

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN**



**“USO DEL ACIDO PROPIÓNICO EN LA ALIMENTACIÓN DE  
CUYES (*Cavia porcellus*) EN CRECIMIENTO-ENGORDE”**

**Trabajo Monográfico para Optar el Título de**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**(Modalidad Examen Profesional)**

**JOSÉ SANTOS RIVERO ESPINOZA**

**Lima - Perú**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN**

**“USO DEL ACIDO PROPIÓNICO EN LA ALIMENTACIÓN DE  
CUYES (*Cavia porcellus*) EN CRECIMIENTO- ENGORDE”**

**Trabajo Monográfico para Optar el Título de:**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**(Modalidad Examen Profesional)**

**JOSÉ SANTOS RIVERO ESPINOZA**

**Sustentado y Aprobado ante el siguiente Jurado:**

**M.V. Germán Rodríguez Franco**  
**Presidente**

**Ing. Víctor Hidalgo Lozano**  
**Patrocinador**

**Ing. José Sarria Bardales**  
**Miembro**

**Ing. Christian Barrantes Bravo**  
**Miembro**

A la memoria de mi padre, quien supo guiarme en el camino del bien.

A mi madre, por su constante amor y apoyo en mi formación profesional.

A mis hermanos, quienes fueron partícipes de mi formación.

Al Ing. Víctor Hidalgo Lozano,  
patrocinador, por su apoyo constante.

# ÍNDICE

	<b>PÁGINA</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>3</b>
2.1 CARACTERÍSTICAS Y MECANISMO DE ACCIÓN DE LOS ÁCIDOS ORGÁNICOS	3
2.2 ÁCIDO PROPIÓNICO	5
2.2.1 Efecto biológico del ácido propiónico	5
2.2.2 Ventajas de la conservación con ácido propiónico	6
2.3 FISIOLÓGÍA DIGESTIVA Y REQUERIMIENTOS DEL CUY	6
2.3.1 Proteína y energía	7
2.3.2 Grasa y fibra	9
2.3.3 Vitamina C	9
2.4 USO DE ÁCIDO PROPIÓNICO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL	10
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>13</b>
3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN	13
3.2 ANIMALES EXPERIMENTALES	13
3.3 INSTALACIONES	13
3.4 DIETAS EXPERIMENTALES	13
3.5 MATERIALES Y EQUIPO	14
3.6 TRATAMIENTOS	15
3.7 METODOLOGÍA	15
3.8 DETERMINACIÓN EN EL LABORATORIO	16
3.9 PARÁMETROS EVALUADO	16
3.10 DISEÑO EXPERIMENTAL	17
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>18</b>
4.1 PESO CORPORAL Y GANANCIA DE PESO	18
4.2 CONSUMO DE ALIMENTO	20
4.3 CONVERSIÓN ALIMENTICA	21
4.4 RENDIMIENTO DE CARCASA	22
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>23</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	<b>24</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>25</b>
<b>VIII. ANEXO</b>	<b>29</b>

**NÚMERO****PÁGINA**

1.	Requerimientos nutritivos del cuy en crecimiento y engorde.	8
2.	Alimento concentrado basal para cuyes (dieta testigo).	14
3.	Incremento de peso por tratamiento (g/día).	19
4.	Rendimiento promedio de carcasa de los cuyes por tratamiento.	22

**ÍNDICE DE FIGURAS****NÚMERO****PÁGINA**

1.	Peso inicial, a la 7 <sup>o</sup> semana y ganancia de peso (g).	18
2.	Consumo de concentrado, forraje y total (g).	20
3.	Conversión alimenticia.	21
4.	Porcentaje de carcasa.	22

## **RESUMEN**

El objetivo del presente trabajo de investigación, fue evaluar 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. El ensayo se realizó en las instalaciones del Programa de Investigación y Proyección Social en Carnes, Sala Experimental de la Granja de Cuyes de Cieneguilla – UNALM, con una duración de 7 semanas. Se utilizaron 64 cuyes destetados mejorados del genotipo Cieneguilla, machos de 14 días de edad, los cuales fueron alojados en 16 pozas de 0.475 m<sup>2</sup> 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. En cuanto a la conversión alimenticia se observó que tampoco se observó diferencias significativas. Así mismo, el rendimiento de carcasa fueron muy similares entre tratamientos, valores que oscilaron entre 70.97 a 71.63%, lo que indica que la inclusión de ácido propiónico no afectó el rendimiento de carcasa en esta especie animal.

## I. INTRODUCCIÓN

La crianza de cuyes, en nuestro país, es una alternativa de importancia nutricional y económica para las poblaciones alto-andinas y de la costa, cuya carne además de ser exquisita, provee alto contenido proteico. Está clasificado por su anatomía gastrointestinal como un animal de fermentación postgástrica junto con el conejo y la rata. Su comportamiento nutricional del adulto se asemeja más a un poligástrico con procesos de fermentación mixta y capacidad degradadora de celulosa, que a un monogástrico estricto; es decir, el cuy es considerado como una especie herbívora monogástrica, que posee un estómago simple.

