

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
ZOOTECNISTA



TESIS

“RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE CUYES (*Cavia porcellus*) EN LAS FASES DE
CRECIMIENTO Y ENGORDE SUPLEMENTADOS CON ACIDO PROPIONICO EN LA
DIETA”

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO ZOOTECNISTA

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

GABRIELA ZORAIDA PISCO RUMAY

ASESOR:

Dr. M. Cs. Ing. MANUEL EBER PAREDES ARANA

Cajamarca – Perú

2022

**“RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE CUYES (*Cavia porcellus*) EN LAS FASES DE
CRECIMIENTO Y ENGORDE SUPLEMENTADOS CON ACIDO PROPIONICO EN LA
DIETA”**

ASESOR:

Dr. M. Cs. ING. MANUEL EBER PAREDES ARANA

MIEMBROS DEL JURADO:

M. Sc. ING. JORGE RICARDO DE LA TORRE ARAUJO

Mg. Sc. ING. LINCOL ALBERTO TAFUR CULQUI

M. Cs. ING. EDUARDO ALBERTO TAPIA ACOSTA

DEDICATORIA

A Dios.

Quien ha sido mi guía y fortaleza para continuar en este proceso de obtener uno de mis anhelos más deseados, por mostrarme día a día que, con humildad, paciencia y sabiduría todo se logra.

A mi madre.

ANA MARIA por el amor que siempre me has brindado, por creer en mí en todo momento, siempre estar ahí para orientarme, enseñarme valores y motivar a superarme. Por eso te doy mi trabajo en ofrenda a tu paciencia y amor.

A mi padre.

ELMER LUIS por el ejemplo de perseverancia, constancia que lo caracterizan y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar.

A mis hermanos.

IVAN y LUIS, quienes me acompañaron siempre para lograr este paso muy importante en mi vida. Por estar conmigo en todo momento, que me empujan en cada paso en el camino de la vida, constructores de mis éxitos, consuelo en mis fracasos.

A mis abuelitos.

MAURICO, LUCILA, AVELINO y ETELVINA, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, siempre los llevo en mi corazón.

A toda mi familia.

Porquè con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mi una mejor persona, participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis y me acompañan en todos mis sueños y metas.

AGRADECIMIENTO

A Dios.

Por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida, por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorar cada día más. Por darme la vida, por bendecirme con la hermosa oportunidad de vivir y disfrutar al lado de las personas que amo más en mi vida.

A ti Madre.

Por ser el regalo más hermoso que me ha dado la vida, por haberme educado y soportar mis errores. Gracias a tus consejos, por el amor que siempre me has brindado y me impulsó a completar las cosas importantes que inicio. ¡Gracias por darme la vida!

A ti Padre.

A quien le agradezco el cariño y el apoyo que me brindaste para culminar mi carrera profesional.

A mis Hermanitos.

Porquè siempre he contado con ellos para todo, gracias a la confianza que siempre nos tenemos; por el apoyo y amistad ¡Gracias!

A mis abuelitos.

Quienes me dieron su apoyo absoluto con sus palabras de aliento y consejos para ser una mejor persona cada día, además de su cariño y amor.

A mis Familiares.

Quienes directamente me impulsaron para llegar hasta este lugar, a todos mis tíos, tías, primos, prima, que me resulta muy difícil poder nombrarlos en tan poco espacio, sin embargo, estoy muy agradecida con cada uno de ustedes.

A mi Asesor.

DR. M. CS. ING. MANUEL EBER PAREDES ARANA, gracias por su tiempo, por su apoyo, así como por la sabiduría que me transmitió en el desarrollo de mi formación profesional y por haber guiado en el desarrollo de este trabajo y llegar a la culminación del mismo.

Finalmente agradezco a las autoridades, docentes y administrativos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias, que me abrió sus puertas para mi formación académica.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÌNDICE GENERAL	vi
ÌNDICE DE CUADROS	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
CAPITULO I	
1.INTRODUCCIÒN.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2 FORMULACIÒN	4
1.3 JUSTIFICACIÒN E IMPORTANCIA.....	4
1.4 HIPOTESIS Y VARIABLES	5
1.4.1 Hipòtesis.....	5
1.4.2 Variables.....	5
1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	6
1.5.1 General.....	6
1.5.2 Especificos.....	6
CAPITULO II	
2. MARCO TEORICO.....	7
2.1 ANTECEDENTE DE LA INVESTIGACIÒN.....	7
2.2 BASES TEORICAS.....	13
CAPITULO III	
3. MATERIALES Y MÈTODOS	17
3.1 LOCALIZACIÒN Y UBICACIÒN DEL EXPERIMENTO	17
3.2 DURACIÒN DE LA INVESTIGACIÒN	17
3.3 PROCEDENCIA DE LOS CUYES	18
3.4 ALOJAMIENTO Y DISTRIBUCIÒN DE LOS CUYES	18
3.5 ALIMENTACIÒN.....	19
3.6 DETERMINACIÒN DE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS.....	20
3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL	22

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	23
4.1 PESO CORPORAL, CONSUMO Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA	23
4.2 RENDIMIENTO DE CARCASA Y PESO RELATIVO DE VÍSCERAS.....	26

CAPITULO V

1. CONCLUSIONES	28
2. RECOMENDACIONES	29
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
ANEXOS.....	35

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Fórmula alimenticia del pienso experimental	19
Cuadro 2. Parámetros de crecimiento y engorde de cuyes alimentados durante nueve semanas post destete con diferentes niveles de ácido propiónico en el pienso.	23
Cuadro 3. Rendimiento de carcasa y peso relativo de vísceras (% del peso de vivo) de cuyes beneficiados luego de nueve semanas post destete alimentados con diferentes niveles de ácido propiónico en el pienso.....	26

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la suplementación con ácido propiónico (AP) sobre los parámetros productivos del cuy (*Cavia porcellus*). Sesenta cuyes machos fueron distribuidos aleatoriamente en 20 unidades experimentales, las cuales se distribuyeron aleatoriamente en cinco tratamientos: 0% de AP, 0.05% de AP, 0.10% de AP, 0.15% de AP y 0.20% de AP. La dieta estuvo compuesta por pienso más agua. Los animales estuvieron expuestos a los tratamientos por 9 semanas. Se evaluó la ganancia de peso vivo, el consumo de alimento, el índice de conversión alimenticia (ICA) y rendimiento de carcasa (RC). La respuesta a los niveles de AP en ganancia de peso, consumo, ICA y RC no fue significativa. En RC el máximo peso estuvo asociado con un nivel de 0.10% de AP. Los pesos relativos de corazón, hígado, pulmones y riñones no se vieron afectados por los tratamientos. Se concluye que la suplementación con 0.10% de AP mejora RC, pero no el rendimiento en la etapa de crecimiento y engorde de los cuyes.

Palabras clave: Rendimiento productivo, cuyes, ácido propiónico

ABSTRACT

The aim of these research was to assess the effect of propionic acid (PA) addition on the productive parameters of guinea pigs (*Cavia porcellus*). Sixty male guinea pigs were randomized into 20 experimental units, and were randomly assigned to five treatments: 0% PA, 0.05% PA, 0.10% PA, 0.15% PA and 0.20% PA. Diet included concentrate feed and water. The animals were exposed to treatment during a nine-week period. Body weight gain, dry matter intake, feed conversion ratio (FCR) and carcass performance (CP) were evaluated. There was no significant response to PA in body weight gain, ingestion, and FCR, where the best CR was associated with 0.10% of PA. No effect of treatment was found on the relative weight of the heart, liver, lungs and kidneys. It is concluded that the supplementation with 0.10% PA improved carcass weight and not improved performance of growing and fattening guinea pigs.

Key words: Productive performance, guinea pigs, propionic acid

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

En el Perú, la región con mayor población de cuyes es Cajamarca (INEI, 2012). La crianza de cuyes en la provincia de Cajamarca lo realizan, en un 96.3% productores que cuentan en promedio con una población inferior a 100 cuyes, bajo sistemas de producción tradicional o familiar-comercial, con áreas de terreno destinadas a la producción de forraje verde (FV) entre 0.5 y 5 ha (Ortiz-Oblitas *et al.*, 2021). Esta situación no le permitiría al criador mejorar el nivel productivo e incrementar su población animal. Sin embargo, está demostrado que el uso de algunas tecnologías productivas en cuyes como la alimentación mixta o alimentación integral, permiten excluir el FV en el engorde de cuyes, con mejores ganancias de peso, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa (Reynaga *et al.*, 2020; Huamaní *et al.*, 2016). Por tanto, el uso de pienso o alimento balanceado podría ser una alternativa en la crianza de cuyes, a fin de incrementar la producción y venta de animales sin tener que ampliar el área de terreno destinado a la producción de FV. Aún cuando, pequeñas granjas podrían tener problemas cuando adquieren pienso en grandes cantidades, debido al almacenamiento por periodos muy largos, en desmedro de la calidad del alimento y con repercusiones adversas en la salud de los cuyes.

Al respecto se han realizado diversas investigaciones para evitar el deterioro del pienso y su efecto negativo en la producción y salud de las diferentes especies animales. Se ha controlado la proliferación de diferentes especies de hongos en el alimento, así como la inactivación de sus micotoxinas que afectan el rendimiento animal. Los hongos *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*, producen aflatoxinas que deprimen el rendimiento, la respuesta inmune e inducen trastornos hepáticos en aves, por lo que Rashidi *et al.* (2020) probaron el extracto de raíz de regaliz para eliminar *A. flavus* en el alimento de pollos. También se ha comprobado el efecto antifúngico del laurato de monoglicerol en el alimento de gallinas reproductoras (Feng *et al.*, 2021). En cuyes se han

evaluado algunos ácidos orgánicos en el alimento de engorde, como la inclusión de tres niveles de butirato de sodio en dieta mixta de 80% FV y 20% afrechillo de trigo (Guzmán *et al.*, 2019), y una mezcla de ácidos orgánicos acético, láctico y propiónico agregada en afrechillo de trigo suplementado a una dieta a base de forraje (Sánchez-Silva *et al.*, 2014). También en cuyes de engorde se ha suministrado piensos con 0.10% de ácido propiónico (AP) en alimentación mixta (Mustafá *et al.*, 2019).

