



Universidad Nacional

**SAN LUIS GONZAGA**



## **Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional**

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

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

# CONDORI APAZA EDITH GLADIS - TITULO PROFESIONAL -2020

INFORME DE ORIGINALIDAD

# 10%

ÍNDICE DE SIMILITUD

## FUENTES PRIMARIAS

|   |  |                    |
|---|--|--------------------|
| 1 | <a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a><br>Internet                     | 140 palabras – 2%  |
| 2 | <a href="http://www.timbrado.com">www.timbrado.com</a><br>Internet                 | 136 palabras – 2%  |
| 3 | <a href="http://ciencia.lasalle.edu.co">ciencia.lasalle.edu.co</a><br>Internet     | 113 palabras – 1%  |
| 4 | <a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a><br>Internet             | 93 palabras – 1%   |
| 5 | <a href="http://repositorio.unica.edu.pe">repositorio.unica.edu.pe</a><br>Internet | 71 palabras – 1%   |
| 6 | <a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a><br>Internet                         | 69 palabras – 1%   |
| 7 | <a href="http://repositorio.unsch.edu.pe">repositorio.unsch.edu.pe</a><br>Internet | 54 palabras – 1%   |
| 8 | <a href="http://www.scielo.org.pe">www.scielo.org.pe</a><br>Internet               | 45 palabras – 1%   |
| 9 | <a href="http://repositorio.unal.edu.co">repositorio.unal.edu.co</a><br>Internet   | 39 palabras – < 1% |

|    |  |                    |
|----|--|--------------------|
| 10 | posturageneralidades.blogspot.com<br><small>Internet</small> | 32 palabras — < 1% |
| 11 | repositorio.inia.gob.pe<br><small>Internet</small>           | 29 palabras — < 1% |
| 12 | eliehs.com<br><small>Internet</small>                        | 28 palabras — < 1% |

ACTIVADO       DESACTIVADO  
 ACTIVADO       DESACTIVADO

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



**TESIS**

“Evaluación del uso de dos tipos de ácido butírico para mejorar los  
parámetros productivos en cuyes (*Cavia porcellus*)”

Tesis para optar el título de médico veterinario y zootecnista

Línea de investigación:

Salud pública y conservación del medio ambiente

Área de investigación: producción animal

BACHILLER: EDITH GLADIS CONDORI APAZA

ASESOR: M.V.Z. MANUEL ALFONSO ALBETIS APOLAYA

**Chincha-Perú**

**2022**

## **DEDICATORIA**

A mis padres

A mis abuelos

A mi familia

Por su apoyo incondicional

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la fuerza y fe para creer lo que me parecía imposible terminar.

A mi familia por el apoyo total y constante impulsándome a lograr mí meta.

A mis profesores por su orientación, paciencia y motivación que han sido fundamentales para lograr terminar este trabajo.

También expresar mi agradecimiento a la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la universidad “San Luis Gonzaga de Ica” por permitirme ser parte de ella y a los docentes que me brindaron sus conocimientos y así lograr mi carrera profesional.

## ÍNDICE GENERAL

|   |      |
|---|------|
| INDICE GENERAL.....   | iv   |
| INDICE DE TABLAS.....   | vi   |
| SUMMARY.....  | xi   |
| I. INTRODUCCIÓN.....  | xiii |
| II REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....  | 14   |
| 2.1. Antecedentes .....   | 14   |
| 2.1.1. Antecedentes internacional .....   | 14   |
| 2.1.2. Antecedente nacional.....  | 17   |
| 2.2. MARCO TEORICO .....  | 18   |
| 2.2.1 Cuy ( <i>Cavia porcellus</i> ) .....  | 18   |
| 2.2.2 ÁCIDO BUTÍRICO .....  | 26   |
| III MATERIALES Y METODOS.....   | 29   |
| 3.1. Lugar y fecha de la ejecución.....   | 29   |
| 3.2. Instalaciones utilizadas.....  | 29   |
| 3.3. Materiales y Equipos.....  | 29   |
| 3.4. Tipo de investigación.....   | 30   |
| 3.5. Metodología de la investigación.....   | 30   |
| 3.5.1. Población y muestra.....   | 30   |
| 3.5.2. De la recepción .....  | 30   |
| 3.5.3. Del alimento.....  | 31   |
| 3.5.4. Peso inicial (PI), peso final, incremento de peso, conversión alimenticia,<br>peso carcasa, pH de las heces y recuento de enterobacterias..... | 31   |
| 3.5.5. Estado sanitario,.....   | 31   |
| 3.6. Tratamientos.....  | 32   |
| 3.7. Diseño experimental.....   | 32   |
| 3.8. Variables en estudio: .....  | 32   |
| 3.8.1. Variables Independientes .....   | 32   |
| 3.8.2. Variables Dependientes Indicadores.....  | 32   |
| 3.9. Análisis estadístico.....  | 33   |
| IV. RESULTADOS.....   | 34   |

|   |    |
|---|----|
| 4.1. Presentación de medias del peso inicial, final, ganancia de peso y carcasa de los cuyes cuando se usa ácido butírico protegido. .... | 34 |
| 4.2. Presentación de medias del Consumo de Alimento y Conversión Alimenticia de los cuyes cuando se usa ácido butírico protegido. ....    | 37 |
| 4.3. Presentación del pH de las heces y recuento de coliformes, cuando se usa ácido butírico protegido en los cuyes. ....                 | 38 |
| V. DISCUSION.....   | 40 |
| VI. CONCLUSION .....  | 42 |
| VII.RECOMENDACIONES.....  | 43 |
| VIII.BIBLIOGRAFIA.....  | 44 |
| APENDICE (ANEXO) .....  | 49 |

## INDICE DE TABLAS.

| <b>Tabla</b> |   | <b>Pag</b> |
|--------------|---|------------|
| 1            | Requerimientos de nutrientes para cuyes en crecimiento  | 20         |
| 2            | De contingencia para determinar el efecto del uso de ácido butírico en cuyes en la etapa de crecimiento               | 31         |
| 3            | Presentación de medias del peso inicial de los cuyes y significancia estadística dada por la prueba de Duncan.        | 34         |
| 4            | Presentación de medias del peso final de los cuyes y significancia estadística dada por la prueba de Duncan.          | 35         |
| 5            | Presentación de medias de la ganancia de peso de los cuyes y significancia estadística dada por la prueba de Duncan.  | 36         |
| 6            | Presentación de medias del consumo de alimento de los cuyes y significancia estadística dada por la prueba de Duncan. | 37         |
| 7            | Presentación de medias del pH de las heces de los cuyes y significancia estadística dada por la prueba de Duncan.     | 38         |
| 8            | Presentación de recuento de coliformes, cuando se usa ácido butírico protegido en los cuyes.                          | 39         |

## INDICE DE GRAFICOS

| GRAFICO   | PAG. |
|---|------|
| 1. Sistema digestivo del cuy.a.higado,b.estómago,c.yeyuno,d.ileon,<br>e.base del ciego,g.tenia ventral,h.vertice del ciego,i.colon ascendente,<br>j.colon transverso.   | 21   |
| 2. Micrografía electrónica de transmisión del epitelio cecal.Nota en la<br>Superficie apical numerosas bacterias (flechas).las mitocondrias son<br>Abundantes en el citoplasma supranuclear,X 1.980   | 22   |
| 3. Micrografia electrónica de barrido de gran aumento de un área de una<br>abertura circular de la cripta.la superficie esta cubierta por bacterias<br>(estructuras ligeras en forma de varrillas).   | 23   |
| 4. Micrografia electrónica de transmisión de la porción apical del epitelio<br>Cecal que muestra la estrecha relación delas bacterias con la superficie<br>De la mucosa.algunas bacterias se encuentran entre microvellosidades<br>(flechas);a la izquierda (punta de flecha) la superficie apical esta ligera<br>Mente sangrada por la bacteria.x10800 | 23   |
| 5. Barras de error simple de pesos iniciales por tratamiento de los<br>Grupos experimentales  | 34   |
| 6. Barras de error simple de medias de peso final y peso carcasa de<br>Los cuyes por tratamiento de los grupos experimentales   | 35   |
| 7. Presentacion de medias de la ganancia de peso de los cuyes y signi<br>ficancia estadística dad por la prueba de duncan   | 36   |
| 8. Barras de error media de consumo de alimento en base a materia<br>seca (MS) por tratamiento de los grupos experimentales   | 37   |
| 9. Barras de error media de conversión de los cuyes al usar acido<br>Butírico protegido por tratamiento de los grupos experimentales  | 38   |
| 10. Presentacion de medias del ph de las heces de los cuyes y signi<br>ficancia estadística dada por la prueba de duncan  | 38   |

## INDICE DE ANEXOS

| ANEXO  | PAG |
|--|-----|
| 1. fórmulas de cuyes para determinar el efecto del ácido<br>butírico En los cuyes en crecimiento.                              | 49  |
| 2. De las fotos para determinar el efecto del ácido butico en los<br>Cuyes en crecimiento.                                     | 50  |
| 3. Recuento de coliformes para determinar el predominio de<br>Microflora del tracto gastrointestinal.                          | 51  |
| 4. Resultados estadísticos. Descriptivo, prueba de homogeneidad de<br>varianza, prueba de normalidad, ANOVA y prueba post hoc. | 52  |
| 5. resultado de recuento de coliformes de las heces de cuyes   | 61  |

## RESUMEN

**INTRODUCCION:** El presente trabajo de investigación se realizó en la granja de cuyes, ubicado en el distrito de Chincha Alta, de la provincia de Chincha, departamento de ICA-Perú, cuyo dueño es el señor Richard Pachas Astorayme, con el objetivo de evaluar el ácido butírico protegido comparado con el ácido orgánico no protegido y un tratamiento control en dietas para cuyes en crecimiento con exclusión de forraje.

**METODOS:** En él se emplearon 60 cuyes todos machos, los animales seleccionados fueron de líneas mejoradas obtenidos de cruces con raza Perú, de  $14 \pm 3$  días de edad, a los cuales se le aplicó una metodología experimenta y análisis cualitativos y cuantitativos, recibieron alimentación a base concentrado y forraje. Se midieron las variables productivas: el peso inicial (PI). Peso final (PF), peso de carcasa (PC) e incremento de peso(IP), conversión alimenticia (IC), todo expresado en gr. Variables sanitarios de recuento de enterobacteria (RE) en el laboratorio mediante cultivo y pH de las heces con un pHmetro.

**RESULTADOS:** Las medias del peso inicial (PI), final (PF), ganancia de peso (GP) y peso carcasa (PC) de los cuyes cuando se usa ácido butírico protegidos, excepción del peso inicial, existió diferencias significativas a favor del ácido butírico protegido, PF (1013.75gr), GP (729.25gr) y PC (698.75); el grupo de ácido orgánico no protegido PF (973gr), GP (699.25gr) y PC (667.75) tuvo mejor media que el control, PF (903.25gr), GP (627.25gr) y PC (612.75), existiendo estadísticamente diferencia significativa  $p=0.000$ . Las medias del Consumo de Alimento (CA) y Conversión Alimenticia (IC) de los cuyes, el grupo ácido butírico protegido tuvo mejor resultado en el CA (2829gr) y IC (3.88), existiendo diferencia significativa con el control CA (2770 gr) y IC (4.42) y el grupo ácido orgánico no protegido el CA (2808) no tuvo diferencia con los otros dos tratamientos, pero el IC (4.02) si tuvo diferencia significativa con los otros tratamientos, las diferencias estadísticas tuvieron un nivel de  $p=0.046, P=0.000$ . En la presentación del pH de las heces y recuento de coliformes (RC), el grupo con ácido butírico protegido tuvo heces con (6.18pH), tuvo diferencia significativa ( $p=0.000$ ) cuando se compara

con ácido orgánico (6.79pH) y el control(7.13pH). En el recuento de coliformes el grupo ácido butírico protegido tuvo menor recuento de coliformes (<90.000UFC/ml), comparado con el grupo ácido butirico (>100.000UFC/ml) y control (>200.000UFC/ml) respectivamente. Concluyéndose que el uso de ácido butírico protegido mejora los parámetros productivos y sanitarios en los cuyes en etapa de crecimiento

**Palabras Claves:** Cuyes, Ácidos orgánicos, ácido butírico protegido, simbiosis, coprofagia.

## SUMMARY

**INTRODUCTION:** This research work was carried out in the guinea pig farm, located in the district of Chincha Alta, in the province of Chincha, department of ICA-Peru, whose owner is Mr. Richard Pachas Astorayme, with the aim of evaluating the Protected butyric acid compared to unprotected organic acid and a control treatment in diets for growing guinea pigs excluding forage.

**METHODS:** In it, 60 guinea pigs were used, all males, the selected animals were from improved lines obtained from crosses with the Peru breed,  $14 \pm 3$  days old, to which an experimental methodology and qualitative and quantitative analyzes were applied, they received food based on concentrate and forage. The productive variables were measured: the initial weight (PI). Final weight (PF), carcass weight (PC) and weight increase (IP), feed conversion (IC), all expressed in gr. Health variables for the enterobacteria (ER) count in the laboratory by culture and pH of the stool with a pH meter.