El factor alimentación representa alrededor del 70% del costo de producción. Por otro lado la crianza de cuyes sufre a menudo el efecto patogénico, de bacterias que pueden disminuir la productividad, afectando negativamente la producción de la granja, así como produciendo mortalidad embrionaria, mermas al nacimiento e infecciones posteriores. La utilización de aditivos en el alimento para contrarrestar las bacterias patógenas tiene mucha importancia.

Al respecto, el empleo de ácidos orgánicos como el ácido propiónico en dietas de cerdos y aves experimentalmente presentan resultados favorables, debido a que estas sustancias poseen características antimicrobiales contra patógenos y es biodegradable en el organismo animal, favoreciendo aparentemente el desarrollo adecuado de la flora microbiana benéfica, además aumentan la digestibilidad de las proteínas, reduce los problemas digestivos y mejoran los rendimientos productivos.

El objetivo del presente trabajo de investigación, fue evaluar el efecto del ácido propiónico sobre el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia en cuyes en crecimiento- engorde.



## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CARACTERÍSTICAS Y MECANISMO DE ACCIÓN DE LOS ÁCIDOS ORGÁNICOS

Se denomina ácidos orgánicos a los compuestos que poseen la propiedad de liberar iones hidrógeno o protones. Los ácidos orgánicos más importantes son los ácidos carboxílicos, los cuales poseen también la propiedad de liberar protones, como consecuencia de su estructura molecular. Se denomina así porque poseen grupos carboxilo (-COOH), los cuales resultan de la unión de un grupo carbonilo y un grupo hidroxilo (Romero & Paratore, 1982).

El grupo carboxilo, es la unidad funcional característica de los ácidos carboxílicos, los cuales pueden pertenecer a la serie alifática (RCOOH), aromática (ArCOOH), o heterocíclica. Estos compuestos incluyen a los ácidos carboxílicos, dicarboxílicos y poli carboxílicos (dos o más grupos -COOH en la molécula). Una gran variedad de ácidos carboxílicos son productos naturales, y cumplen innumerables funciones tanto en la naturaleza como en la industria. Los ácidos carboxílicos alifáticos normales de cadena larga, se encuentran en forma de ésteres en las grasas y aceites de origen animal y vegetal. De ahí la denominación de ácidos grasos, que se emplean para los ácidos carboxílicos de la serie alifática (Bonner y Castro, 1968).

La principal propiedad del grupo carboxilo es su capacidad para liberar o ceder su ión hidrógeno, formándose el correspondiente anión o ión carboxilato. A esta liberación de protones se debe su carácter ácido. Sin embargo, se considera a los ácidos orgánicos como “ácidos débiles” en comparación con los ácidos fuertes de origen inorgánico (Romero y Paratore, 1982).

La desinfección por tratamiento calórico fue el método tradicional de control en alimentos para animales, pero el tratamiento químico usando ácidos grasos de

cadena corta, ha sido descubierto como un seguro sistema alternativo. Tiene una mayor ventaja en la prevención de la contaminación de productos no infectados (McCubbine, 1989).

Muchos investigadores han especulado sobre el método por el cual los ácidos orgánicos trabajan proporcionando características antimicrobiales. La teoría ampliamente aceptada es la que afirma que la molécula del ácido es disociada en anión y protón dentro de la célula bacterial, esta disociación causa una disminución en el pH citoplasmático, el cual dificulta la síntesis de ADN, RNA, proteína, lípidos y membrana celular (Izat & Waldroup, 1990).

Según Spendel (1991) un considerable crecimiento de gérmenes no deseables es reducido a un bajo pH en el estómago, por lo tanto estabiliza toda la flora gastroenterica. Los ácidos orgánicos pueden incrementar la capacidad digestiva y controlar la población microbiana del intestino. El efecto de los ácidos sobre los microorganismos puede ser impidiendo el crecimiento o directamente matando el germen (microbicida).

El rango de efectividad de los ácidos individuales está limitado y depende de la dosis. Al combinar varios ácidos, la efectividad puede ser mayor y un aumento en el efecto sobre los microbios puede ser alcanzado, por lo tanto incrementaría la eficacia nutritiva. El efecto que los acidificantes tienen en el pH del intestino es por lo tanto importante por dos razones principales: primeramente al controlar la población microbiana, y segundo al ayudar a la digestión, al permitir el pH específico que necesitan las enzimas para trabajar eficientemente.

Suplementar dietas con ácidos capaces de interactuar con los insumos, es una manera de modificar su capacidad buffer. Sin embargo, es crítico usar ácidos que tengan puntos de disociación sobre rangos amplios de pH, de esta manera se permite su actividad en diferentes partes del tracto digestivo, mientras se favorece el desarrollo óptimo de las funciones bioquímicas y fisiológicas del tracto digestivo (Williams, 1989).