El AP es utilizado en diversos productos alimenticios como conservante debido a su efecto inhibidor de muchos microorganismos, provocando muerte de células fúngicas por apoptosis mediada por la vía mitocondrial (Yun y Lee, 2016). El AP en dosis de 0.2% aplicado al grano de maíz en almacenamiento durante 2 meses ha reducido las unidades formadoras de colonias (UFC) por g de hongos del género *Fusarium* de 99 a 21 y de *Penicillium oxalicum* de 245 a 171 (Wang *et al.*, 2019). El AP en dosis mayores de 0.5% redujo la población fúngica del heno de alfalfa empacado con 68.5% de MS durante 33 días de almacenamiento (Killerby *et al.*, 2021). Una mezcla de ácidos orgánicos que contenía AP aplicada a silaje de maíz, disminuyó los recuentos de células de levadura de 8.50×10^7 a 2.60×10^7 UFC por g, mientras que los recuentos de las células de moho disminuyeron de 15.20×10^4 a 4.60×10^4 UFC (Selwet, 2008). Además, el AP como propionato de sodio modificó la población relativa de la microbiota intestinal de pollos (Li *et al.*, 2021) y también el AP es un buen bactericida, evitando la contaminación de las carcasas con *Salmonella* (Menconi *et al.*, 2013; Mani-López *et al.*, 2011).

En tal sentido, el uso de AP puede ser una alternativa dietaria para evitar los peligros asociados con la contaminación fúngica del alimento de cuyes debido al prolongado tiempo de almacenamiento y también padecimientos bacterianos, parasíticos y metabólicos que perjudican notablemente la productividad en un centro de crianza (Morales, 2017). Por ello, para controlar estas enfermedades desde hace varias décadas se utilizan los antibióticos promotores de crecimiento (APC) en el alimento con el fin de mejorar la productividad y disminuir la

incidencia de enfermedades. En tal sentido, preexiste un evidente interés en la producción animal utilizar diversas alternativas orgánicas, como la inclusión dietaria de enzimas, probióticos, prebióticos, extractos de plantas y asimismo los ácidos orgánicos, con la finalidad de controlar la proliferación de microorganismos patógenos, mejorando la capacidad de absorción del intestino y el rendimiento productivo.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción comercial de cuyes en el Perú se viene desarrollando de la mano con la mejora genética y nuevas estrategias alimenticias. Sin embargo, sanitariamente se tienen algunos desafíos, dentro de los que se destaca la incidencia de salmonelosis y otras enfermedades. Actualmente se evalúan diferentes medidas de control inmediatas, a fin de contrarrestar las considerables pérdidas económicas que trae la presentación de la enfermedad causada por la *Salmonella typhimurium* y Enteritis en la producción de cuyes (Díaz *et al.*, 2017).

El uso de antibióticos para el control de enfermedades infecciosas es una práctica común, utilizada para el control de salmonelosis en cuyes, aunque no se ha alcanzado mayor eficacia. Por otro lado, el uso de alimento concentrado permite el suministro permanente de antibiótico; lo cual también viene siendo observado y prohibido en otras especies productoras de carne. Existen otros ingredientes alimenticios que se vienen estudiando para reemplazar a los antibióticos en la dieta como son los ácidos orgánicos, entre otros aditivos. Dentro de los ácidos orgánicos utilizados en alimentación de especies monogástricas destacan el ácido fórmico, butiratos y el ácido propiónico. Se ha determinado que concentraciones de 0,2 a 0,8% de ácido propiónico en solución puede reducir los patógenos como la *Salmonella typhimurium*, *E. coli* y *Listeria monocytogenes* en la piel de carne de pollo (Menconi *et al.*, 2013). Se ha evaluado con resultados positivos, la influencia del ácido propiónico (AP) dietario al 1.25% sobre el peso corporal, conversión alimenticia y mortalidad en pavos de tres semanas, incluso, se determinó que el mayor contenido de AP en el pienso

produjo mayor supresión del crecimiento de cepas bacterianas comúnmente asociadas con síndrome de mortalidad por enteritis, aunque el pavo demostró no ser tolerante a dosis mayores de 2.5% de AP (Roy *et al.*, 2002). Sin embargo, la eficacia de la suplementación alimenticia con ácido propiónico en pollos de engorde desafiados con *Salmonella typhimurium* en pollos, ha sido evaluada con dosis de hasta 5 kg / tonelada (0.5%) de AP (Bourassa *et al.*, 2018).

El AP también es utilizado para controlar la proliferación de hongos en el alimento balanceado, aunque las recomendaciones, principalmente es para piensos de aves y cerdos. En el alimento de cuyes se ha probado el AP en combinación con ácido acético y ácido fórmico en dosis de 100, 200 y 300 ppm de la mezcla de ácidos orgánicos. Por lo que se hace necesario evaluar su efecto, como único ácido orgánico dietario en cuyes en crecimiento, en diferentes dosis e incluido dentro del alimento bajo sistema de alimentación 100% concentrado, y su efecto sobre el comportamiento productivo.

1.2 FORMULACIÓN

¿Cuál es el efecto de las diferentes dosis de suplementación del ácido propiónico sobre el rendimiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) en las fases de crecimiento y engorde?

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El cuy es una especie monogástrica herbívora cuya alimentación en crianzas familiares se ha basado en la ingesta de forrajes, verduras, residuos de cosecha y algunos desperdicios de cocina. Al plantearse la explotación comercial de esta especie, con fines productivos para obtener mayores volúmenes de carne y como fuente generadora de desarrollo económico; la actividad cuyícola ha tenido que variar su proceso productivo hacia una actividad empresarial con uso racional y sostenido de los recursos y con buen manejo zootécnico, lo cual implica eficiencia en el proceso, por lo que la búsqueda de un animal más eficiente y mejor convertidor del alimento en carne ha conllevado al uso de

sistemas mixtos de alimentación en base a forraje y granos, subproductos de cereales y alimentos concentrados.

El uso de alimento balanceado reemplaza satisfactoriamente al forraje verde en algunas etapas fisiológicas del cuy o complementa las necesidades nutricionales y alimenticias. En la fase reproductiva se hace imprescindible la alimentación con forraje verde, sin embargo, luego del destete se ha comprobado que el cuy en crecimiento y finalización puede ser alimentado únicamente con alimento concentrado; por lo que el aporte en la mejora de este sistema es muy importante en la producción comercial de carne de cuy.

1.4 HIPOTESIS Y VARIABLES

1.4.1 Hipótesis

El rendimiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) en las fases de crecimiento y engorde podría modificarse con la suplementación dietaria con ácido propiónico en niveles crecientes.

1.4.2 Variables

1.4.2.1 Variable independiente

- Suplementación con ácido propiónico
 - 0%
 - 0.05%
 - 0.10%
 - 0.15%
 - 0.20%

1.4.2.2 Variables dependientes

- Rendimiento Productivo del Cuy Vivo fase de crecimiento y engorde en donde se evaluaron los siguientes indicadores:
 - Peso final
 - Ganancia de peso
 - Consumo de alimento
 - Índice de conversión alimenticia

- Rendimiento productivo del Cuy Beneficiado
 - Rendimiento de carcasa
 - Peso relativo de hígado
 - Peso relativo de corazón
 - Peso relativo de pulmones
 - Peso relativo de riñones

1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.5.1 General

Evaluar el efecto de la suplementación dietaria con ácido propiónico sobre el rendimiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) en las fases de crecimiento y engorde.

1.5.2 Especificos

- Evaluar el rendimiento productivo del cuy vivo en la fase de crecimiento y engorde suplementado con cinco niveles de ácido propiónico en la dieta.
- Evaluar el rendimiento productivo del cuy beneficiado considerando la suplementación con cinco niveles de ácido propiónico en la dieta.

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTE DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 Parámetros Productivos

2.1.1.1 Consumo de alimento

Rivero (2018), evaluó el efecto de cuatro niveles de ácido propiónico (0; 0.5; 0.8 y 1.1%), sobre el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia en cuyes en crecimiento - engorde, con una duración de 7 semanas. Se utilizaron 64 cuyes destetados, machos de 14 días de edad, los cuales fueron alojados en 16 pozas de 0.475 m² cada una, distribuidas en 4 tratamientos, según el nivel de ácido propiónico y se distribuyó al azar 4 animales en cada una de estas. Se observó que con las dietas con 0, 0.5, 0.8 y 1.1% de ácido propiónico tuvieron pesos estadísticamente similares ($P>0.05$). El consumo de alimento tuvo una tendencia a mejorar ($P>0.05$) con el ácido propiónico.

Santillán (2019), evaluó la suplementación de fitoquímicos, ácidos orgánicos, probióticos y prebióticos a la ración alimenticia de cuyes machos raza Perú, para lo cual se utilizaron 48 cuyes machos destetados a los 15 días aproximadamente, distribuidos en 4 grupos de 12 cuyes cada uno; Se utilizó un Diseño Completamente Randomizado (DCR). Los tratamientos fueron: T0 (ración testigo), T1 (Ración suplementada con fitoquímico, y ácidos orgánicos. 1g/kg de alimento), T2 (Ración suplementada con prebiótico y probióticos. 500g/tn de alimento), T3 (Ración suplementada con fitoquímico y ácidos orgánicos, más prebióticos y probióticos en cantidades similares usadas en T1 y T2). Al cabo de las 8 semanas de duración del experimento, se obtuvo los siguientes resultados: el consumo de alimento fue mayor en T3 (22.375 kg), seguido de T0 (22.315 kg), luego T2 (21.300 kg) y el menor consumo fue de los cuyes T1 (20.200 kg). Los pesos finales fueron 682.50g (T0); 707.50g (T1); 691.67g (T2) y 700.00g (T3).

2.1.1.2 Ganancia de peso

Gonzales *et al.* (2013) evaluaron el efecto de la suplementación de una mezcla de AO (ácido fórmico y ácido propiónico) sobre los parámetros productivos en pollos de engorde machos de un día de edad de la línea Cobb-Vantress 500, divididos en tres tratamientos: dieta con antibiótico Zinc Bacitracina al 0.05%, dieta con ácidos orgánicos al 0.2%, y dieta sin promotor de crecimiento ni AO. A los 42 días de edad, la conversión alimenticia de los pollos con AO fue 5.2% menor que las aves control; 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 remplazar eficientemente a los promotores de crecimiento tipo antibióticos en la alimentación de las aves.

