque también se consideran como microorganismos contaminantes de alimentos, agua, suele etc., la capacidad infectante de estos dependerá de una serie de factores de virulencia que ocasionan alteraciones inflamatorias en el lugar de colonización (Salvatierra *et al.,* 2018).

2.8.2. Salmonella

Es una enterobacteria Gram negativa de tipo entérica, la cual produce en cuyes una enteropatología que afecta a las fases más vulnerables de los cuyes, es decir, a los animales jóvenes (gazapos lactantes) y en parte a los adultos en edad cercana al sacrificio, se reconocen dos géneros importantes de esta bacteria involucrados en la presentación de la patología, *Salmonella typhimorium* la cual resulta de un germen zoonótico menos prevalente aunque es patógena en mayor medida que *Salmonella enteriditis* la cual es más prevalente y menos virulenta o patógena, sin embargo, hay que entender que este microorganismo causa síntomas entéricos cuando las circunstancias son las propicias, es decir, en animales inmunodeprimidos, en condiciones de hacinamiento, animales que atraviesan un mal manejo y subnutridos, los cuales tienen mayor propensión a contagiarse y enfermarse de salmonelosis y menos probabilidades de que generen una seroconversión (Salvatierra *et al.,* 2018).

La salmonelosis se contagia de cuyes portadores a cuyes susceptibles a través de la vía oral, esta puede ser por contacto directo o a través del consumo de alimento contaminado con cepas patogénicas, además existen otros factores desencadenantes como la presencia de roedores asintomáticos, animales silvestres, manejo deficiente de las materias primas destinadas a la alimentación de los cuyes, etc. (Salvatierra *et al.,* 2018).

La signología y sintomatología de la salmonelosis dependerá de factores como, la cepa infectante, el estatus inmunológico, los protocolos profilácticos aplicados para prevenirla, el número de animales contaminados, etc., sin embargo, de forma general los cuyes se suelen observar con decaimiento, pelo erizado, taquipnea, anorexia, pérdida de condición corporal, ataxia o parálisis posterior, diarrea, natimortos, abortos tempranos, y en la evidencia clínica se observan alteraciones hematológicas como anemia, leucocitosis por neutrofilia con desviación a la izquierda (Bazán *et al.,* 2019).

La salmonelosis epidemiológicamente hablando es una potencial zoonosis, que en los cuyes puede ocasionar hasta un 95% de mortalidad, considerándose como una patología de relevancia productiva y clínica, de tal modo, para esta patología existen rigurosos enfoques profilácticos y planes sanitarios. Esta patología incrementa las tasas de morbilidad y mortalidad al ser altamente diseminante (Bazán *et al.*, 2019).

- **Diagnostico microbiológico de *Salmonella***

Para la identificación microbiológica de *Salmonella* spp. existe una diversidad de técnicas que incorporan la utilización de medios de cultivo específicos y diferenciales, pruebas bioquímicas y secuenciación de genes específicos, con la finalidad de identificar de manera específica la especie y genero involucrado en la patología en cuestión (Guerrero *et al.*, 2020).

Una de las opciones antiguamente utilizadas era el Citrato Dexocicolato en Agar, la cual se modificó en el Agar *Salmonela-Shigela* a responsabilidad de Leifson, es considerado como especifico y diferencial, ya que inhibe tanto el crecimiento de otros mesófilos Gram positivos como de otras enterobacterias no relacionadas a la especie Salmonella, este medio contiene sales biliares, citrato y verde brillante que le confiere estas propiedades de crecimiento selectivo (Powell *et al.,* 2020).

La diferenciación en el crecimiento de las colonias de *Salmonella* spp. es propiciada por la presencia de tiosulfato sódico y citrato férrico, los cuales cuando son utilizados como fuente energética provocan que las colonias crezcan de una coloración oscura con su parte central negra, en cuyes generalmente el aislamiento y diagnostico se realiza a partir de muestras fecales tomadas del recto o hisopados rectales (Powell *et al.,* 2020).

2.9. Butirato de sodio

El butirato de sodio es un ácido orgánico de tipo volátil en la mayoría de los casos, este es producto de la degradación de carbohidratos de cadena larga o corta, en los cuyes es producido en el colon, en donde principalmente los microorganismos fermentadores lo producen, este subproducto de la actividad bacteriana es utilizado como una fuente energética que se absorbe en los colonocitos y viaja al hígado para entrar en el ciclo de la gluconeogénesis, además de lo mencionado, este posee otras bioactividades como la diferenciación celular, inhibición de mitosis atípicas, regulación de los procesos oxidativos e Inmunomodulación. (Guzmán *et al.,* 2019).

Dentro de las principales bioactividades que poseen algunos ácidos grasos volátiles como el butirato, se destaca la actividad germicida que posee, por esto y otros atributos se ha considerado como un aditivo que permite controlar la población bacteriana, impidiendo que ocurran disbiosis de tipo patogénico a nivel del tracto gastrointestinal de los animales. En ciertos estudios se demostró que este tipo de componente puede inhibir a *Salmonella Typhimurium* y *Clostridium perfringens* (Guzmán *et al.,* 2019).

En base a este contexto se ha reportado que este puede ser utilizado como un modulador de la carga bacteriana, además posee propiedades anticabólicas y antioxidantes, esto repercute directamente sobre ciertas rutas metabólicas, un claro ejemplo es el metabolismo de los lípidos, la síntesis y absorción de minerales y la modulación de las respuesta inmune humoral y celular, esto en estudios de aves, cerdos y rumiantes, para que ocurra el metabolismo de este ácido orgánico debe estabilizarse en una sal que le permita ser vehiculizado y palatable, además de que lo proteja de la degradación digestiva hasta el sitio de absorción, como en el caso de los monogástricos duodeno, colon y ciegos (Guzmán *et al.,* 2019).

2.9.1. Efecto antimicrobiano

El butirato posee actividad bactericida ya que actúa ingresando al interior de la célula bacteriana en forma no ionizada, su acción se basa en la disminución del pH citoplasmático, ocasionando una deliberada y desorganizada fuga de aniones y protones, esto provoca daños irreversible en los sistemas de transcripción de las bases de purínicas, además provoca la desnaturalización enzimática ocasionando la muerte de la bacteria (Guzmán *et al.,* 2019).

Cuando se suministra en forma de aditivo alimentario en la nutrición animal promueve el aumento progresivo en los índices zootécnicos de interés productivo como la ganancia de peso, consumo alimenticio y conversión alimenticia, en aves se demostró que puede actuar de forma similar a los promotores de crecimiento de tipo antimicrobiano, pudiendo considerar a este ácido orgánico como una alternativa de reemplazo de los antimicrobianos que son utilizados con este enfoque nutricional (Guzmán *et al.*, 2019).

Además, cuando es protegido al 0.18% tiene a liberarse lentamente y a sufrir menos degradación por acción estomacal, lo que contribuye a su liberación lenta y favorece el metabolismo lipídico, y de otras fuentes nutricionales, existe evidencia que demuestra que este reduce las concentraciones en sangre de lipoproteínas de baja densidad (LDL) y el ácido úrico, mejora la capacidad absortiva de las vellosidades del intestino, además promueve una mejor conformación de las criptas intestinales lo que se podría traducir en que mejora el rendimiento y función del intestino delgado e intestino grueso, este ácido organico promueve una disminución del pH luminal de los intestinos lo que ocasiona una modulación de la presencia excesiva de patógenos *como Escherichia coli* y *Clostridium perfringens* (Guzmán *et al.*, 2019).

2.9.2. Efecto inmunomuladores

A nivel inmunitario regula en la interacción del antígeno y anticuerpo, esto debido a que este ácido graso disminuye progresivamente la expresión de los genes de invasión y quimiotaxis de las bacterias, y en algunas cepas puede inhibir la replicación de plásmidos con información virulenta, a nivel intestinal provoca una mayor generación de mucina en el epitelio intestinal (Guzmán *et al.*, 2019).

A nivel hepático promueve la producción de globulinas lo que inducen un aumento en la concentración sérica de estas, también de forma favorable regula la relación albumina globulina, comprobado en pollos de engorde en donde se observó que al suministrar butirato protegido al 0,4% incrementó los niveles de albumina y globulina en suero sanguíneo (Guzmán *et al.,* 2019).

2.9.3. Efecto antioxidante

La reducción de los procesos oxidativos a nivel orgánico se ve disminuida por acción y altas concentraciones de superóxido dismutasa (SOD) en suero, la acción de este antioxidante disminuye el malanoldehído (MDA) y otros β-dicarbonilos los cuales son metabolitos reactivos resultante de la peroxidación lipídica que incrementa los índices de estrés oxidativo a nivel celular, lo que sugiere que el butirato incrementa la eliminación de radicales libres propiciando mayor integridad celular, además el butirato en algunos tipos de células incrementa la capacidad de producir catalasa, el cual es un sistema defensivo del estrés oxidativo, por lo que es una buen alternativa como aditivo alimentario (Guzmán *et al.,* 2019).

2.9.4. Efecto en el sistema digestivo

El efecto del butirato de sodio sobre el aparto digestivo a sido evaluado en ratas de laboratorio, en donde se ha reportado que puede ocasionar alteraciones de tipo tróficas en la mucosa del yeyuno, además, un crecimiento irregular en la altura de las vellosidades (Vallejos *et al.,* 2015).

A nivel celular estimula eficientemente la diferenciación y crecimiento, además de que desencadena de forma ordenada y correcta los procesos apoptóticos cuando ocurre ciertas divisiones celulares alteradas, en la histoarquitectura se evidencia un aumento en la relación entre la altura de las vellosidades y la profundidad de las criptas con diferencia significativas entre animales suplementados y animales no suplementados con butirato (Vallejos *et al.,* 2015).

2.10. Patologías del intestino

En los cuyes las patologías del intestino son altamente prevalecientes y repercuten directamente sobre los índices productivos, además, inciden sobre el bienestar y los

indicadores de salud de la granja, se reconoce como afecciones comunes a las enteritis de tipo coccidial, enteropatogénicas y colibacilares (Roberts *et al*., 2019).

La inflamación de una porción de intestino se denomina enteritis, esta condición suele ser común en explotaciones de cuyes, es ocasionada por una multitud de factores dentro de los cuales se destaca, el estrés, cabios bruscos en la dieta, fuentes alimenticias en descomposición o contaminadas, invasión de patógenos entéricos, parasitosis, etc., los signos más evidentes de enteritis en los cuyes son; diarrea, letargo, signos de deshidratación, anorexia e hiporexia(Carcelén, 2021).

Escherichia coli puede ocasionar diversos grados de enteritis en cuyes, provoca la enfermedad conocida como colibacilosis una vez que coloniza el tracto gastrointestinal, su patencia se considera grave en animales susceptibles en los cuales ocasiona diarrea, fiebre, debilidad y si se trata de una cepa altamente virulenta se puede observar septicemia, al ser un patógeno contaminante la principal vía de transmisión es oral, sin embargo para su colonización debe considerarse la existencia de factores que contribuya a esta, como higiene deficiente en el galpón, manejo inadecuado del numero de animales por jaula, desequilibrio nutricional, entre otros, contribuyen a un aumento en el riesgo de animales susceptibles (Astocaza, 2021)

Otras de los involucrados en la presentación de enteritis son los protozoos, especialmente de la especie *Eimeria*, quien es responsable de las conocidas coccidiosis, las enteritis causadas por estos generalmente suelen ser de tipo hemorrágica por daño degenerativo en la mucosa intestinal, suele proliferar en aguas contaminadas sin tratamiento previo a la administración, o a su vez con animales portadores que suele cursar un cuadro clínico de tipo subclínico (Díaz, 2017).

El diagnóstico de las enteritis dependerá de las causas adyacentes a la patología, para lo cual es recomendable realizar análisis coproparasitarios, microbiológicos y en algunos casos con la detección de anticuerpos específicos con aplicación de puedas más sensibles, este aspecto clínico es fundamental para orientar la terapéutica correcta en los casos de enteritis, la cual se suele basar en la

administración de antimicrobianos o anticoccidiostáticos y suministros de dietas en base al requerimiento del animal (Pignon & Mayer, 2020).

Las enteritis son condiciones que pueden prevenirse mediante la aplicación de una serie de protocolos profilácticos como el mantenimiento y sanitización constante de las áreas de producción, mínima variación en el suministro de las dietas, obtención de materias primas de calidad libre de agentes contaminantes, suministro de antimicrobianos y asistencia veterinaria constante, entre otros (Pignon & Mayer, 2020).

2.10.1. Enteritis

Se denomina enteritis a los cambios inflamatorios en el tejido gastrointestinal, en cuyes es una condición de importancia ya que determina los parámetros de salud y producción en estos animales, una de las principales causas de enteritis en cuyes son los agentes microbianos de tipo enteropatogénico con factores de virulencia que lo hacen provocar inflamación del tejido intestinal, esta provoca perdidas de componentes de la matriz celular de las vellosidades intestinales, además, de provocar autolisis de las células caliciformes, incluyendo necrosis y edema de las vellosidades intestinales que desencadenan cuadros diarreicos, deshidratación, anorexia que repercute negativamente sobre los parámetros productivos (Graham & Knafo, 2021).

2.10.2. Inflamación y lesiones en la mucosa intestinal

Los factores de virulencia de ciertos patógenos provocan inflamación de la mucosa intestinal, exocitosis de células inmunitarias como neutrófilos, linfocitos y macrófagos en la lamina propia, además los cuadros inflamatorios severos tienden a atrofiar las vellosidades comprometiendo la integridad del borde de cepillo que suele estar presente en estas, provocando una disfunción absortiva de la mucosa intestinal (Graham & Knafo, 2021).

2.10.3. Edema y necrosis en la mucosa

En los cuadros entéricos crónicos se suele observar edema y necrosis de las vellosidades intestinales presentes en la mucosa del intestino, este hallazgo es típico de la acción de enterotoxinas liberadas por algunos patógenos donde la mayor

afectación es observada en la vasculatura y la estructura celular de las vellosidades, facilitando aún mas la entrada de patógenos y de sus toxinas a circulación sistema, lo que a su vez podría provocar una endotoxemia que puede ocasionar la muerte del animal (Graham & Knafo, 2021).

2.10.4. Aumento de células caliciformes y pérdida de microvellosidades

Como mecanismo de protección se incrementa la producción de mucina la misma que es liberada por las células caliciformes que también suelen aumentar en número, sin embargo, en procesos crónicos se produce una autolisis de este tipo de células y la producción de mucina suele ser prácticamente nula, este mecanismo se activa cuando los marcadores inflamatorios a nivel intestinal aumentan, ante estos eventos la capacidad de absorción de nutrientes y líquidos se ve limitada en el intestino (Graham & Knafo, 2021).

2.10.5. Cambios en la composición celular de la mucosa

Dependiendo del curso del cuadro inflamatorio se puede observar una infiltración de células inmunitarias en la configuración tisular de las vellosidades, la lamina propia de mucosa, etc., considerando que, ante cuadros agudos la principal infiltración es de tipo polimorfonuclear neutrofílico, a comparación de procesos inflamatorios de carácter crónico el infiltrado puede ser de tipo linfocitario acompañado de cideróforos, estos eventos celulares pueden estar presentes desde la lamina propia, las criptas y las vellosidades intestinales, es importante mencionar que se debe observar signos de regeneración y renovación celular del epitelio (Graham & Knafo, 2021).

2.10.6. Causas de enteritis en cuyes

En los cuyes este proceso inflamatorio posee una etiología de tipo multifactorial, tanto de carácter infeccioso como no infeccioso, en donde puede influir desde cambios dietéticos, estrés ambiental, infecciones por microorganismos patógenos, parasitosis, desequilibrios nutricionales, contaminación con agentes tóxicos, etc.,

- **Cambios en la dieta**

Las alteraciones en la composición y densidad de determinados ingredientes pueden provocar cambios de tipo inflamatorio en la mucosa intestinal, siendo así dietas con

un alta densidad energética pueden provocar enteritis debido a que generalmente el metabolismo de esta fuente nutritiva ocasionan acidosis luminal de tipo clínico y subclínico, esto provoca transgresiones del epitelio intestinal ocasionando enteritis (Pardo , 2016)

- **Estrés ambiental**

El manejo deficiente del ambiente en el galpón puede provocar estrés ambiental, para esto se debe considerar que es desencadenado por hacinamiento, falta de control en la temperatura interna del galpón, déficit de agua, manipulación y estrés por interferencia de otras especies animales, etc., esto puede provocar un aumento en la susceptibilidad de los animales debido a la inmunodepresión que ocasionan los episodios de estrés generados por el cortisol, esto genera mayor predisposición a enteritis de tipo infecciosa (Huamán *et al*., 2019).