Existen evidencias que sugieren que la utilización del alimento por las aves aumenta cuando la dieta se acidifica. No obstante, debe advertirse que la acidificación del alimento, especialmente con altas concentraciones de ácido, puede tener efectos adversos sobre el equipo de metal que se emplea y sobre el consumo del alimento (Miller, 1987).

## **2.2 ÁCIDO PROPIÓNICO**

El ácido propiónico tiene por fórmula  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ , posee un punto de ebullición de  $14\text{ }^\circ\text{C}$  y un punto de fusión de  $-22\text{ }^\circ\text{C}$  (Morrison y Boyd, 1990). Este ácido en estado puro es un líquido transparente, de desagradable olor irritante, miscible con el agua en todas las proporciones, y posee un peso molecular de 74.08 (Luck, 1981). Este ácido se emplea principalmente como conservante en la industria alimentaria y para la preparación de alimentos balanceados (Weissermel y Arpe, 1981).

El ácido propiónico es un metabolito natural. Los microorganismos del rumen de una vaca generan diariamente aproximadamente 1.5 L de ácido propiónico, lo cual representa para el rumiante una importante fuente energética. También en el metabolismo animal se forma ácido propiónico. El ácido propiónico es rápidamente convertido, también por animales monogástricos. En concentraciones más reducidas se encuentra el ácido propiónico en productos lácteos y también en la orina y sudor (BASF, 2003).

### **2.2.1 Efecto biológico del ácido propiónico**

El ácido propiónico posee un pronunciado efecto antimicrobiano. Actúa contra hongos, levaduras y bacterias. El efecto es menor frente a bacterias gram positivas que frente a las gram negativas como la salmonella.

El efecto conservador del ácido propiónico se basa en que interviene en el metabolismo de los carbohidratos y en la síntesis del DNA de los microorganismos, siendo eficaz en este caso el ácido no disociado. En razón del valor pK relativamente elevado de 4.9; el ácido propiónico es especialmente eficaz en los ámbitos del valor pH de 5.5 –6.5, típico de los

alimentos para animales. Pero también en caso de valores pH más elevados en los alimentos se alcanza una conservación eficaz (BASF, 2003).

### **2.2.2 Ventajas de la conservación con ácido propiónico**

La suplementación con cantidades suficientes de ácido propiónico alcanza los efectos siguientes (BASF 2003):

- Se evita la pérdida de nutrientes.
- Se evita la formación de micotoxinas.
- Disminución de la sobrecarga del animal por elevados números de gérmenes y con ello profilaxis de diarreas inducidas por gérmenes.
- Incremento del aumento de peso diario de los animales.
- Reducción del consumo en alimento por Kg. de aumento de peso.
- Buen sabor del alimento.
- Buena fluidez de los alimentos tratados.

La adición de ácido propiónico no influye sobre los principios activos contenidos en la mezcla de alimentos. Tampoco las propiedades de peletización son influidas desfavorablemente mediante la adición de ácido propiónico.

## **2.3 FISIOLÓGÍA DIGESTIVA Y REQUERIMIENTOS DEL CUY**

El cuy, es un mamífero, que en vida silvestre sólo se alimenta de hierbas, consumiendo grandes cantidades de vegetación en su hábitat natural (Wagner y Manning, 1976). Por presentar ciertas características anatómicas particulares, Van Soest (1991) lo clasificó como un herbívoro con fermentación post gástrica cecal.

Los cuyes, a nivel del ciego y colón realizan la maceración, fermentación y degradación de las porciones fibrosas de los alimentos. En el intestino grueso se produce la digestión de la celulosa por la acción bacteriana y la absorción de la mayoría de nutrientes (Dukes, 1967). Henning y Hird (1970) encontraron que el ciego del cuy contiene concentraciones similares de ácidos grasos de cadena corta que el rumen de vacuno. En efecto, el cuy es un fermentador post-gástrico y el ciego

es el primer lugar de fermentación que tiene la capacidad fermentativa similar al del colón y el recto del caballo (Parra, 1978).

Esquerre et al. (1974) estudiaron la digestión microbiana en cuyes criollos adultos en Huancayo, observando que la mayor, intermedia y menor actividad fermentativa sobre el alimento ocurre en el ciego, colón proximal y estómago respectivamente.

Esto indica que, el intestino grueso del cuy está especializado para desarrollar una flora microbial a nivel del ciego. Sin embargo, durante las primeras semanas de vida, el contenido digestivo es a menudo estéril. Posteriormente se da una colonización de *Escherichia Coli*, *Clostridium Welchii* y estreptococo, los cuales van seguidos por los lactobacilos, que se transforman en los huéspedes más corrientes del aparato digestivo del cuy (Zúñiga & Quisiyupanqui, 1995), que pueden contribuir con los requerimientos nutricionales, a través de algunos mecanismos como la absorción directa de metabolitos bacteriales y absorción de nutrientes (Wagner & Manning, 1976).