Sánchez.Silva *et al.* (2015) evaluaron el efecto de la suplementación de ácidos orgánicos (AO) sobre los indicadores productivos del cuy (*Cavia porcellus*). Utilizaron ochenta cuyes machos distribuidos aleatoriamente en 20 unidades experimentales y cinco tratamientos: Control, Control + Antibiótico Promotor del Crecimiento, Control + 0.01, 0.02 y 0.03% de una mezcla de ácido acético, láctico y propiónico en iguales proporciones. La dieta base estuvo compuesta por forraje (Rye grass + trébol) más concentrado (afrechillo de trigo). Los animales estuvieron expuestos a los tratamientos por 10 semanas. El patrón de respuesta a los AO en ganancia de peso e índice de conversión alimenticia (ICA) fue significativo, donde la máxima ganancia de peso estuvo asociada con un nivel de 173 ppm de AO y el nivel de 152 ppm de AO produjo el mejor ICA.

Chilón *et al.* (2017), evaluaron el efecto de la adición de butirato, ácido propionico y butirato más ácido propionico en la dieta de cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento sobre los parámetros productivos, se trabajó con cuyes destetados de 21 días de edad, machos (20) y hembras (20). Los animales estuvieron distribuidos individualmente en 40 pozas, alimentados con concentrado sin aditivos (T0), concentrado + butirato (T1), concentrado + ácido propiónico (T2) y

concentrado + Butirato-ácido propiónico (T3); de manera restringida se suministró alfalfa, forraje verde como fuente de vitamina C. No se observó diferencias en el peso final de los cuyes machos atribuidos a la adición de ácidos orgánicos. En hembras si hubo diferencias a favor de los cuyes T1. Las mejores ganancias de peso en cuyes machos y hembras correspondieron al tratamiento T1.

Stagno *et al.* (2005) evaluaron el efecto de la inclusión de ácidos orgánicos "Bioacid-L" en dietas de lechones de destete precoz (21 días de edad). Fueron utilizados 160 lechones híbridos pertenecientes a un plantel intensivo comercial, desde el destete hasta los 70 días edad. Los lechones fueron asignados a un diseño de bloques al azar en cuatro tratamientos. El primer tratamiento correspondió al grupo control (T); el segundo (Bio1); el tercero (Bio2) y el cuarto (Bio4), recibieron 0,1% (1 Kg. /ton alim.); 0,2% (2 Kg. /ton alim.) y 0,4% (4 Kg. /ton alim.) de Bioacid-L en la ración, respectivamente. Existieron diferencias estadísticas ($p > 0,05$) entre Testigo, Bio4 y Bio2, para la ganancia diaria de peso (GDP), logrando estos grupos los mejores resultados.

2.1.1.3 Índice de Conversión alimenticia

Jaramillo *et al.* (2012) evaluaron el efecto de un ácido orgánico (ácido fumárico), un prebiótico comercial (Fortifeed®) y la mezcla de estos dos frente a un antibiótico promotor de crecimiento (Bacitracina de Zn) con alimentación controlada en los parámetros productivos y crecimiento alométrico del tracto gastrointestinal de pollos de engorde durante 42 días. Se evaluaron cinco tratamientos: control sin aditivos, control con Bacitracina de Zn (0,3 g/kg), con ácido fumárico (5 g/kg), prebiótico (0,6 g/kg) y la mezcla del ácido orgánico y el prebiótico en pollos de engorde machos de la estirpe Cobb. No se encontraron diferencias estadísticas en el consumo de alimento entre tratamientos. Las mejores conversiones alimenticias ($p < 0,05$) fueron para el antibiótico (1,88) y la mezcla de aditivos (1,89).

Eidelsburger (1996), encontró un aumento del peso corporal en dietas con 0.3% del ácido fórmico a 0.9 g/día en pollos de engorde. Demostrando que el ácido

fórmico contribuye de una manera favorable para incrementar las mejoras en la conversión alimenticias en pollos de engorde.

Kahraman (1999). En este trabajo investigación se comparó una mezcla de ácidos orgánicos (Ácido cítrico, fumárico, láctico y fórmico) y bacitracina de Zn 0,1 gr/kg comparado con tratamientos donde se utilizaban estos dos ingredientes por separado en pollos , obtuvieron que el mejor comportamiento en ganancia de peso y conversión fue para el tratamiento que se utilizó los ácidos orgánicos y el antibiótico en la misma dieta comparado a su uso por separado y obtuvieron una disminución en el crecimiento de enterobacterias a nivel de íleon. Este experimento también concluyó que la conversión alimenticia no se afectaba cuando se utilizaban la mezcla de estos ácidos orgánicos en comparación con la bacitracina de Zn.

Guzmán *et al.* (2019) evaluaron el efecto de la suplementación del ácido butírico bajo la forma de butirato de sodio (BS) en la dieta sobre el comportamiento productivo de cuyes de engorde. Cincuenta cuyes machos destetados, de 14 a 21 días de edad, fueron distribuidos al azar en cinco tratamientos (0, 100, 200, 300 ppm de BS, 200 ppm de Zn-Bacitracina). Se determinó la ganancia de peso de 0 ppm de BS (657.4 g), 100 ppm de BS (699.8 g), 200 ppm de BS (707.6 g) , 300 ppm de BS (715.6 g) y 200 ppm de Zn Bacitracina (674.8 g) ;el consumo de alimento de 0 ppm de BS (4539,4 g), 100 ppm de BS (4818.8 g),200 ppm de BS (4808.7 g) , 300 ppm de BS (4822.6 g) y 200 ppm de Zn Bacitracina (4638.5 g) y la conversión alimenticia de 0 ppm de BS (6.9), 100 ppm de BS (7.0),200 (6.9) , 300 ppm de BS (6.8) y 200 ppm de Zn Bacitracina (6.9) a los 70 días de la suplementación. No se detectaron patrones de respuesta por efecto del BS ni de Zn Bacitracina.

2.1.1.4 Rendimiento de Carcasa

Gómez *et al.* (2018) evaluaron el efecto de la suplementación de sales de ácidos orgánicos como alternativas a los antibióticos promotores de crecimiento, sobre el rendimiento productivo, salud intestinal y bienestar animal de 348 pollos de engorda, machos, de la estirpe Ross 308® de un día de edad. Las dietas

consistieron en: 1) dieta base control sorgo-soya (sin antibióticos, ni aditivos funcionales); 2) dieta base + enramicina (APC) (8ppm); 3) dieta base + ácidos orgánicos (Butirato de sodio protegido de liberación gradual) (500g/ton adicionado). Las aves alimentadas con ácidos orgánicos tuvieron mejoras significativas ($p < 0,05$) en el peso corporal (2875g), al igual que las aves alimentadas con enramicina (2871g) en comparación con el grupo control (2750g). No se observó ningún efecto ($p > 0,05$) en las demás variables productivas. Por otra parte, los datos de rendimiento de la canal sin vísceras y pechuga, en pollos alimentados con los tratamientos 2 (2118g y 708g respectivamente) y 3 (2096g y 690g respectivamente) también fueron mayores ($P < 0.05$) respecto al tratamiento testigo (2009g y 661g).

Salto *et al.* (2020) evaluaron la suplementación de ácidos orgánicos (Formycine Gold: líquido y sólido) en pollos de carne. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro niveles de ácido orgánico y cinco repeticiones en cada ensayo. Las variables medidas en cada una de las investigaciones fueron: Consumo de Alimento (CA)(g), Ganancia de Peso (GP)(g), Conversión Alimenticia (CA), Rendimiento a la canal (%) y Mortalidad (%). Los tratamientos probados fueron: t1: tratamiento testigo, t2 Formycine 100 g, t3 Formycine 200 g., t4 Formycine 300 g. Según Tukey ($P < 0.05$), relacionado a la variable Consumo de alimento en el ensayo uno el mejor tratamiento fue el t3 (5393g). En el ensayo dos el mejor tratamiento fue el t3 (5057.4g). En la variable ganancia de peso los mejores tratamientos fueron: en el ensayo uno, el mejor tratamiento resultó ser el t2 (2236.1g) y, en el ensayo dos, el tratamiento t4 (2960 g). En la variable conversión alimenticia, los mejores tratamientos fueron: en el primer ensayo los tratamientos t2 y t3, (2.43%) ; y el tratamiento t4 (1.70%) en el ensayo dos. En cuanto a la variable rendimiento a la canal, los mejores resultados fueron el tratamiento t3 (81.48%) en el ensayo uno; en el ensayo dos el mejor resultó ser el tratamiento t4 (84.08%). Se concluye que al utilizar ácido orgánico hasta un nivel de 300 g por 100 kg de alimento balanceado en dietas para pollos de carne en todas sus fases fisiológicas. Se concluye que para mejorar los

resultados en rendimiento a la canal se puede utilizar ácidos orgánicos en todas las fases fisiológicas

2.1.1.5 Peso relativo de vísceras

Ocasio (2014) evaluó los efectos del contenido de almidón en la dieta y de la suplementación con ácidos orgánicos en el agua de bebida sobre el desempeño productivo de conejos en crecimiento. Se utilizaron cuarenta y ocho conejos Nueva Zelanda Blancos (promediando 7 semanas de edad y 800 g de peso vivo) distribuidos, por sexo, en 24 jaulas elevadas y aleatoriamente asignados, dentro de sexos, a los tratamientos experimentales que consistieron en proveer dos dietas con alto (AA) o bajo (BA) contenido de almidón y ninguno (AG), ácido acético (AC, 0.75 %) o ácido cítrico (CT, 0.75 %) como aditivos en el agua de bebida. El experimento tuvo una duración de 49 días y se obtuvieron datos de ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, peso y rendimiento en canal, peso del hígado, estómago y ciego, pH del estómago y ciego y materia seca del contenido estomacal, cecal y rectal. El experimento se evaluó estadísticamente de acuerdo a un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial 2 (dietas) x 3 (aditivos en el agua) de tratamientos. Durante el transcurso del experimento, no hubo mortalidad de animales y tampoco se observaron trastornos gastrointestinales. No hubo efectos de tipo de concentrado ni de aditivo en el agua sobre ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, peso de la canal, rendimiento en canal y pesos del hígado, estómago y ciego

2.2 BASES TEORICAS

2.2.1 Descripción de los ácidos orgánicos

Son compuestos oxigenados derivados de los hidrocarburos que se forman al sustituir en un carbono primario dos hidrógenos por un oxígeno que se une al carbono mediante un doble enlace, y el tercer hidrógeno por un grupo (OH) que se une mediante un enlace simple, el grupo formado por esta sustitución, que como hemos dicho se sitúa siempre en un extremo de la cadena y reciben el nombre de carboxilo. De Blas, *et al.*, (2003). Muchas veces son utilizados como preservantes de materias primas porque contienen propiedades antifúngicas y bactericidas, como acidificantes en el alimento concentrado. Los más utilizados como conservantes son el ácido fórmico (fuerte bactericida) y el ácido propiónico (potente antifúngico), y como acidificantes el ácido cítrico y el fumárico; mientras que otros ácidos de uso creciente como el acético, láctico, sórbico, málico y combinaciones, tienen ambas propiedades, Santomá, *et al.*, (2006). Los ácidos orgánicos se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza como constituyentes habituales de los tejidos vegetales o animales, se encuentran con frecuencia en frutas; por ejemplo, el ácido cítrico de los frutos cítricos, el ácido benzoico en arándanos agrios y las ciruelas verdes, el ácido sórbico en la fruta del fresno. También se producen a partir de la fermentación microbiana de los hidratos de carbono, principalmente en el intestino grueso.