**RESULTS:** The averages of the initial weight (PI), final weight (PF), weight gain (GP) and carcass weight (PC) of the guinea pigs when protected butyric acid is used, except for the initial weight, there were significant differences in favor of the acid protected butyric, PF (1013.75gr), GP (729.25gr) and PC (698.75); the unprotected organic acid group PF (973gr), GP (699.25gr) and PC (667.75) had a better mean than the control, PF (903.25gr), GP (627.25gr) and PC (612.75), with a statistically significant difference  $p = 0.000$ . The means of Food Consumption (CA) and Food Conversion (IC) of guinea pigs, the protected butyric acid group had better results in the CA (2829gr) and IC (3.88), with a significant difference with the CA control (2770 gr) and IC (4.42) and the unprotected organic acid group, the CA (2808) had no difference with the other two treatments, but the IC (4.02) did have a significant difference with the other treatments, the statistical differences had a level of  $p = 0.046, P = 0.000$ . In the presentation of stool pH and coliform count (CR), the group with protected butyric acid had stools with (6.18pH), had a significant difference ( $p = 0.000$ ) when compared with organic acid (6.79pH) and the control (7.13pH). In the coliform count, the protected butyric acid group had a lower coliform count

(<90.000UFC/ml), compared to the organic acid group (>100.000UFC/ml) and control (>200.000UFC/ml) respectively. Concluding that the use of protected butyric acid improves the productive and sanitary parameters in guinea pigs in the growth stage.

**Key Words:** Guinea pigs, Organic acids, protected butyric acid, symbiosis, coprophagia.

## I. INTRODUCCIÓN

En el año 2006, se prohíbe el uso de precursores de crecimiento en la nutrición animal, a partir del 2012 se prohibió el uso de la salinomicina y monensina, utilizados actualmente como coccidiostatos (1), por ese motivo, especialistas en este tema están desarrollando nuevos productos, uno de ellos son los acidificantes, esto es añadir ácidos orgánicos, inorgánicos o la mezcla de ambos al alimento, también se usan en el agua de bebida para el control de bacterias (2) (3). El objetivo principal de los que se pretende es bajar el PH y de esta manera optimizar el desarrollo de la flora láctica (4).

La aplicación práctica en porcinos demuestra que: la acidificación facilita la digestión de proteínas reduciéndolas a péptidos antes de que pasen al intestino delgado, en donde esos péptidos serán finalmente reducidos a aminoácidos, produce proliferación de lactobacilos a expensas de la flora patógena intestinal (Enterobacterias), produce efecto de mejora del estado de la membrana de la mucosa intestinal. Esta triple acción genera una mejora de la capacidad digestiva no solo de los nutrientes energéticos como la grasa, sino también de otros componentes (4).

El ácido n-butírico producido por la fermentación microbiana de la fibra dietética en el intestino grueso puede aumentar la proliferación de células epiteliales y tener efectos estimulantes sobre las secreciones pancreáticas endocrinas y exocrinas en los cerdos; así como también la utilización de proteínas especialmente en los animales jóvenes y mejora los índices de producción. La mejora de la sanidad del aparato digestivo va a facilitar y mejorar la absorción de todos los nutrientes, favorece el desarrollo de lactobacilos endógenos y limita la entrada de *Escherichia coli*, mejorando los parámetros productivos y sanitarios (5).

Por lo que en el presente trabajo se determinara la eficacia de utilizar un solo ácido orgánico protegido o una mezcla de ácidos orgánicos para lograr una mejora en el sistema digestivo, en la sanidad de la producción de cuyes y el efecto descontaminantes en las heces.

## II REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes internacional

Suiryanrayna y Raman (2015) en India (5), manifiestan que el uso de ácidos orgánicos estuvo en progreso durante más de cuatro décadas. Los lechones destetados temprano están expuestos al con una ingesta reducida de alimento, poco o ningún aumento de peso. Este período de retraso posterior al destete se debe a una capacidad digestiva y de absorción limitada debido a la producción insuficiente de ácido clorhídrico. Se descubrió que la reducción del pH de la dieta mediante ácidos orgánicos débiles soluciona estos problemas. La principal actividad de los ácidos orgánicos se asocia con una reducción del pH gástrico que convierte el pepsinógeno inactivo en pepsina activa para una hidrólisis de proteínas eficaz. Los ácidos orgánicos son bacteriostáticos y bactericidas. Se ha informado que el ácido láctico reduce el pH gástrico y retrasa la multiplicación de una *E. coli* enterotoxigénica. Ácidos grasos de cadena corta como el acético, El ácido propiónico y n-butírico producido por la fermentación microbiana de la fibra dietética en el intestino grueso puede aumentar la proliferación de células epiteliales y tener efectos estimulantes sobre las secreciones pancreáticas endocrinas y exocrinas en los cerdos. Los ácidos orgánicos también mejoran la aparente digestibilidad total del tracto y mejoran el rendimiento del crecimiento. Se concluye que los ácidos orgánicos y sus sales aumentan la utilización de proteínas especialmente en lechones y mejora los índices de producción.

Rasschaert y colaboradores en Bélgica (2016) (6), en el presente estudio, se evaluaron la eficacia de tres de estos productos comerciales para la reducción de *Salmonella* en cerdos de engorde en una granja con una alta prevalencia de

Salmonella. Se realizaron los siguientes tratamientos alimenticios: (i) ácido butírico, (ii) una combinación de ácidos orgánicos de cadena corta y extractos naturales, (iii) una mezcla 1: 1 de dos productos comerciales que consisten en ácidos grasos de cadena media, ácido láctico y aceite de orégano y (iv) un alimento de control. En la granja, se evaluó el estado de Salmonella de los cerdos de engorde tomando muestras de heces dos veces durante el período de engorde. En el matadero se recolectaron muestras del contenido cecal y de los ganglios linfáticos ileocecales. Solo la mezcla de piensos basada en ácidos grasos de cadena media pudo reducir significativamente la prevalencia de Salmonella tanto en la granja como en el matadero. Con este suplemento combinado, la reducción de Salmonella en las heces en la edad del sacrificio, en el contenido cecal en el momento del sacrificio y los ganglios linfáticos fue del 50, 36 y 67%, respectivamente, en comparación con los animales de control. Este hallazgo prometedor requiere una mayor investigación, incluida la rentabilidad de este producto alimenticio combinado y su efecto en los animales.

Jaramillo C. en Colombia (2009) (7), realizó un estudio con el objetivo de evaluar el efecto de dos ácidos orgánicos, cítrico y fumárico, comparado con Bacitracina de Zn en el desempeño de pollos de engorde. Se utilizaron 240 pollos machos Ross durante un periodo de 42 días, distribuidos en un diseño completamente al azar. Los tratamientos fueron Bacitracina de Zn (0,05%), ácido cítrico (1,5%) y ácido fumárico (1,5%). Se estudió la ganancia de peso vivo, el consumo de alimento, la conversión alimenticia, la mortalidad, el rendimiento en canal y los costos de producción. Los pollos alimentados con ácidos orgánicos consumieron menos alimento ( $P < 0,05$ ) que los del tratamiento con Bacitracina de Zn. Las ganancias de peso de los pollos fueron diferentes ( $P < 0,05$ ) entre tratamientos: 44,3 vs 44,0 vs 41,9 g/día/animal para el ácido cítrico, Bacitracina de Zn y ácido

fumárico, respectivamente. La conversión alimenticia de los pollos alimentados con la dieta de ácido fumárico fue estadísticamente ( $P < 0,05$ ) superior a lo encontrado con Bacitracina de Zn y ácido cítrico (1,91 vs 1,97 vs 2,04 kg/kg, respectivamente). La mortalidad y el rendimiento en canal no fueron afectados ( $P > 0,05$ ) por los tratamientos empleados. Los mejores resultados financieros fueron encontrados en la dieta con Bacitracina. El ácido fumárico (1,5%) puede reemplazar a la Bacitracina de Zn (0,05%) sin afectarse la conversión alimenticia; en contraste, la dieta que incluía el ácido cítrico (1,5%) mostró los menores rendimientos.

Vázquez y colaboradores en México (2015) (8), realizaron un estudio en 5 granjas comerciales del sureste y occidente mexicano con pollos de engorda, Ross (338,300) y Cobb (253,056), con el objetivo de evaluar el efecto del Butirato Sódico parcialmente protegido (BSPP: Gustor BP70®), sobre los parámetros productivos: mortalidad (M), peso vivo final (PF), ganancia diaria promedio (GDP), índice de conversión (IC), e índice de productividad (IP). Los pollos fueron alimentados con dietas a base de maíz, sorgo, pasta de soya, pulido de arroz, aceite, premezcla vitamínico-mineral, además se incluyeron fitasas y coccidiostatos, también se adicionaron antibióticos (Nicarbazina, Salinomicina, o Bacitracina de Zinc), a las dosis recomendadas por las casas comerciales que proveen estos productos. Los tratamientos fueron: T1=dieta con BSPP 1 kg/t, T2=dieta estándar. La administración fue de 0 a 21 d y los parámetros se registraron hasta la salida a mercado. Los datos agrupados de las 5 granjas indicaron que el T1 mejoró ( $P < 0,05$ ) en T1 vs T2. Por otro lado, el IP fue mejorado de manera significativa ( $P < 0,05$ ) en pollos del T1. 301 vs T2, 268. De los datos obtenidos se concluye que la suplementación con BSPP mejora los parámetros productivos (PF,GDP,IC,IP) de pollos de engorda en condiciones comerciales.

### 2.1.2. Antecedente nacional.

Sánchez-Silva et al., <sup>(9)</sup>, Perú, realizaron un estudio con el objetivo de evaluar el efecto de agregar en la dieta ácidos orgánicos en los parámetros productivos del cuy (*Cavia porcellus*). Usaron Ochenta cuyes todos machos que se distribuyeron al azar y se colocaron en 20 unidades experimentales, el diseño estaba formado por cinco tratamientos donde se usó antibiótico como promotor de crecimiento, ácidos orgánicos. La dieta base estuvo compuesta por forraje más concentrado. Se proporcionó alimento balanceado más forraje Se evaluó la ganancia de peso vivo, el consumo de materia seca y el índice de conversión alimenticia (ICA). Si la ganancia diaria de peso fue significativos al análisis estadístico

González S y colaboradores en Perú (2013) (10), Evaluaron el efecto de la suplementación de una mezcla de ácidos orgánicos y sus sales sobre los parámetros productivos en pollos de engorde. Se utilizaron 333 pollos machos de un día de edad de la línea Cobb-Vantress 500, divididos en tres tratamientos con tres repeticiones por tratamiento: T1, dieta con antibiótico Zinc Bacitracina; T2, dieta con ácidos orgánicos, y T3, tratamiento control, dieta sin promotor de crecimiento. A los 42 días de edad, la conversión alimenticia de T2 fue 5.2% menor que T3 ( $p < 0.05$ ); sin embargo, no se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos por efecto del peso corporal, ganancia de peso, consumo de alimento, porcentaje de mortalidad e índice de eficiencia productiva. Los resultados permiten concluir que los ácidos orgánicos pueden reemplazar eficientemente a los promotores de crecimiento tipo antibióticos en la alimentación de las aves.

## **2.2. MARCO TEORICO**

### **2.2.1 Cuy (*Cavia porcellus*)**

#### **2.2.1.1. Generalidades del cuy, (*Cavia porcellus*).**

La población de cuyes (*Cavia porcellus*) en Latinoamérica según estudio, se ha determinado que Perú es el primer productor de esta especie, en el Perú existen 22 millones de cuyes, que habitan mayormente en la región alto andina y en zonas pobres del país (11); así mismo se le considera el primer consumidor de carne de esta especie, debido a que tiene un costo bajo cuando se cría en forma casera o en escala pequeña, La carne de cuy constituye una carne saludable por ser: magra, alto contenido de proteína (20.3%), bajo contenido en colesterol y sodio (12).

#### **2.2.1.2. Alimentación del cuy**

El cuy, es un herbívoro con un solo estómago, tiene dos tipos de digestión: la enzimática, a nivel del estómago e intestino delgado, y la más importante pero menos considerada, la microbiota, a nivel del ciego y su actividad depende de la composición de la ración alimenticia (13). Existen tres tipos de alimentación: con forraje, con forraje más balanceados, y con balanceados más agua y vitamina C. Estos tipos de alimentación se aplican en forma individual o alternada, de acuerdo con la disposición del alimento existente en el sistema de producción (familiar, familiar-comercial o comercial) y su costo durante el año (14).

##### **Alimentación con forraje**

El cuy, es una especie herbívora por excelencia, su alimentación es sobre todo a base de forraje verde y ante el suministro de diferentes tipos de alimento, muestra siempre su preferencia por el forraje (11). Una alimentación sobre la base de forraje no se logra el mayor rendimiento de los animales, pues cubre la parte voluminosa y no llega a cubrir los requerimientos nutritivos. Mayormente se usa alfalfa, así como como rye grass italiano, trébol rojo, avena y cebada (15). Sin embargo, bajo este tipo de alimentación

tradicional, la energía es un componente dietético crítico pues, aunque el cuy puede consumir hasta el 40% de su peso vivo en forraje fresco, la capacidad del tracto gastrointestinal es limitada, siendo el volumen de forraje consumido insuficiente para cubrir sus requerimientos (16) ; (17), por lo que es necesario incrementar concentrado en la ración, por ser esta dieta rica en energía.

Las leguminosas, desde el punto de vista nutricional y económico, es una buena alternativa para la alimentación del cuy ya que le proporciona proteína, pero hay que recordar que a diferencia del concentrado este es más voluminoso y por lo que si lo alimentamos exclusivamente de forraje no se cumplirá con todos los requerimientos que necesita para expresar todo su potencial genético. De igual manera se puede indicar con las características de las gramíneas (18).