Por otro lado los requerimientos nutritivos del cuy, aún no han sido bien establecidos para sus diferentes estados fisiológicos; los datos existentes mostrados en el Cuadro 1, son recomendados por la NRC (1995), para cuyes que son utilizados en el laboratorio y que se encuentran en mantenimiento.

### **2.3.1 Proteína y energía**

La proteína es de gran importancia en la ración ya que permite la síntesis o formación de tejido corporal; un aporte inadecuado de ésta, da lugar a un menor peso al nacimiento, infertilidad y menor eficiencia en el uso de los alimentos (Hidalgo, 1999). En cuanto al requerimiento de proteína, es muy importante como fuente de aminoácidos esenciales para todos los mamíferos no rumiantes, ya que ellos no los pueden sintetizar a partir de sustratos orgánicos simples (Wagner y Mannig, 1976).

El cuy responde bien a las raciones con 20% de proteína cuando éstas provienen de dos o más fuentes, sin embargo se han reportado raciones con 14

y 17 % de proteína que han logrado buenos incrementos de peso en esta especie animal (Aliaga, 1993 ).

Por otro lado la energía es esencial para los procesos vitales del cuy, síntesis de tejidos, caminar, contrarrestar el frío, etc. Nutrientes como carbohidratos, lípidos y proteínas proveen de energía al cuy, cuando son utilizados por los tejidos corporales. Sin embargo, la mayor parte de la energía es suministrada por los carbohidratos de los alimentos de origen vegetal (Aliaga, 1993).

**Cuadro 1. Requerimientos nutritivos del cuy en crecimiento y engorde.**

<b>Nutriente</b>	<b>%</b>
E.M, Mcal/ kg	3.000
Proteína	18,00
Fibra cruda	15,00
Calcio	0,80
Fósforo	0,40
Potasio	0,50
Magnesio	0,10
Lisina	0,84
Metionina	0,60
Arginina	1,20
Histidina	0,36
Isoleucina	0,60
Leusina	1,08
Fenilalanina	1,08
Treonina	0,60
Triptofano	0,18
Valina	0,84
VITAMINAS (mg/kg de dieta )	
Vitamina A	6,60
Vitamina E	26,70
Vitamina C	200,00
Tiamina ( B1)	2,00
Ribloflavina (B2)	3,00
Piridoxina (B6)	2,0-3,0
Niacina	10,00
Ácido pantotenico	20,00
Ácido fólico	3,0-6,0

Fuente: NRC (1995)

Asimismo, Samane (1983) al evaluar diferentes niveles de energía en el periodo de reproducción y crecimiento llegó a la conclusión que los mejores

resultados se observaron en animales que consumieron dietas con niveles de energía digestible (ED) entre los 2800 a 3000 Kcal /Kg de alimento.

### **2.3.2 Grasa y fibra**

El cuy tiene requerimientos definidos de ácidos grasos no saturados en la dieta. La carencia de grasa y ácidos grasos no saturados produce un retardo en el crecimiento, desarrollando un síndrome que es caracterizado por dermatitis, pobre crecimiento del pelo, pérdida de éste, úlceras en la piel y anemia microcítica. El nivel apropiado podría estar entre 1 y 3 % (Moreno, 1989).

En cuanto a fibra este componente tiene importancia en la composición de las raciones no sólo por la capacidad que tienen los cuyes de digerirla, sino que su inclusión es necesaria para favorecer la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retarda el pasaje del contenido alimenticio a través del tracto intestinal (Aliaga, 1993 ). El aporte de fibra esta dado básicamente por el consumo de pastos y forrajes que son fuentes alimenticias comunes de los cuyes. El suministro de fibra de un alimento balanceado pierde importancia cuando los animales reciben una alimentación mixta (INIA, 1996).

En los estudios realizados en el país, considerando forraje y concentrado en las dietas, mencionan que con niveles de 18% de fibra se obtiene una conversión alimenticia de 8.5 y ganancia por día de 7 a 8 gramos (Alfaro, 1973).

### **2.3.3 Vitamina C**

La vitamina C no es sintetizada por el organismo del cuy debido a la deficiencia genética de la enzima gluconolactona oxidasa a partir de la glucosa. Esta vitamina por su propiedad química para oxidarse, es muy posible que actúe en la respiración celular como transportador de hidrógeno estando además relacionada con la formación de colágeno presente en tejidos sanos y actúa en el metabolismo de la tirosina, triptofano y del hierro. El cuy necesita 200 mg/Kg de dieta, constituyendo los pastos o forrajes verdes como fuente importante de vitamina C. La carencia de esta vitamina produce pérdida

del apetito, disminución del crecimiento y parálisis de los miembros posteriores (Lloyd, 1982 y NRC, 1995).