- **Infecciones bacterianas e Infecciones parasitarias**

Las enterobacterias y determinados factores de virulencia también son una causa común enteritis en cuyes, de las principales cepas bacterianas causantes de esta condición encontramos a *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., las cuales una vez que colonizan el tracto digestivo ocasionan alteraciones epiteliales de tipo inflamatorio por causa de sus factores de virulencia, la cronicidad del cuadro clínico dependerá de la patogenicidad del agente causante (Huamán *et al*., 2019).

Los parásitos intestinales, como la Eimeria responsable de la coccidiosis, puede desencadenar enteritis por daño en la mucosa intestinal, (Huamán *et al*., 2019).

- **Toxinas y contaminantes**

Una de las toxinas comúnmente involucradas en cuadros de enteritis son las micotoxinas, las cuales son un producto de la fermentación de carbohidratos estructurales de las materias primas de la alimentación para los cuyes por parte de los mohos, esta ocasiona enteritis de tipo hipersensible, pudiendo llegar a ocasionar el síndrome de yeyuno hemorrágico (Huamán *et al*., 2019).

La salud intestinal de los cuyes es un factor determinante a la hora de tener buenos índices productivos, ya que los factores antes mencionados desencadenan un cuadro entérico y comprometer la producción y salud de los cuyes (Huamán *et al*., 2019).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLOGÍCO

3.1. Ubicación de la investigación

- **Localización del experimento**

La presente experimentación se realizó en la parroquia Llacán, en la granja familiar "Familia Garofalo" la misma que se encuentra ubicada en el Km 7 ½ Vía Guaranda – Babahoyo margen izquierdo, esta parroquia pertenece al cantón San José de Chimbo de la provincia Bolívar.

- **Situación geográfica y edafoclimática**

Parámetro	**Localidad**
Altitud	2550 msnm
Latitud	1°39′24″S.
Longitud	79°00′37″O.
Temperatura máxima	20°C
Temperatura mínima	12°C
Temperatura media	15°C
Precipitación media anual	1619 mm^3
Humedad relativa (%)	70%

Fuente: (Estación meteorológica Laguacoto II, 2023).

- **Zona de vida**

De acuerdo con la sistematización de zona de vida publicada por Leslie Holdridge, el cantón San José de Chimbo pertenece a la formación de bosque húmedo montano (bh-m) correspondiente a una región latitudinal andina (Holdridge, 1967).

3.2. Metodología

3.2.1. Material experimental

- Butirato de sodio al 90%
- 48 cuyes
- *Salmonella entérica* ATCC® 13076™

3.2.2. Factores en estudio

Factor A: Butirato de sodio

Factor B: Parámetros productivos

3.2.3. Tratamientos

Tabla 2.

Tratamientos en estudio de la interacción de los factores A x B.

Tratamientos	Descripción
T0	Solo alimento balanceado + Cuyes
T1	Balanceado + Butirato de sodio 400 ppm + Cuyes
T2	Balanceado + Butirato de sodio 500 ppm + Cuyes
T3	Balanceado + Butirato de sodio 600 ppm + Cuyes

Tabla 3.

Características numéricas del diseño.

Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	3
Tamaño de la unidad experimental	100 g
Número de animales por repetición	4
Número total de animales	48

Nota. Se calculó un total de 12 cuyes por tratamiento.

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

En el presente estudio se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), y una comparación de promedio de Duncan con un nivel de significancia del 5%.

Tabla 4.

Tabla de ANOVA de la interacción de dos factores.

Fuente de variación	G. L Fórmula	G. L
Tratamiento	t-1	3
Bloque	r-1	2
Error	(t-1) (r-1)	6
Total	rt (-1)	47

3.2.5. Manejo del experimento

- **Limpieza y esterilización de las instalaciones:**

Se realizó la limpieza total de las instalaciones, además, un flameado y una desinfección de las jaulas con un agente germicida permitiendo asegurar los procesos de inocuidad de las instalaciones y previniendo la diseminación de enfermedades.

- **Repartición de las unidades experimentales:**

Las unidades experimentales fueron repartidas aleatoriamente, tomando en cuenta que en cada jaula se colocaron 12 cuyes, se repartió 4 cuyes por repetición, usando un total de 48 animales, la distribución se realizó de una manera homogénea con el fin de disminuir el sesgo entre las mismas.

- **Preparación de los tratamientos:**

Se utilizó un alimento balanceado comercial para cuyes, donde se añadió el butirato de sodio al 90% a razón de 400 ppm (T1), 500 ppm (T2) y 600 ppm (T3) junto con el balanceado, el consumo diario se estableció en 30 g/animal/día, para un total de 12 cuyes por tratamientos se añadió lo detallado en la siguiente tabla;

Tabla 5.

Niveles de inclusión diario del butirato de sodio en las unidades experimentales

Dieta	T1	T2	T3	T0
Balanceado	360 gr	360 gr	360 gr	360 gr
Butirato de sodio	144 mg	180 mg	216 mg	-

Nota. El consumo alimentico de balanceado se estimó a una razón de 30 g/animal/día, en cada tratamiento contempla 12 animales.

- **Registro de datos productivos:**

Las variables productivas en estudio se midieron con la ayuda de una balanza analítica donde se tomó el peso vivo (gramos) cada semana, así mismo, la ganancia de peso se estimó con la ayuda de la siguiente formula; (GP= peso final – peso inicial), también la variable de conversión alimenticia se estimó mediante la siguiente formula; (CA= Ganancia de peso / consumo alimenticio), y finalmente el consumo alimenticio se operacionalizó mediante el control del peso del alimento suministrado en la mañana (6 am) y el peso del mismo al final del día (6 pm), por un tiempo de 60 días.

- **Testeo control de Cuyes cero negativos para Salmonella:**

Dentro del estudio, se requirió que los animales destinados a la inoculación no porten Salmonelosis, para ello se realizó el testeo de las unidades experimentales, tomando la muestra clínica mediante un hisopado recto anal, el cual se sometió a análisis de aislamiento e identificación bacteriano en agar selectivo y diferencial.

- Hisopado recto anal: se insertó un hisopo estéril por el ano del cuy, hasta una profundidad de 5 cm, posteriormente se traslado para ser analizado en el laboratorio de microbiología de la facultada de Ciencias Agropecuaria Recursos Naturales y del Ambiente, de la Universidad Estatal de Bolívar.
- Diagnóstico de la muestra: en la identificación fenotípica y bioquímica de *Salmonella* spp., se utilizó el agar MacConKey, el mismo que permitió establecer diferentes patrones fenotípicos de crecimiento de *Salmonella* spp., considerando las siguientes características; colonias de color ámbar,

con bordes regulares de forma circular, separadas, de tamaño pequeño, no se observa reactividad del medio de cultivo, colonias no tan húmedas. Dentro de la identificación bioquímica se aplicó un perfil INVIC, indol (-), rojo de metilo (+), voges proskauer (-) y citrato (+), las muestras que se consideraron como positivas fueron excluidas para la inoculación experimental y las muestras que no cumplieron con los parámetros antes descritos fueron categorizadas como *Salmonella* negativa y se asignaron para la inoculación experimental.

- **Revitalización de *Salmonella entérica* ATCC 13076:**

La cepa de *Salmonella entérica* ATCC 13076, se encontraba liofilizada, esta cepa fue reanimada a partir del vial que la contenía, este procedimiento se realizó mediante las indicaciones del fabricante, iniciando con la rehidratación del paquete liofilizado, además, se utilizó en primera instancia un caldo nutritivo con extracto de caseína y el medio de cultivo solido (MacConkey) para el cultivo en placa, el mismo que se corroboró con los características de crecimiento de *Salmonella entérica* ATCC 13076 descritas por el American Type Culture Collection (ATCC, 2023).

- **Inoculación de las unidades experimentales:**

La inoculación de las unidades experimentales se realizó después de los 60 días de suminitrar el aditivo alimentario, para su efecto se tomó en cuenta las recomendaciones del American Type Culture Collection (ATCC, 2023) considerando que dicho aislado bacteriano es utilizado en investigaciones de enfermedades infecciosas entéricas en animales domésticos, una vez establecido el cultivo axénico se resembro en agar sólido por triplicado las mismas que se incubo a 37°C por 24 horas, luego de este procedimiento se ajustó una población bacteriana a razón de $2x10^8$ – $5x10^8$ UFC/mL en solución salina (ClNa 0.9%), luego se administró 1 mL por vía oral a los cuyes mediante un sondaje oral-gástrico con una porción de manguera de venoclisis hasta llegar al estomago, este procedimiento fue referenciado a partir de los procedimientos realizados en las publicaciones de Singh *et al.,* 2001; Mejía, 2018; IIJIMA *et al.,* 1986 quienes usaron *Salmonella* sp., como inoculante experimental.

- **Inspección de las unidades experimentales inoculadas:**

Los cuyes inoculados fueron inspeccionados durante las 96 horas con observación constante, tomando en consideración el aspecto físico, además, el estado anímico de los pacientes inoculados, los patrones de consumo de alimento, la presencia de diarrea y muerte de un animal inoculado.

- **Eutanasia de las unidades experimentales inoculadas:**

Después del cumplimiento de las 96 horas tras la inoculación se procedió con la eutanasia de los cuyes inoculados experimentalmente con *Salmonella entérica* ATCC 13076, metodológicamente se realizó una inyección intratecal de lidocaína al 2% a razón de 2 mL por cuy.

- **Toma de la muestra:**

Una vez que se confirmo el paro cardiorrespiratorio, se procedió a realizar una incisión xifo-púbica en el abdomen del cuy hasta crear una ventana sobre las viseras del mismo, en donde se observaron si presentaron signos de inflamación, eritema, edema, necrosis, etc., posteriormente se localizó la parte proximal del duodeno, donde se obtuvo 1 cm de intestino, los mismos que fueron colocados en formol, considerando que cada muestra se etiquetó y envió al laboratorio para su posterior procesamiento protocolario de la tinción H&E (hematoxilina & eosina).

- **Estudios histológicos de las muestras:**

El análisis histológico se realizó a 2 cuyes por tratamiento, cabe recalcar que estos animales tuvieron un periodo de 60 días de suplementación con butirato de sodio, además se consideró en el T0 un cuy inoculado experimentalmente y un cuy sin inoculación para la respectiva comparación histológica, siguiendo el siguiente protocolo;

- Procesamiento de la muestra; se realizo dos cortes histológicos, de manera transversal y longitudinal las muestras de intestino delgado de los cuyes.
- Parafinado de la muestra; las muestras fueron colocadas en cassette para muestras histológicas, los mismos que se colocó la parafina y se dejó solidificar por 24 horas.

- Corte histológico: se procedió con un micrótomo a realizar un corte de 5 µm el mismo que fueron montado en el portaobjeto, cada portaobjeto se etiqueto con la procedencia del corte.
- Proceso de tinción (H&E): los procesos de tinción se realizo bajo los lineamientos de la tinción de Hematoxilina & Eosina, se dejo secar y se cubrió con un cubreobjetos cada placa histológica.
- Evaluación histológica: las placas histológicas se evaluaron mediante microscopia convencional digital en donde se obtuvieron diferentes microfotografías con los lentes 10X, 40X y 100X.

3.2.6. Métodos de evaluación y datos a tomar

- **Peso de llegada (PL):** variable que se desarrolló mediante el pesaje de los cuyes al momento del ingreso a la unidad productiva (granja familiar Garofalo), se realizó el pesaje con la ayuda de una balanza y su valor fue expresado en gramos.
- **Peso final (PF):** variable que se desarrolló mediante el pesaje de los cuyes a los 60 días de experimentación, se realizó el pesaje con la ayuda de una balanza y su valor fue expresado en gramos.
- **Ganancia de peso (GP):** variable que se realizó mediante las diferencias entre el peso final y el peso inicial, considerando el peso de llegada menos el peso final a los 60 días de experimentación, y fue expresado en gramos.
- **Consumo alimenticio (CAL):** variable que se operacionalizó mediante el cálculo de la diferencia entre la cantidad de alimento suministrado por la mañana menos la cantidad de alimento sobrante por la tarde, este valor fue expresado en gramos.
- **Conversión alimenticia (CA):** variable que se estimó mediante el cálculo de la división de los valores obtenidos en las variables; consumo alimenticio y guanacia de peso, este valor fue expresado en forma de índice de conversión alimenticia, interpretando que es la cantidad de alimento consumida para producir 1 kilogramos de peso vivo.

- **Estudio histológico:** Variable que se desarrolló mediante la descripción de las estructuras histológicas del intestino delgado; mucosa, submucosa, serosa y muscular, aspecto de las vellosidades y procesos patológicos evidentes en cada unos de las placas realizadas de los tratamientos planteados en la investigación.

3.2.7. Análisis de datos

Los resultados fueron analizados con la ayuda del paquete estadísticos SAS ver. 9.4 para medir el efecto del butirato de sodio sobre el desempeño productivo y la histología del intestino delgado del cuy.

CAPITULO IV

4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. Peso vivo a la llegada de los cuyes

Tabla 6.

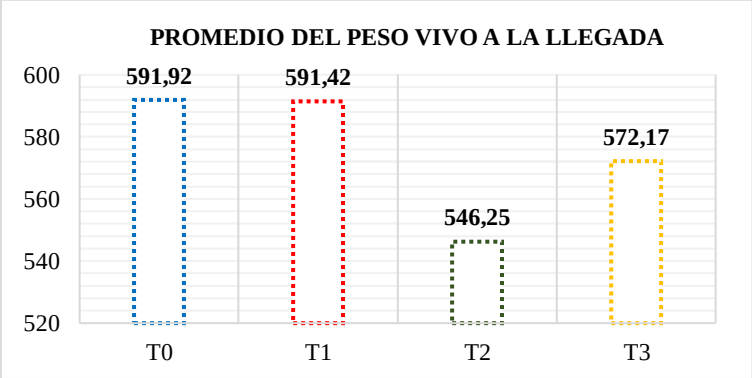
Análisis estadístico del peso vivo a la llegada de los cuyes a la investigación.

ANOVA & DUNCAN			
Tratamientos	Valor F: 9.74	Pr. > F: <.0001**	
Bloques	Valor F: 2.64	Pr. > F: 0.0829 NS	
Tratamientos	**Promedio**	**Rango**	
0	591.92	A	
1	591.42	A	CV: 4.30%
3	572.17	A	
2	546.25	B	

Los resultados del DBCA expresaron diferencias significativas (**) entre los tratamientos, mientras que a nivel de los bloques no hubo diferencias significativas (NS), con la determinación de un coeficiente de variación (CV) de 4.30% demostrando poca dispersión en los datos analizados. El análisis de Duncan mostró que hubo diferencias estadísticas entre el promedio del T2 con 546.25 g con respecto a los promedios de los otros tratamientos, adicionalmente, esta prueba indicó igualdad estadística entre los pesos promedio de los cuyes del T0, T1 y T3 con promedios de 591.92, 591.42 y 572.17 g respectivamente.

Figura 4.

Promedio de los pesos vivo a la llega de los cuyes a la investigación.



Kana (2020) en su trabajo de investigación de pregrado para la titulación de ingeniero Zootecnista, investigó el efecto del butirato de sodio sobre los parámetros productivos de cuyes mejorados en el Cusco – Perú, en donde suplementó butirato de sodio en la dieta a una concentración de 0.05% (T2), 0.10% (T3) y un testigo con 0% de inclusión, encontró que no hubo diferencias estadísticas significativas en el peso inicial entre los tratamientos, obteniendo que el peso vivo inicial promedio estuvo en 353, 363 y 354 g para los T1, T2 y T3 respectivamente.

Comparativamente son datos diferentes a los determinados en la presente investigación, ya que los cuyes que fueron distribuidos en cada repetición presentaron mayor peso vivo promedio.

4.1.2. Peso vivo final de los cuyes

Tabla 7.

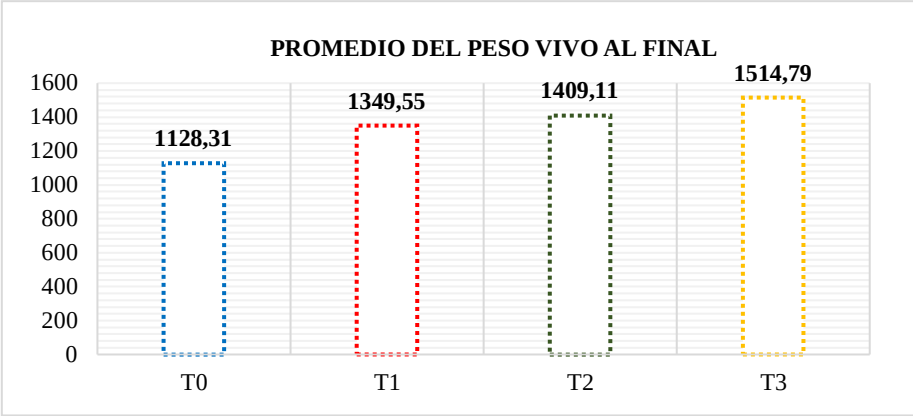
Peso vivo de los cuyes al final de la investigación sometidos a diferentes dosis de butirato de sodio.