2.2.2 Ácidos orgánicos de cadena corta

Los Ácidos orgánicos de cadena corta como acético, propiónico, láctico y butírico, son productos finales del metabolismo de la propia flora anaeróbica intestinal y su producción puede incrementarse añadiendo prebióticos y probióticos al pienso. Van Immerseel, *et al.*, (2002).

2.2.3 Del ácido propiónico

El ácido propiónico es producido por los animales rumiantes en abundantes cantidades como consecuencia de la degradación de los carbohidratos en el rumen; atraviesa la pared ruminal, convirtiéndose una pequeña cantidad en

lactato, y el resto es llevado al hígado, donde se convierte en glucosa (McDonald *et al.*, 2011).

El ácido propiónico es un ácido graso de cadena corta que suplementado en el alimento puede afectar el microbiota del tracto intestinal al dirigirse a la membrana citoplasmática bacteriana, alterando así las funciones metabólicas y de replicación de una bacteria objetivo, como la especie *Salmonella enterica* (Davidson, 2001). Aunque la actividad de los ácidos orgánicos depende potencialmente del estado fisiológico del organismo, así como del entorno del tracto digestivo, y de manera específica el mecanismo de acción de los ácidos orgánicos es poco conocida (Ricke, 2003). El ácido propiónico (AP) es un ingrediente conservante generalmente reconocido como seguro por los EE. UU; además el AP exógeno tiene efectos sobre el metabolismo de la glucosa, habiéndose demostrado que el AP aumenta el glucagón, la norepinefrina y producción endógena de glucosa (Adler *et al.*, 2021).

Hasta ahora, entre varias sustancias que se están investigando por sus efectos sobre la nutrición animal, las formulaciones a base de ácidos orgánicos han recibido una atención significativa (Huyghebaert *et al.*, 2011). Los ácidos orgánicos se han utilizado durante mucho tiempo en la industria alimentaria debido a sus efectos en la actividad antimicrobiana directa e indirectamente (Mani-Lopez *et al.*, 2012). Se ha demostrado que la inclusión dietética de ácidos orgánicos en la alimentación de las aves de corral modula la composición de la microbiota luminal intestinal (Sun *et al.*, 2013) y también en el rendimiento productivo, promoviendo crecimiento debido, posiblemente a que el ácido fórmico, propiónico, acético y sus sales afectan la digestibilidad de nutrientes y la retención de energía de manera beneficiosa (Palamidi *et al.*, 2016). Los ácidos orgánicos en el alimento de pollos de engorde parecen prevenir la colonización de *Salmonella* (Bourassa *et al.*, 2018). En cuyes la salmonelosis es una enfermedad que causa muchas pérdidas económicas. Díaz *et al.* (2017), de 111 muestras de hígado de cuyes con diagnóstico presuntivo de salmonelosis,

provenientes de Chancay (Lima) y El Mantaro (Junín), Perú, detectaron *Salmonella Typhimurium* por PCR Múltiple en 54% (60/111) de las muestras y en 41% (45/111) por análisis microbiológico. Morales (2017) determinó tres principales tipos bacterias que afectan la crianza comercial de cuyes en granjas de la región Ancash, *Streptococcus zooepidemicus*, *Salmonella Typhimurium* y *Eimeria caviae*. Ortiz-Obitas *et al.* (2021) encontraron que la enfermedad más reportada en la crianza de cuyes en la provincia de Cajamarca es la salmonelosis, la cual es identificada por las alteraciones en hígado.

Se ha demostrado en lechones la dieta suplementada con ácidos orgánicos mejora la salud intestinal, y la mezcla de ácidos orgánicos promueve el crecimiento similar como antibiótico en la dieta menos digerible (Li *et al.*, 2018). La suplementación alimenticia con propionato de sodio inhibe la deposición de grasa en pollos de engorde al reducir la alimentación y la ingesta calórica, pero no a través de la regulación directa sobre síntesis de grasa hepática o depósito de grasa adipocítica; así como provoca alteración en las poblaciones relativas de la microflora del intestino, lo que sugiere que el propionato influye sobre la salud intestinal (Li *et al.*, 2021). Concentraciones de 0,2 a 0,8 % de una mezcla de igual porcentaje de ácidos orgánicos pueden reducir los patógenos y organismos de deterioro, mejorar las propiedades de calidad microbiológica de las carnes de aves (Menconi *et al.*, 2013).

2.2.4 De la alimentación de los cuyes

En la producción de cuyes tradicionalmente se practican tres sistemas de alimentación, existiendo siempre la necesidad de evaluar los beneficios de estos sistemas de alimentación sobre la respuesta productiva y características de la carcasa de cuyes. Huamaní *et al.* (2016) evaluaron en cuyes machos de 21 días de edad, tres tratamientos: alfalfa verde, alimentación mixta (alimento balanceado + alfalfa verde [10% del PV]) y alimentación integral (solo alimento balanceado). Determinaron que las variables de la respuesta productiva y el

perfil de ácidos grasos de la carcasa de los animales experimentales fueron significativamente influenciadas por los tratamientos dietarios. La dieta mixta y el alimento balanceado tuvieron mejor ganancia de peso, consumo de alimento, rendimiento de carcasa y menor conversión alimenticia que con forraje verde; sin embargo, tuvieron carcasas con mayor contenido de ácidos grasos omega-3, en particular ácido α -linolénico, y menor contenido de ácidos grasos omega-6, resultando en una menor relación de ácidos grasos n-6/n-3 y con menor contenido de grasa; constituyéndose la alfalfa en una fuente de ácidos grasos n-3, particularmente de ácido α -linolénico, que puede mejorar el contenido de ácidos grasos n-3 de la carcasa del cuy.

Paredes *et al.* (2021) estudiaron los efectos del balance electrolítico dietario (BED) sobre el rendimiento productivo, características de la canal y metabolitos sanguíneos del cuy en una granja experimental de Cajamarca, Perú. Los cuyes consumieron alimento concentrado durante 42 días. Al término del periodo experimental se sacrificaron seis cuyes por tratamiento para determinar el rendimiento de carcasa, pesos relativos de las vísceras y concentración de metabolitos sanguíneos. Se encontraron diferencias ($p < 0.05$) en el peso corporal final, ganancia de peso e índice de conversión alimenticia a favor de cuyes con BED de 300 mEq/kg. No hubo diferencias significativas entre tratamientos en las características de la canal ni en los valores de metabolitos en sangre, excepto la creatinina. Según los resultados de este estudio, el cuy podría ser alimentado con 300 mEq/kg de BED, con resultados satisfactorios de crecimiento.

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

Localización territorial

Departamento: Cajamarca

Provincia: Cajamarca

Distrito: Cajamarca

Ubicación geográfica

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el galpón de cuyes de la Granja Mrs Cuycitos, ubicado en el Distrito, Provincia y Departamento de Cajamarca, bajo las siguientes características:

- Altitud: 2673 m.s.n.m.
- Latitud sur: 7° 17' 28"
- Longitud oeste: 78° 49' 11"
- Temperaturas promedio / año: 15 °C
- Humedad Relativa: 70 %
- Precipitación pluvial: 635 mm
- Clima frío y seco, la temporada de lluvias es de diciembre a marzo.

Fuente: SENAMHI – Cajamarca-2020

Asimismo, se tuvo en cuenta la adecuada orientación de el galpón es decir de norte a sur ; de esta manera, los rayos solares entrarán al galpón tanto por la mañana como por la tarde.

3.2 DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación, tuvo una duración de 9 semanas experimentales.

3.3 PROCEDENCIA DE LOS CUYES

Para el trabajo de investigación se utilizaron sesenta cuyes machos destetados raza Perú, de 14 a 21 días de edad, provenientes de la granja comercial Condebamba. Los cuyes fueron trasladados en jabas de PVC de 83 x 58 x 26 (cm de largo x ancho x alto), a razón de 20 cuyes por jaba.

3.4 ALOJAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE LOS CUYES POR TRATAMIENTOS

La fase experimental se inició el 26 de julio y finalizó el 27 de septiembre del año 2021. Cinco semanas antes de iniciar la investigación se realizó el acondicionamiento del lugar además de la construcción de las jaulas. El experimento se llevó a cabo en un galpón de material noble con 20 jaulas con las siguientes dimensiones de Largo: 0.90 m. Ancho 0.75 m. Altura 0.80 m con piso de cemento y paredes de cemento y malla. Las pozas fueron equipadas con comederos automáticos para cuyes y recipientes de arcilla de 0.5 L para el suministro de agua. Las pozas fueron previamente desinfectadas con amonio cuaternario y cal y se les colocó una cama de viruta.

Dos días antes del ingreso de los animales se instaló el pediluvio en la entrada del galpón. Los animales asignados al experimento fueron sesenta cuyes machos destetados raza Perú, de 14 a 21 días de edad (04 pozas por tratamiento y en cada poza 3 cuyes). Los tratamientos fueron: Control Negativo Cuyes machos alimentados con 0 g de AP (0% sin ácido propiónico AP), T1 Cuyes machos alimentados con 50 g de AP (0.05% de AP), T2 Cuyes machos alimentados con 100 g de AP (0.10% de AP), T 3 Cuyes machos alimentados con 150 g de AP (0.15% de AP) y T4 Cuyes machos alimentados con 200 g de AP (0.20% de AP). Los cuyes de los diferentes tratamientos recibieron alimento ad libitum, además recibieron agua limpia y fresca todos los días. El control de pesos se realizó semanalmente, en las primeras horas de la mañana antes de ofrecer el alimento.