## 2.4 USO DE ÁCIDO PROPIÓNICO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Se evaluó el efecto de la suplementación de ácidos orgánicos (AO) sobre los parámetros productivos del cuy (*Cavia porcellus*). Ochenta cuyes machos fueron distribuidos aleatoriamente en 20 unidades experimentales, las cuales se distribuyeron aleatoriamente en cinco tratamientos: T1: Control (dieta base), T2: Antibiótico Promotor del Crecimiento (APC) (dieta base más 200 ppm de Zinc-Bacitracina), T3, T4 y T5: Ácidos orgánicos (AO) (dieta base más 100, 200 o 300 ppm, respectivamente, 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), por 10 semanas. Se evaluó la ganancia de peso vivo, el consumo de materia seca y el índice de conversión alimenticia (ICA). El patrón de respuesta a los AO en ganancia de peso e ICA fue cuadrático y significativo ( $p < 0.035$  y  $p < 0.005$ , respectivamente), 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. El consumo de materia seca no se vio afectado por los tratamientos. Se concluye que la suplementación con ácidos orgánicos mejora la ganancia de peso e ICA en la etapa de crecimiento y engorde de los cuyes (Sánchez-Silva et al., 2014).

En otro estudio, se evaluó el efecto que produce la inclusión de butirato de sodio (BS) en la dieta sobre el desarrollo de vellosidades intestinales y criptas de Lieberkühn en cuyes de engorde. Se utilizaron 45 cuyes machos destetados a los 14 días de edad, distribuidos en un sistema completamente al azar de cinco tratamientos con nueve repeticiones cada uno. Los tratamientos fueron: (T1) Control; (T2) antibiótico; (T3) 100 ppm de BS; (T4) 200 ppm de BS y (T5) 300 ppm de BS. Se tomaron muestras de las tres secciones del intestino de cada animal a los 84 días de edad y fueron remitidas para la elaboración de láminas histológicas para las mediciones. Para la longitud de vellosidades intestinales, en el duodeno se encontraron que T5 fue mayor al T1 ( $p < 0.05$ ), Asimismo, T4 y T5 generaron mayor relación que T2 y T3. Con estos resultados se concluye que la dieta suplementada



con BS tiene un efecto positivo sobre la morfometría intestinal en cuyes de engorde, siendo evidentes mejoras en la relación L/P de los tres segmentos intestinales, apoyándose en vellosidades más largas y criptas menos profundas, siendo esta respuesta más consistente para el T5 (Vallejos, 2014).

En un estudio con pallar de engorde, se evaluó el efecto de la suplementación de una mezcla de ácidos orgánicos y sus sales sobre los parámetros productivos. 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 (Gonzales et al., 2013).

Así mismo, el uso de ácidos orgánicos como Lupro-Mix®, que contiene 38% de ácido propiónico y 34% de ácido fórmico. Se utilizaron 1296 pollos machos de un día de nacidos de la línea Arbor Acres®, distribuidos en 16 corrales, con cuatro repeticiones por tratamiento, durante seis semana. Los tratamientos fueron, la dieta control con antibiótico y tres dietas con 0.4; 0.6 y 0.8% de Lupro-Mix®. No se encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos en peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad, ni rendimiento en canal. Se concluyó que el Lupro-Mix® al 0.4% puede reemplazar al antibiótico en dietas de pollos de engorde. La dieta control tuvo la mayor rentabilidad sobre costos directos (71%), la rentabilidad de las dietas con 0.4, 0.6 ó 0.8% de Lupro-Mix® fue de 60, 64 y 66%, respectivamente (Dávila, 2001).

Estudios con gallinas de postura, se evaluó el efecto de la oxitetraciclina y ácidos orgánicos (constituida por ácido fórmico, ácido propiónico, formato de amonio, propianato de amonio y un excipiente conformado por una base de verxita modificada) en dietas para gallinas de postura; observando que la ganancia de peso

vivo no mostró diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre ambos tratamientos. De otro lado, los resultados de peso vivo final por gallina tampoco no observó diferencias significativas ( $P>0.05$ ) por efecto de ambos tratamientos. Sin embargo, el autor afirma que tanto la oxitetraciclina (T1) como la mezcla de ácidos orgánicos (T2) mostraron un efecto similar sobre el peso vivo de las aves (Armas, 1998).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN**

El estudio se realizó en las instalaciones del Programa de Investigación y Proyección Social en Carnes, Sala Experimental de la Granja de Cuyes de Cieneguilla – UNALM, durante una duración de 7 semanas de evaluación.

#### **3.2 ANIMALES EXPERIMENTALES**

Se utilizaron 64 cuyes destetados mejorados tipo 1, machos con promedio de 14 días de edad, de buena condición corporal y sanitaria procedentes de la Granja de cuyes de Cieneguilla – UNALM.