ANOVA & DUNCAN			
Tratamientos	Valor F: 97.37	Pr. > F: <.0001**	
Bloques	Valor F: 0.55	Pr. > F: 0.5809 NS	
Tratamientos	**Promedio**	**Rango**	
3	1514.79	A	CV: 4.23%
2	1409.11	B	
1	1349.55	C	
0	1128.31	D	

Los resultados del DBCA expresaron diferencias significativas (**) entre los tratamientos, mientras que a nivel de los bloques no hubo diferencias significativas (NS), con la evidencia de un coeficiente de variación (CV) de 4.23% determinando poca dispersión en los datos analizados. En el desarrollo del análisis de Duncan no se observó diferencias estadísticas entre los promedios de los tratamientos, sin embargo, numéricamente el mayor promedio lo obtuvo el T3 con 1514.79 g, siguiéndole el T2 con un promedio de 1409.11 g, posteriormente el T1 con un promedio 1349.55 g, y el menor promedio lo obtuvo el T0 con un peso vivo final promedio de 1128.31 g.

Figura 5.

Promedio del peso vivo de los cuyes al final de la investigación sometidos a diferentes dosis de butirato de sodio.



Kana (2020) en su trabajo de investigación, sobre el efecto del butirato de sodio sobre los parámetros productivos en cuyes mejorados en el Cusco – Perú, en donde suplementó butirato de sodio en la dieta a una concentración de 0.05% (T2), 0.10% (T3) y un testigo (0%), no observó diferencias estadísticas significativas en el peso final, obteniendo un peso de 988 g, 1030 g y 990 g en los T1, T2 y T3 respectivamente. Siendo estos valores inferiores a los obtenidos en el presente estudio, de tal modo se discrepa de investigación a investigación ya que la dosis del butirato de sodio y el peso inicial de los cuyes fue mayor en la presente investigación lo que repercutió en un mayor peso final.

4.1.3. Ganancia de peso de los cuyes en la investigación

Tabla 8.

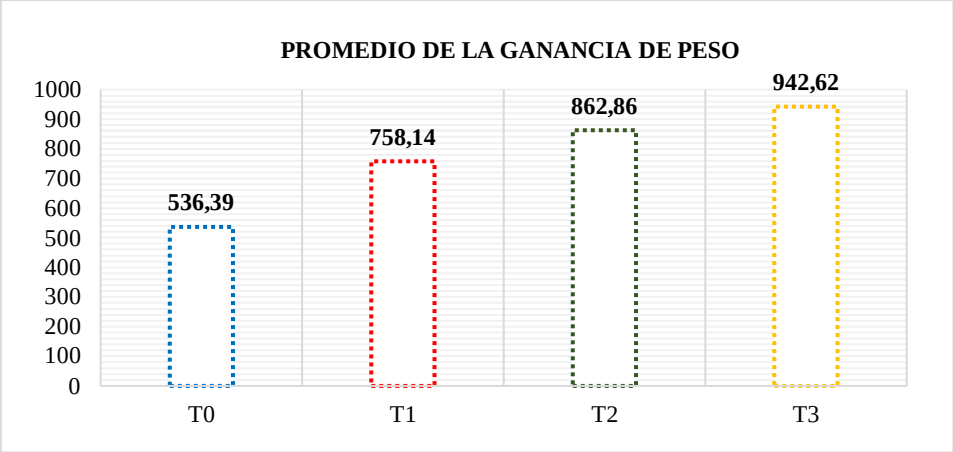
Ganancia de peso de los cuyes sometidos a diferentes dosis de butirato de sodio en la investigación.

ANOVA & DUNCAN			
Tratamientos	Valor F: 85.53	Pr. > F: <.0001**	
Bloques	Valor F: 0.04	Pr. > F: 0.9579 NS	
Tratamientos	**Promedio**	**Rango**	
3	942.62	A	CV: 8.51%
2	862.86	B	
1	758.14	C	
0	536.39	D	

Los resultados del DBCA expresaron diferencias significativas (**) entre los tratamientos, mientras que a nivel de los bloques no hubo diferencias significativas (NS), con la evidencia de un coeficiente de variación (CV) de 8.51% determinando la existencia de poca dispersión en los datos analizados. En el desarrollo del análisis de Duncan no se observó diferencias estadísticas entre los promedios de los tratamientos en la ganancia de peso, considerando que el mayor promedio en la ganancia de peso lo obtuvo el T3 con 942.62 g, siguiéndole el T2 con un promedio de 862.86 g, posteriormente el T1 con un promedio 758.14 g, y el menor promedio lo obtuvo el T0 con 536.39 g.

Figura 6.

Promedio de la ganancia de peso de los cuyes al final de la investigación sometidos a diferentes dosis de butirato de sodio.



Guzmán *et al*. (2019) quienes investigaron el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) de engorde suplementados con tres niveles de butirato de sodio en la dieta durante 70 días de investigación, dosificaron a razón de 100, 200 y 300 ppm de butirato de sodio incluyendo un testigo positivo al que suplementaron con 200 ppm de Zn-Bacitracina y una testigo negativo sin suplementación, los tratamientos que recibieron butirato de sodio obtuvieron una ganancia de 699.8 g, 707.7 g y 715.6 g para las dosis de 100, 200 y 300 ppm respectivamente, el testigo positivo (Zn-Bacitracina) obtuvo una ganancia de 674.8 g y el testigo negativo obtuvo 657.4, demostrando que la suplementación con butirato de sodio en los esquemas alimenticios planteados superaron a los otros dos tratamientos en ejecución.

Kana (2020) en su trabajo de investigación, sobre el efecto del butirato de sodio sobre los parámetros productivos de cuyes mejorados en el Cusco – Perú, suplementó butirato de sodio en la dieta a una concentración de 0.05% (T2), 0.10% (T3) y un testigo (0%), el autor citado obtuvo una ganancia de peso de 667 g, 636 g y 634 g, los mismo que estadísticamente expresaron igualdad con un esquema de suplementación de 8 semanas. Estos resultados al ser comparados con los de la presente investigación se manifiesta que se obtuvieron valores mayores a los de las investigaciones antes citadas, considerando que en el presente estudio la dosis de butirato de sodio fue superior, a lo que le atribuimos este comportamiento en la ganancia de peso.

4.1.4. Consumo alimenticio de los cuyes en la investigación

Tabla 9.

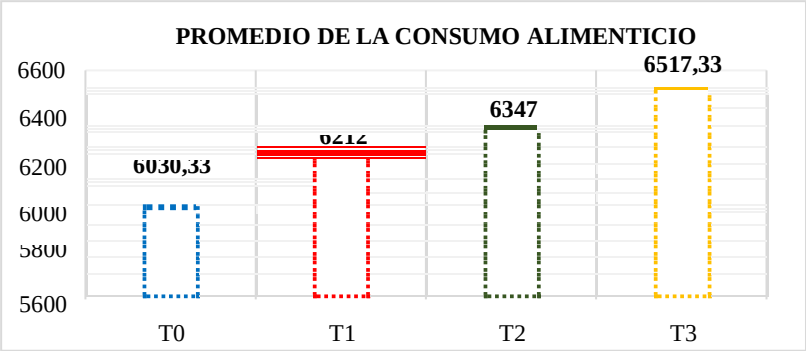
Consumo alimenticio de los cuyes sometidos a diferentes dosis de butirato de sodio en la investigación

ANOVA & DUNCAN			
Tratamientos	Valor F: 33.34	Pr. > F: 0.0004**	
Bloques	Valor F: 3.40	Pr. > F: 0.1028NS	
Tratamientos	**Promedio**	**Rango**	
3	6517.33	A	CV: 0.98%
2	6347.00	B	
1	6212.00	C	
0	6030.33	D	

Los resultados del DBCA expresaron diferencias significativas (**) entre los tratamientos en el consumo alimenticio, mientras que a nivel de los bloques no hubo diferencias estadísticas significativas (NS), con la evidencia de un coeficiente de variación (CV) de 0.98% determinando la existencia de poca dispersión en los datos analizados. En el desarrollo del análisis de Duncan no se observó diferencias estadísticas entre los promedios de los tratamientos en la ganancia de peso, considerando que el mayor promedio lo obtuvo el T3 con 6517.33 gr., siguiéndole el T2 con un promedio de 6347 g, posteriormente el T1 con un promedio 6212 gr, y el menor promedio lo obtuvo el T0 con un consumo alimenticio de 6030.33 gr.

Figura 7.

Promedio del consumo alimenticio de los cuyes al final de la investigación sometidos a diferentes dosis de butirato de sodio



Guzmán *et al*. (2019) quienes investigaron el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) de engorde suplementados con tres niveles de butirato de sodio en la dieta durante 70 días de investigación, dosificaron a razón de 100, 200 y 300 ppm de butirato de sodio, los tratamientos que recibieron butirato de sodio obtuvieron un consumo alimenticio de 4818.8 g, 4808.7 g y 4822.6 g para las dosis de 100, 200 y 300 ppm respectivamente, demostrando que la suplementación con butirato de sodio en la dieta alimenticia obtuvo mayores consumos alimenticio. Comparativamente son valores inferiores a los obtenidos en la presente investigación, de igual manera concordamos con lo reportados por Guzmán, el butirato de sodio aumento el consumo alimenticio de los cuyes.

4.1.5. Conversión alimenticia de los cuyes en la investigación

Tabla 10.

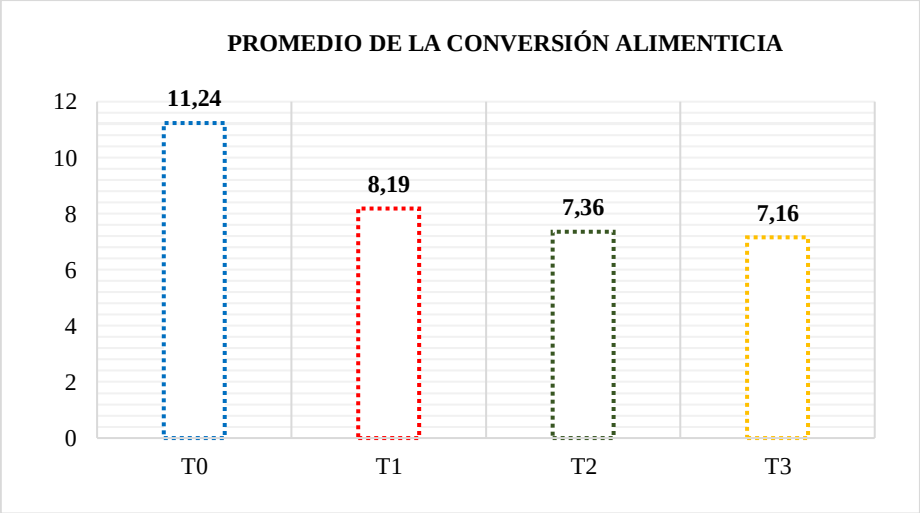
Conversión alimenticia de los cuyes sometidos a diferentes dosis de butirato de sodio en la investigación

ANOVA & DUNCAN			
Tratamientos	Valor F: 94.87	Pr. > F: <.0001**	
Bloques	Valor F: 1.40	Pr. > F: 0.3168NS	
Tratamientos	**Promedio**	**Rango**	
0	11.24	A	
1	8.19	B	CV: 3.96%
2	7.36	C	
3	7.16	C	

Los resultados del DBCA expresaron diferencias significativas (**) entre los tratamientos en la conversión alimenticia, mientras que a nivel de los bloques no se observó diferencias estadísticas significativas (NS), con la evidencia de un coeficiente de variación (CV) de 3.96%, determinando poca dispersión en los datos analizados. En el desarrollo del análisis de Duncan se observó que hubo diferencias estadísticas entre los promedios de la conversión alimenticia del T0 y T1 obteniendo un índice de conversión de 11.24 y 8.19 respectivamente, adicionalmente, se determinó igualdad estadística entre el T3 y el T2 con un índice de conversión de 7.36 y 7.16 respectivamente.

Figura 8.

Promedio de la conversión alimenticia de los cuyes al final de la investigación sometidos a diferentes dosis de butirato de sodio

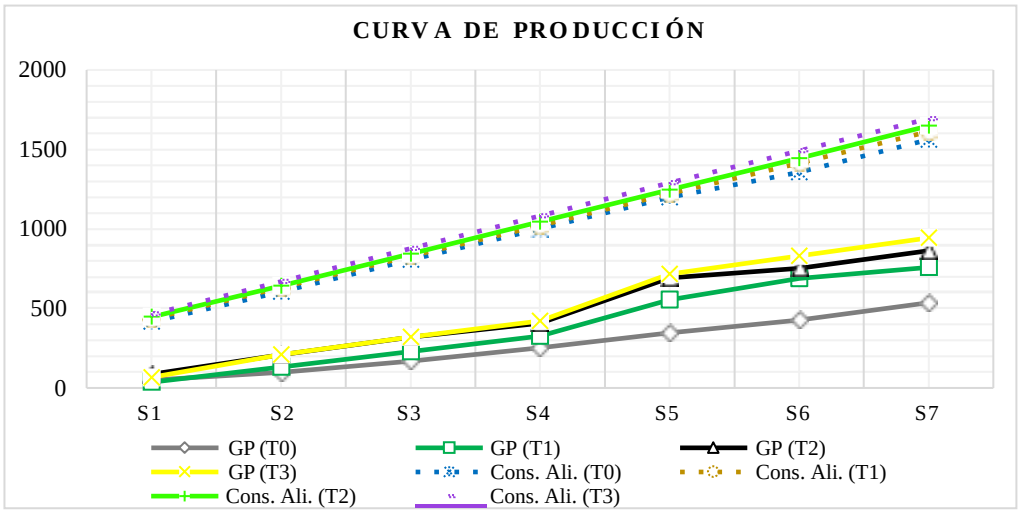


Guzmán *et al*. (2019) quienes investigaron el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) de engorde suplementados con tres niveles de butirato de sodio en la dieta a razón de 100, 200 y 300 ppm durante 70 días de investigación, observaron que los cuyes que recibieron butirato de sodio obtuvieron un índice de conversión alimenticia de 7.0, 6.9 y 6.8 para las dosis de 100, 200 y 300 ppm respectivamente, demostrando que la suplementación con butirato de sodio a razón de 300 ppm en la dieta alimenticia obtuvo la mejor eficiencia alimenticia. De forma similar se comportaron los índices de conversión alimenticia en la presente investigación, corroborando que la suplementación del butirato de sodio mejora la conversión alimenticia.

- **Curva de producción de los cuyes sometidos a diferentes dosis de butirato de sodio en Llacán de la provincia Bolívar.**

Figura 9.

Curva de producción de los cuyes sometidos a diferentes dosis de butirato de sodio en LLacán de la provincia de Bolívar.