#### **Alimentación mixta**

Se denomina alimentación mixta al suministro de forraje más concentrado. La producción de cuyes está basada principalmente de forrajes y debe tener menos concentrados. El cuy al consumir el forraje asegura fibra para su flora cecal y una buena ingestión de vitamina C, mientras el alimento concentrado le proporciona energía proteína, minerales, y vitaminas (12).

#### **Alimentación a base de alimento balanceado**

El utilizar un alimento balanceado como ración única se tiene que hacer de tal manera que cumpla con los requerimientos que el cuy necesita para su buen desarrollo (19). Si se logra una buena dieta el consumo del animal se mejorará y puede tener consumos de 40 a 60 gr animal/día, esto dependiendo de la calidad de la ración. Unos de los nutrientes más importantes es la fibra que debe estar en los niveles adecuados, porcentaje mínimo de fibra debe ser 9 % y el máximo 18%. Es de suma importancia la adición en la ración de la vitamina c. la alimentación a base de alimento balanceado tiene resultados que alimento a base de forraje (20).

### 2.2.1.3. Necesidades nutritivas del cuy

La alimentación de cuyes requiere de proteínas, energía, fibra, minerales vitaminas y agua, en niveles que comprenden del estado fisiológico, la edad y el medio donde se crían.

En el Cuadro N.1 se expresa las necesidades nutricionales del cuy (11),

**Tabla 1 Requerimientos de nutrientes para cuyes en crecimiento**

| <b>NUTRIENTE</b>          | <b>Unidad</b> | <b>CANTIDAD</b> |
|---------------------------|---------------|-----------------|
| <b>PROTEINA</b>           | %             | 18              |
| <b>FIBRA CRUDA</b>        | %             | 15              |
| <b>AMINOACIDOS</b>        |               |                 |
| <b>Arginina</b>           | %             | 12              |
| <b>Fenilalanina</b>       | %             | 1.1             |
| <b>Histidina</b>          | %             | 0.4             |
| <b>Isoleucina</b>         | %             | 0.6             |
| <b>Leucina</b>            | %             | 1.1             |
| <b>Lisina</b>             | %             | 0.8             |
| <b>Metionina</b>          | %             | 0.6             |
| <b>Treonina</b>           | %             | 6               |
| <b>Triptófano</b>         | %             | 0.2             |
| <b>Valina</b>             | %             | 0.8             |
| <b>MINERALES</b>          |               |                 |
| <b>Calcio</b>             | %             | 0.8             |
| <b>Fósforo</b>            | %             | 0.4             |
| <b>Magnesio</b>           | %             | 0.1             |
| <b>Potasio</b>            | %             | 0.5             |
| <b>VITAMINAS</b>          |               |                 |
| <b>A</b>                  | %             | 6.6             |
| <b>D</b>                  | %             | 0               |
| <b>E</b>                  | %             | 26.7            |
| <b>K</b>                  | %             | 5               |
| <b>Ácido Ascórbico</b>    | %             | 200             |
| <b>Biotina</b>            | %             | 0.2             |
| <b>Colina</b>             | %             | 1800            |
| <b>Ácido Fólico</b>       | %             | 3.0-6.0         |
| <b>Niacina</b>            | %             | 10              |
| <b>Acido Pantoténico</b>  | %             | 20              |
| <b>Piridoxina (B6)</b>    | %             | 2.0-3.0         |
| <b>Riboflavina (B 12)</b> | %             | 3               |
| <b>Tiamina (B 1)</b>      | %             | 2               |

*Fuente: NRC (1995). (21)*

#### 2.2.1.4. Sistema digestivo del cuy

El tracto intestinal del cobayo está particularizado por la presencia de un ciego voluminoso teniado, que carece de un apéndice vermiforme. El estómago es relativamente pequeño y simple; el intestino grueso no posee tenias. Visto con el microscopio electrónico de barrido, la topografía de la superficie de la pared cecal muestra un patrón de montículos y grietas irregulares. Los primeros están formados por crestas elevadas, a menudo en perfiles circulares o en bucle. La observación microscópica de luz correlacionada reveló una irregularidad de la superficie de la mucosa que consta de protuberancias en la luz cecal, las configuraciones circulares y en bucle de la imagen del microscopio de barrido que representan la entrada en las criptas a nivel microscópico de luz. Llama la atención la estrecha asociación de bacterias con la superficie de la mucosa. (22)

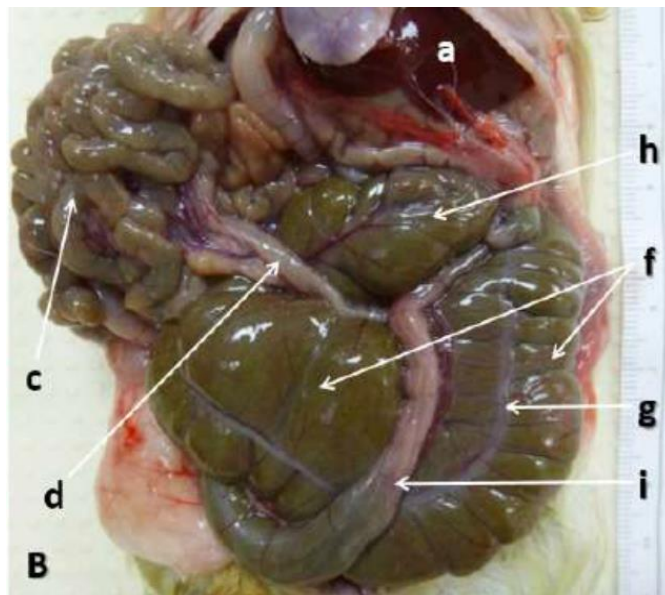


Grafico 1 Sistema digestivo del cuy. a. Hígado, b. Estómago, c. Yeyuno, d. Íleon, e. Base del ciego, f. Cuerpo del ciego, g. Tenia ventral, h. Vértice del ciego, i. Colon ascendente, j. Colon transverso. (23).

### 2.2.1.5. Flora cecal del cuy

La microflora dependerá de numerosos factores tales como el individuo, la edad, el entorno y la dieta. Una segunda forma de describir la micro flora es teniendo en cuenta la dominancia de los microorganismos. En esta clasificación, podemos diferenciar 3 grupos: Flora dominante (90 %; > 10<sup>7</sup> UFC/g) compuesta por especies anaerobias estrictas; Bifidobacterias, Lactobacilos y Enterobacterias. Flora subdominante (1 %; 10<sup>5</sup> a 10<sup>7</sup> UFC/g) que contiene E.coli, Enterococos y Estreptococos. Flora fluctuante (0,01 %; < 10<sup>5</sup> UFC/g) generalmente compuesta de bacterias anaerobias estrictas, potencialmente patógenas -Clostridium, Proteus(18)



Grafico 2 Micrografía electrónica de transmisión del epitelio cecal. Nota en la superficie apical numerosas bacterias (flechas). Las mitocondrias son abundantes en el citoplasma supranuclear, x 1.980. (24)

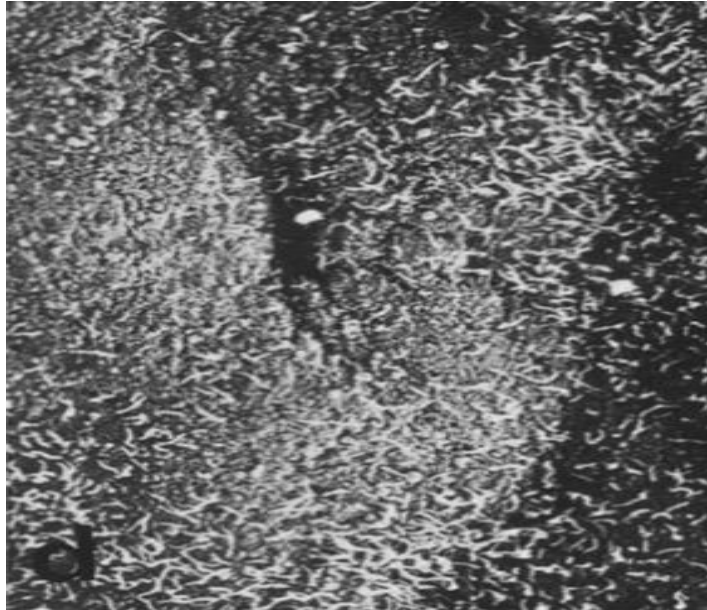


Grafico 3 Micrografía electrónica de barrido de gran aumento de un área de una apertura circular de la cripta. La superficie está cubierta por bacterias (estructuras ligeras en forma de varilla). (24)

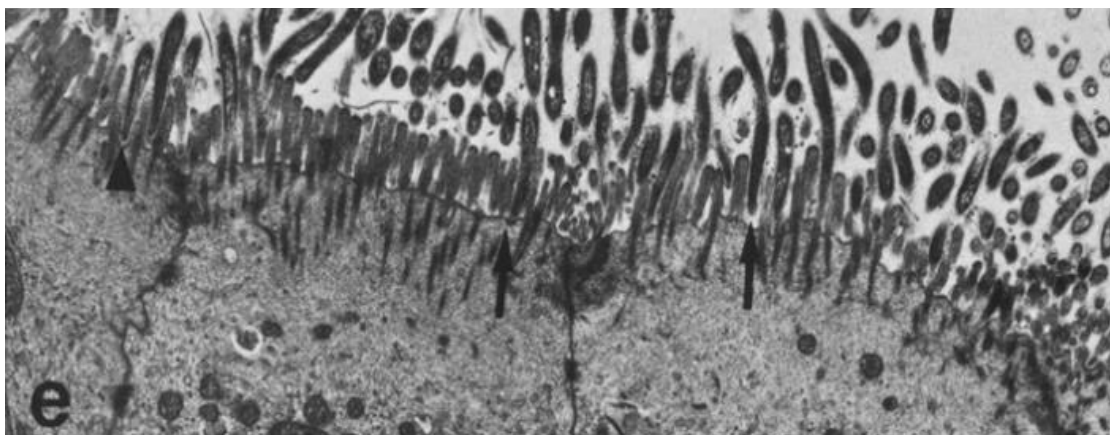


Grafico 4 Micrografía electrónica de transmisión de la porción apical del epitelio cecal que muestra la estrecha relación de las bacterias con la superficie de la mucosa. Algunas bacterias se encuentran entre microvellosidades (flechas); a la izquierda (punta de flecha) la superficie apical está ligeramente sangrada por la bacteria. x 10800 (24)

#### 2.2.1.6. Cecotrofia

La cecotrofia es la actividad a través de la cual se vuelve a ingerir contenido digestivo de la parte final del tracto digestivo (25). Es necesario distinguir entre cecotrofia y coprofagia. La coprofagia implica un proceso de reingestión de las heces duras; mientras

que, la cecotrofia es la ingestión de contenido cecal o también conocido como heces blandas. En conejos está muy bien establecida su capacidad para separar y consumir cecotrofos (heces blandas) directamente del ano en las primeras horas del día (26).

En cuyes, no está claro si llevan a cabo coprofagia o cecotrofia. Algunos autores al notar que macroscópicamente se distinguen muy poco las heces blandas de las heces duras, consideran que el animal realmente realiza coprofagia (27).

#### **2.2.1.7. Disbiosis y enfermedades diarreicas asociada al mal uso de concentrados y antibióticos**

La enfermedad diarreica es común y frecuentemente resulta de alteraciones en el equilibrio de la microflora intestinal, o disbiosis, que van desde cambios leves que causan heces blandas, hasta sobrecrecimiento bacteriano patógeno con enteritis más significativa, hasta enterotoxemia potencialmente mortal. La flora intestinal es sensible a cualquier tipo de cambio ambiental. Las causas frecuentes de disbiosis incluyen mala alimentación, hipomotilidad, estrés, toxinas, antibióticos y uso elevado de concentrados. Las dietas bajas en fibra y altas en carbohidratos son el principal factor de riesgo por varias razones: (1) formación de masas densas que inhiben la digestión y esterilización adecuadas por el jugo y las enzimas gástricas de pH bajo; (2) motilidad del intestino posterior reducida, retrasando la eliminación de bacterias luminales y subproductos de fermentación, causando un pH cecal alterado y un ambiente de fermentación que favorece el crecimiento de especies patógenas; *Escherichia coli* y *Clostridium* spp. (28) Las enfermedades sistémicas y el estrés, que también actúan para reducir la motilidad, pueden precipitar la disbiosis. El uso indiscriminado de antibióticos, en particular con agentes de espectro reducido que se dirigen selectivamente a las bacterias grampositivas beneficiosas (penicilinas, amoxicilina ± ácido clavulánico, cefalosporinas, ampicilina, clindamicina y lincomicina), crea condiciones óptimas para el crecimiento excesivo de especies patógenas. Es menos probable que el cloranfenicol, trimetoprim / sulfas y

fluoroquinolonas dañen la microflora, y hay un riesgo menor con la administración parenteral frente a la oral. (28)

### **Enfermedades infecciosas que afectan al tracto digestivo**

Enteritis bacteriana. Aunque los factores dietéticos (bajo contenido de fibra y exceso de carbohidratos) pueden causar heces blandas en todos los cuyes, la diarrea por enteritis bacteriana generalmente se observa en los destetes, las hembras preñadas y los adultos inmunodeprimidos o con estrés crónico.

*C. piliforme* (enfermedad de Tyzzer), transmitida por vía fecal-oral. Los animales infectados progresan rápidamente desde el inicio del letargo, la anorexia y la diarrea hasta la muerte aguda. El diagnóstico antemortem generalmente no es posible porque *C. piliforme* es una bacteria intracelular que no crece en cultivo. En la necropsia, las infecciones se caracterizan por inflamación intestinal y necrosis hepática irregular. El tratamiento no ha demostrado ser beneficioso y la prevención se logra mejor mediante un buen manejo y la reducción del estrés, especialmente durante el destete. (29).