#### **3.3 INSTALACIONES**

Los animales fueron alojados en un galpón de 19.2 m<sup>2</sup> (6m de largo x 3.2m ancho) de material noble protegida con malla metálica y techo de eternit, se utilizó 8 pozas de concreto armado con un área de 0.95 m<sup>2</sup> (longitud de 105 cm, ancho de 90 cm) y una altura de 42 cm cada una. Cada poza contó con separadores de plancha de madera de 90 cm de longitud y 42 cm de ancho, con la finalidad de dividir las pozas en partes iguales (0.475 m<sup>2</sup> cada uno) para establecer las repeticiones por tratamiento. Se utilizaron 16 pozas pequeñas y se distribuyeron al azar cuatro animales en cada una.

#### **3.4 DIETAS EXPERIMENTALES**

Los animales fueron alimentados con un concentrado conteniendo 17% de proteína, 2811 Kcal de ED y como forraje se utilizó el rastrojo de brócoli asegurando el contenido de vitamina C. El concentrado que se utilizó fue el mismo de la Granja de

cuyes de Cieneguilla: afrecho, maíz, torta de soya, sal y aditivos como principales ingredientes (Cuadro 2). La formulación se realizó utilizando el programa de Mixit - 2 para mínimo costo.

**Cuadro 2. Alimento concentrado basal para cuyes (dieta testigo).**

<b>Ingredientes</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Precio (S/. / Kg)</b>	<b>Costo</b>
Afrecho trigo	61.73	0.40	24.69
Hominy feed	15.00	0.65	9.75
Forraje seco maíz	10.00	0.88	8.80
Torta soya	7.00	1.10	7.70
Pasta algodón	3.00	0.82	2.46
Carbonato calcio	1.10	0.16	0.18
Fosfato monodiválcico	0.20	2.00	0.40
Sal común	0.40	0.50	0.20
Heno de alfalfa	1.50	0.78	1.17
Metionina	0.05	14.00	0.70
Premezcla (Proapak 8 )	0.02	9.9	0.198
Total	100.00		56.25
<b>Contenido nutricional estimado (%) <sup>1</sup></b>			
Materia seca	88.59		
NDT	60.92		
Proteína	17.36		
Fibra	9.25		
Calcio	0.58		
Fosf. Disp	0.37		
E.D Kcal/kg	2811.57		
Arginina	1.09		
Fenilalanina	0.79		
Leucina	1.34		
Metionina	0.31		
Lisina	0.75		

<sup>1</sup>valor estimados según tabla de alimentos y requerimientos (NRC,1995).

### 3.5 MATERIALES Y EQUIPO

- 1 Balanza con capacidad de 5kg y 2g de precisión.
- 16 Pozas de concreto.
- Comederos de arcilla.

- Bebederos de arcilla.
- Aretes de Aluminio.

### **3.6 TRATAMIENTOS**

Se plantearon los siguientes tratamientos:

T1: Dieta con 0.5% de ácido propiónico.

T2: Dieta con 0.8% de ácido propiónico.

T3: Dieta con 1.1% de ácido propiónico.

T4: Dieta con 0% de ácido propiónico (Testigo).

### **3.7 METODOLOGÍA**

El alimento balanceado fue preparado en la Planta de Alimento del Programa de Investigaciones en Alimentos de la Universidad Nacional Agraria de la Molina. La dieta testigo es la misma que se emplea en la Granja, a la que se adicionó 0.5, 0.8 y 1.1 % de ácido propiónico respectivamente. Antes de la etapa experimental los animales fueron sometidos a una etapa de adaptación, la cual tuvo una duración de 5 días.

En la etapa experimental el alimento se suministró “*ad libitum*”, registrando el consumo semanal, por 7 semanas que duro el estudio. Se usó comederos de arcillas (uno por poza) en forma de cono truncado con una boca de 10 cm de diámetro, con capacidad aproximada de 500g de alimento. También se colocó bebederos de las mismas características de los comederos. El alimento antes de suministrar fue pesado en una balanza con capacidad de 5 kg con sensibilidad de 2 gramos. El agua fue ofrecida *ad libitum*.

El control de pesos de los animales se realizó semanalmente, a las primeras horas de la mañana antes de ofrecer el alimento. Sobre la base de los incrementos de peso y consumo de alimento se calculó la conversión alimenticia para cada tratamiento. En todos los tratamientos se suministró como forraje el rastrojo de Brócoli

(*Brassicaceae sp*); Aproximadamente 100 a 200 g/ cuy/ día, de acuerdo a la edad y peso de los animales (25% del peso vivo).

### 3.8 ANÁLISIS DE LABORATORIO

Se envió muestras de las raciones en estudio y del rastrojo de brócoli al Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos para el Análisis Químico Proximal, según las normas descrita por la AOAC (1984).

### 3.9 PARÁMETROS EVALUADO

- Peso inicial de los animales.
- Peso semanal de los animales.
- Peso final.
- Peso de la carcasa y rendimiento al beneficio.
- Consumo diario de concentrado y consumo diario de forraje.
- Conversión de Alimento.