Nota.: GP: ganancia de peso, Cons. Ali: consumo alimenticio

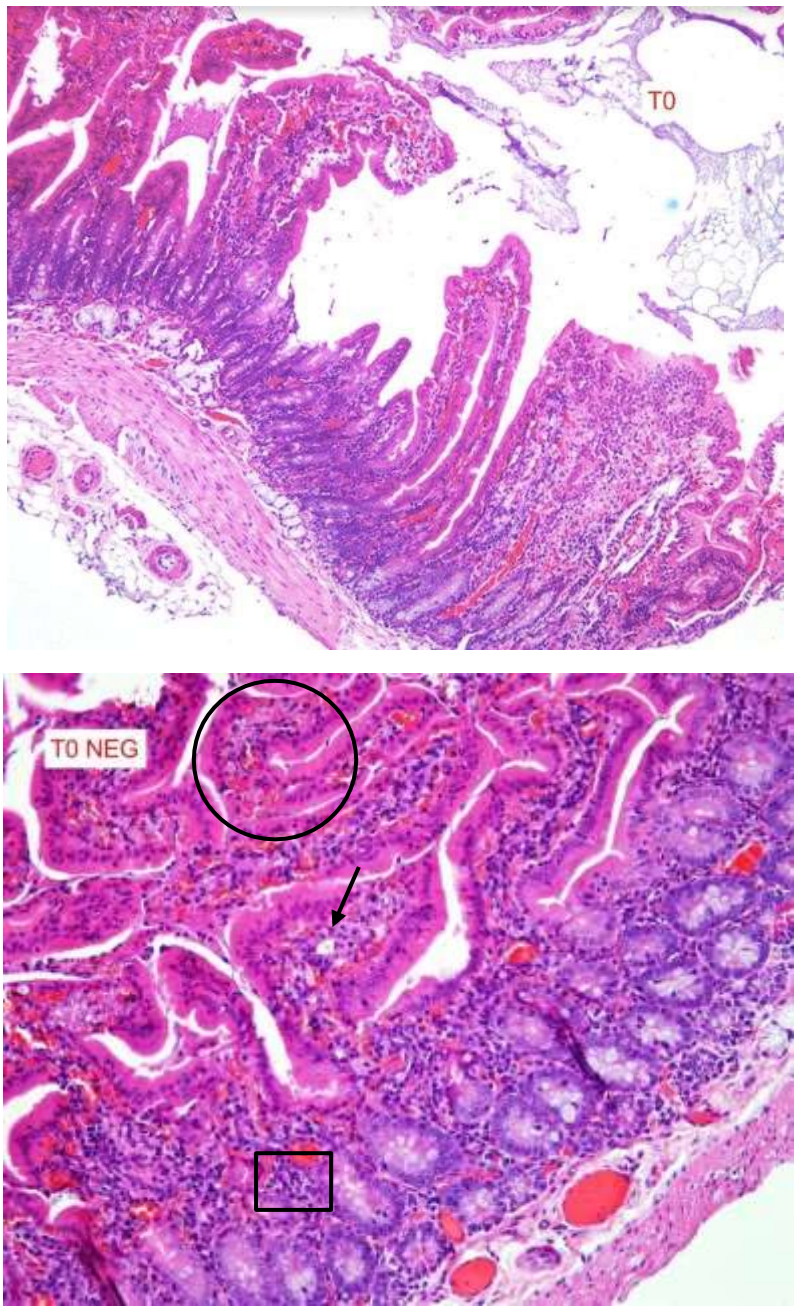
En la presente investigación se evidenció una ligera diferencia entre los tratamientos en la ganancia de peso desde la segunda semana de investigación, siendo más marcada en las semanas 5, 6 y 7 ya que son considerables las divergencias en este parámetro productivo, mientras que el consumo alimenticio es proporcionalmente lineal en todos los tratamientos.

Guzmán *et al*. (2019) quienes investigaron el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) de engorde suplementados con tres concentraciones de butirato de sodio en la dieta durante 70 días de investigación a razón de 100 ppm, 200 ppm y 300 ppm reportaron un buen rendimiento productivo, los autores mencionan que esto se relaciona con la capacidad acidificante del butirato de sodio en base a su constante de disociación y solubilidad, ya que estos factores son importantes para la asimilación de este compuesto orgánico, y otros nutrientes, además evita disturbios en la microbiota intestinal, esto se relacionan con mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia. De tal modo, concordamos con dicho reporte científico sobre el uso del butirato de sodio en cuyes.

4.1.6. Estudio histológico del intestino delgado de los cuyes de cada tratamiento planteado inoculados experimentalmente con *Salmonella entérica* ATCC 13076.

Figura 10.

Estudio histológico del intestino delgado de los cuyes del T0, sin inocular experimentalmente con Salmonella entérica ATCC 13076.

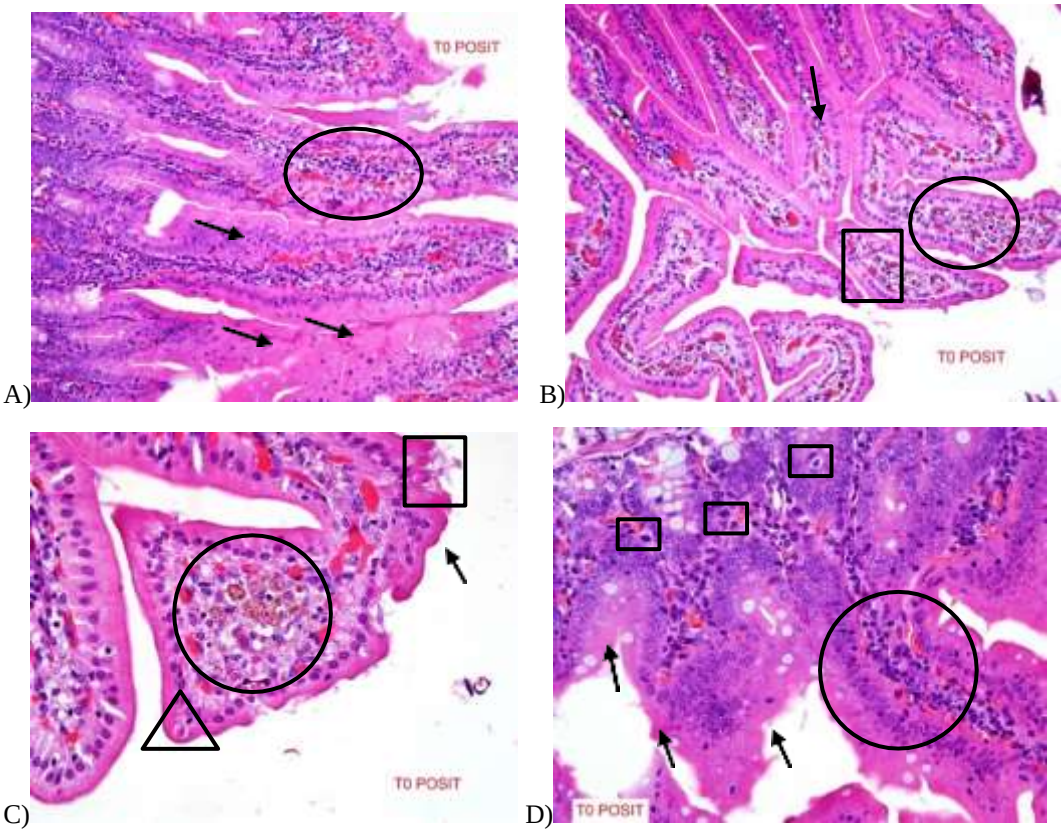


Nota. T0 (fotomicrografía 10 x) y T0 NEG (fotomicrografía 40x), flecha (Abscesos), círculo (congestión vascular), cuadrado (infiltración de células polimorfonuclear).

De acuerdo con los hallazgos de un corte trasversal y longitudinal del intestino delgado de cuy del T0 (sin inocular), considerando la configuración histológica de la mucosa, submucosa, la capa muscular y serosa, se evidenció que en la parte de la mucosa presenta vellosidades con infiltración linfocitaria, además, se observó congestión vascular en la región de la mucosa, submucosa y serosa, lesiones características evidentes de que los cuyes de dicho tratamiento presentaron un cuadro infeccioso - inflamatorio crónico de origen desconocido.

Figura 11.

Estudio histológico del intestino delgado de los cuyes del T0 inoculado experimentalmente con Salmonella entérica ATCC 13076.



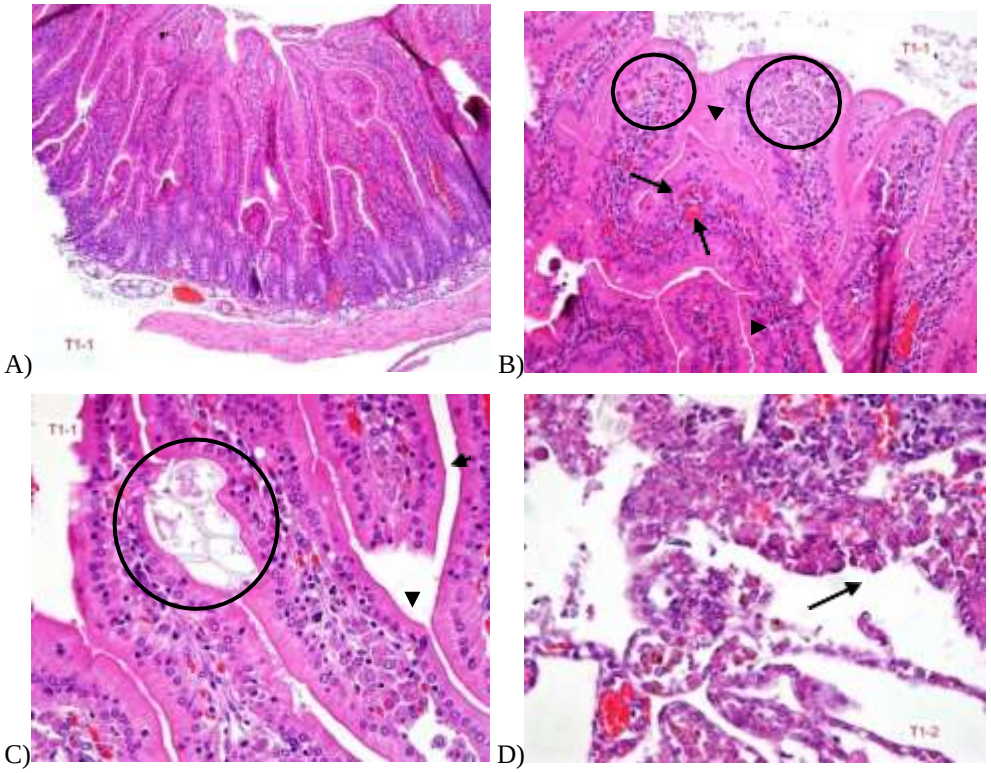
Nota. A): fotomicrografía (40X); círculo: congestión vascular, flechas: necrosis. B): flecha: perdida de células caliciformes, circulo: congestión vascular, cuadrado: histiocitos. C): fotomicrografía (40x con aumento), cuadrado: agente bacteriano, circulo: histiocitos con hemosiderina, flecha: necrosis del tejido, triangulo: apoptosis. D): circulo: infiltrado linfocitario, plasmocitos, congestión vascular, flechas: necrosis del tejido y perdida de células caliciformes, cuadrado: mitosis atípica.

Los hallazgos histológicos del T0 positivo (inoculado) se observó que existió cambios en la histoarquitectira de las vellosidades intestinales de los cuyes por el proceso de infección de *Salmonella entérica* ATCC 13076, evaluando la

configuración histológica de la mucosa, submucosa, serosa y capa muscular; Se evidenció infiltración de polimorfonucleares, en especial un infiltrado linfocitario, con muy pocos neutrófilos, además se observó resto bacterianos, cogestión vascular (endotelio distendido), a nivel de las vellosidades se logró evidenciar necrosis, apoptosis celular y pérdida de células caliciformes las mismas que son responsable de la producción de moco, por lo cual correlacionamos este hallazgo con la pérdida de la funcionalidad de las vellosidades intestinales, en el interior de la vellosidad intestinal adicionalmente se evidenció la presencia de hemosiderófagos cargados de hemosiderina producto de la fagocitosis de los procesos de congestión vascular ocasionados por la exocitosis mencionada, en este análisis se observó adicionalmente cambios en la división celular (mitosis atípica).

Figura 12.

Estudio histológico del intestino delgado de los cuyes del T1 inoculado experimentalmente con Salmonella entérica ATCC 13076.

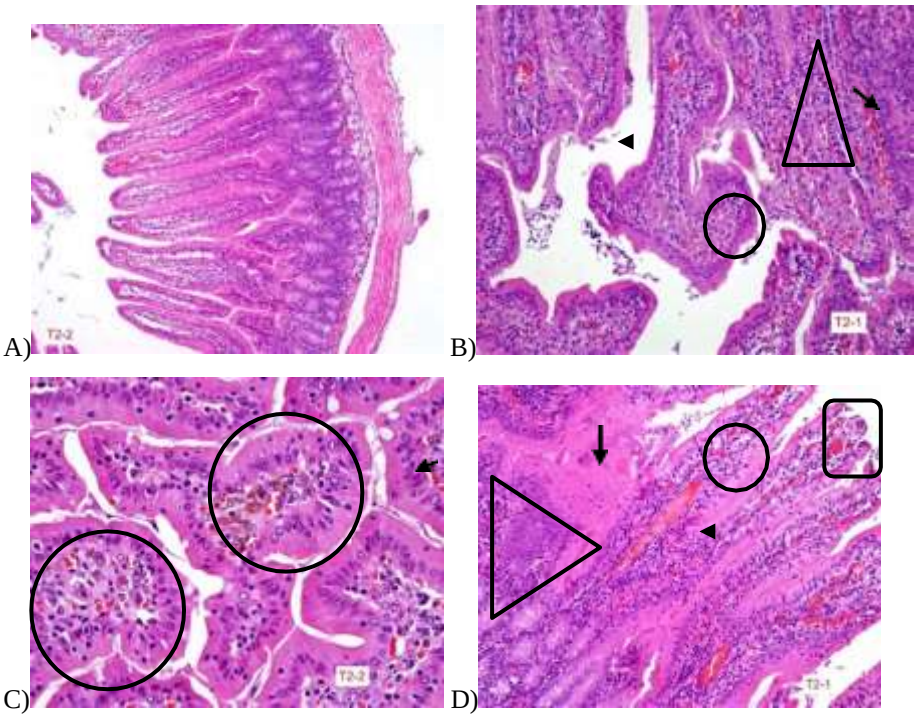


Nota. A): fotomicrografía (10X); un corte transversal, observando ligeros cambios patológicos por parte de *Salmonella entérica* ATCC 13076. B): fotomicrografía (40X); circulo: hemosiderófagos cargados de hemosiderina, flecha: congestión vascular con pequeños focos de hemorragia, cabeza de flecha: procesos de edema del epitelio de las vellosidades. C): fotomicrografía (40X) con aumento; circulo: restos de alimento, cabeza de flecha: ribete en cepillo de la vellosidad. D): fotomicrografía (40X) con aumento, flecha: necrosis y perdida del tejido necrótico de la vellosidad.

En los histológicos del T1 se evaluó la integridad de la mucosa, submucosa, serosa y capa muscular, donde se logró evidenciar que a nivel de mucosa existió una marcada exocitosis predominantemente de tipo linfoide, a nivel de la submucosa se observó congestión vascular con focos de hemorragia, mientras que a nivel de las capas muscular y serosa no se evidenciaron cambios importantes, los cambios destacables consistieron en; pérdida de las células caliciformes, presencia hemosiderófagos con hemosiderina como parte del proceso de la eliminación de los glóbulos rojos por parte de los macrófagos, necrosis leve con un marcado edema del tejido epitelial de las vellosidades. A pesar de los hallazgos descritos, al compararse con los del T0 (testigo inoculado) la afectación por *Salmonella entérica* ATCC 13076 solo se evidenció a nivel de la mucosa, adicionalmente la mayor parte de las vellosidades intestinales presentaron integridad del ribete en cepillo.

Figura 13.

Estudio histológico del intestino delgado de los cuyes del T2 *inoculado experimentalmente con Salmonella entérica ATCC 13076.*

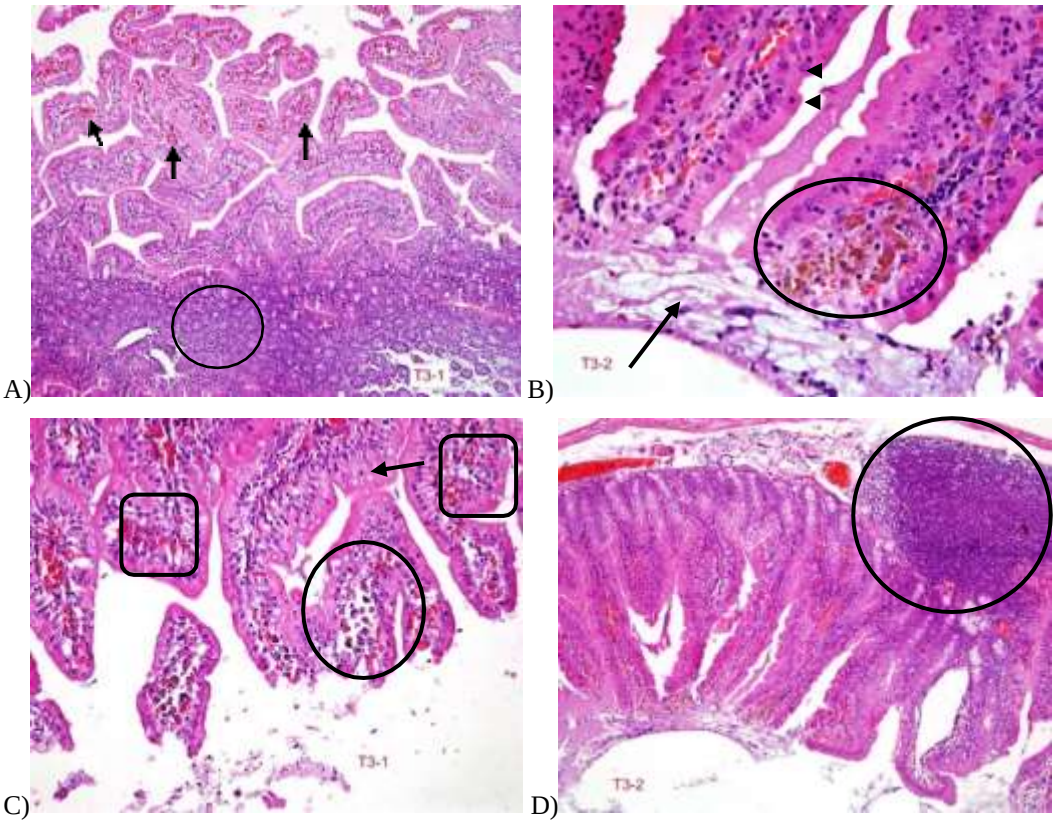


Nota. A): fotomicrografía (10X); corte transversal, observando ligeros cambios patológicos por parte de *Salmonella entérica* ATCC 13076. B): fotomicrografía (40X); circulo: hemosiderófagos, flecha: congestión vascular, triangulo: infiltrado polimorfonuclear, cabeza de flechas: ribete de la vellosidad afectado. C): fotomicrografía (40X); circulo: hemosiderófagos, flecha: pérdida de las células caliciformes. D): fotomicrografía (40X), flecha: necrosis, triangulo: hiperplasia con infiltrado polimorfunlear, circulo: infiltrado inflamatorio con predominancia de linfocitos y monocitos, cabeza de flecha: focos hemorrágicos, cuadrado: hemosiderófagos cargados de hemosiderina y perdida de células caliciforme.