Salmonelosis por *S. typhimurium* y *S. enteritidis*. causas menos frecuentes de enteritis bacteriana, pero son muy letales con una mortalidad superior al 50%. La transmisión es generalmente por alimentos o agua contaminados, aunque también ocurre transmisión fecal. Los animales infectados presentan anorexia, pérdida de peso, heces de color claro con o sin diarrea, debilidad, depresión y mal aseo. Las hembras gestantes infectadas tienen una alta incidencia de abortos. El examen físico con frecuencia revela hepatoesplenomegalia (con focos necróticos puntiformes en las vísceras en la necropsia) y conjuntivitis. La salmonela se puede cultivar a partir de las heces. Debido a que los animales infectados pueden convertirse en portadores asintomáticos de esta enfermedad zoonótica, no se recomienda el tratamiento. Las medidas preventivas incluyen la desinfección completa del medio ambiente y el almacenamiento y lavado adecuados de todas las frutas y verduras frescas que se ofrecen. (28).

Otras causas de enteritis bacteriana incluyen *Yersinia pseudotuberculosis* , *E. coli* , *C. perfringens* , *Pseudomonas aeruginosa* , *Citrobacter freundii* , *Listeria monocytogenes* y *Lawsonia intracellularis* . La pseudotuberculosis puede causar distintas presentaciones clínicas: una forma septicémica aguda, rápidamente fatal (28-48 h); una enfermedad diarreica crónica con emaciación y muerte en semanas; y una infección no mortal caracterizada por abscesos de los ganglios linfáticos de la cabeza y el cuello. Y pseudotuberculosis también puede causar la formación de abscesos en el íleon, el ciego, los ganglios linfáticos mesentéricos, el hígado y el epiplón. No se recomienda el tratamiento porque puede inducir un estado de portador asintomático y promover la transmisión zoonótica. (30)

*E. coli*. Es una infección de desarrollo rápido y excesivo es particularmente virulenta en los destetados y se caracteriza por anorexia, diarrea, depresión, emaciación y muerte. En la necropsia, se encuentran líquido amarillo y gas en los intestinos y, a menudo, hay necrosis hepática focal (31)

*L. intracellularis*. Se encuentra con mayor frecuencia en cerdos, pero también puede infectar a roedores, incluidos los cuyes. El organismo intracelular infecta las células del epitelio entérico, provocando una enteropatía proliferativa caracterizada por diarrea, emaciación y eventual muerte (32).

## **2.2.2 ÁCIDO BUTÍRICO**

### **2.2.2.1. Ácido butírico de cadena corto.**

El ácido butírico es un ácido graso de cadena corta que contiene seis átomos de carbono. Se encuentra de forma natural en el tracto digestivo y destaca su uso en patologías con afectación intestinal. Es el principal sustrato energético del colonocito y estimula la absorción de sodio y agua en el colon y presenta acción trófica en las células intestinales. Sus propiedades y el papel que desempeña en el tracto gastrointestinal, se han conocido

desde antiguo; sin embargo, estudios recientes han demostrado que presenta una gran importancia (33).

#### **2.2.2.2. Ácido butírico generalidades.**

**Composición y propiedades.** El ácido butírico es un líquido incoloro, hialino, soluble en agua, en alcohol y en otros disolventes orgánicos. Es una sustancia inflamable, arde con facilidad. Tiene fuerte olor (34).

**Producción del ácido butírico por la microbiota y su importancia en el sistema digestivo.** El ácido butírico, el cuál es producido por la microbiota del intestino y en el colón de los animales en el caso de los monos gástricos, y en el rumen se forma a partir de la fermentación de las fibras mayormente. Este es importante en la fisiología y metabolismo del rumen, intestino y sus mucosas (35). Además de servir como fuente de energía para los enterocitos y colonocitos, también está involucrado en la protección contra inflamaciones y úlceras del colon, por esta razón es importante el butirato para mantener la salud del colon en los animales (36).

#### **Otras funciones importantes del ácido butírico.**

Tiene efecto a nivel molecular, celular y tisular. Tiene un rol importante en el crecimiento celular (37).

Induce a la detección del crecimiento y apoptosis de células cancerosas, por su efecto sobre la actividad del HDAC (38).

Es fuente de energía de los enterocitos y permite una mayor proliferación, aumentando la longitud de las vellosidades intestinales incrementando el área de absorción, mejora el sistema inmune( (35).

Regula los niveles de las citoquinas IL-8 y IL-6 en el intestino durante la inflamación, interviniendo en la respuesta inmunitaria (39)

Puede mejorar la salud y el crecimiento de los animales e incremento los beneficios a los criadores y incrementa el consumo de alimento, reduce el pH del sistema digestivo; también inhibe el crecimiento de bacteria patógenas en el sistema digestivo. (36).

### **Suplementación Nutricional con Ácido Butírico.**

El ácido butírico que es un ácido graso de cadena corta, juega un papel importante en el metabolismo y homeostasis del aparato digestivo, especialmente en el colon. Este compuesto es producido por la fermentación microbiana de la fibra dietética, y en menor medida a través de algunos alimentos que contienen diferentes formas químicas de ácido butírico, aunque en cantidades muy pequeñas (40). Por su gran importancia, debido a sus efectos beneficiosos del ácido butírico sobre el desarrollo del epitelio intestinal, el equilibrio de la microbiota intestinal, la permeabilidad intestinal, y su marcado efecto antiinflamatorio, existen muchos trabajos sobre su efecto terapéuticos de la suplementación con este ácido graso de cadena corta en patologías gastrointestinales, como: por ejemplo: Enfermedad Inflamatoria Intestinal, estreñimiento, diarrea asociada a antibióticos (36).

### III. MATERIALES Y METODOS.

#### 3.1. Lugar y fecha de la ejecución.

El trabajo se realizó en la granja de cuyes, Ubicado en el Distrito de Chincha Alta, de la Provincia de Chincha, Departamento de Ica. Cuyo dueño es el Sr. Richard Pachas Astorayme. En el mes de julio del 2019 a enero del 2020

#### Ubicación Geográfica Del Experimento.

|                                     |              |
|-------------------------------------|--------------|
| Latitud.....                        | 14°08'47.36" |
| Longitud.....                       | 75°40'27.31" |
| Altitud.....                        | 424 msnm     |
| Temperatura mínima.....             | 14.25 °C     |
| Temperatura máxima.....             | 26.95 °C     |
| Humedad relativa min. Promedio..... | 68.75%       |
| Humedad relativa máx. Promedio..... | 93.25%       |

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI-LIMA (2015). Según anexo 1.

#### 3.2. Instalaciones utilizadas.

- Corrales de producción.
- Laboratorio
- Oficina.

#### 3.3. Materiales y Equipos.

- Bebederos.
- Jaulas.
- Equipo de cirugía.
- Balanza de precisión.
- Botas.
- Equipo de disección.
- Cámara fotográfica.

### **3.4. Tipo de investigación.**

- a. Método. Experimental
- b. Análisis. Tipo cuantitativo y cualitativo

### **3.5. Metodología de la investigación.**

#### **3.5.1. Población y muestra.**

La granja consto de 20 madres y 70 crías, correspondiendo una población de 70 crías destetadas.

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

|   |           |
|---|-----------|
| Riesgo Alfa:                                    | 0.05      |
| Tipo de contraste:                              | Bilateral |
| Riesgo Beta:                                    | 0.20      |
| Número de grupo:                                | 3.00      |
| Desviación estándar común:                      | 90.00     |
| Diferencia mínima a detectar entre grupos:      | 100.00    |
| Proporción prevista de pérdidas de seguimiento: | 0.100     |

Aceptando un riesgo alfa de 0,05 y un riesgo beta de 0,20 en un contraste bilateral, se precisan 19 cuyes en cada grupo (en el trabajo se redondeó a 20) para detectar una diferencia mínima de 100gr entre dos grupos, asumiendo que existen 3 grupos y una desviación estándar de 90gr.según Yamada A 2019 (41). Se ha estimado una tasa de pérdida de seguimiento.

#### **3.5.2. De la recepción**

Al destete se les pesó, se les identificó, se les dosificó contra parásitos externos e internos. Se les recibió con agua fresca y con electrolitos vía oral. Se les pondrá en jaulas, de acuerdo a los tratamientos y replicas.

### 3.5.3. Del alimento.

Los tres grupos recibieron ración única, las formulas se adjunta en el anexo 1, recibieron alimento de crecimiento-acabado isocalóricas e isoproteicas. Con la diferencia que cada grupo recibirán aditivos diferentes por tratamiento. El alimento control corresponde al standard y no recibirá ningún aditivo experimental, otro grupo de alimento se le adicionará ácido butírico no protegido 100gr/Tn y el último grupo con ácido butírico protegido 100gr/Tn. El alimento se pesará y se les proporcionará 3 veces al día, al día siguiente se registrará el alimento sobrante.

### 3.5.4. Peso inicial (PI), peso final, incremento de peso, conversión alimenticia, peso carcasa, pH de las heces y recuento de enterobacterias.

Se les peso en la balanza periódicamente para determinar el peso inicial (PI). Peso final (PF), peso de carcasa (PC) e incremento de peso (IP), conversión alimenticia (IC), todo expresado en gr. Parámetros sanitarios de recuento de enterobacteria (RE) en el laboratorio mediante cultivo y pH de la heces con un pHmetro.

### 3.5.5. Estado sanitario,

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

| Tratamientos                | Repeticiones |     |     |     | Totales         | Prom.          |
|-----------------------------|--------------|-----|-----|-----|-----------------|----------------|
|                             | 1            | 2   | 3   | 4   | Y <sub>ij</sub> | $\bar{Y}_{ij}$ |
| Control.                    | Y1           | Y2  | Y3  | Y4  |                 |                |
| Ácido butírico no protegido | Y5           | Y6  | Y7  | Y8  |                 |                |
| Ácido butírico protegido    | Y9           | Y10 | Y11 | Y12 |                 |                |

### 3.6. Tratamientos.

DCA en UNIFACTORIAL que contiene tres variables: 1era) “Tipo de dieta”, Control (1), ácido orgánico no protegido (2) y ácido butírico protegido (3; 2da) “repeticiones” con valores de 1 a 4; 3era) “Peso de los animales” y “Consumo de alimento, estos datos obtenidos para cada tratamiento.

### 3.7. Diseño experimental.

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

#### El Modelo Aditivo Lineal para un DCA

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

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

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

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

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

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

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

### 3.8. Variables en estudio:

#### 3.8.1 Variables Independientes

Control

Ácido butírico no protegido

Ácido butírico protegido

#### 3.8.2. Variables Dependientes Indicadores.

**Peso inicial:** Peso de inicio expresado en gr/kg de p.v.

**Incremento Peso:** I.P. = Peso final – Peso inicial

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Carcasa:</b>                | Expresada en porcentaje (gr)  |
| <b>Consumo de alimento:</b>    | Consumo total de alimento (kg)  |
| <b>Conversión alimenticia:</b> | $C.A. = \frac{\text{Consumo de alimento}}{\text{Incremento de peso}}$ |
| <b>Recuento coliformes:</b>    | UFC/ml  |
| <b>pH de la heces:</b>         | 0 – 14 con pHmetro  |

### 3.9. Análisis estadístico.

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

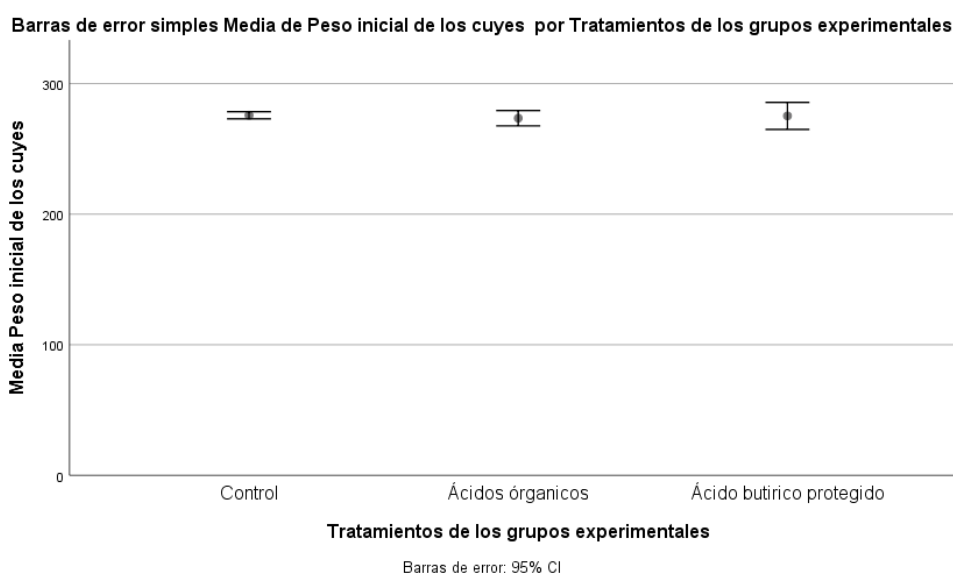
## IV. RESULTADOS

### 4.1. Presentación de medias del peso inicial, final, ganancia de peso y carcasa de los cuyes cuando se usa ácido butírico protegido.