3.5 ALIMENTACIÓN

Los cuyes recibieron el pienso de acuerdo a cada tratamiento. Diariamente se pesó el alimento a suministrar por cada poza y al día siguiente se volvió a pesar los residuos de alimento no consumidos. La dieta base utilizada se presenta en el cuadro 1:

Cuadro 1. Fórmula alimenticia del pienso experimental

Ingredientes	Crecimiento
	%
Arroz quebrado	20
Torta de soya	18
Afrecho de trigo	40
Polvillo de arroz	19
Carbonato de calcio	2.1
Metionina	0.1
Sal común	0.5
Ascorbil	0.2
Premezcla vit y min	0.1
Contenido nutricional	
Materia seca, %	88.4
Proteína cruda, %	18.03
ED, kcal/kg	2954

Suplementación con aditivos

Por cada 100 kg se añadió los aditivos de la siguiente manera:

Control: 0 g - 0% sin ácido propiónico (AP)

Tratamiento 1: 50 g de AP (0.05% de AP)

Tratamiento 2: 100 g de AP (0.10% de AP)

Tratamiento 3: 150 g de AP (0.15% de AP)

Tratamiento 4: 200 g de AP (0.20% de AP)

Se utilizò un producto quimico que contiene 99.5% de AP

Costo por kg de tratamiento:

- 0% de AP (Control) → S/1.70
- 0.05% de AP → S/ 1.78
- 0.10% de AP → S/1.85
- 0.15% de AP → S/1.93
- 0.20% de AP → S/ 2.0

3.6 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS

3.6.1 Pesos corporales y ganancia de peso

Los animales fueron pesados semanalmente a las 08:00 antes de ofrecerles el alimento. La ganancia media diaria (GMD) fue calculada como la diferencia entre el peso final y el peso inicial dividido entre los días que duró el experimento.

Peso final (g) – Peso inicial (g)

Ganancia de peso= -----

Número de días (g)

3.6.2 Consumo de alimento

Para la estimación del consumo de alimento, se pesó diariamente el alimento ofrecido y rechazado. La base de expresión del consumo fue en TCO. El consumo de alimento fue estimado por las diferencias agregadas entre el alimento ofrecido y la rechazado. Se estimó también el consumo de agua.

Consumo de Alimento = Alimento ofrecido (g) –alimento rechazado (g)

3.6.3 Índice de conversión alimenticia

La conversión alimenticia es un valor que permite determinar la cantidad de alimento que consume el animal para generar un kilo de carne; esta se halla dividiendo el consumo de alimento (g) entre la ganancia de peso (g).

Todas las pesadas se efectuaron usando una balanza electrónica con 0.5 g de sensibilidad.

$$\text{ICA} = \frac{\text{Consumo de alimento (g)}}{\text{Ganancia de peso (g)}}$$

3.6.4 Rendimiento de carcasa (%)

Para el cálculo de este parámetro se sacrificaron los cuyes considerando uno de cada poza al término del experimento, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{RC (\%)} = \frac{\text{Peso de la carcasa}}{\text{Peso vivo antes del beneficio}} \times 100 \%$$

3.6.5 Peso relativo de las vísceras (%)

Se consideraron las vísceras comestibles, que tradicionalmente forman parte de la carcasa del cuy, como son hígado, corazón, pulmones y riñones. Se lo determinó luego de pesar cada órgano en balanza de precisión y aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Peso relativo (\%)} = \frac{\text{Peso de víscera}}{\text{Peso vivo antes del beneficio}} \times 100 \%$$

3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el análisis de los datos; se utilizó el diseño completamente randomizado (DCR) con cinco tratamientos ($t=5$), cada tratamiento con cuatro repeticiones ($n=4$) y cada unidad experimental es de tres cuyes, excepto para rendimiento de carcasa.

El modelo estadístico lineal para el DCA del presente experimento es el siguiente:

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

$$i = 1, 2, 3, 4, 5$$

$$t = \text{número de tratamientos} = 5$$

$$j = 1, 2, 3, 4$$

$$n = \text{número de repeticiones por tratamiento} = 4$$

$$\mu = \text{efecto medio}$$

$$\tau_i = \text{efecto del } i\text{-ésimo tratamiento}$$

$$\varepsilon_{ij} = \text{error experimental}$$

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 PESO CORPORAL, CONSUMO Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA

En el presente estudio se observó el efecto de los diferentes niveles de AP en la dieta del cuy en fases de crecimiento y engorde, sobre el peso corporal, consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia.

Cuadro 2. Parámetros de crecimiento y engorde de cuyes alimentados durante nueve semanas post destete con diferentes niveles de ácido propiónico en el pienso.

	Niveles de ácido propiónico en el pienso (%)					SEM	Valor p	Probabilidad
	0	0.05	0.10	0.15	0.20			
Peso inicial, g	358.6	339.3	336.7	360.9	328.4	6.37	>0.05	0.178047458
Peso final, g	849.9	858.5	844.0	871.7	873.7	5.84	>0.05	0.551614817
GMD, g/cuy	8.5	8.2	8.0	8.1	8.65	0.12	>0.05	0.616462079
CMD pienso, g/cuy	46.3	46.1	47.2	49.7	47.1	0.64	>0.05	0.86974167
CMD agua, ml/cuy	64.5	71.5	67.5	66.8	71.9	1.43	>0.05	0.93116822
ICA	5.4	5.6	5.9	6.2	5.4	0.14	>0.05	0.62681668

p>0.05: No existen diferencias estadísticas significativas

GMD: Ganancia media diaria. CMD: Consumo medio diario. ICA: Índice de conversión alimenticia

4.1.1 Peso corporal

En los anexos 13 y 15 se muestran los pesos iniciales y finales por cada tratamiento. Por lo tanto, al culminar el periodo experimental, que fueron de 9 semanas, no se observó diferencias estadísticas ($p>0.05$) tanto en lo que respecta al peso inicial y final.

4.1.2 Consumo de alimento

Los resultados de consumo de alimento se muestran en el anexo 19, observamos que, no se muestran diferencias significativas entre los tratamientos experimentales ($p>0.05$), al incluir ácido propiónico en las dietas de cuyes

machos en las etapas de crecimiento y engorde. Al contrario, Rivero (2018), quien usó diferentes niveles de AP en dieta mixta de cuyes, encontró efectos positivos del AP en el consumo de alimento, al igual que Santillán (2019) al utilizar ácidos orgánicos, los cuyes mostraron mayor consumo.

4.1.3 Ganancia de peso

Se puede observar la ganancia de peso en el anexo 17. Los resultados del presente experimento concuerdan con los reportados por Sánchez-Silva *et al.* (2014) quienes no encontraron efecto positivo de una mezcla de ácidos orgánicos (fórmico, láctico y propiónico) sobre la ganancia de peso de cuyes en crecimiento alimentados con dieta mixta, en niveles de 173 y 152 ppm. Chilón *et al.* (2017) también encontraron efectos positivos del ácido butírico sobre las ganancias de peso de cuyes destetados. Se ha determinado que el AP exógeno tiene efectos sobre el metabolismo glucosídico incrementando la producción de glucosa endógena (Adler *et al.*, 2021), lo que podría favorecer la ganancia de peso. Stagno *et al.* (2005) encuentra una mayor ganancia de peso en lechones al utilizar los ácidos orgánicos al 0.2% y 0.4%.

4.1.4 Índice de conversión alimenticia

Los resultados del índice de conversión alimenticia se muestran en el anexo 21. Los cuyes muestran una mejor conversión alimenticia (6.68) en el T4 es decir a mayor cantidad de ácido propiónico, esto concuerda con el uso de ácido fumarico en la dieta Jaramillo *et al.* (2012) al igual que Eidelsbulger *et al.* (1996) quienes vieron una mejor conversión en el uso de ácido fórmico al 0.3%. Sin embargo, al mezclar ácido cítrico, fumarico, láctico y fórmico no es afectada pero cuando se añade bacitracina de Zn existe un aumento, Kahraman *et al.* (1999).

Guzmán *et al.* (2019) en sus resultados no encontró ningún patrón de resultado al suplementar ácido butírico bajo la forma de butirato de sodio.

Aunque no fue el objetivo del presente estudio medir el efecto bactericida del AP, pero es conocido que los ácidos orgánicos mejoran el crecimiento de muchas especies animales debido también a la actividad antibacteriana que ejercen

sobre *E. coli* y diferentes especies de Salmonela a nivel intestinal (Franco *et al.*, 2005). Se ha comprobado que dietas suplementadas con butirato de sodio afectan positivamente al desarrollo intestinal de cuyes de engorde con mejores resultados que una dieta base sin butirato (Vallejos *et al.*, 2015). Se reitera que, adicionalmente el AP y los ácidos orgánicos de cadena corta muestran su eficacia en el control de salmonela cuando los animales son expuestos de manera desafiante a la bacteria (Sobotik *et al.*, 2021; Bourassa *et al.*, 2018); por lo que los cuyes del presente experimento suplementados con AP pudieron tener mejor GMD que los del control, no sólo por el efecto antifúngico del AP, sino por su actividad bactericida. En lechones destetados de 21 días de edad alimentados con un alimento de mediana digestibilidad una mezcla de ácidos orgánicos en la dieta mejoró la salud intestinal, rendimiento en el crecimiento y redujo la incidencia de diarreas; sin embargo, no se observó ningún efecto benéfico de los mismos ácidos cuando el lechón fue alimentado con dietas altamente digestibles (Li *et al.*, 2018). Por tanto, la digestibilidad del alimento podría ser otro factor a considerar cuando se incluye ácidos orgánicos dietarios y se quiere medir su efecto sobre indicadores productivos.

Durante las nueve semanas experimentales. No se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre tratamientos en los cinco parámetros evaluados por efecto del nivel de ácido propiónico.

Los datos del peso corporal, consumo de alimento y conversión alimenticia en detalle registrados por cada tratamiento, repetición y por semana, y los respectivos ANOVA de los parámetros productivos se muestran en los anexos del 13 al 24.

4.2 RENDIMIENTO DE CARCASA Y PESO RELATIVO DE VÍSCERAS

Se muestran las medias del rendimiento de carcasa y el peso relativo de las vísceras que conforman comercialmente la carcasa del cuy, según tratamientos.

Cuadro 3. Rendimiento de carcasa y peso relativo de vísceras (% del peso de vivo) de cuyes beneficiados luego de nueve semanas post destete alimentados con diferentes niveles de ácido propiónico en el pienso.