En los hallazgos histológicos del T2 se evaluó la continuación de la mucosa, submucosa, serosa y capa muscular, en donde se observó que a nivel de mucosa y submucosa existió necrosis del tejido epitelial y una hiperplasia lcelular con un marcado infiltrado polimorfonulear, con una predominancia de eosinófilos y neutrófilos, a nivel de la submucosa se observa congestión vascular con focos de hemorragia y un discreto infiltrado inflamatorio, mientras que a nivel de capas muscular y serosa no se evidenció cambios histológicos, además, se observaron cambios como; perdida de las células caliciformes, hemosiderófagos con hemosiderina producto de la fagocitosis de los glóbulos rojos por parte de los macrófagos dirigiéndose al estroma de la vellosidad.

Figura 14.

Estudio histológico del intestino delgado de los cuyes del T3 *inoculado experimentalmente con Salmonella entérica ATCC 13076*



Nota. A): fotomicrografía (10X); corte longitudinal, observando ligeros cambios patológicos por parte de *Salmonella entérica* ATCC 13076, círculo: hiperplasia celular, flechas: congestión vascular con focos de hemorragia. B): fotomicrografía (40X); círculo: hemosiderófagos cargados con hemosiderina, flecha: presencia de moco, cabeza de flecha: pérdida de la continuidad del ribete en cepillo. C): fotomicrografía (40X); círculo: hemosiderófagos, flecha: necrosis, cuadrado: infiltrado polimorfonuclear. D): fotomicrografía (10X) corte trasversal, circulo: hiperplasia de tipo celular.

En los hallazgos histológicos del T3 se evaluó la continuación de la mucosa, submucosa, capa serosa y capa muscular, en donde se evidenció a nivel de mucosa y submucosa una ligera necrosis del tejido epitelial, con un mayor grado de infiltrado polimorfonulear que los otros tratamientos, predominantemente de eosinófilos y neutrófilos, a nivel de la submucosa se observó congestión vascular con focos hemorrágicos y un discreto infiltrado inflamatorio, mientras que a nivel de capas muscular y serosa no se evidenció cambios histológicos, además, se observó; conservación moderada de las células caliciformes, hemosiderófagos con hemosiderina por el proceso de fagocitosis de los glóbulos rojos por los macrófagos dirigiéndose al estroma de la vellosidad, se evidenció una hiperplasia celular de tipo linfoide a nivel de la submucosa.

- **Comparación de los hallazgos histológicos de los tratamientos planteados inoculados experimentalmente con *S. entérica* ATCC 13076.**

Mediante el estudio histológico de los tratamientos planteados se logró evidenciar que *S. entérica* ATCC 13076 provoca cambios en la configuración histológica, y celular pudiendo generar enteritis hemorrágica, lo que se evidenció en el T0 (testigo sin inocular) donde ocurrió; una división celular atípica, mayor necrosis deltejido epitelial de las vellosidades intestinales con una marcada congestión vascularcon grandes focos de hemorragia, también se observó atenuación de los mecanismos de defensa a las 96 horas después de la inoculación, es decir que no éxito predominancia de infiltrados polimorfonuclear, además, pérdida de las células caliciformes otorgándole disminución de la producción de moco y erosión, lo que es relacionado con la pérdida de la funcionalidad de las vellosidades intestinales, se evidenció restos bacterianos, además, en su aspecto físico el cuy inoculado se presentó decaído, las asas intestinales con una apariencia eritematosas, y congestivas producto de *S. entérica*.

Al analizar los T1 (400 ppm), T2 (500 ppm) y T3 (600 ppm) que recibieron butirato de sodio se evidenció que los signos de afectación por parte de la bacteria fueron menos agresivos en comparación con el testigo, ya que se observó; menor grado necrosis del tejido epitelial y conservación del ribete en cepillo lo que se relaciona con conservación de la funcionalidad de las vellosidad, además no se evidenció

restos bacterianos como en T0 (testigo inoculado), adicionalmente se evidenció hallazgos favorables, ya que en los cuyes que recibieron la mayor concentración del butirato de sodio (T3) se observó mayor predominancia de infiltrado polimorfonuclear, con una de hiperplasia linfoide, es decir que a mayor adición de dicho ácido orgánico promueve más eficientemente la activación de la línea de defensa en comparación con el T0 sin inocular y inoculado.

Discusión

Vellejos *et al*. (2015) evaluaron el efecto de la suplementación de Butirato de Sodio en la dieta de cuyes y su desarrollo de las vellosidades intestinales y criptas de Lieberkügn, donde encontró que a razón de 300 ppm de butirato de sodio proporciono vellosidades más largas que el control, lo que relacionaron que a mayor profundidad y largo de la vellosidad una mayor capacidad de digestión y absorción a nivel del intestino delgado.

Hussein *et al*. (2019) estudiaron los cambios patológicos en el intestino de conejos infectados experimentalmente con *Salmonella typhimurium*, donde describieron los siguientes cambios; asas intestinales congestionadas, con un aspecto eritematoso, desprendimiento de vellosidades, masas necróticas con un absceso de cripta y un marcado inflamatorio en el tratamiento testigo, en los tratamientos que recibieron un tratamiento a base de CaEDTA (edetato cálcico disódico), otro ácido orgánico, mostraron cambios inflamatorios con gran infiltración de polimorfonucleares y disminución de la lesiones por dicho microorganismo.

También Kotunia *et al*. (2004) quienes investigaron el efecto del butirato de sodio sobre la histometría del intestino delgado, comprobaron la hipótesis de que el butirato de sodio participa en la proliferación celular de las criptas intestinales, influyendo en la división celular, lo que provoca un aumento en la longitud de las vellosidades intestinales, relacionado con mayor área de absorción de nutrientes.

En la presente investigación se observaron resultados positivos, considerando que a nivel estructural de las vellosidades se observó un aumento en la longitud así como en su diámetro con respecto al cuy del tratamiento testigo, en base a nuestros hallazgos aceptamos la hipótesis propuesta por Kotunia y colaboradores ya que se corroboró que el butirato de sodio influye en la proliferación celular debido a lo que

se observó en el T1, T2 y T3. Adicionalmente corroboramos lo encontrado por Vellejos y colaboradores a nivel de las vellosidades donde se observó mayor longitud y diámetro de las mismas, lo que se traduce en mayor área de absorción nutrientes que a su vez influye en una mejora del performance productivo en los cuyes.

En lo concerniente a la infección experimental por *S. entérica*, podemos manifestar que la aplicación de butirato de sodio disminuyó el impacto de las afectaciones patológicas ocasionadas por dicho microorganismo, demás se observó ausencia de restos bacterianos y procesos de degeneración celular como lo reporta Hussein y colaboradores, siendo indicativos de la eficacia de los tratamientos instaurados. De tal modo, la presente investigación pone como evidencia científica que a mayor concentración de butirato de sodio promueve una activación del sistema de defensa mediante un hiperplasia linfoide (focos linfoides) en la submucosa del intestino, lo que generaría una protección más eficiente contra infecciones bacterianas de tipo entéricas.

4.2. COMPROBACIÓN DE HIPOTESIS

Por medio de un análisis de correlación y regresión de Pearson se observó que las diferentes dosis de butirato de sodio con los parámetros de, ganancia de peso tienen una asociación positiva fuerte, mientras que con la conversión alimenticia tiene una relación negativa fuerte, es decir que, a mayor dosis de butirato de sodio menor índice de conversión alimenticia, considerando que las variables mencionadas dependen en un 93.37% y 95.18% respectivamente. Además por medio del intercepto de las dosis (400, 500 y 600 ppm de butirato de sodio) con las variables descritas, el valor de la prueba de t-student nos de muestra que existió diferencias estadísticas altamente significativas (**) lo que se corroboró mediante el análisis de los cortes histológicos intestinales, en base a estas premisas, proponemos rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna, la misma que refiere que; Existe diferencias en el rendimiento productivo en cuyes mediante la aplicación del butirato de sodio y su efecto sobre la modulación del cuadro patológico de *Salmonella entérica.*

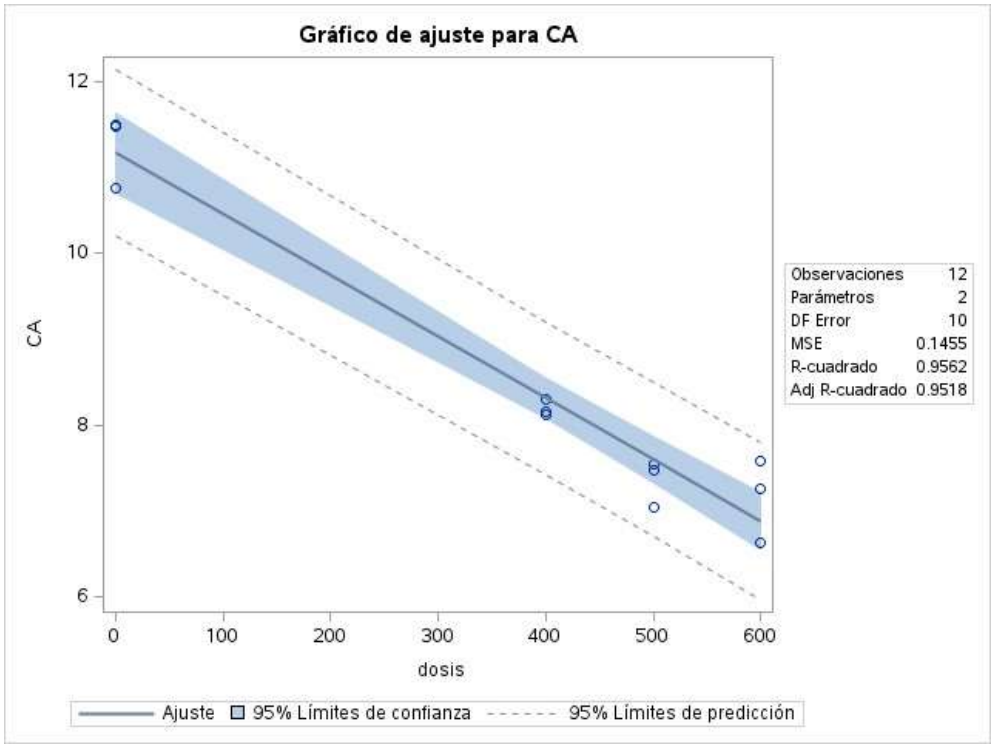
Tabla 11.

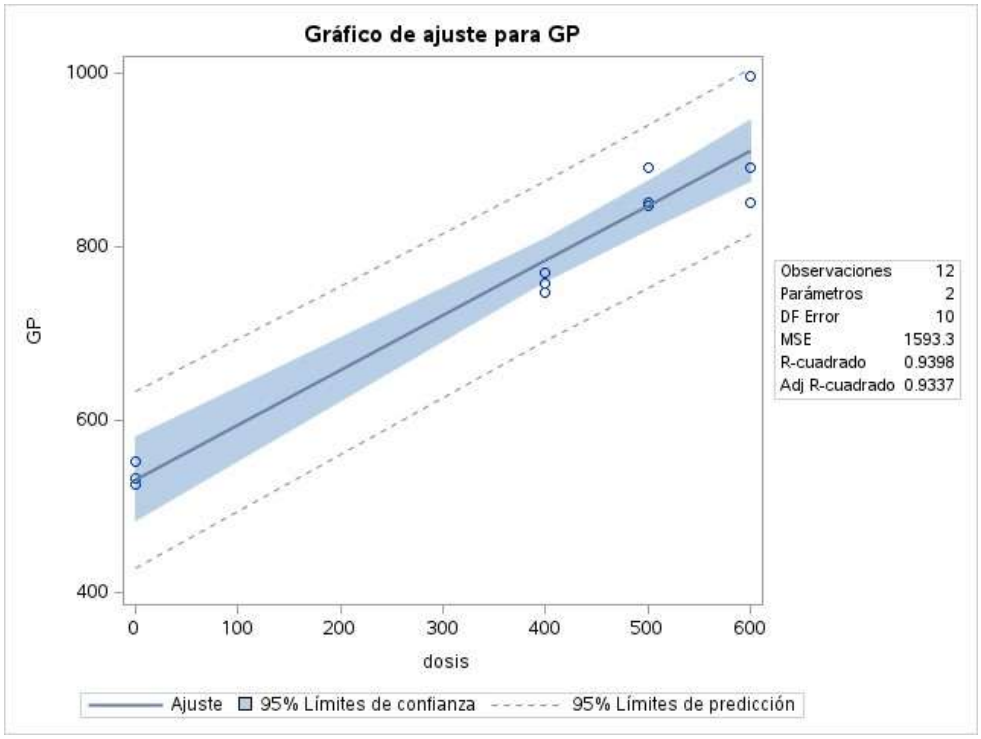
Análisis de correlación y regresión *de Pearson de la dosis del butirato de sodio sobre la ganancia de peso y conversión alimenticia en cuyes.*

Parámetro	**R**	**R^2**	**R^2 (ajustado)**	**t-valor**	**Pr > (t)**
Ganancia de peso	0.9694	0.9398	0.9337	23.91	<.0001**
Conversión alimenticia	-0.9778	0.9562	0.9518	52.65	<.0001**

Figura 15.

Gráficos de la regresión de Pearson de las variables dosis del butirato de sodio sobre la conversión alimenticia y ganancia de peso en cuyes





CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, se evidenció que la suplementación a razón de 600 ppm de butirato de sodio en la dieta mejoró el rendimiento productivo de los cuyes en estudio.

La administración de butirato de sodio mejoró la ganancia de peso, obteniendo valores de 758.14, 862.86 y 942.62 gramos para el T1, T2 y T3 respectivamente, mientras que los cuyes del T0 obtuvieron una menor ganancia de peso en promedio con 536.39 gramos, así mismo, en el caso de la conversión alimenticia el T0 presentó un índice mas elevado de 11.24, mientras que los T, T2 y T3 presentaron un índice de 8.19, 7.36 y 7.16 respectivamente, concluyendo que le butirato de sodio mejoró significativamente la ganancia de peso y por ende la conversión alimenticia.

Los hallazgos histológicos sugieren que el butirato de sodio disminuyó los procesos patogénicos originados por *Salmonella entérica* ATCC 13076 al ser comparado con el T0 (testigo inoculado), considerando que a mayor concentración (600 ppm) provocó un mayor grado de exocitosis de células inmunitarias a nivel de las vellosidades intestinales lo que es relacionado con una mayor eficiencia en la respuesta celular ante al germen inoculado, además se logró evidenciar que dicho microrganismo provocó daños inflamatorios severos solo en la porción de la mucosa, es decir, solo las vellosidades intestinales en comparación con el testigo positivo, en donde la afectación se observó a nivel de la submucosa y en la criptas intestinales por la presencia de una mitosis atípica características de procesos displácicos.

5.2. RECOMENDACIONES

Adicionar el butirato de sodio a razón de 600 ppm en la dieta en cuyes destinado al engorde.

Realizar investigaciones sobre la suplementación del butirato de sodio en las categorías de reproducción, gestación y crecimiento en cuyes.