| Tratamientos             | N  | Peso inicial de los cuyes en gr | Significancia estadística |
|--------------------------|----|---------------------------------|---------------------------|
| Control                  | 4  | 275.75                          | a                         |
| Ácido butirico           | 4  | 273.50                          | a                         |
| Ácido butirico protegido | 4  | 275.25                          | a                         |
| Total                    | 12 |                                 |                           |

**Nota:** Letras iguales, indican promedios iguales, según prueba de Duncan al 5%

### Grafico 5 Barras de error simple de Pesos Iniciales por tratamiento de los grupos experimentales



Basados en la salida dada por la prueba de Duncan se puede afirmar que los tratamientos se clasifican en una sola categoría estadística: Categoría “a” para los 4 tratamientos. No existiendo diferencias estadística  $P=0.759$ , para peso inicial, por lo tanto, se acepta la  $H_0$  de igualdad entre los tratamientos. Ver grafico

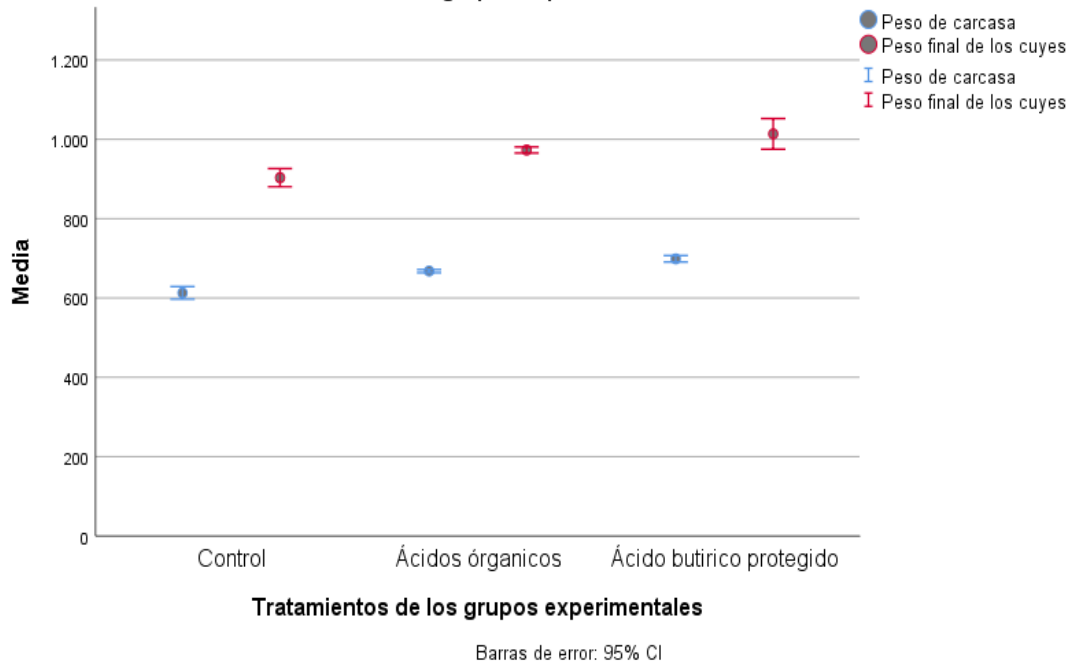
**Tabla 4 Presentación de medias del peso final de los cuyes y significancia estadística dada por la prueba de Duncan.**

| Tratamientos             | N  | Peso final de los cuyes en gr. | Peso de carcasa de los cuyes en gr. | Significancia estadística |
|--------------------------|----|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| Control                  | 4  | 903.25                         | 612.75                              | c                         |
| Ácido butírico           | 4  | 973.00                         | 667.75                              | b                         |
| Ácido butírico protegido | 4  | 1013.75                        | 698.75                              | a                         |
| Total                    | 12 |                                |                                     |                           |

**Nota: Letras diferentes, indican promedios diferentes, según prueba de Duncan al 5%**

**Grafico 6 Barras de error simples de medias de Peso Final y peso carcasa de los cuyes por tratamiento de los grupos experimentales**

Barras de error simples Media de Peso de carcasa, Media de Peso final de los cuyes por Tratamientos de los grupos experimentales...

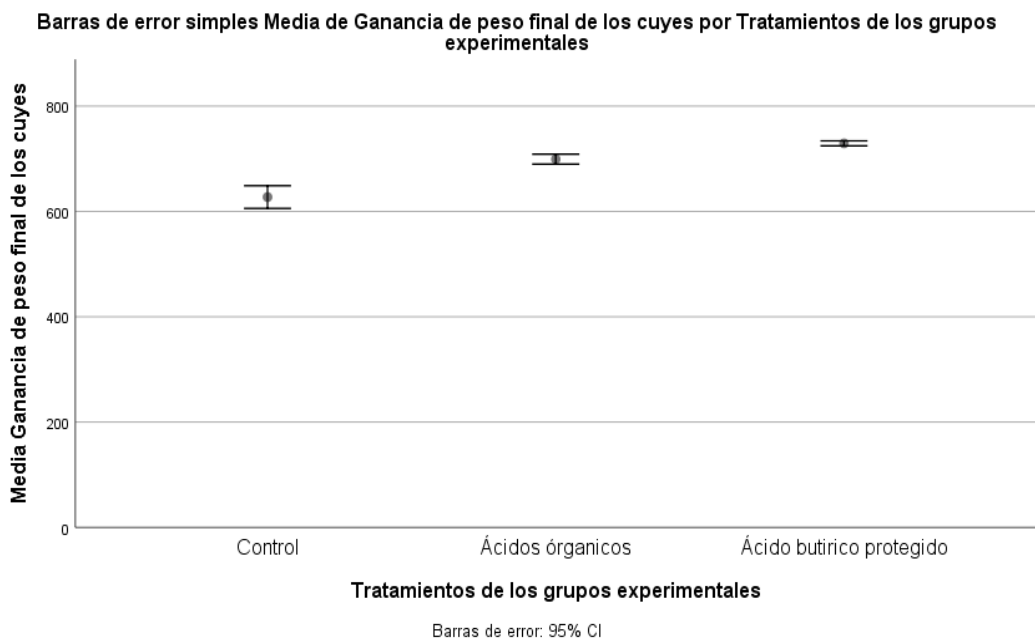


Basados en la salida dado por la prueba de Duncan, se puede afirmar que los tratamientos se clasifican en tres categorías estadísticas: Categoría “a”, determinado por el grupo ácido butírico protegido. La segunda categoría “b”, está formado por los ácidos orgánicos. La tercera categoría “c”, está formado por el grupo control, esto está ilustrado en el gráfico de “error bar”, demostrándose que la respuesta es significativa,  $P=0.000$ , para peso final y carcasa

| <b>Tabla 5 Presentación de medias de la ganancia de peso de los cuyes y significancia estadística dada por la prueba de Duncan.</b> |    |                                     |                           |
|---|----|-------------------------------------|---------------------------|
| Tratamientos  | N  | Ganancia de Peso de los cuyes en gr | Significancia estadística |
| Control   | 4  | 627.25                              | c                         |
| Ácidos orgánicos  | 4  | 699.25                              | b                         |
| Ácido butírico protegido  | 4  | 729.25                              | a                         |
| Total   | 12 | 685.25                              |                           |

**Nota: Letras diferentes, indican promedios diferentes, según prueba de Duncan al 5%**

**Grafico 7 Presentación de medias de la ganancia de peso de los cuyes y significancia estadística dada por la prueba de Duncan.**



Basados en la salida dado por la prueba de Duncan, se puede afirmar que los tratamientos se clasifican en tres categorías estadísticas: Categoría “a”, determinado por el grupo ácido butírico protegido. La segunda categoría “b”, está formado por los ácidos orgánicos. La tercera categoría “c”, está formado por el grupo control, esto está ilustrado en el gráfico de “error bar”, demostrándose que la respuesta es significativa,  $P=0.000$ , para ganancia de peso final, como se confirma con el gráfico.

**4.2. Presentación de medias del Consumo de Alimento y Conversión Alimenticia de los cuyes cuando se usa ácido butírico protegido.**

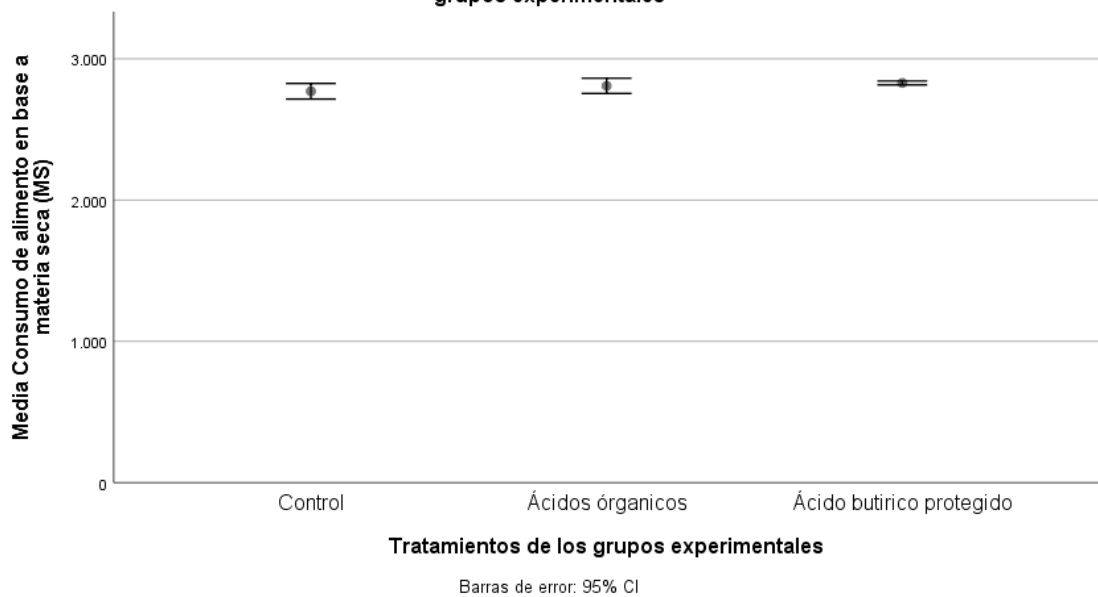
| <b>Tabla 6 Presentación de medias del consumo de alimento de los cuyes y significancia estadística dada por la prueba de Duncan.</b> |    |  |                        |
|--|----|--|------------------------|
| Tratamientos   | N  | Consumo de Alimento de los cuyes en gr | Conversión Alimenticia |
| Control  | 4  | 2770 <sup>b</sup>                      | 4.42 <sup>c</sup>      |
| Ácido butírico   | 4  | 2808 <sup>ab</sup>                     | 4.02 <sup>b</sup>      |
| Ácido butírico protegido   | 4  | 2829 <sup>a</sup>                      | 3.88 <sup>a</sup>      |
| Total  | 12 | 2802                                   |                        |

**Nota: Letras diferentes, indican promedios diferentes, según prueba de Duncan al 5%**

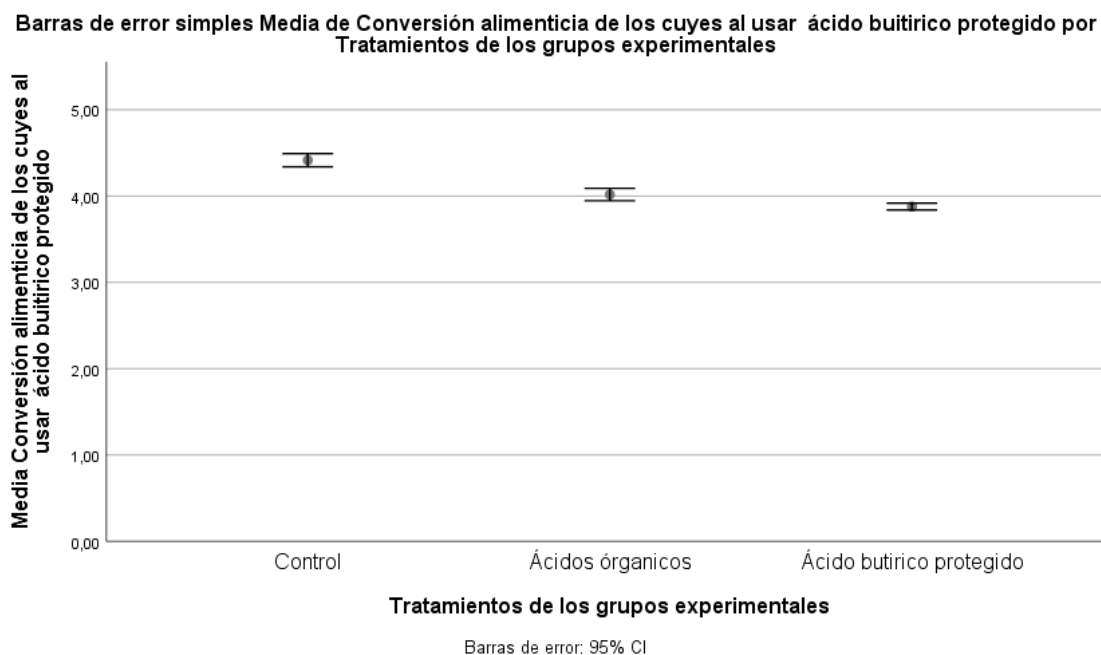
Basados en la salida dado por la prueba de Duncan, se puede afirmar que los tratamientos se clasifican en tres categorías estadísticas: Categoría “a”, determinado por el grupo ácido butírico protegido. La segunda categoría “ab”, está formado por los ácidos orgánicos que pertenece a “a” y “b”. La tercera categoría “c”, está formado por el grupo control, esto está ilustrado en el gráfico de “error bar”, demostrándose que la respuesta es significativa,  $P=0.046, P=0.000$  para el consumo de alimento y conversión de alimento, como se confirma con el grafico