	Niveles de ácido propiónico en el pienso (%)					SEM	Valor p	Probabilidad
	0	0.05	0.10	0.15	0.20			
Carcasa	64.20 ^b	61.77 ^c	66.26 ^a	60.47 ^c	64.21 ^b	1.02	<0.05	0.04037469
Hígado	4.32	4.17	3.63	3.97	3.84	0.12	>0.05	0.25818347
Riñones	1.25	1.10	1.03	1.03	1.17	0.04	>0.05	0.29451959
Pulmones	0.75	0.88	0.82	0.88	0.88	0.02	>0.05	0.25477013
Corazón	0.28	0.27	0.32	0.33	0.27	0.01	>0.05	0.69577533

^{a, b, c} Letras diferentes en la misma fila indican diferencias estadísticas ($p < 0.05$)
 $p > 0.05$: No existen diferencias estadísticas significativas

4.2.1 Rendimiento de Carcasa

La medición del rendimiento de carcasa, se realizó a las 2 horas después del beneficio de los animales, en el estado de post-rigor mortis; porque en este estado la carne tiene mejores propiedades de emulsificación de grasas que el musculo.

Los resultados del rendimiento de carcasa se muestran en el anexo 25. Se observó un mejor rendimiento de carcasa en los cuyes que consumieron pienso con 0.10% de ácido propiónico, que es el nivel de inclusión recomendado por el fabricante y comercializador del producto que contiene AP para aves y cerdos. Los resultados del presente estudio no coinciden con lo reportado por Gómez *et al.* (2018) quienes no encontraron diferencias en el rendimiento de carcasas en pollos que consumieron dietas con acidos organicos. Pero los resultados al

suplementar ácidos orgánicos líquidos y sólidos en la dieta de pollos de carne a razón de 200 g si hay mejores resultados.

4.2.2 Peso relativo de vísceras

Los resultados del peso relativo de vísceras se muestran en el anexo 27 al 34. El peso relativo de algunos órganos vitales evaluados en el presente trabajo no fueron diferentes por efecto de los niveles de uso del AP, lo cual indica que el AP no causó ningún problema, ni mejoró el funcionamiento de estos órganos importantes en la salud del cuy.

Estos resultados son concordantes con los encontrados por Paredes *et al.* (2021) quienes no encontraron diferencia en los pesos relativos de hígado, pulmones, corazón y riñones de cuyes con dietas 100% alimento balanceado. Además de Ocasio (2014) al evaluar los efectos de almidón y ácidos orgánicos en conejos no encontraron ninguna mejora ni anomalía. La similitud de pesos de los órganos viscerales también coincide con Reda *et al.* (2021), quienes no encontraron efecto de dosis altas de ácido orgánico en la dieta de codornices sobre el peso relativo de corazón e hígado.

Solamente se observan diferencias estadísticas ($p < 0.05$) en el rendimiento de carcasa, mas no en los demás parámetros evaluados. Los pesos de beneficio, pesos de carcasa y pesos de hígado, riñones, pulmones y corazón de los veinte cuyes evaluados, cuatro por tratamiento; así como los ANOVA de cada parámetro se indican en los anexos del 25 al 34.

CAPITULO V

1. CONCLUSIONES

- El peso corporal final, la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia del cuy en etapas de crecimiento y engorde, alimentados únicamente con pienso concentrado y agua no se vieron afectados por ninguno de los niveles de suplementación de ácido propiónico.
- El rendimiento de carcasa de cuyes machos fue mayor con 0.10% de ácido propiónico en la dieta. No se observaron diferencias de pesos relativos de corazón, hígado, riñones y pulmones por efecto de los cinco niveles de suplementación de ácido propiónico a cuyes machos alimentados con exclusión total de forraje verde.

2. RECOMENDACIONES

- El ácido propiónico en la dieta de cuyes debe evaluarse para un posible uso en caso de desafíos sanitarios y problemas de salmonelosis en la granja.
- Investigar las razones del mayor incremento del rendimiento de carcasa en cuyes alimentados con 0.10% de ácido propiónico, mediante el estudio histomorfométrico de intestinos y desarrollo cecal. Así como la influencia del ácido propiónico en la calidad microbiológica de la carne de cuy luego del beneficio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Adler GK, Hornik ES, Murray G, Bhandari S, Yadav Y, Heydarpour M, Basu R, Garg R, Tirosh A. 2021. Acute effects of the food preservative propionic acid on glucose metabolism in humans. *BMJ Open Diab Res Care* 9:e002336. <http://doi.org/10.1136/bmjdr-2021-002336>.
2. Bourassa DV, Wilson KM, Ritz CR, Kiepper BK, Buhr RJ. 2018. Evaluation of the addition of organic acids in the feed and/or water for broilers and the subsequent recovery of *Salmonella Typhimurium* from litter and ceca. *Poultry Science* 97:64–73.
3. Chilón W, Paredes M, Vallejos L. 2017. Efecto de la adición de butirato y ácido propiónico en la dieta de cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento sobre los parámetros productivos. *Fiat lux* 13(2): 223-232.
4. Davidson PM. 2001. Chap. 29. Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds. Pages 593–627 in *Food Microbiology- Fundamentals and Frontiers*. 2nd ed. M. P. Doyle, L. R. Beuchat, and T. J. Montville, ed. American Society for Microbiology, Washington, DC. Author links open overlay panel.
5. Díaz G, Rosadio R, Marcelo G, Chero A, Jiménez R, Reyna I, Maturrano L. 2017. Evaluación de una Técnica de PCR-Múltiple para la Detección Rápida de *Salmonella Typhimurium* y *Enteritidis* en Cuyes (*Cavia porcellus*) Naturalmente Infectados. *Rev Inv Vet Perú*; 28(3): 713-722
6. Feng X, Kong F, Yan X, Zheng L, Qi Q, Long L, Gong L, Huang W, Zhang H. 2021. Effects of glycerol monolaurate supplementation on egg production, biochemical indices, and gut microbiota of broiler breeders at the late stage of production. *Poultry Science* 100:101386. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101386>.
7. Franco LD, Fondevila M, Lobera, M, Castrillo C. 2005. Effect of combinations of organic acids in weaned pig diets on microbial species of digestive tract contents and their response on digestibility. *J Anim Physiol* 89: 88-93. doi:10.1111/j.1439-0396.2005.-00553.x

8. Gonzáles S, Icochea E, Reyna P, Guzmán J, Cazorla F, Lúcar J, Carcelén F, San Martín V. 2013. Efecto de la suplementación de ácidos orgánicos sobre los parámetros productivos en pollos de engorde. *Rev Inv Vet Perú*; 24 (1): 32-37
9. Guzmán I, Carcelén F, Ara M, Jiménez R, Bezada S, Guevara J, Asencios A. 2019. Comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) de engorde suplementados con tres niveles de butirato de sodio en la dieta. *Rev Inv Vet Perú*; 30(3): 1092-1098. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i3.16594>.
10. Huamaní G, Zea O, Gutiérrez G, Vílchez C. 2016. Efecto de Tres Sistemas de Alimentación sobre el Comportamiento Productivo y Perfil de Ácidos Grasos de Carcasa de Cuyes (*Cavia porcellus*). *Rev Inv Vet Perú* 27(3):486-494. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i3.12004>.
11. Huyghebaert G, Ducatelle R, VanImmerseel F. 2011. An update on alternatives to antimicrobial growth promoters for broilers. *The veterinary journal* 183(2): 182-188.
12. [INEI] Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2012. IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Lima, Perú. [Internet]. Disponible en: <http://censos.inei.gob.pe/Cenagro/redatam/>
13. Killerby MA, Oppong GM, Almeida ST, Knight CW, Robinson A, Ames K, Ma Z, Annis S, Wu S, Romero JJ. 2021. Effect of Application Rate of Sodium Lignosulfonate and Propionic Acid on DM Losses, Nutritional Composition, and Fungal Counts of High Moisture Alfalfa Hay Mini Bales, *Journal of Animal Science* 99(3): 98. <https://doi.org/10.1093/jas/skab235.176>
14. Li H, Zhao L, Liu S, Zhang Z, Wang X, Lin H. 2021. Propionate inhibits fat deposition via affecting feed intake and modulating gut microbiota in broilers. *Poultry Science* 100:235-245 <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.10.009>
15. Li S, Zheng J, Deng K, Chen L, Zhao XL, Jiang X, Fang Z, Che L, Xu S, Feng B, Li J, Lin Y, Wu Y, Han Y, Wu D. 2018. Supplementation with organic acids showing different effects on growth performance, gut morphology, and microbiota of weaned pigs fed with highly or less digestible diets. *J. Anim. Sci.* 96:3302-3318. doi: 10.1093/jas/sky197.

16. Ortiz-Oblitas P, Florián-Alcántara A, Estela-Manrique J, Rivera-Jacinto M, Hobán-Vergara C, Murga-Moreno C. 2021. Caracterización de la crianza de cuyes en tres provincias de la Región Cajamarca, Perú. *Rev Inv Vet Perú* 2021; 32(2): e20019. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i2.20019>.
17. Mani-López E, García HS, López-Malo A. 2011. Organic acids as antimicrobials to control Salmonella in meat and poultry products. *Food Research International* 45: 713 – 721.
18. McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, Morgan. 2011. *Animal Nutrition* 7th edition. 576 pp.
19. Menconi A, Shivaramaiah S, Huff GR, Prado O, Morales JE, Pumford NR, Morgan M, Wolfenden A, Bielke LR, Hargis BM, Tellez G. 2013. Effect of different concentrations of acetic, citric, and propionic acid dipping solutions on bacterial contamination of raw chicken skin. *Poultry Science* 92 :2216–2220.
20. Morales SM. 2017. Patógenos bacterianos y parasitarios más frecuentes en cuyes de crianza familiar - comercial en tres distritos de la Provincia de Bolognesi, Departamento de Ancash en época de seca. Tesis para optar el Grado Académico de Magíster en Sanidad Animal. UNMSM. 72 p.
21. Mustafa AF, Chavarr EC, Mantilla JG, Mantilla JO, Paredes MA. 2019. Effects of feeding flaxseed on performance, carcass trait, and meat fatty acid composition of Guinea pigs (*Cavia porcellus*) under northern Peruvian condition. *Trop Anim Health Prod* 51, 2611-2617. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01977-0>.
22. Palamidi I, Paraskeuas V, Theodorou G, Breitsma R, Schatzmayr G, Theodoropoulos G, Fegeros K, Mountzouris KC. 2016. Effects of dietary acidifier supplementation on broiler growth performance, digestive and immune function indices. *Animal Production Science* 57(2) 271-281.
23. Paredes M, Mantilla J, Bustamante I, Mantilla JC, Cayotopa J, Hoban C, Ortiz P, Mustafa A. 2021. Efecto de cinco niveles de balance electrolítico dietario en el crecimiento, características de carcasa y metabolitos de suerosanguíneo del cuy (*Cavia porcellus*). *Rev Inv Vet Perú* 2021; 32(2): e20018. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i2.20018>.