Estos parámetros serán utilizados para calcular:

#### a) Ganancia de Peso (GP)

$$GP = PF - PI$$

Donde:

GP = Ganancia de Peso

PF = Peso Final

PI = Peso Inicial

#### b) Conversión Alimenticia (CA)

$$CA = \frac{\text{Consumo Total de Alimento}}{\text{Ganancia de Peso Total}}$$

#### c) Rendimientos de Carcasa (RC)

$$RC (\%) = \frac{\text{Peso de Carcasa}}{\text{Peso Vivo}} * 100$$

### 3.10 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones cada uno (Calzada.1982). Los parámetros evaluados fueron ganancia de peso, conversión alimenticia y consumo total de materia seca. El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

**$Y_{ij}$**  :es la respuesta que se obtiene de la unidad experimental que recibió el  $i$  –ésimo tratamiento y la  $j$  –ésima repetición.

**$\mu$**  :es la media general.

**$T_i$**  :es el efecto del  $i$ –ésimo tratamiento.

**$E_{ij}$**  :Error experimental.

Para las diferencias de medias entre los tratamientos, se utilizó la prueba de Duncan, con un  $\alpha=0.05$ .

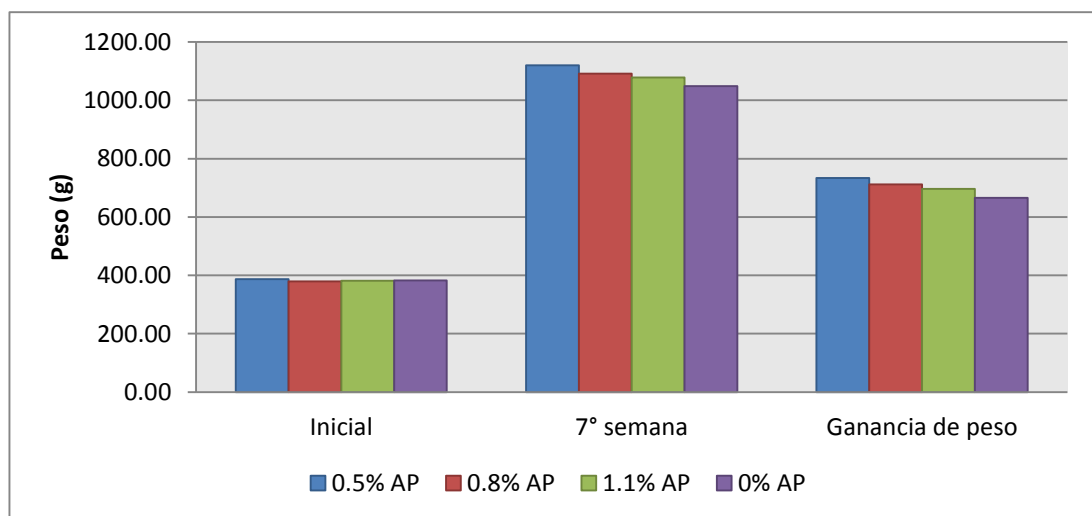
## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 PESO CORPORAL Y GANANCIA DE PESO

Los resultados de los pesos iniciales y semanales, así como de la ganancia de peso total, durante las 7 semanas se muestran en el Cuadro 3, Anexo 1 y Figura 1.

El peso semanal y la ganancia de peso final por animal, no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $P>0.05$ ). Solamente se observó tendencia numérica, a mejorar este con la inclusión de ácido propiónico (AP), siendo mayor la ganancia con 0.5% (T1) de ácido ( $P>0.05$ ), seguido por el 0.8% (T2) y 1.1%(T3). En un estudio similar realizado por Bueno (1980) en pollos de carne, registró mejoras no significativas en ganancia de peso tanto en inicio como en acabado, con dietas conteniendo 1% de ácido propiónico, seguido por 0.5% de ácido. En forma similar, Armas (1998) no encontró diferencias estadísticas en ganancia de peso con el uso de ácidos orgánicos en la dieta de gallinas de postura comparado con el uso de oxitetraciclina.