**Grafico 8 Barras de error Media de Consumo de Alimento en base a materia seca (MS) por tratamientos de los grupos experimentales**

Barras de error simples Media de Consumo de alimento en base a materia seca (MS) por Tratamientos de los grupos experimentales



**Grafico 9 Barras de error Media de Conversión de los cuyes al usar ácido butírico protegido por Tratamientos de los grupos experimentales.**



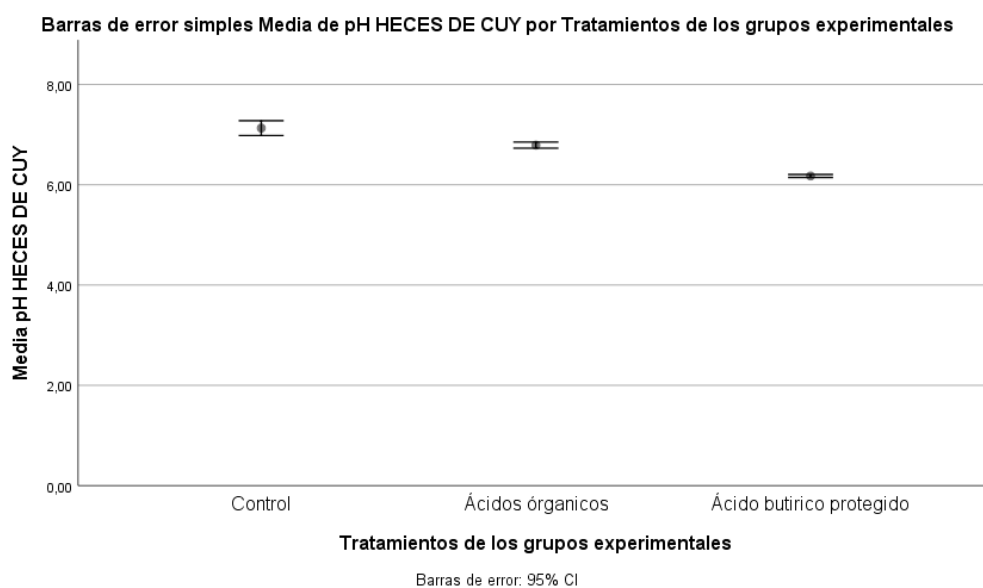
**4.3. Presentación del pH de las heces y recuento de coliformes, cuando se usa ácido butírico protegido en los cuyes.**

**Tabla 7 Presentación de medias del pH de las heces de los cuyes y significancia estadística dada por la prueba de Duncan.**

| Tratamientos             | N  | PH de las heces de los cuyes en gr | Significancia estadística |
|--------------------------|----|------------------------------------|---------------------------|
| Control                  | 4  | 7.13                               | c                         |
| Ácido butirico           | 4  | 6.79                               | b                         |
| Ácido butirico protegido | 4  | 6.18                               | a                         |
| Total                    | 12 | 6.70                               |                           |

**Nota: Letras diferentes, indican promedios diferentes, según prueba de Duncan al 5%**

**Grafico 10 Presentación de medias del pH de las heces de los cuyes y significancia estadística dada por la prueba de Duncan.**



Basados en la salida dado por la prueba de Duncan, se puede afirmar que los tratamientos se clasifican en tres categorías estadísticas: Categoría “a”, determinado por el grupo ácido butírico protegido. La segunda categoría “b”, está formado por los ácidos orgánicos. La tercera categoría “c”, está formado por el grupo control, esto está ilustrado en el gráfico de “error bar”, demostrándose que la respuesta es significativa,  $P=0.000$ , para pH de las heces a favor del ácido butírico protegido, como se confirma con el grafico 10

En la tabla 7 de la presentación de recuento de coliformes cuando se usa ácido butírico en los cuyes, se puede observar que para el control el recuento de coliformes fue de  $>200.000\text{ufc/ml}$  comparado con ácidos orgánicos no protegido  $>100.000\text{ufc/ml}$  y ácidos butíricos protegido  $<90.000\text{ufc/ml}$ . Se observa claramente que el tratamiento de ácidos butíricos protegidos es quien tiene menos recuento de bacterias coliformes, que son bacterias en este caso gran negativas (salmonellas y E. coli)

| <b>Tabla 8 Presentación de recuento de coliformes, cuando se usa ácido butírico protegido en los cuyes.</b> |                         |                                    |                                 |
|---|-------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| <b>Recuento de coliformes</b>   | <b>Control</b>          | <b>Ácido orgánico no protegido</b> | <b>Ácido butírico protegido</b> |
| <b>UFC/ ML</b>  | $>200.000\text{ufc/ml}$ | $>100.000\text{ufc/ml}$            | $<90.000\text{ufc/ml}$          |

## V. DISCUSION

Bajo el tipo de alimentación tradicional, la energía es un componente dietético crítico pues, aunque el cuy puede consumir hasta el 40% de su peso vivo en forraje fresco, la capacidad del tracto gastrointestinal es limitada, siendo el volumen de forraje consumido insuficiente para cubrir sus requerimientos según la FAO (16) y Gómez C (17), por lo que es necesario incrementar concentrado en la ración, por ser esta dieta rica en energía. Pero el concentrado por no tener fibras efectivas para alimentar a la flora cecal, que es de esta flora lo que realmente vive el cuy mediante la simbiosis y coprofagia como indica Sharkey MJ (27), produce que no desarrolle adecuadamente y desarrolla enterobacterias patógenas produciendo problemas en los cuyes lo menciona claramente Hawkins MG, Bishop C Resto (28), incluso Jonson DH (4) nos advierte el peligro de una enfermedad zoonótica ya que pueden ser portadores asintomáticos

Por esta razón cuando se midió los pesos finales, ganancia de peso y carcasa se observó diferencia significativa ( $p=0.000$ ) a favor del uso del ácido butírico protegido, estos resultados se deben a que con el uso de este tipo de ácido protegido llega a tener efecto a nivel de intestino grueso y ciego y esto ayuda a mantener la simbiosis entre la flora cecal y los cuyes, de tal manera la nutrición será la más adecuada; ya que el cuy por ser herbívoro depende su nutrición coprófaga de donde obtiene su proteína bacteriana y la fermentación cecal produce los ácidos grasos volátiles de donde obtiene su energía. Si observamos el consumo de alimento y la conversión alimenticia (tabla 5) los grupos ácidos orgánicos tuvieron mejor consumo de alimento comparado con el grupo control, pero en la conversión alimenticia el grupo ácido butírico protegido fue mejor; lo mismo se puede decir que el ácido butírico, a nivel del intestino delgado y colon favorece la salud intestinal ya que sirve de nutriente energético y favorece el desarrollo y crecimiento de los enterocitos y colócitos; además contribuye con el control de bacterias patógenas. Todo esto hace que se mantenga salud intestinal adecuada según Krokowicz L y col. (34), con una mejor absorción del nutriente y por tal razón la conversión alimenticia y la carcasa de los cuyes se ven beneficiadas. Todo esto coincide con Sánchez-Silva (9), cuando uso ácidos orgánicos en cuyes,

lo mismo se puede mencionar a Jaramillo C (7) cuando utilizo ácidos orgánicos en pollos mejorando todos los parámetros productivos

En el cuadro de la presentación de recuento de coliformes cuando se usa ácido butírico protegido en los cuyes, se puede observar que para el control el recuento de coliformes fue de  $>200.000\text{ufc/ml}$  comparado con ácidos orgánicos no protegido  $>100.000\text{ufc/ml}$  y ácidos butíricos protegido  $<90.000\text{ufc/ml}$ . Se observa claramente que el tratamiento de ácidos butíricos protegidos es quien tiene menos recuento de bacterias coliformes, que son bacterias en este caso gran negativas (salmonellas y E. coli) como indica Manrique Vergara D, Gonzáles-Sánchez M. (36) y Quintana E col., más aún si consideramos el Ph de las heces con ácido butírico protegido es mejor (6.18 Ph) este ph ácido limita el crecimiento de enterobacterias patogenas en favor de las bacterias benéficas, Estos resultados coinciden con el trabajo que realizó Rasschaert y colaboradores (6) en porcinos y encontró “resultados prometedores” al disminuir la carga de salmonellas en las heces y en la carcasa.

## VI. CONCLUSION

De acuerdo con los resultados obtenidos, se lograron obtener las siguientes conclusiones:

1. Las medias del peso inicial (PI), final (PF), ganancia de peso (GP) y peso carcasa (PC) de los cuyes cuando se usa ácido butírico protegidos, excepción del peso inicial, existió diferencias significativas a favor del ácido butírico protegido, PF (1013.75gr), GP (729.25gr) y PC (698.75); el grupo de ácido orgánico no protegido PF (973gr), GP (699.25gr) y PC (667.75) tuvo mejor media que el control, PF (903.25gr), GP (627.25gr) y PC (612.75), existiendo estadísticamente diferencia significativa  $p < 0.05$ .
2. Las medias del Consumo de Alimento (CA) y Conversión Alimenticia (IC) de los cuyes, el grupo ácido butírico protegido tuvo mejor resultado en el CA (2829gr) y IC (3.88), existiendo diferencia significativa con el control CA (2770 gr) y IC (4.42) y el grupo ácido orgánico no protegido el CA (2808) no tuvo diferencia con los otros dos tratamientos, pero el IC (4.02) si tuvo diferencia significativa con los otros tratamientos, las diferencias estadísticas tuvieron un nivel de  $p < 0.05$
3. En la presentación del pH de las heces y recuento de coliformes (RC), el grupo con ácido butírico protegido tuvo heces con (6.18pH), tuvo diferencia significativa ( $p = 0.000$ ) cuando se compara con ácido orgánico (6.79pH) y el control (7.13pH). En el recuento de coliformes el grupo ácido butírico protegido tuvo menor recuento de coliformes ( $< 90.000$ ufc/ml), comparado con el grupo ácido orgánico ( $> 100.000$ ufc/ml) y control ( $> 200.000$ ufc/ml) respectivamente.
4. Concluyéndose que el uso de ácido butírico protegido mejora los parámetros productivos y sanitarios en los cuyes en etapa de crecimiento

## VII. RECOMENDACIONES

- Evaluar el uso de ácido butírico protegido en otras concentraciones.
- Evaluar el uso de ácido butírico protegido en dietas para reproductoras (en la etapa de gestación y lactación).
- Tipificar el tipo de bacterias en las heces de los cuyes cuando se usa ácido butírico protegido.
- Evaluar la calidad organoléptica de la carcasa cuando se usa ácido butírico protegido

## VIII. Bibliografía

1. Cepero R. Retirada de los antibioticos Promotores de Crecimiento en la Unión Europea: Causas y efecto. XII Congreso Bienal Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Avícola (AMENA). 2006 Octubre 2005;: p. 46.
2. Kirchgeßner M, Steinhart H, Kreuzer M. Amino Acid Pattern in the Carcass and Some Organs of Broiler Chicks Fed Different Amounts of Tryptophan and Neutral Amino Acids (In German). Archives of Animal Nutrition. ;(38): p. 905-919.
3. Gabert GM, Sauer WC. Los efectos de complementar las dietas para lechones destetados con ácidos orgánicos. Una revisión. Revista de Ciencias Animales y de la Alimentación. 1994; 3(2): p. 73-87.
4. Jensen BB. The impact of feed additives on the microbial ecology of the gut in young pigs. J, Anim Feed Sci. ; 7: p. 131.
5. Suiryanrayna MV, Ramana JV. A review of the effects of dietary organic acids fed to swine. J Anim Sci Biotechnol. 2015 Octubre; 21(6): p. 45.
6. Rasschaert G, Michiels J, Tagliabue , Missotten J, De Smet S, Heyndrickx M. Effect of Organic Acids on Salmonella Shedding and Colonization in Pigs on a Farm with High Salmonella Prevalence. J Food Prot. 2016 Junio; 79(1): p. 51-8.
7. Jaramill AH. Ácidos orgánicos (cítrico y fumárico) como alternativa a los antibióticos promotores de crecimiento (Bacitracina de Zn) en dietas para pollos de engorde. Revista Colombiana de Ciencia Animal. 2009; 2.
8. Vasquez-Mendoza OV, Zarate-Domínguez J, Vasquez-Mendoza P. Eficacia del butirato sódico parcialmente protegido como mejorador de los parámetros productivos de pollos de engorda bajo condiciones comerciales den México. Memorias, 8a Reunión AVEM. Queretaro. México Marzo; 2015; p. 148.