Estudiar los cambios en la histología del colon y estómago en cuye sin inocular experimentalmente.

Realizar investigaciones sobre la suplementación del butirato de sodio como promotor de crecimiento en otras especies interés de producción animal.

BIBLIOGRAFÍA

Andrade, P., & Altamirano, D. (2023). Balanceado Para Cuyes De Engorde Con Palmiste Y Aceite Rojo De Palma. *Revista Recursos Naturales Producción y Sostenibilidad*, 2(1), pag. 48-59.

Astocaza, A. (2021). Enfermedades Y Tratamientos En Cuyes Y Conejos. Tesis De Pregrado. Universidad Nacional "San Luis Gonzaga De Ica".

Bazán, V., Bezada, S., Carcelén, F., & Yamada, G. (2019). Efecto De La Infección Subclínica De *Salmonella typhimurium* Sobre Los Parámetros Productivos En La Producción De Cuyes De Engorde (*Cavia porcellus*). *Revistas De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 30(4), pag. 1697-1706.

Bezada, S., Carcelén, F., López, S., & Guevara, J. (S.F.). Respuesta Histomorfométrica De La Mucosa Del Intestino Delgado En Cuyes (*Cavia porcellus*) De Engorde Desafiados Con *Salmonella entérica* Var. *typhimurium*. *Revista Cientifica, Fcv-Luz*, 33, pag. 1-9. Doi: https://doi.org/10.52973/rcfcv-e33203.

Buela, L., Cuenca, M., Sarmiento, J., Peláez, D., Mendoza, A., Cabrera, E., & Yarzábal, L. (2022). Papel De Los Cuyes (Cavias Porcellus) Criados Como Ganado En Los Andes Ecuatorianos Como Reservorios De Levadura Zoonóticas. *Animals*, 12(4), pag. 3449. Doi: https://doi.org/10.3390/ani12243449.

Bustios, C., Vergara, V., & Chauca, L. (2018). Suplementación De B-Caroteno En Dietas Balanceadas Con Exclusión De Forraje En Cuyes (*Cavia porcellus*) Reproductoras Hembras. *Revista De Investigaciones Veterinaria Del Perú*, 29(3), pag. 756-764. Doi: http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i3.147829.

Caiza, M. (2017). Evaluación De Tres Sistemas De Produccio1n En La Crianza De Cuyes En Fase De Crecimiento Y Engorde En La Explotación Cuyera Andina Ubicada En La Provincia De Imbabura. Tesis de pregrado. Universidad Central del Ecuador.

Camacho, J., Avilés, D., Rodríguez, L., Burgos, W., & Patiño, R. (2021). Caracterización Socieconómica De Los Productores De Cuyes De La Sierra

Ecuatoriana. Congreso De La Asociación Uruguaya De Producción Animal. Archivos Latinoamericanos De Producción Animal, pág. 19 – 20.

Cantaro, J., Delgado, D., & Cayetano, J. (2021). Caracterización De La Crianza De Cuyes En Una Zona De La Sierra De Huarochirí- Perú. *Revista De Investigaciones E Innovación Agropecuaria Y De Recursos Naturales*, 8(2), pag. 72-78. Doi: https://doi.org/10.53287/hffs7980xc24q.

Carcelén, F. (2021). Morfometría Intestinal Y Desempeño Productivo De Cuyes (*Cavia porcellus*) De Engorde Suplementados Con Probióticos, Prebióticos Y Simbiótico. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Castillo, P. (2022). Niveles De Metionina En La Producción De Cuyes Mejorados (*Cavia porcellus L.)* En Crecimiento Engorde Con Alimentacion Mixta, En Satipo. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Del Centro Del Perú.

Chavez, I., & Avilés, D. (2022). Caracterización Del Sistema De Producción De Cuyes Del Cantón Mocha, Ecuador. *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 33(2), pag. E22576. Doi: https://doi.org/10.15381/rivep.v33i2.22576.

Cohen, S., & Ho, C. (2023). Review Of Rat (Rattus Norvegicus), Mouse (*Mus musculus*), Guinea Pig (Cavia Porcellu), And Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) Indicators For Welfare Assessment. *Animals*, 13(13), pag. 2167. Doi: https://doi.org/10.3390/ani13132167.

Díaz, O. (2017). Desparasitante A Base De Semilla De Papaya (*Carica papaya*) Y Extracto De Tomillo (*Thymus vulgaris*) Para El Control De Coccidiosis En Cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis de pregrado. Universidad Politécnica Estatal Del Carchi.

Escobar, F., Ruíz, J., Hinojosa, R., De La Cruz, R., & Ruíz, D. (2023). Efecto De La Edad Sobre El Peso Y Rendimiento De La Canal Y Masa Muscular En Cuyes (*Cavia porcellus*) En Crecimiento Y Engorde. *Journal Of The Selva Andina Animal Science*, 10(1), pag. 89. Doi: https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2023.100100039.

Graham, J., & Knafo, E. (2021). Exotic Companion Mammals (Ferrets, Rabbits, Guinea Pig And Rodents). *Ifectious Disease Management In Animal Shelters*, pag. 562-608. Doi: 10.1002/9781119294382.ch24.

Guerrero, A., González, R., Castro, W., Ortiz, N., Grefa , D., & Guamán , S. (2020). Influence Of Litter Size At Birth On Productive Parameters In Guinea Pigs (*Cavia porcellus*). *Animals*, 10(11), pag. 2059. Doi: https://doi.org/10.3390/ani10112059.

Guzmán, I., Carcelén, F., Ara, M., Jiménez, R., Bezada, S., Guevara, J., & Asencios, A. (2019). Comportamiento Productivo De Cuyes (*Cavia porcellus*) De Engorde Suplementados Con Tres Niveles De Butirato De Sodio En La Diete. *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 30(3), pag. 1092-1098. Doi: http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i3.16594.

Huaman, D., Huayhua, J., Acosta, E., & Palomino, G. (2021). Comportamiento Productivo En Cuyes (*Cavia porcellus*) Machos Raza Perú Bajo Efecto De Tres Sistemas De Alimentacion, Criados En Condiciones De Valles Interandinos Del Perú. *Agroind Sci*., 11(2), pag. 179-183. Doi: http://dx.doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.02.07.

Huamán, M., Killerby, M., & Chauca, F. (2019). Manual De Bioseguridad Y Sanidad En Cuyes. Perú: *Inia*. pag. 20-40.

Hussein, M., Owain, M., Abdulgafor, A., Hasan, M., Jarad, A., Aboud, Q., & Zobaie, A. (2019). Study The Pathological Changes In The Intestine Of Rabbits Infected Experimentally With *Salmonella typhimurium*. *International Journal Of Veterinary Science*, 8(2), pag. 79-83.

Iijima, O., Saito, M., Nakayama, K., Kobayashi, S., Matsuno, K., & Nakagawa, M. (1987). Epizootiological Studies Of *Salmonella typhimurium* Infection In Guinea Pigs. *Exp*. *Animals*., 36(1), pag. 39-49. Doi: https://doi.org/10.1538/expanim1978.36.1_39.

Jumbo, A. (2020). Implementacion De Te1cnicas De Manejo De Cuyes (*Cavia porcellus*) En El Cantón De Latacunga, Parroquias (Pastocalle, Mulaló, Canchagua), Provincia De Cotopaxi. Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Cotopaxi.

Jurado, H., Zambrano, E., & Chávez, C. (2020). Efecto Del Suministro In Vivo De Lactobacillus Casei En La Alimentación De *Cavia porcellus*. Biotecnología En El

Sector Agropecuario Y Agroindustrial, 18(2), Pp. 156. Doi: https://doi.org/10.18684/BSAA(18)156-165.

Kana, D. (2020). Efecto Del Butirato De Sodio Sobre Los Parámetros Productivos De Cuyes Mejorados. Tesis De Pregrado. Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco.

Kotunia, A., Woliński, D., Laubitz, M., Jurkowska, V., Romè, V., Guilloteau, P., & Zabielski, R. (2004). Effect Of Sodium Butyrate On The Small Intestine Development In Neonatal Piglets Feed By Artificial Sow. *Journal Of Physiology And Pharmacology*, 55(2), pag. 59-68. URL: https://www.researchgate.net/publication/332548674.

Matute, K. (2024). Prevalencia De Endoparásitos Intestinales En Cuyes (Cavia Porcellus) En Granjas Familiares Mediante Análisis Coproparasitario. Tesis De Pregrado. Universidad Politécnica Salesiana.

Mejía, Z. (2018). Evaluación De La Respuesta Inmune Th1 Y Th2 En Cuyes Infectados Experimentalmente Con Una Cepa Aislada De Campo De *Salmonella typhimurium.* Tesis de pregrado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Olazábal, J., Camargo, R., García , M., & Morales , S. (2019). Deficiencia De Vitamina C Como Causa De Mortalidad Y Morbilidad En Cuyes De Crianza Intensiva Y Su Tratamiento. *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 30(4), pag. 1718 - 1723. Doi: http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i4.17147.

Ortiz, O., Florián, A., Estela, M., Rivera, J., Hobán, V., & Murga, M. (2021). Caracterización De La Crianza De Cuyes En Tres Provincias De La Región Cajamarca, Perú. Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú, 32(2), pag. 89. Doi: http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i2.20019.

Pardo, A. C. (2016). Enterodisbiosis En Cobayos Cavia Porcellus (Rodentia: Caviidae): Etiología, Fisiopatología, Signos, Diagnóstico Y Terapéutica. Bogotá, Colombia. Tesis de pregrado. Universidad de la Salle.

Paredes, M., & Díaz, J. (2023). Efecto De Los Niveles De Premezcla Vitaminica Y De Minerales En La Dieta Sobre El Rendimiento Productivo De Cuyes De Engorde.

Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú, 34(1), pag. e24599. Doi: http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v34i1.24599.

Paredes, M., & Goicochea, E. (2021). Efecto De Cinco Dietas Con Diferentes Proporciones De Fibre Detergente Nuetro Y Almidón En El Rendimiento Productivo, Comportamiento Ingestivo Y Peso De Órganos Digestivos Del Cuy (Cavia Porcellus). *Revistas De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 32(1), E19495. Doi: http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i1.19495.

Pignon, C., & Mayer, J. (2020). Guinea Pigs. Ferrets, Rabbits, And Rodents: Clinical Medicine And Surgery. *Elsevier*. pag. 560.

Powell, D., Kozlowski, C., Clark, J., Seyfried, A., Baskir, E., & Franklin, A. (2020). Physical And Physiological Indicators Of Welfare In Guinea Pings (Cavia Porcellus) Serving As Ambassador Animals. Animals, 10(5), pag. 815. Doi: https://doi.org/10.3390/ani10050815.

Puente, J., Carcelén, F., Ara, M., Bezada, S., Huamán, A., Santillán, G., Asencios, A. (2019). Efecto De La Suplementación Con Niveles Crecientes De Probioticos Sobre La Histomorfometría Del Instestino Delgado De Cuy (*Cavia porcellus*). *Revistas De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 30(2), pag. 624-633. Doi: http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i2.16086.

Quiñones, G. S. (2023). Evaluación De La Suplemantacion De Saccharomyces Cerevisiae Y Lactobacillus Sobre La Integridad Intestinal Y Parámetros Zootécnicos En Cuyes (*Cavia porcellus*) Durante La Etapa De Recria. Tesis de pregrado. Universidad Central del Ecuador.

Quisbert, Y., Gutiérrez, E., & Espinoza, M. (2022). Evaluación De Diferentes Niveles De Ácido Ascorbico, En La Etapa De Acabado En Cuyes (Cavia Porcellus L.) Con Exclusión De Forraje. *Revista De Investigación E Innovación Agropecuaria Y De Recursos Naturales*, 9(3), pag. 79 - 84. Doi: DOI: 10.53287/ogkc1024qt96x.

Quito, D., Martínez, A., Villavicencio, J., & Zurita, S. (2022). Estudio Financiero Sobre La Producción Y Comercialización De Cuyes De Engorde En El Cantón Milagro. Pro Sciences; *Revista De Producción, Ciencias E Investigación*, 6(45),

pag. 179 - 187. Doi: https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol6iss45.2022pp179-187.

Ramírez, V., Gómez, B., & Murcia, R. (2019). Fortalecimiento Productivo A Los Criadores De Cuy (Cavia Porcellus) Del Trópico Húmedo Colombiano. *Revista Sistemas De Producción Agroecológicos*, 10(1), pag. 107 - 122. Doi: https://doi.org/10.22579/22484817.727.

Ríos, W., Pinedo, R., Casas, E., Abad, D., & Chávez, A. (2020). Prevalencia De Helmintiasis Gastrointestinal En Cuyes (Cavia Porcellus) De Crianza Familiar-Comercial En Junín, Perú. Revista De Investigaciones Del Perú, 31(2). pag. E17817. Doi: http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i1.17817.

Roberts, S., Oxley, J., Carroll, A., & Wills, A. (2019). Frequency Of Owner-Reported Bacterial Infections In Pet Guinea Pigs. *Animals*, 9(9), pag. 649. Doi: 10.3390/ani9090649.

Rosale, C., Guevara, G., Perea, F., Ayala, L., & Nieto, P. (2021). Morfometría De La Gónada Masculina Y Espermatozoides De Cuyes (*Cavia porcellus*) Nativos Y Mejorados Del Sur De Ecuador. *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 32(2), E17988. Doi: http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i2.17988.

Saavedra, D., Gómez, J., Loa, G., & Gómez, N. (2021). Forraje Verde Hidropónico De Tres Variedades De Cebada (*Hordeum vulgare*) En La Dieta De Cuyes (*Cavia porcellus)* En Recría, Abancay, Perú. Actas Iberoamericanas De Conservación Animal, 16, pag. 67-71.

Salazar, R., & Escalante , W. (2023). Eficiencia De Las Jaulas Con Cámara Bioclimática En La Crianza De Cuyes (Cavia Porcellus) En Traspatio A Nivel Familiar. *Revista Científica Dékamu Agropec*, 4(1), pag. 34 - 42. Doi: https://doi.org/10.55996/dekamuagropec.v4i1.138.

Salvatierra, G., Rimac, R., Chero, A., Reyna, I., Rosadio, R., & Maturrano, L. (2018). Resistencia Antimicrobiana Y Genotipificación De Cepas Salmonella Typhimurium Aisladas De Cuyes (Cavias Porcellus). *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 29(1), pag. 319-327. Doi: http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i1.14089.

Saucedo, J., Quispe, H., & Mantilla, J. (2018). Selección Por Mérito Genético En Cavia Porcellus Para Reproducción En Función Al Índice De Selección. *Revistas De Investigaciones Veterinarias Del Perú,* 29(4), pag. 1303-1390. Doi: http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i4.15180.

Singh, B., Alam, J., Hansda, D., Verma, J., Singh, V., & Yadav, M. (2002). Evaluation Of Uinea Pig Model For Experimental *Salmonella* Serovar Abortusequi Infection. *India Journal Of Experimental Biology*, 40, pag. 296-303.

Sotelo, A., Contreras, C., Norabuena, E., Carrión, G., Reátegui, V., & Castañeda, R. (2018). Uso De La Herina De Mani Forrajero (Arachis Pintoi Krapov & Wc Greg) En La Alimentcion De Cuyes (*Cavia porcellus*). Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú, 29(4), pag. 1249-1258. Doi: http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i4.15307.

Soto, C., Hidalgo, V., & Ríos, E. (2020). Efecto De Un Concentrado De Inicio Y Cerca Gazapera Sobre Los Parámetros Productivos En Cuyes Lactantes. *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, E18163.

Vargas, L., Malpartida, E., Medina, W., Gómez, J., Muñoz, D., & Bustamante, A. (2023). Aislamiento Y Sensibilidad De Bacterias De Ganglios Cervicales En Cuyes (Cavia Porcellus) Con Linfadenistis En Granjas De Crianza Familiar Comercial De Cajamarca, Perú. *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 34(1), E23026. Doi: http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v34i1.23026.

Vellejos, D., Carcelén, F., Jiménez, R., Perales, R., Santillán, G., Ara, M., Carzola, F. (2015). Efecto De La Suplementación De Butirato De Sodio En La Dieta De Cuyes (Cavia Porcellus) De Engorde Sobre El Desarrollo De Las Vellosidades Intestinales Y Criptas De Lieberkühn. *Rev. Inv. Perú,* 26(3), pag. 395-403. Doi: http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v26i3.11186.

Yamada, G., Bazán, V., & Fuentes, N. (2019). Comparación De Parámetros Productivos De Dos Líneas Cárnicas De Cuyes En La Costa Central Del Perú. *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú,* 30(1), pag. 240-246. Doi: http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i1.15678.