24. Rashidi N, Khatibjoo A, Taherpour K, Akbari-Gharaei M, Shirzadi H. 2020. Effects of licorice extract, probiotic, toxin binder and poultry litter biochar on performance, immune function, blood indices and liver histopathology of broilers exposed to aflatoxin-B1. 2020 Poultry Science 99:5896-5906. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.08.034>.
25. Reda FM, Ismail IE, Attia AI, Fikry AM, Khalifa E, Alagawany M. 2021. Use of fumaric acid as a feed additive in quail's nutrition: its effect on growth rate, carcass, nutrient digestibility, digestive enzymes, blood metabolites and intestinal microbiota. Poultry Sci. doi: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101493>.
26. Reynaga MF, Vergara V, Chauca L, Muscari J, Higaonna R. 2020. Sistemas de alimentación mixta e integral en la etapa de crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*) de las razas Perú, Andina e Inti. Rev Inv Vet Perú 31(3): e18173 <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i3.18173>
27. Ricke SC. 2003. Perspectives on the use of organic acids and shortchain fatty acids as antimicrobials. Poult. Sci. 82:632–639.
28. Rivero JS. 2018. Uso del ácido propiónico en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento-engorde. Trabajo monográfico para optar el título de Ingeniero Zootecnista. UNALM. 40 p.
29. Roy RD, Edens FW, Parkhurst CR, Qureshi MA, Havenstein GB. 2002. Influence of a Propionic Acid Feed Additive on Performance of Turkey Poults with Experimentally Induced Poult Enteritis and Mortality Syndrome. Poultry Science 81:951–957.
30. Selwet M. 2008. Effect of organic acids on numbers of yeasts and mould fungi and aerobic stability in the silage of corn. Pol J Vet Sci. 11(2):119-123. PMID: 18683540.
31. Sánchez-Silva M, Carcelén F, Ara M, Gonzáles R, Quevedo W, Jiménez R. 2015. Efecto de la suplementación de ácidos orgánicos sobre parámetros productivos del cuy (*Cavia porcellus*). Rev Inv Vet Perú; 25(3): 381-389.
32. Sobotik EB, Ramirez S, Roth N, Tacconi A, Pender C, Murugesan R, Archer GS. 2021. Evaluating the effects of a dietary synbiotic or synbiotic plus

- enhanced organic acid on broiler performance and cecal and carcass Salmonella load. Poultry Sci. doi <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101508>.
33. Sun H, Tang JW, Fang CL, Yao XH, Wu YF, Wang X, Feng J. 2013. Molecular analysis of intestinal bacterial microbiota of broiler chickens fed diets containing fermented cottonseed meal. Poultry Science 92 :392–401.
 34. Vallejos D, Carcelén F, Jiménez R, Perales R, Santillán G, Ara M, Quevedo W, Carzola F. 2015. Efecto de la Suplementación de Butirato de Sodio en la Dieta de Cuyes (*Cavia porcellus*) de Engorde sobre el Desarrollo de las Vellosidades Intestinales y Criptas de Lieberkühn. Rev Inv Vet Perú; 26(3): 395-403.
 35. Wang L, Liu B, Jin J, Ma L, Dai X, Pan L, Liu Y, Zhao Y, Xing F. 2019. The Complex Essential Oils Highly Control the Toxigenic Fungal Microbiome and Major Mycotoxins During Storage of Maize. Frontiers in Microbiology. 10:1643. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01643>.
 36. Yun J, Lee DG. 2016. A novel fungal killing mechanism of propionic acid. FEMS Yeast Research 16 (7), fow089. <https://doi.org/10.1093/femsyr/fow089>.
 37. Delgado De Los Rios 2018. Evaluación de un fitoquímico y ácidos orgánicos sobre la eficiencia productiva en cuyes machos en etapas de crecimiento y acabado.
 38. Stagno, Cornejo 2005. Efecto de la inclusión de ácidos orgánicos en la dieta de cerdos destetados, sobre parámetros productivos y económico. Universidad de Concepción, Facultad de Medicina Veterinaria, Departamento de Ciencias Pecuarias, Chillán.
 39. Alvaro Jaramillo 2012. Evaluación de la mezcla de un ácido orgánico y un prebiótico en los parámetros productivos y alométricos de pollos de engorde con alimentación controlada. Artículos de Investigación. 20 p.
 40. Gómez, Cortez. 2018. Organic acids as alternatives to antibiotics in diets for chickens on productive response, intestinal health and animal welfare. UNAM
 41. Iza Saltos, Fabiola Del Roció. (2020). Análisis comparativo del efecto de ácido orgánicos en dietas para crecimiento y engorde de pollos de carne. Quevedo. UTEQ 41 p.

ANEXOS

ANEXO 1. GALPÓN DONDE SE LLEVÓ A CABO EL EXPERIMENTO



ANEXO 2. TRASLADO DE CUYES DESTETADOS EN JABAS



ANEXO 3. RECEPCIÓN Y ACOSTUMBRAMIENTO DE LOS CUYES AL SISTEMA DE CRIANZA



ANEXO 4. DETALLE DE LAS JAULAS Y DEL MATERIAL DE CAMA DESINFECTADO.



ANEXO 5. COMEDERO METÁLICO AUTOMÁTICO Y BEBEDERO UTILIZADOS



ANEXO 6. PIENSO MAS ÁCIDO PROPIONICO AÑADIDO SEGÚN TRATAMIENTO



ANEXO 7. BALANZAS UTILIZADAS PARA PESAR ALIMENTO Y CUYES



ANEXO 8. CONTROL SEMANAL DE PESOS.



ANEXO 9. CONSUMO DE PIENSO Y AGUA DE BEBIDA.

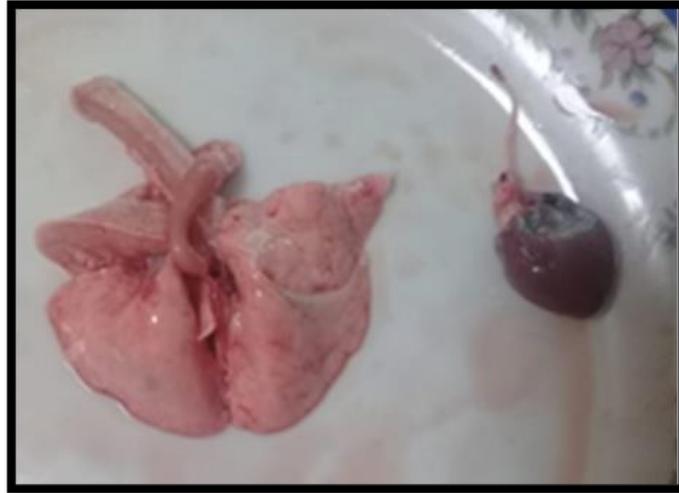


ANEXO 10. CARCASAS OBTENIDAS SEGÚN TRATAMIENTOS. (4 CUYES POR CADA TRATAMIENTO). TOTAL 20 CARCASAS EVALUADAS.



ANEXO 11. HÍGADO, RIÑONES, PULMONES Y CORAZÓN DE CUY PARA SU RESPECTIVO CONTROL DE PESO.





ANEXO 12. DISTRIBUCIÓN DE CUYES EN EL EXPERIMENTO. NÓTESE QUE UNA UNIDAD EXPERIMENTAL ESTÁ REPRESENTADA POR TRES CUYES POR POZA. CADA TRATAMIENTO TUVO 4 UNIDADES EXPERIMENTALES.



ANEXO 13. REGISTRO DE PESOS INICIALES (g)

Tratamiento	N° de Poza	Peso 1	Peso 2	Peso 3
T0	1	328	375	301
	2	361	296	491
	3	273	463	326
	4	375	432	282
T1	5	340	332	405
	6	292	307	319
	7	305	379	372
	8	347	272	402
T2	9	342	307	384
	10	304	316	407
	11	385	301	340
	12	295	289	371
T3	13	392	224	449
	14	324	388	371
	15	407	389	281
	16	374	278	454
T4	17	305	322	237
	18	256	348	361
	19	301	322	385
	20	458	260	386

ANEXO 14. ANAVA PESOS INICIALES

FV	GL	SC	CM	FC	F0.05	F0.01
Tratamientos	4	3251.31111	812.827778	1.81720212	3.06	4.89
Error	15	6709.44	447.296296			
Total	19	9960.76				

CV (%) 6.13381106

ANEXO 15. REGISTRO DE PESOS FINALES (g)

Tratamientos	N° de Poza	Peso 1	Peso 2	Peso 3
T0	1	920	912	736
	2	915	1008	910
	3	851	905	762
	4	991	1022	807
T1	5	923	779	884
	6	961	765	892
	7	934	893	809
	8	805	926	731
T2	9	903	862	737
	10	729	912	788
	11	908	975	852
	12	765	982	715
T3	13	1056	975	701
	14	732	947	880
	15	939	734	740
	16	903	1042	812
T4	17	941	896	710
	18	891	943	789
	19	921	956	743
	20	873	915	906

ANEXO 16. ANAVA DE PESOS FINALES

FV	GL	SC	CM	FC	F0.05	F0.01
Tratamientos	4	5741.3	1435.325	0.78644274	3.06	4.89
Error	15	27376.28	1825.08519			
Total	19	33117.58				

CV (%) 4.91856496

ANEXO 17. CALCULO DE GMD POR CADA CUY

Tratamiento	N° de Poza	Peso 1	Peso 2	Peso 3
T0	1	9.40	8.52	6.90
	2	8.79	11.30	6.65
	3	9.17	7.02	6.92
	4	9.78	9.37	8.33
T1	5	9.25	7.10	7.60
	6	10.62	7.27	9.10
	7	9.98	8.16	6.94
	8	7.27	10.38	5.22
T2	9	8.90	8.81	5.60
	10	6.75	9.46	6.05
	11	8.30	10.70	8.13
	12	7.46	11.00	5.46
T3	13	10.54	11.92	4.00
	14	6.48	8.87	8.08
	15	8.44	5.48	7.29
	16	8.40	12.13	5.68
T4	17	10.10	9.11	7.51
	18	10.08	9.44	6.79
	19	9.84	10.06	5.68
	20	6.59	10.40	8.25

ANEXO 18. ANAVA DE LA GMD

FV	GL	SC	CM	FC	F0.05	F0.01
Tratamientos	4	1.08912684	0.27228171	0.67997616	3.06	4.89
Error	15	6.01	0.40042832			
Total	19	7.10				