9. Sánchez-Silva GM, Carcelén F, Ara M, Gonzáles R, Quevedo W, Jiménez R. Efecto de la suplementación de ácidos orgánicos sobre parámetros productivos del cuy (*Cavia porcellus*). Rev. investig. vet. Perú. 2014; 25(3): p. 381-389.
10. Gonzáles S, Icochea E, Reyna P, Guzmán G, Cazarla F, Lúcar J, et al. Effect of the supplementation of organic acids on productive parameters in broilers. Rev. investig. vet. Perú. 2013; 24(1): p. 32-37.
11. Chauca de Zaldivar L. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). [Online].; 1997 [cited 2021 Junio 26. Available from: <http://www.fao.org/3/W6562S/W6562S00.htm>.
12. Gil Santos V. Importancia del cuy y su competitividad en el mercado. [Online].; 2016 [cited 2021 Junio 26. Available from: [https://www.alpa.uy/PDF/Arch%2015%20Supl/s\\_cuyes.pdf](https://www.alpa.uy/PDF/Arch%2015%20Supl/s_cuyes.pdf).
13. Padilla F. Crinza de cuyes Lima-Perú: Empresa Editora Macro; 2006.
14. Chauca de Zaldívar , L. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. [Online].; 1997 [cited 2021 Junio 26. Available from: <http://www.fao.org/3/W6562s/W6562s00.htm>.
15. Agraria [INdI. Proyecto Sistemas de Producción de Cuyes. Lima. INIA. 1995;: p. 85.
16. FAO. Alimentación de cuyes y conejos. [Online].; 2000 [cited 2021 Junio 26. Available from: <http://www.fao.org/3/V5290S/v5290s45.htm>.
17. Gomez C, Vergara YV. Fundamentos de la nutrición y alimentación. Serie Guía Didáctica: Crianza de Cuyes. Lima. INIA-DGTT. 1995;(27-35).
18. Sotelo M, Contreras MC, Norabuena ME, Castañeda SR, van Heurck M, Bullón CL. Digestibility and digestible energy of five tropical forage tree legumes. Revista de la Sociedad Química del Perú. 2016; 82(3): p. 306-314.

19. Quintana E, Caecelén F, San martín F, Ara M. Efecto de dietas de alfalfa verde, harina de cebada y bloque mineral sobre la eficiencia productiva de cuyes. *Rev Inv Vet Perú*. 2013; 24: p. 425-432.
20. Moreno A. El Cuy. In. Lima: Univ. Nacional Agraria La Molina; 1989. p. 128.
21. (NAS) NRC(NAoS. Nutrient Requirements of Laboratory Animals, Fourth. [Online].; 1995 [cited 2020 Junio 28. Available from: <http://www.nap.edu/openbook/0309051266/html/104.html>.
22. RL E. Anatomía del ciego de cobaya. *Anat Embryol*. 1982 Junio;(97): p. 97-111.
23. Jara M, Valencia R, Chauca L, Torres L. Contribución al estudio anatómico e histológico del ciego del cuy (*Cavia porcellus*) raza Perú. *Salud Y Tecnología Veterinaria*. 2019; 6(2): p. 100.
24. Pardo-Pedraza AC. Ciencia Unisalle. [Online].; 2016 [cited 2019 Febrero 11. Available from: [https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina\\_veterinaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina_veterinaria).
25. Franz R, Kreuzer M, Hummel J, Hatt JM, Claus M. Intake, selection, digesta retention, digestion and gut fill of two coprophageous species, rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) and guinea pigs (*Cavia porcellus*), on a hay-only diet. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2011; 95(5): p. 564-570.
26. De Blas C, Wiseman J. Nutrition of the Rabbit 1era , editor.: CABI; 2010.
27. Sharkey MJ. Some aspects of coprophagy in rabbits and guinea pigs fed fresh lucerne. *Mammalia*. 1971; 35(1): p. 162–168.
28. Hawkins MG, Bishop CR. Problemas de enfermedad de los conejillos de indias. 3rd ed. Quesenberry KE CJ, editor. St Louis (MO): Saunders Elsevier; 2012.
29. Ward ML. trastornos del sistema digestivo. In. Gloucester (Reino Unido): Manual BSAV de roedores y hurones. Asociación Británica de Veterinarios de Pequeños Animales; 2009. p. 123-141.

30. Jonson DH. El tracto gastrointestinal del conejillo de indias: salud y enfermedad. In Simposio de la Junta Estadounidense de Médicos Veterinarios (ABVP); 2012; San Antonio (TX): ABVP.
31. Pery DH, Barthold SW. Conejillo de indias. In Pery DH, Barthold SW, editors. Patología de roedores y conejos de laboratorio.
32. Theus M, Bitterli F, Foldenauer U. Actualizaciones y terapias avanzadas para la estasis gastrointestinal en conejos. *Clínica Veterinaria North Am Exot Anim Pract.* 2010; 3(3): p. 525–541.
33. Salgado Calvo CM, Pachón J, Sánchez MA, San Miguel A, Rodríguez E, Cabreo P, et al. Papel del ácido butírico en la alimentación y la salud intestinal. *Gac Med Bilbao.* 2019; 116(3): p. 110-115.
34. Krokowicz L, Stojcev Z, Kaczmarek BF, Kociemba W, Kaczmarek E, Walkowiak J. Microencapsulated sodium butyrate administered to patients with didiverticulosis, A prospective randomized study. *Int J Colorectal Dis.* 2014; 29: p. 387-93.
35. Manrique-Vergara D, Sánchez-Gonzalez ME. Ácido butírico: innovación en formulación de liberación entérica. *Farm Hispalense.* 2017; 9: p. 11-5.
36. ManriqueVergara D, Gonzáles-Sánchez M. Ácidos grasos de cadena corta (ácido butírico) y patologías intestinales. *Nutr. Hosp.* 2017; 34(4): p. 58-61.
37. Vallejos D, Carcelén F, Jiménez R, Perales R, Santillán G, Ara M, et al. 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. investig. vet. Perú.* 2015 stiembre; 26(3).
38. Catuogno MS, Montenegro MA, Ramírez GV, Sánchez-Negrette M. Efectos del ácido butírico sobre la carcinogénesis experimental de colon inducida por 1,2-dimetilhidrazina en ratas. *Rev. vet.* 2013; 24(1): p. 32-38.

39. Caballero-Gutiérrez L, Gonzáles GF. Foods with anti-inflammatory effect. *Acta Med Peru.* 2016; 33(1): p. 50-64.
40. Valenzuela A, Maiz A. Rol de la fibra dietética en la nutrición enteral. *Rev. chil. nutr.* 2006 Noviembre; 33(2): p. 342-351.
41. Yamada AG, Bazán RV, Fuentes NN. Comparación de parámetros productivos de dos líneas cárnicas de cuyes en la costa central del Perú. *Rev. investig. vet. Perú.* 2019 Enero; 30(1): p. 240-246.
42. Lawson GH, Gebhart CJ. Enteropatía proliferativa. *J Comp Pathol.* 2000 Febrero-abril; 122(2-3): p. 77-100.
43. Rosenthal KL, Harris J, Rankin S. Análisis molecular de la microbiota gastrointestinal de *Oryctolagus cuniculus*. In *Actas de la Conferencia Anual de la Asociación de Veterinarios Aviarios (AAV) / Asociación de Veterinarios de Mamíferos Exóticos (AEMV)*; 2011; Seattle (WA): AAV / AEMV. p. 153.

## APENDICE (ANEXO)

### Anexo 1 Formulas de cuyes para determinar el efecto del ácido butírico en los cuyes en crecimiento

#### Con ácido orgánico no protegido

| Insumos                     | Porcentaje |
|-----------------------------|------------|
| Maíz                        | 37,52      |
| Heno de alfalfa             | 25,12      |
| Afrecho                     | 14,74      |
| Torta de soya               | 12,39      |
| Harina Integral de soya     | 6,00       |
| Harina de pescado primer    | 2,00       |
| Carbonato de Calcio         | 0,75       |
| Fosfato monodicalcico       | 0,34       |
| Sal Común                   | 0,40       |
| Secuestrante                | 0,24       |
| Premezcla                   | 0,18       |
| Cloruro colina              | 0,15       |
| Bicarbonato de sodio        | 0,10       |
| Vitamina C                  | 0,05       |
| Ácido orgánico no protegido | 0,01       |
| L-Lisina                    | 0,02       |
| DL-Metionina                | 0,01       |
| Total                       | 100        |

#### Control

| Insumos                  | Porcentaje |
|--------------------------|------------|
| Maíz                     | 37,52      |
| Heno de alfalfa          | 25,17      |
| Afrecho                  | 14,74      |
| Torta de soya            | 12,39      |
| Harina Integral de soya  | 6,00       |
| Harina de pescado primer | 2,00       |
| Carbonato de Calcio      | 0,75       |
| Fosfato monodicalcico    | 0,34       |
| Sal Común                | 0,40       |
| Secuestrante             | 0,20       |
| Premezcla                | 0,18       |
| Cloruro colina           | 0,15       |
| Bicarbonato de sodio     | 0,10       |
| Vitamina C               | 0,05       |
| L-Lisina                 | 0,02       |
| DL-Metionina             | 0,01       |
| Total                    | 100        |

#### Con Aditivo no nutricional

| Insumos                  | Porcentaje |
|--------------------------|------------|
| Maíz                     | 37,52      |
| Heno de alfalfa          | 25,12      |
| Afrecho                  | 14,74      |
| Torta de soya            | 12,39      |
| Harina Integral de soya  | 6,00       |
| Harina de pescado primer | 2,00       |
| Carbonato de Calcio      | 0,75       |
| Fosfato monodicalcico    | 0,34       |
| Sal Común                | 0,40       |
| Secuestrante             | 0,24       |
| Premezcla                | 0,18       |
| Cloruro colina           | 0,15       |
| Bicarbonato de sodio     | 0,10       |
| Vitamina C               | 0,05       |
| Ácido butírico protegido | 0,01       |
| L-Lisina                 | 0,02       |
| DL-Metionina             | 0,01       |
| Total                    | 100        |

**Anexo 2 de las fotos para determinar el efecto del ácido butírico en los cuyes en crecimiento.**

**Foto 1 jaulas para los tratamientos**



**Foto 2 jaulas con cuyes en los tratamientos**



**Foto 3 manejo de los cuyes de los tratamientos**



Foto 3 ácido butírico y ácido butírico protegido para los cuyes de los tratamientos



Anexo 3 recuento de coliformes para determinar el predominio de microflora del tracto gastrointestinal.

| Microflora del tracto gastrointestinal |                          |                               |   |
|--|--------------------------|-------------------------------|---|
| Grado de Importancia                   | Característica Condición | Niveles                       | Géneros   |
| Deseable                               | Principal o Simbiótica   | >90 %<br>$10^8/10^{13}$ UFC/g | <i>Bacteroides</i><br><i>Eubacterium</i><br><i>Propionibacterium</i><br><i>Lactobacillus</i><br><i>Bifidobacterium</i>    |
| Intermedia                             | Acompañante              | <1 %<br>$10^6/10^8$ UFC/g     | <i>Escherichia coli</i><br><i>Streptococcus</i><br><i>Enterococcus</i>  |
| No deseable                            | Remanente o Patógena     | <0,01 %<br>$<10^1$ UFC/g      | <i>Clostridium</i><br><i>Pseudomonas</i><br><i>E. Coli</i><br><i>Proteus</i><br><i>Campylobacter</i><br><i>Salmonella</i> |

**Anexo 4 resultados estadísticos. Descriptivo, prueba homogeneidad de varianza, prueba de normalidad, ANOVA y prueba post hoc.**

**Descriptivos**

Peso inicial de los cuyes

|                             | N  | Media  | Desv.<br>Desviación | Desv.<br>Error | 95% del intervalo de<br>confianza para la<br>media |                    | Mínim<br>o | Máxim<br>o |
|-----------------------------|----|--------|---------------------|----------------|--|--------------------|------------|------------|
|                             |    |        |                     |                | Límite<br>inferior                                 | Límite<br>superior |            |            |
| Control                     | 4  | 275,75 | 1,708               | ,854           | 273,03   | 278,47             | 274        | 278        |
| Ácido butírico              | 4  | 273,50 | 3,697               | 1,848          | 267,62   | 279,38             | 269        | 278        |
| Ácido butírico<br>protegido | 4  | 275,25 | 6,500               | 3,250          | 264,91   | 285,59             | 269        | 284        |
| Total                       | 12 | 274,83 | 4,130               | 1,192          | 272,21   | 277,46             | 269        | 284        |

|                              |  | Estadístico de<br>Levene | gl1 | gl2   | Sig. |
|------------------------------|--|--------------------------|-----|-------|------|
| Peso inicial de los<br>cuyes | Se basa en la media                        | 2,059                    | 2   | 9     | ,184 |
|                              | Se basa en la mediana                      | 1,841                    | 2   | 9     | ,214 |
|                              | Se basa en la mediana y<br>con gl ajustado | 1,841                    | 2   | 5,426 | ,245 |
|                              | Se basa en la media<br>recortada           | 2,056                    | 2   | 9     | ,184 |

### Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

|                                    |                  | Peso inicial de los<br>cuyes |
|------------------------------------|------------------|------------------------------|
| N                                  |                  | 12                           |
| Parámetros normales <sup>a,b</sup> | Media            | 274,83                       |
|                                    | Desv. Desviación | 4,130                        |
| Máximas diferencias extremas       | Absoluto         | ,139                         |
|                                    | Positivo         | ,139                         |
|                                    | Negativo         | -,087                        |
| Estadístico de prueba              |                  | ,139                         |
| Sig. asintótica(bilateral)         |                  | ,200 <sup>c,d</sup>          |

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

### ANOVA

Peso inicial de los cuyes

|                  | Suma de<br>cuadrados | gl | Media<br>cuadrática | F    | Sig. |
|------------------|----------------------|----|---------------------|------|------|
| Entre grupos     | 11,167               | 2  | 5,583               | ,285 | ,759 |
| Dentro de grupos | 176,500              | 9  | 19,611              |      |      |
| Total            | 187,667              | 11 |                     |      |      |