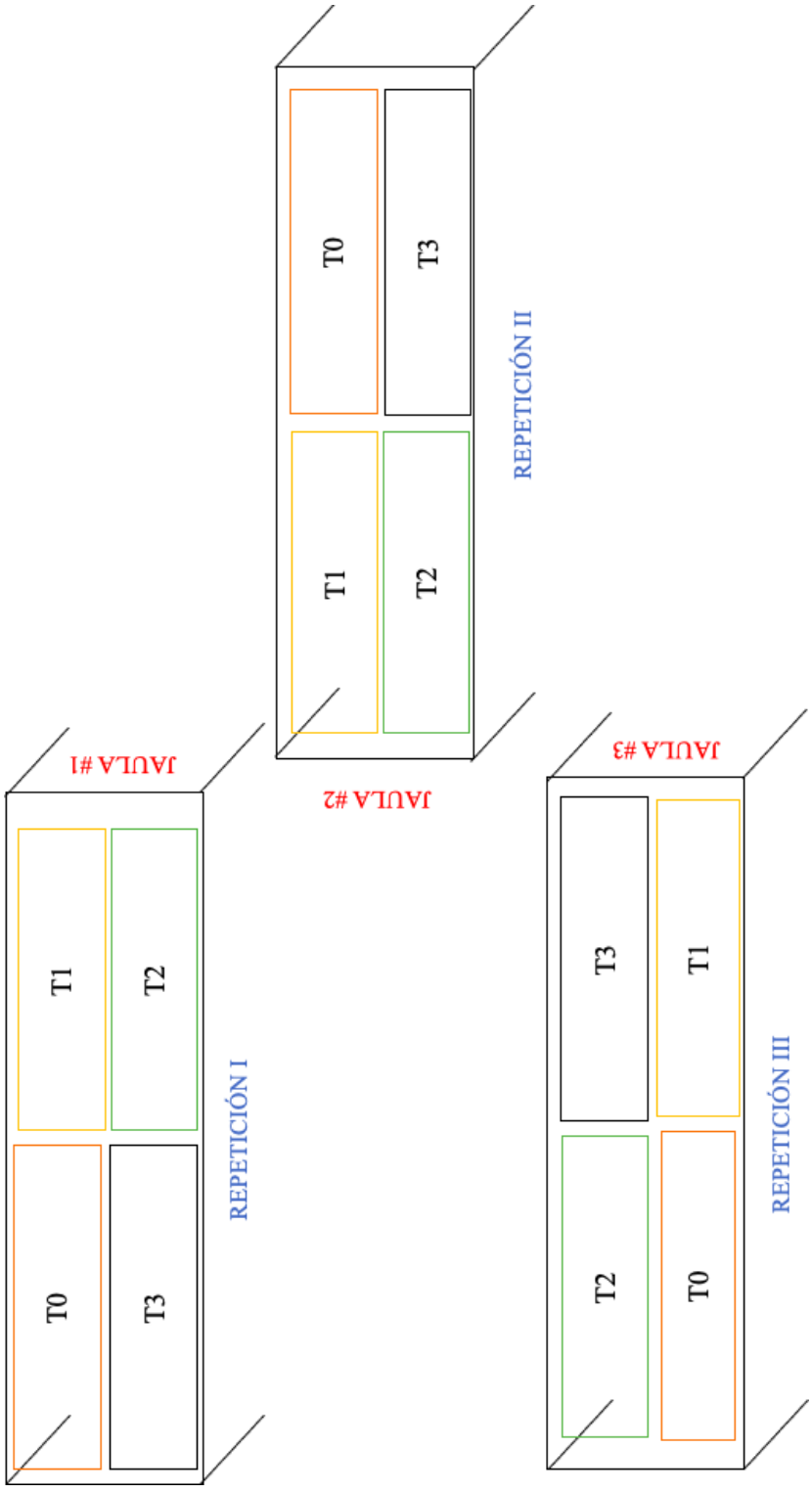
ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación.



Fuente: (Google maps, 2024)

Anexo 2. Croquis del ensayo**.**



Anexo 3. Base de datos

Tra.	PESO VIVO DURANTE 8 SEMANAS DE INVESTIGACIÓN							
	Peso 0	**Peso 1**	**Peso 2**	**Peso 3**	**Peso 4**	**Peso 5**	**Peso 6**	**Peso 7**
0	590	635	670,15	730,15	832,04	900,14	1000,04	1100,43
0	580	642	680,5	750,56	840,45	903,32	1030,12	1240,04
0	579	637	691,01	760,02	860,04	915,05	1010,32	1115,04
0	600	650	692,88	766,09	830,04	900,02	1000,56	1024,4
1	570	600	735,11	807,35	910,03	1100,32	1280,56	1350,02
1	590	620	723,15	820,02	930,34	1160,04	1290,32	1330,03
1	596	632	687,73	818,55	935,03	1120,94	1295,87	1345,04
1	550	610	720,11	808,11	940,04	1130,34	1260,54	1360,12
2	550	620	757,05	890,19	950,35	1200,94	1290,3	1400,3
2	540	610	775,02	875,75	955,41	1214,75	1310,12	1450,3
2	500	630	732,01	865,03	954,04	1230,31	1302,03	1420,21
2	580	635	733,18	861,83	960,12	1229,23	1304,42	1302,3
3	586	636	770,77	895,99	990,06	1290,23	1383,4	1490,01
3	590	643	765,52	882,53	995,05	1300,32	1402,03	1500
3	540	642	770,11	887,13	991,24	1295,04	1407,44	1500
3	500	643	750,12	889,18	996,89	1299,03	1396,04	1483,03
0	600	640	688,66	760,07	810,34	990,14	1030,04	1150,43
0	587	633	695,11	740,94	815,04	983,32	1030,12	1280,04
0	590	640	692,18	740,18	916,08	995,05	1020,32	1125,04
0	596	641	695,08	750,65	920,04	990,02	1050,56	1024,4
1	600	633	727,23	812,32	909,04	1190,32	1260,56	1340,02
1	610	630	720,51	825,93	905,05	1170,04	1290,32	1360,03
1	590	637	730,43	834,55	914,05	1140,94	1290,87	1355,06
1	596	634	729,71	823,69	920,04	1198,34	1263,54	1369,1
2	550	635	751,87	865,03	955,4	1290,92	1230,3	1480,3
2	560	631	751,09	867,06	949,5	1274,54	1310,12	1400,3
2	590	633	777,12	850,98	947,02	1290,31	1302,03	1490,21
2	500	637	771,06	867,04	950,89	1294,24	1332,42	1392,3
3	590	641	780,29	892,03	990,06	1200,23	1324,04	1450,01
3	600	633	785,03	889,03	984,05	1360,32	1423,32	1501,03
3	610	635	794,88	894,16	992,04	1290,04	1407,9	1504,32
3	580	639	789,13	896,13	995,06	1259,03	1396,38	1493,03
0	605	652	714,01	790,1	830,4	904,16	1000,04	1100,43
0	590	648	708,73	776,09	820,3	913,23	1030,12	1240,04
0	586	635	699,18	780,05	826,7	919,43	1010,32	1115,04
0	600	639	656,12	760,05	845,59	940,02	1000,56	1024,4
1	600	635	727,9	824,03	900,04	1110,32	1280,56	1350,02
1	610	631	723,11	829,03	904,5	1150,04	1290,32	1330,03
1	590	633	728,81	810,1	915,04	1124,65	1295,87	1345,04
1	595	637	732,22	823,04	917,05	1150,34	1260,54	1360,12
2	580	637	749,13	860,4	960,54	1113,04	1290,3	1400,3
2	560	640	761,48	860,43	968,05	1217,4	1310,12	1450,3
2	500	642	742,23	870,03	945,03	1229,49	1302,03	1420,21
2	545	633	748,18	850,9	950,12	1260,5	1304,42	1302,3
3	600	634	793,18	890,4	998,03	1297,9	1383,4	1549
3	560	639	795,24	894,06	989,12	1298,4	1404,03	1550
3	580	643	781,12	893,03	990,56	1299,56	1490,44	1560
3	530	630	797,43	880,4	995,06	1280,05	1399,04	1597

Tra –	GANANCIA DE PESO (GP)						
	GP1	**GP 2**	**GP 3**	**GP 4**	**GP 5**	**GP 6**	**GP 7**
0	45	80,15	140,15	242,04	310,14	410,04	510,43
0	62	100,5	170,56	260,45	323,32	450,12	660,04
0	58	112,01	181,02	281,04	336,05	431,32	536,04
0	50	92,88	166,09	230,04	300,02	400,56	424,4
1	30	165,11	237,35	340,03	530,32	710,56	780,02
1	30	133,15	230,02	340,34	570,04	700,32	740,03
1	36	91,73	222,55	339,03	524,94	699,87	749,04
1	60	170,11	258,11	390,04	580,34	710,54	810,12
2	70	207,05	340,19	400,35	650,94	740,3	850,3
2	70	235,02	335,75	415,41	674,75	770,12	910,3
2	130	232,01	365,03	454,04	730,31	802,03	920,21
2	55	153,18	281,83	380,12	649,23	724,42	722,3
3	50	184,77	309,99	404,06	704,23	797,4	904,01
3	53	175,52	292,53	405,05	710,32	812,03	910
3	102	230,11	347,13	451,24	755,04	867,44	960
3	143	250,12	389,18	496,89	799,03	896,04	983,03
0	40	88,66	160,07	210,34	390,14	430,04	550,43
0	46	108,11	153,94	228,04	396,32	443,12	693,04
0	50	102,18	150,18	326,08	405,05	430,32	535,04
0	45	99,08	154,65	324,04	394,02	454,56	428,4
1	33	127,23	212,32	309,04	590,32	660,56	740,02
1	20	110,51	215,93	295,05	560,04	680,32	750,03
1	47	140,43	244,55	324,05	550,94	700,87	765,06
1	38	133,71	227,69	324,04	602,34	667,54	773,1
2	85	201,87	315,03	405,4	740,92	680,3	930,3
2	71	191,09	307,06	389,5	714,54	750,12	840,3
2	43	187,12	260,98	357,02	700,31	712,03	900,21
2	137	271,06	367,04	450,89	794,24	832,42	892,3
3	51	190,29	302,03	400,06	610,23	734,04	860,01
3	33	185,03	289,03	384,05	760,32	823,32	901,03
3	25	184,88	284,16	382,04	680,04	797,9	894,32
3	59	209,13	316,13	415,06	679,03	816,38	913,03
0	47	109,01	185,1	225,4	299,16	395,04	495,43
0	58	118,73	186,09	230,3	323,23	440,12	650,04
0	49	113,18	194,05	240,7	333,43	424,32	529,04
0	39	56,12	160,05	245,59	340,02	400,56	424,4
1	35	127,9	224,03	300,04	510,32	680,56	750,02
1	21	113,11	219,03	294,5	540,04	680,32	720,03
1	43	138,81	220,1	325,04	534,65	705,87	755,04
1	42	137,22	228,04	322,05	555,34	665,54	765,12
2	57	169,13	280,4	380,54	533,04	710,3	820,3
2	80	201,48	300,43	408,05	657,4	750,12	890,3
2	142	242,23	370,03	445,03	729,49	802,03	920,21
2	88	203,18	305,9	405,12	715,5	759,42	757,3
3	34	193,18	290,4	398,03	697,9	783,4	949
3	79	235,24	334,06	429,12	738,4	844,03	990
3	63	201,12	313,03	410,56	719,56	910,44	980
3	100	267,43	350,4	465,06	750,05	869,04	1067

TRA	CONSUMO ALIMENTICIO							
	CA 0	**CA 1**	**CA2**	**CA3**	**CA4**	**CA5**	**CA6**	**CA7**
0	648	800	755	803	803	787	718	804
0	627	778	716	801	782	805	615	814
0	672	815	811	788	748	802	570	829
1	729	792	779	811	755	803	797	814
1	703	772	727	783	779	805	780	801
1	692	827	834	818	757	795	697	786
2	724	825	808	820	794	817	814	825
2	745	787	743	805	795	798	798	811
2	730	804	802	807	806	794	794	795
3	762	829	823	834	814	819	768	812
3	746	817	814	831	809	840	822	801
3	792	835	840	837	833	840	804	830

Anexo 4. fotografías



Foto 1. Instalaciones utilizadas en la presente investigación



Foto 2. Instalaciones utilizadas en la presente investigación



Foto 3. Butirato de sodio al 90%, utilizado en la experimentación



Foto 4. Pesado de los cuyes al momento de la llegada.



Foto 5. Suministro de Butirato de sodio con el balanceado



Foto 6. Balanzas utilizadas en la experimentación.



Foto 7. Suministro de butirato de sodio en los tratamientos en estudio.

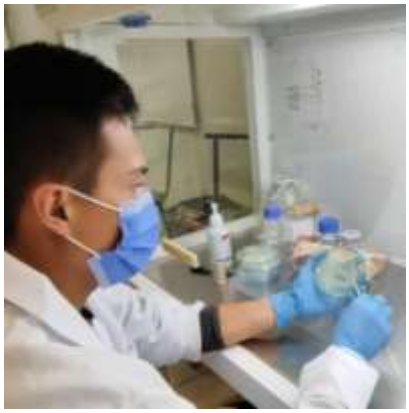


Foto 8. Reanimación de *Salmonella entérica* ATCC 13076



Foto 9. Reanimación de *Salmonella entérica* ATCC 13076



Foto 10. *Salmonella entérica* ATCC 13076 en agar nutrituvo.



Foto 11. Identificación de los cuyes inoculados experimentalmente.



Foto 12. Identificación de los cuyes inoculados experimentalmente.



Foto 13. Identificación de los cuyes inoculados experimentalmente.



Foto 14. Identificación de los cuyes inoculados experimentalmente.



Foto 15. Inoculación experimental



Foto 16. Inoculación experimental con *Salmonella entérica* ATCC13076



Foto 17. Inoculación experimental con *Salmonella entérica* ATCC13076



Foto 18. Inoculación experimental con *Salmonella entérica* ATCC13076



Foto 19. Proceso de eutanasia.



Foto 20. Inyección intratecal de lidocaína al 2%.



Foto 21. Disección de la cavidad abdominal de los cuyes inoculados experimentalmente



Foto 22. Disección de la cavidad abdominal de los cuyes inoculados experimentalmente



Foto 23. Muestra de intestino delgado en formol



Foto 24. Muestra de intestino delgado en formol

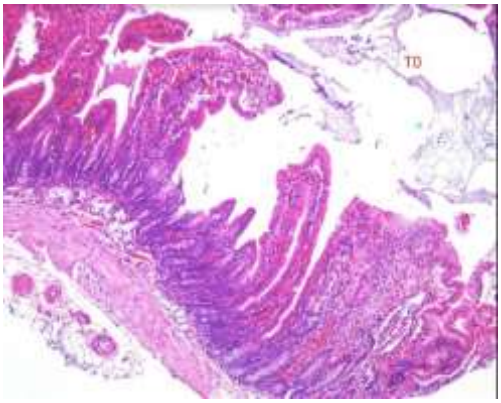


Foto 25. Corte histológico del T0 sin inocular.

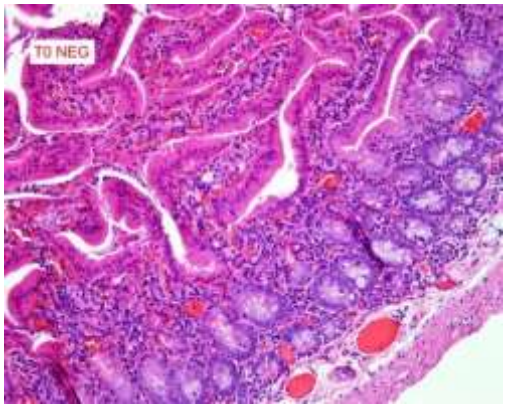


Foto 26. Corte histológico del T0 sin inocular.