CV (%) 7.61140946

**ANEXO 19. CONSOLIDADO DEL CONTROL DE CONSUMO DE ALIMENTO (SUMINISTRO – DESPERDICIO) Y
CALCULO DEL CONSUMO MEDIO DIARIO POR CUY (CMD, g/cuy)**

POZA	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	TOTAL	CMD
1	398	460	584	911	1384	1632	1764	1731	1619	10483	41.60
2	365	486	557	918	1093	1204	1516	1335	1531	9005	47.65
3	114	450	714	472	1142	1322	1502	1376	1381	8473	44.83
4	210	451	562	1007	1211	1315	1581	1637	1692	9666	51.14
5	220	475	615	850	1080	1423	1215	1503	1781	9162	48.48
6	135	407	610	766	814	1086	1235	1362	1562	7977	42.21
7	195	406	549	453	920	1194	1429	1554	1644	8344	44.15
8	264	472	603	591	1137	1473	1389	1710	1754	9393	49.70
9	244	591	616	922	1008	1272	1274	1420	1530	8877	46.97
10	61	502	575	850	1094	1373	1618	1594	1600	9267	49.03
11	152	464	529	707	831	1185	1220	1592	1559	8239	43.59
12	150	553	685	927	1188	1293	1469	1597	1416	9278	49.09
13	331	435	570	867	1190	1190	1269	1753	1494	9099	48.14
14	344	649	906	1039	1246	1286	1445	1661	1772	10348	54.75
15	339	449	377	777	1042	841	1372	1605	1584	8386	44.37
16	445	484	659	972	1083	1261	1450	1675	1709	9738	51.52
17	301	552	711	1023	1263	1277	1609	1656	1643	10035	53.10
18	232	491	446	431	890	1031	959	1368	1467	7315	38.70
19	290	439	427	730	790	1091	1079	1350	1441	7637	40.41
20	373	479	793	990	1235	1571	1583	1785	1809	10618	56.18

ANEXO 20. ANAVA DEL CMD

FV	GL	SC	CM	FC	F0.05	F0.01
Tratamientos	4	32.6267318	8.15668296	0.3055553	3.06	4.89
Error	15	400.42	26.6946214			
Total	19	433.05				

CV (%) 10.9277902

ANEXO 21. CA CALCULADA PROMEDIO

	T0	T1	T2	T3	T4
1	5.03	6.07	6.04	5.46	5.96
2	5.34	4.69	6.61	7.01	4.41
3	5.82	5.28	4.82	6.28	4.74
4	5.58	6.52	6.16	5.90	6.68
TOTAL	21.77	22.56	23.63	24.64	21.79
MEDIA	5.44	5.64	5.91	6.16	5.45

ANEXO 22. ANAVA DE LA CA

FV	GL	SC	CM	FC	F0.05	F0.01
Tratamientos	4	1.54644756	0.38661189	0.66370614	3.06	4.89
Error	15	8.74	0.58250462			
Total	19	10.28				

CV (%) 13.3426922

**ANEXO 23. CONSOLIDADO DEL CONSUMO DE AGUA EN CADA POZA Y PROMEDIO
POR DIA POR CUY (ml)**

POZA	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	TOTAL	CMD
1	630	1220	918	1037	866	985	1255	1500	1372	9783	38.82
2	691	1270	1130	1496	1321	1564	2071	2015	1995	13553	71.71
3	707	1595	1148	1647	1485	1603	1625	2228	1898	13936	73.74
4	663	1414	1230	1400	1457	1640	1758	2269	2135	13966	73.89
5	807	1698	1595	1618	1783	1516	1812	2016	1977	14822	78.42
6	774	1528	1445	1670	1430	1749	1747	2211	2653	15207	80.46
7	664	1820	1174	1158	1149	1354	1570	1857	1862	12608	66.71
8	786	1455	1154	1070	1061	1392	1444	1545	1493	11400	60.32
9	681	1139	820	1098	820	1006	1185	1417	1230	9396	49.71
10	726	1400	985	1293	1561	1492	1594	2029	2051	13131	69.48
11	783	1621	1461	1412	1657	1656	1959	2392	2324	15265	80.77
12	738	1442	1176	1352	1188	1681	1683	2043	1921	13224	69.97
13	718	1724	1220	1574	1696	1748	1916	2272	2647	15515	82.09
14	720	1583	1515	1561	1541	1812	2076	2363	2505	15676	82.94
15	674	1037	975	1042	791	963	1006	1088	1259	8835	46.75
16	749	871	831	1067	952	1410	1393	1571	1624	10468	55.39
17	692	1578	1169	1399	1690	1641	1912	2198	2243	14522	76.84
18	778	1731	1152	1486	1851	1657	2111	2113	2067	14946	79.08
19	702	1246	1196	1310	1486	1612	1861	2247	2310	13970	73.92
20	632	981	1146	1185	1227	1272	1401	1576	1562	10982	58.11

ANEXO 24. ANAVA DEL CONSUMO DE AGUA

FV	GL	SC	CM	FC	F0.05	F0.01
Tratamientos	4	162.536246	40.6340615	0.205884	3.06	4.89
Error	15	2960.46	197.363861			
Total	19	3122.99				

CV (%) 20.5224749

ANEXO 25. CALCULO DEL RENDIMIENTO DE CARCASA

Tratamiento	N° de Poza	Peso vivo	Peso carcasa	Rdto %
T0	1	920	580	63.04
	2	1008	671	66.57
	3	905	564	62.32
	4	1022	663	64.87
T1	5	923	571	61.86
	6	961	550	57.23
	7	934	588	62.96
	8	927	603	65.05
T2	9	903	621	68.77
	10	912	567	62.17
	11	975	652	66.87
	12	982	660	67.21
T3	13	1056	644	60.98
	14	947	585	61.77
	15	939	578	61.55
	16	1042	600	57.58
T4	17	941	573	60.89
	18	943	612	64.90
	19	956	625	65.38
	20	915	601	65.68

ANEXO 26. ANAVA DEL RENDIMIENTO DE CARCASA

FV	GL	SC	CM	FC	F0.05	F0.01
Tratamientos	4	82.6433892	20.6608473	3.28025533	3.06	4.89
Error	15	94.48	6.29854851			
Total	19	177.12				

CV (%) 3.95952249

ANEXO 27. CALCULO DEL PESO RELATIVO DE HIGADO (%)

Tratamiento	N° de Poza	Peso vivo	Peso hígado	%
T0	1	920	39	4.24
	2	1008	43	4.27
	3	905	37	4.09
	4	1022	48	4.70
T1	5	923	35	3.79
	6	961	36	3.75
	7	934	40	4.28
	8	927	45	4.85
T2	9	903	31	3.43
	10	912	32	3.51
	11	975	43	4.41
	12	982	31	3.16
T3	13	1056	39	3.69
	14	947	40	4.22
	15	939	37	3.94
	16	1042	42	4.03
T4	17	941	32	3.40
	18	943	32	3.39
	19	956	38	3.97
	20	915	42	4.59

ANEXO 28. ANAVA DEL PESO RELATIVO DEL HIGADO

FV	GL	SC	CM	FC	F0.05	F0.01
Tratamientos	4	1.18782096	0.29695524	1.47797391	3.06	4.89
Error	15	3.01	0.20092049			
Total	19	4.20				

CV (%) 11.2452182

ANEXO 29. CALCULO DEL PESO RELATIVO DE RIÑONES

Tratamiento	Nº de Poza	Peso vivo	Peso riñones	%
T0	1	920	13	1.41
	2	1008	13	1.29
	3	905	12	1.33
	4	1022	10	0.98
T1	5	923	10	1.08
	6	961	10	1.04
	7	934	11	1.18
	8	927	10	1.08
T2	9	903	7	0.78
	10	912	9	0.99
	11	975	10	1.03
	12	982	13	1.32
T3	13	1056	10	0.95
	14	947	11	1.16
	15	939	8	0.85
	16	1042	12	1.15
T4	17	941	9	0.96
	18	943	11	1.17
	19	956	12	1.26
	20	915	12	1.31

ANEXO 30. ANAVA DEL PESO RELATIVO DE RIÑONES

FV	GL	SC	CM	FC	F0.05	F0.01
Tratamientos	4	0.15022498	0.03755624	1.35899823	3.06	4.89
Error	15	0.41	0.02763524			
Total	19	0.56				

CV (%) 14.9086704

ANEXO 31. CALCULO DEL PESO RELATIVO DE PULMONES

Tratamiento	N° de Poza	Peso vivo	Peso pulmones	%
T0	1	920	6	0.65
	2	1008	8	0.79
	3	905	6	0.66
	4	1022	9	0.88
T1	5	923	8	0.87
	6	961	8	0.83
	7	934	9	0.96
	8	927	8	0.86
T2	9	903	8	0.89
	10	912	6	0.66
	11	975	8	0.82
	12	982	9	0.92
T3	13	1056	8	0.76
	14	947	9	0.95
	15	939	9	0.96
	16	1042	9	0.86
T4	17	941	9	0.96
	18	943	7	0.74
	19	956	9	0.94
	20	915	8	0.87

ANEXO 32. ANAVA DEL PESO RELATIVO DE PULMONES

FV	GL	SC	CM	FC	F0.05	F0.01
Tratamientos	4	0.05588861	0.01397215	1.49002284	3.06	4.89
Error	15	0.14	0.00937714			
Total	19	0.20				

CV (%) 11.500196

ANEXO 33. CALCULO DEL PESO RELATIVO DE CORAZÓN

Tratamiento	Nº de Poza	Peso vivo	Peso corazón	%
T0	1	920	2	0.22
	2	1008	4	0.40
	3	905	2	0.22
	4	1022	3	0.29
T1	5	923	2	0.22
	6	961	3	0.31
	7	934	3	0.32
	8	927	2	0.22
T2	9	903	3	0.33
	10	912	2	0.22
	11	975	4	0.41
	12	982	3	0.31
T3	13	1056	4	0.38
	14	947	4	0.42
	15	939	3	0.32
	16	1042	2	0.19
T4	17	941	2	0.21
	18	943	3	0.32
	19	956	3	0.31
	20	915	2	0.22

ANEXO 34. ANAVA DEL PESO RELATIVO DEL CORAZÓN

FV	GL	SC	CM	FC	F0.05	F0.01
Tratamientos	4	0.01344016	0.00336004	0.559144	3.06	4.89
Error	15	0.09	0.00600926			
Total	19	0.10				

CV (%) 26.5590922