### Pruebas post hoc

#### Subconjuntos homogéneos

#### Peso inicial de los cuyes

Duncan<sup>a</sup>

| Tratamientos de los<br>grupos experimentales | N | Subconjunto<br>para alfa =<br>0.05<br>1 |
|--|---|---|
| Ácido butírico                               | 4 | 273,50                                  |
| Ácido butírico protegido                     | 4 | 275,25                                  |

### Descriptivos

Peso final de los cuyes

|                             | N  | Media       | Desv.<br>Desviación | Desv.<br>Error | 95% del intervalo de<br>confianza para la<br>media |                    | Mínim<br>o | Máxim<br>o |
|-----------------------------|----|-------------|---------------------|----------------|--|--------------------|------------|------------|
|                             |    |             |                     |                | Límite<br>inferior                                 | Límite<br>superior |            |            |
| Control                     | 4  | 903,25      | 14,408              | 7,204          | 880,32   | 926,18             | 882        | 914        |
| Ácido butírico              | 4  | 973,00      | 4,761               | 2,380          | 965,42   | 980,58             | 968        | 978        |
| Ácido butírico<br>protegido | 4  | 1013,7<br>5 | 24,336              | 12,168         | 975,03   | 1052,47            | 998        | 1050       |
| Total                       | 12 | 963,33      | 49,953              | 14,420         | 931,59   | 995,07             | 882        | 1050       |
| Control                     |    |             | 4                   | 275,75         |  |                    |            |            |
| Sig.                        |    |             |                     | ,509           |  |                    |            |            |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

### Prueba de homogeneidad de varianzas

|                            |  | Estadístico de |     |       | Sig. |
|----------------------------|--|----------------|-----|-------|------|
|                            |  | Levene         | gl1 | gl2   |      |
| Peso final de los<br>cuyes | Se basa en la media                        | 2,819          | 2   | 9     | ,112 |
|                            | Se basa en la mediana                      | ,451           | 2   | 9     | ,650 |
|                            | Se basa en la mediana y<br>con gl ajustado | ,451           | 2   | 4,761 | ,661 |
|                            | Se basa en la media<br>recortada           | 2,208          | 2   | 9     | ,166 |

### Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

Peso final de los cuyes

|                                    |                  |                   |
|------------------------------------|------------------|-------------------|
| N                                  |                  | 12                |
| Parámetros normales <sup>a,b</sup> | Media            | 963,33            |
|                                    | Desv. Desviación | 49,953            |
| Máximas diferencias extremas       | Absoluto         | ,204              |
|                                    | Positivo         | ,172              |
|                                    | Negativo         | -,204             |
| Estadístico de prueba              |                  | ,204              |
| Sig. asintótica(bilateral)         |                  | ,181 <sup>c</sup> |

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

### ANOVA

Peso final de los cuyes

|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F      | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| Entre grupos     | 24981,167         | 2  | 12490,583        | 45,558 | ,000 |
| Dentro de grupos | 2467,500          | 9  | 274,167          |        |      |
| Total            | 27448,667         | 11 |                  |        |      |

### Pruebas post hoc

#### Subconjuntos homogéneos

Peso final de los cuyes

Duncan<sup>a</sup>

| Tratamientos de los grupos experimentales | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |        |         |
|---|---|------------------------------|--------|---------|
|   |   | 1                            | 2      | 3       |
| Control                                   | 4 | 903,25                       |        |         |
| Ácido butirico                            | 4 |                              | 973,00 |         |
| Ácido butirico protegido                  | 4 |                              |        | 1013,75 |
| Sig.                                      |   | 1,000                        | 1,000  | 1,000   |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

### Descriptivos

Peso de carcasa

|                          | N  | Media  | Desv. Desviación | Desv. Error | Mínimo | Máximo |
|--------------------------|----|--------|------------------|-------------|--------|--------|
| Control                  | 4  | 612,75 | 9,979            | 4,990       | 598    | 620    |
| Ácidos orgánicos         | 4  | 667,75 | 2,500            | 1,250       | 665    | 671    |
| Ácido butírico protegido | 4  | 698,75 | 5,123            | 2,562       | 694    | 706    |
| Total                    | 12 | 659,75 | 37,625           | 10,861      | 598    | 706    |

### ANOVA

Peso de carcasa

|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F       | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|---------|------|
| Entre grupos     | 15176,000         | 2  | 7588,000         | 172,346 | ,000 |
| Dentro de grupos | 396,250           | 9  | 44,028           |         |      |
| Total            | 15572,250         | 11 |                  |         |      |

### Peso de carcasa

Duncan<sup>a</sup>

| Tratamientos de los grupos experimentales | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |        |        |
|---|---|------------------------------|--------|--------|
|   |   | 1                            | 2      | 3      |
| Control                                   | 4 | 612,75                       |        |        |
| Ácidos orgánicos                          | 4 |                              | 667,75 |        |
| Ácido butírico protegido                  | 4 |                              |        | 698,75 |
| Sig.                                      |   | 1,000                        | 1,000  | 1,000  |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

## Descriptivos

Ganancia de peso final de los cuyes

|                          | N  | Media  | Desv.<br>Desviación | Desv.<br>Error | Mínimo | Máximo |
|--------------------------|----|--------|---------------------|----------------|--------|--------|
| Control                  | 4  | 627,25 | 13,574              | 6,787          | 607    | 636    |
| Ácidos orgánicos         | 4  | 699,25 | 5,909               | 2,955          | 691    | 704    |
| Ácido butirico protegido | 4  | 729,25 | 2,986               | 1,493          | 726    | 733    |
| Total                    | 12 | 685,25 | 45,395              | 13,105         | 607    | 733    |

## ANOVA

Ganancia de peso final de los cuyes

|                  | Suma de<br>cuadrados | gl | Media<br>cuadrática | F       | Sig. |
|------------------|----------------------|----|---------------------|---------|------|
| Entre grupos     | 21984,000            | 2  | 10992,000           | 144,579 | ,000 |
| Dentro de grupos | 684,250              | 9  | 76,028              |         |      |
| Total            | 22668,250            | 11 |                     |         |      |

## Ganancia de peso final de los cuyes

Duncan<sup>a</sup>

| Tratamientos de los<br>grupos experimentales | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |        |        |
|--|---|------------------------------|--------|--------|
|  |   | 1                            | 2      | 3      |
| Control                                      | 4 | 627,25                       |        |        |
| Ácidos orgánicos                             | 4 |                              | 699,25 |        |
| Ácido butirico protegido                     | 4 |                              |        | 729,25 |
| Sig.   |   | 1,000                        | 1,000  | 1,000  |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

## Descriptivos

Consumo de alimento en base a materia seca (MS)

|                          | N  | Media   | Desv.<br>Desviación | Desv.<br>Error | Mínimo | Máxim<br>o |
|--------------------------|----|---------|---------------------|----------------|--------|------------|
| Control                  | 4  | 2770,00 | 34,641              | 17,321         | 2720   | 2800       |
| Ácidos orgánicos         | 4  | 2808,25 | 33,748              | 16,874         | 2785   | 2858       |
| Ácido butírico protegido | 4  | 2828,75 | 8,539               | 4,270          | 2820   | 2840       |
| Total                    | 12 | 2802,33 | 36,117              | 10,426         | 2720   | 2858       |

## ANOVA

Consumo de alimento en base a materia seca (MS)

|                  | Suma de<br>cuadrados | gl | Media<br>cuadrática | F     | Sig. |
|------------------|----------------------|----|---------------------|-------|------|
| Entre grupos     | 7113,167             | 2  | 3556,583            | 4,424 | ,046 |
| Dentro de grupos | 7235,500             | 9  | 803,944             |       |      |
| Total            | 14348,667            | 11 |                     |       |      |

### Consumo de alimento en base a materia seca (MS)

Duncan<sup>a</sup>

| Tratamientos de los<br>grupos experimentales | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |         |
|--|---|------------------------------|---------|
|  |   | 1                            | 2       |
| Control                                      | 4 | 2770,00                      |         |
| Ácidos orgánicos                             | 4 | 2808,25                      | 2808,25 |
| Ácido butírico protegido                     | 4 |                              | 2828,75 |
| Sig.   |   | ,089                         | ,333    |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

### Descriptivos

Conversión alimenticia de los cuyes al usar ácido butírico protegido

|                          | N  | Media  | Desv. Desviación | Desv. Error | Mínimo | Máximo |
|--------------------------|----|--------|------------------|-------------|--------|--------|
| Control                  | 4  | 4,4150 | ,04796           | ,02398      | 4,37   | 4,48   |
| Ácidos orgánicos         | 4  | 4,0175 | ,04500           | ,02250      | 3,98   | 4,07   |
| Ácido butírico protegido | 4  | 3,8775 | ,02500           | ,01250      | 3,85   | 3,91   |
| Total                    | 12 | 4,1033 | ,24062           | ,06946      | 3,85   | 4,48   |

### ANOVA

Conversión alimenticia de los cuyes al usar ácido butírico protegido

|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F       | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|---------|------|
| Entre grupos     | ,622              | 2  | ,311             | 188,490 | ,000 |
| Dentro de grupos | ,015              | 9  | ,002             |         |      |
| Total            | ,637              | 11 |                  |         |      |

### Conversión alimenticia de los cuyes al usar ácido butírico protegido

Duncan<sup>a</sup>

| Tratamientos de los grupos experimentales | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |        |        |
|---|---|------------------------------|--------|--------|
|   |   | 1                            | 2      | 3      |
| Ácido butírico protegido                  | 4 | 3,8775                       |        |        |
| Ácidos orgánicos                          | 4 |                              | 4,0175 |        |
| Control                                   | 4 |                              |        | 4,4150 |
| Sig.                                      |   | 1,000                        | 1,000  | 1,000  |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

### Descriptivos

pH HECES DE CUY

|                             | N  | Media  | Desv.<br>Desviación | Desv.<br>Error | Mínimo | Máxim<br>o |
|-----------------------------|----|--------|---------------------|----------------|--------|------------|
| Control                     | 4  | 7,1300 | ,09309              | ,04655         | 7,04   | 7,22       |
| Ácidos orgánicos            | 4  | 6,7900 | ,03830              | ,01915         | 6,76   | 6,84       |
| Ácido butirico<br>protegido | 4  | 6,1750 | ,01915              | ,00957         | 6,16   | 6,20       |
| Total                       | 12 | 6,6983 | ,41626              | ,12016         | 6,16   | 7,22       |

### ANOVA

pH HECES DE CUY

|                  | Suma de<br>cuadrados | gl | Media<br>cuadrática | F       | Sig. |
|------------------|----------------------|----|---------------------|---------|------|
| Entre grupos     | 1,874                | 2  | ,937                | 267,781 | ,000 |
| Dentro de grupos | ,032                 | 9  | ,004                |         |      |
| Total            | 1,906                | 11 |                     |         |      |

### pH HECES DE CUY

Duncan<sup>a</sup>

| Tratamientos de los<br>grupos experimentales | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |        |        |
|--|---|------------------------------|--------|--------|
|  |   | 1                            | 2      | 3      |
| Ácido butirico protegido                     | 4 | 6,1750                       |        |        |
| Ácidos orgánicos                             | 4 |                              | 6,7900 |        |
| Control                                      | 4 |                              |        | 7,1300 |
| Sig.   |   | 1,000                        | 1,000  | 1,000  |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.





"TECNOLOGÍA MÉDICA AL ALCANCE DE SUS MASCOTAS"

PACIENTE: CUY 2  
EDAD : AÑOS  
ESPECIE : CUY  
REF : VETERINARIA SINCHI ROCA

FECHA : 06/04/2021

ANÁLISIS : **COPROCULTIVO**  
MUESTRA: **HECES (ACIDO BUTIRICO NO PROTEGIDO)**

**EXAMEN MACROSCOPICO**

|              |          |
|--------------|----------|
| COLOR        | VERDOSO  |
| CONSISTENCIA | FORMADO  |
| MUCOSIDAD    | AUSENTE  |
| SANGRE       | NEGATIVO |

**EXAMEN MICROSCOPICO**

|            |               |
|------------|---------------|
| LEUCOCITOS | 1 - 3 x campo |
| HEMATIES   | 0 - 1 x campo |

|                       |          |
|-----------------------|----------|
| REACCION INFLAMATORIA | Negativo |
| REACCION THEVENON     | Negativo |

EXAMEN PARASITOLÓGICO Negativo A quiste Huevo de Parasito

Coloracion Gram Se Observa Bacilos Gram Negativos.

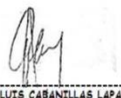
|                      |                |                             |
|----------------------|----------------|-----------------------------|
| CULTIVO              | Germen Aislado | <b>Salmonella Shiguelia</b> |
| Recuento de Colonias |                | > 100.000 UFC/mL            |


**ANTIBIOGRAMA**

**SENSIBLES :** CEFUROXIMA, CEFOTAXIMA, CEFOLATINA, CEFTRIAXONA, NITROFURANTOINA, CIPROFLOXACINA, AMOX. + AC.C LAVULAMICO.

**INTERMEDIO :** SULFATRIMETROPIN+SULFAMETOXAZOL., AMIKACINA.

**RESISTENTE :** AC. NALIDIXICO, MEROPENEM.

  
Dr. JOSE LUIS CABANILLAS LAPA  
Médico Patólogo Oncólogo  
CMP:20685 RNE:12868

  
Dr. JONAS MORA MUNARES  
CMVP 5106

Av. Gran Chimú 1065 - SJL / Av. 13 de Enero 1157 - SJL  
Telf: 6720732 - RPM #984871064 - RPC 987520129  
quimiovet\_diagnostics@outlook.es