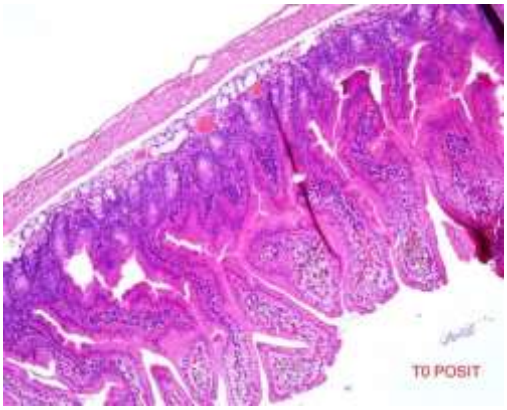


Foto 27. Corte histológico del T0 inoculado

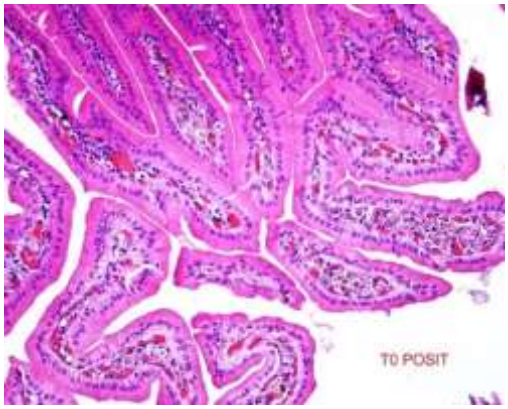


Foto 28. Corte histológico del T0 inoculado



Foto 28. Corte histológico del T0 inoculado

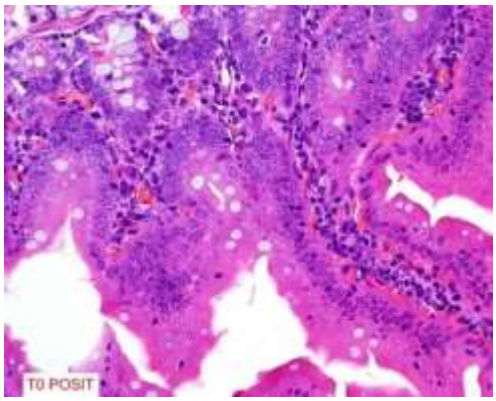


Foto 28. Corte histológico del T0 inoculado

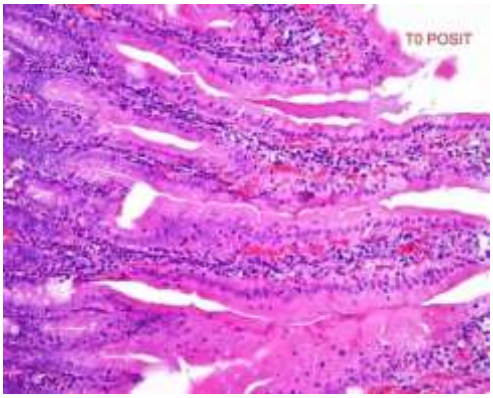


Foto 29. Corte histológico del T0 inoculado

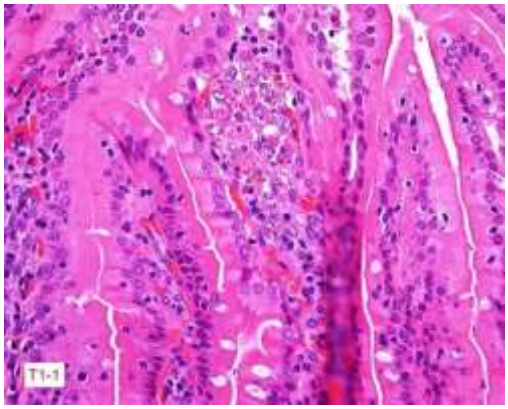


Foto 30. Corte histológico del T1 inoculado

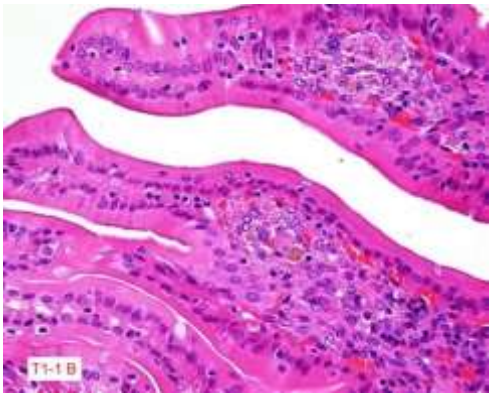


Foto 31. Corte histológico del T1 inoculado

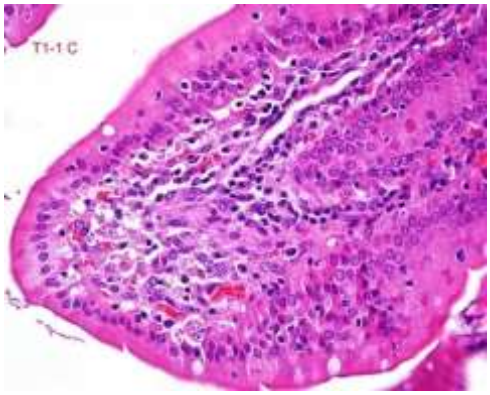


Foto 32. Corte histológico del T1 inoculado

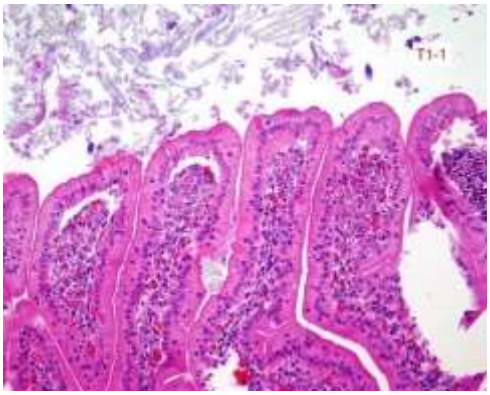


Foto 33. Corte histológico del T1 inoculado

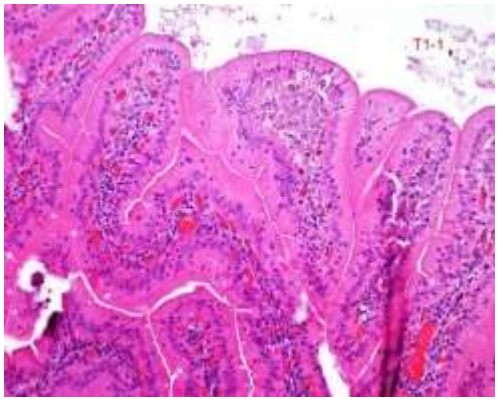


Foto 34. Corte histológico del T1 inoculado

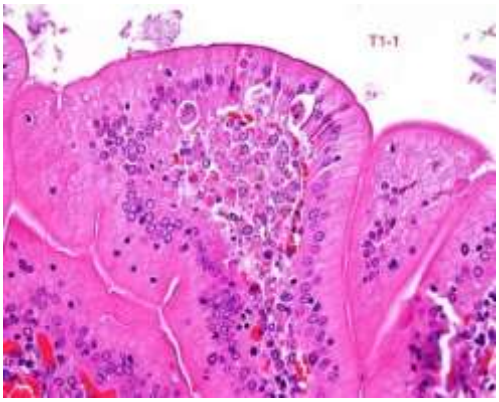


Foto 35. Corte histológico del T1 inoculado

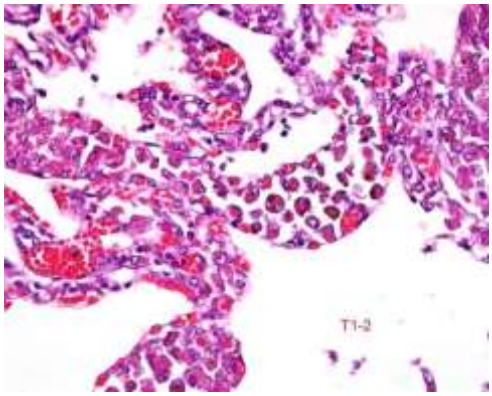


Foto 36. Corte histológico del T1 inoculado

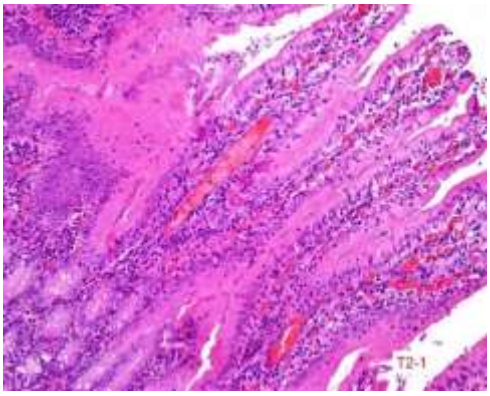


Foto 37. Corte histológico del T2 inoculado

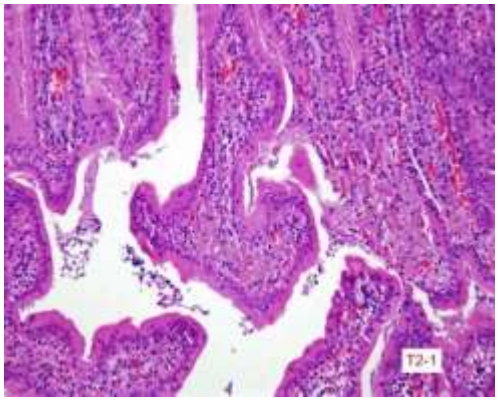


Foto 38. Corte histológico del T2 inoculado

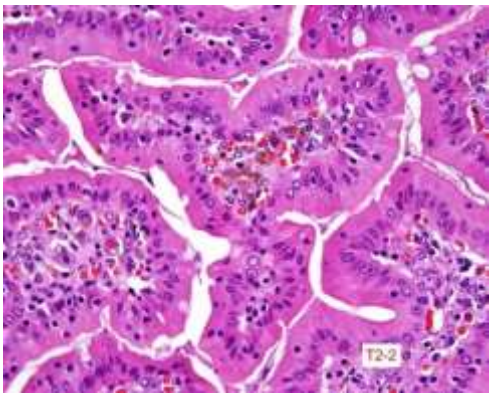


Foto 39. Corte histológico del T2 inoculado

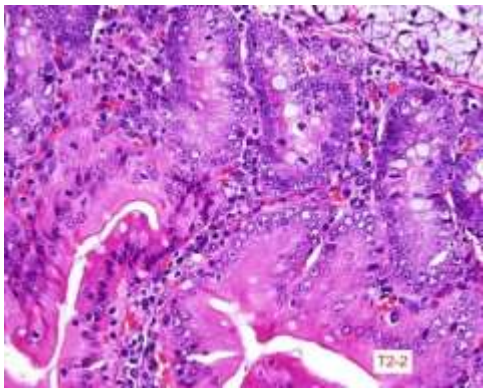


Foto 40. Corte histológico del T2 inoculado

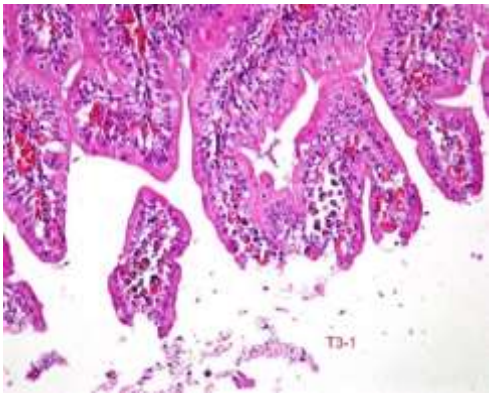


Foto 41. Corte histológico del T3 inoculado

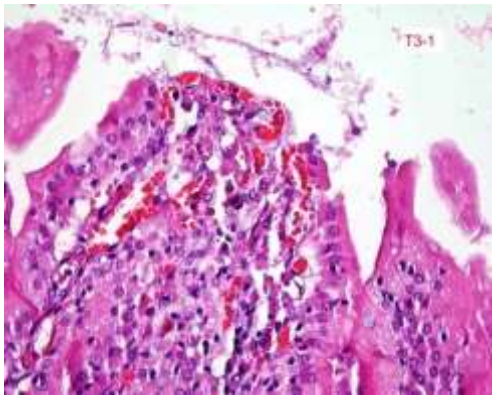


Foto 42. Corte histológico del T2 inoculado

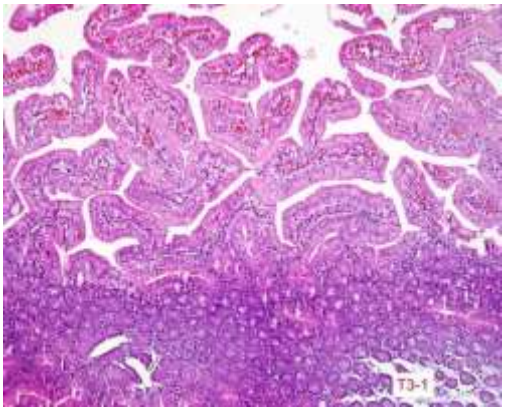


Foto 43. Corte histológico del T2 inoculado

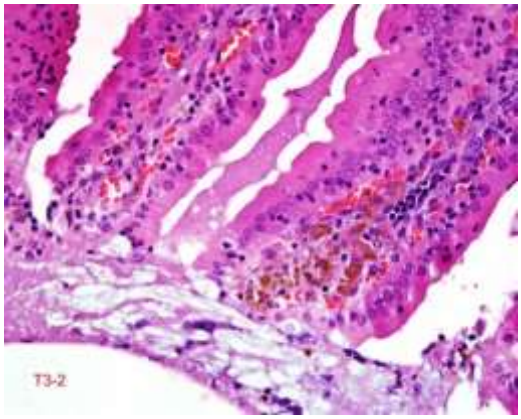


Foto 44. Corte histológico del T2 inoculado



Foto 45. Corte histológico del T2 inoculado



Foto 46. Visita de campo.

Anexo 5. Glosario de términos

Aplasia: desarrollo incompleto o defectuoso de un órgano o tejido.

Congestión vascular: aumento del volumen de sangre. Congestión de red, saturación de flujo de datos. Congestión vehicular, condición de un flujo vehicular que se ve saturado.

Conversión alimenticia: se define como la cantidad de alimento transformado (en gramos) a peso vivo (en gramos). De esta manera, se entiende como un índice que determina la cantidad de alimento suministrado que se está transformando en peso vivo.

Cuy: mamífero roedor sudamericano, estrictamente herbívoro. Pesa alrededor de un kilo, vive en áreas abiertas y utiliza hoyos y madrigueras para ocultarse.

Diarrea: los síntomas incluyen heces blandas y líquidas.

Edema: Hinchazón blanda de una parte del cuerpo, que cede a la presión y es ocasionada por la serosidad infiltrada en el tejido celular.

Eutanasia: es la intervención deliberada para poner fin a una vida sin perspectiva de cura. La eutanasia se practica tanto en humanos como en animales de otras especies, eutanasia animal en veterinaria

Exocitosis: es una forma de transporte activo y transporte por arrastre en el que una célula transporta moléculas fuera de la célula. Como mecanismo de transporte activo, la exocitosis requiere el uso de energía para transportar materia.

Fagocitosis: es el proceso por el cual una célula utiliza su membrana plasmática para engullir una partícula grande, dando lugar a un compartimento interno llamado fagosoma. Es un tipo de endocitosis. Una célula que realiza la fagocitosis se llama fagocito.

Hematoxilina e Eosina: Método de laboratorio de uso frecuente en el que se utilizan dos tintes llamados hematoxilina y eosina para observar mejor las diferentes partes de la célula al microscopio. La hematoxilina tiñe de violeta azulado intenso los ribosomas, la cromatina (material genético) dentro del núcleo y

otras estructuras. La eosina tiñe de rosa anaranjado o rosado el citoplasma, el colágeno, el tejido conjuntivo y otras estructuras que rodean y sostienen la célula.

Hemosiderina: es un pigmento de color amarillo-dorado o pardo y aspecto granuloso o cristalino que deriva de la hemoglobina cuando hay más hierro del necesario en el cuerpo. Consiste en agregados micelares de ferritina, molécula que tiene la función de servir de reservorio de hierro.

Hiperplasia: Es el aumento en la producción de células en un órgano o tejido normal.

Histiocito: es una célula del sistema inmune que incluye, entre otros, a los macrófagos y a las células dendríticas o dendrocitos. Los macrófagos son los encargados de procesar el antígeno y las células dendríticas de presentarlo a los linfocitos T.

Infiltrado linfocítico: designa las lesiones reactivas en las que la presentación clínica e histológica puede migración de linfocitos.

Metaplasia: Cambio en la forma que toman algunas células que, por lo general, no es normal en las células del tejido al que pertenecen.

Mitosis atípica: Una mitosis atípica es una célula que se divide anormalmente. Como resultado de esta división celular anormal.

Necrosis: consiste en la muerte de tejido corporal. Ocurre cuando muy poca sangre fluye al tejido.

Polimorfonucleares: El término leucocito polimorfonuclear hace referencia a los leucocitos neutrófilos y, de forma genérica, aunque más desacertada, a todos los leucocitos granulocitos del sistema inmunitario.

Salmonelosis: de nombre común salmonela, es un género bacteriano de la familia Enterobacteriaceae constituido por bacilos gramnegativo-intracelulares anaerobios facultativos con flagelos peritricos.