**Figura 1. Peso inicial, a la 7° semana y ganancia de peso (g).**





**Cuadro 3. Incremento de peso por tratamiento (g/día).**

Parámetros	Inclusión de Ácido propiónico (AP)			
	0.5%	0.8%	1.1%	0.0%
<b>Peso (g)</b>				
Inicial	386.63	379.31a	381.69a	382.69a
1° semana	449.63	436.31a	445.50a	436.31a
2° semana	568.06a	553.50a	562.31a	549.06a
3° semana	679.00a	649.06ab	660.56ab	644.19b
4° semana	792.63a	759.31a	771.13a	740.44a
5° semana	896.94a	867.56a	875.13a	842.15a
6° semana	1012.69a	978.94a	975.81a	946.38a
7° semana	1120.06a	1091.38a	1078.63a	1048.21a
Ganancia de peso	733.44a	712.06a	696.94a	665.52a
<b>Consumo concentrado (g)</b>				
1° semana	163.65a	159.09a	161.20a	135.96b
2° semana	196.27a	190.34a	183.96a	177.30a
3° semana	222.24a	211.17ab	197.92ab	193.23b
4° semana	281.81a	270.12ab	259.31ab	237.88b
5° semana	317.04a	307.97a	314.69a	251.38a
6° semana	347.97a	341.57a	329.35a	270.77a
7° semana	397.45a	397.31a	359.50a	307.30a
Consumo total	1926.43a	1877.56ab	1805.94ab	1573.82b
<b>Consumo Forraje (g)</b>				
1° semana	58.22a	55.83a	57.19a	58.84a
2° semana	83.01a	81.22a	82.13a	82.29a
3° semana	107.84a	106.54a	107.11a	107.22a
4° semana	122.62a	122.33a	122.61a	122.59a
5° semana	133.98a	133.87a	133.98a	133.76a
6° semana	171.59a	169.33a	170.60a	161.21a
7° semana	190.77a	190.03a	189.97a	183.38a
Consumo total	868.02a	859.15a	863.58a	849.30a
<b>Consumo total (g)</b>				
1° semana	221.87a	214.92ab	218.39a	194.80b
2° semana	279.28a	271.55a	266.10a	259.59a
3° semana	330.08a	317.71ab	305.02ab	300.46b
4° semana	404.42a	392.45ab	381.92ab	360.48b
5° semana	451.02a	441.85a	448.66a	385.14a
6° semana	519.56a	510.90a	499.95a	431.99a
7° semana	588.22a	587.34a	549.47a	490.68a
Consumo total	2794.45a	2736.71ab	2669.52ab	2423.12b
<b>Conversión alimenticia</b>	3.82a	3.84a	3.83a	3.65a

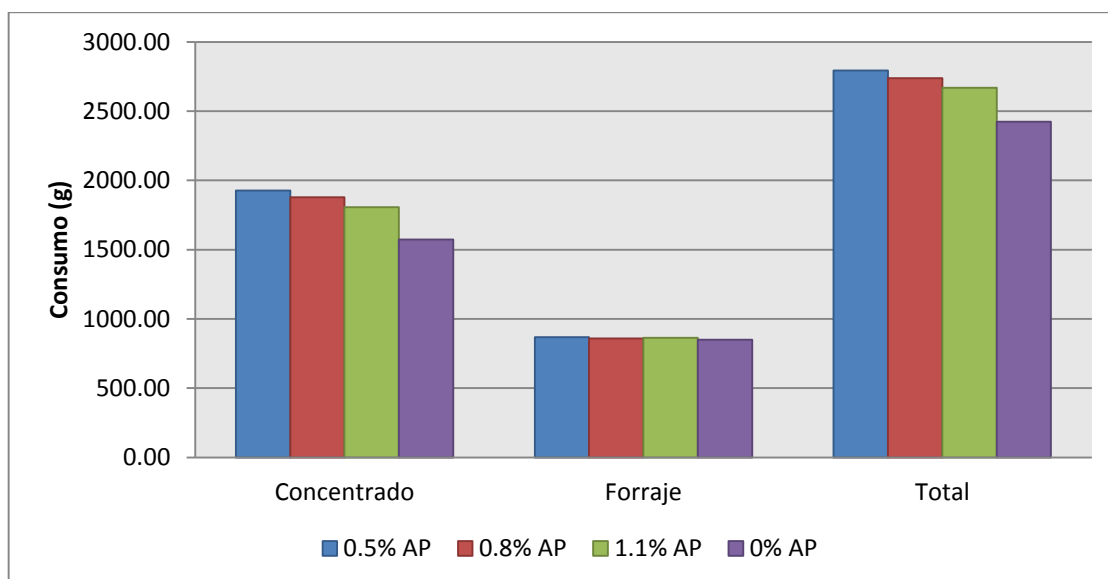
a,b letras diferentes en la misma fila indican diferencias estadísticas (p<0.05)

## 4.2 CONSUMO DE ALIMENTO

Los consumos de concentrado y forraje en base a materia seca, se muestran en el Cuadro 3 y Anexos 2, 3, 4 y Figura 2. Este consumo total de materia seca fue estadísticamente significativo ( $P < 0.05$ ) a favor del tratamiento T1(0.5% ácido propiónico) comparado con el tratamiento testigo (T4). Pero no fue significativa con respecto a los tratamientos T2 (0.8%) y T3 (1.1 %). Sin embargo se observó una clara tendencia a mejorar el consumo cuanto menos ácido propiónico se usa en la dieta. Se podría atribuir que con niveles de 0.8 y 1.1 % de ácido propiónico se reduce el consumo de alimento porque los animales posiblemente detectan el pH ácido, reduciendo ligeramente el consumo comparado con el nivel de 0.5% (T1).

En el Cuadro 3, también se puede observar que el consumo de forraje es muy similar entre los tratamientos porque no sufrió ninguna adición o cambio, solo existen diferencias en el consumo de concentrado por efecto de la adición del ácido propiónico.

**Figura 2.** Consumo de concentrado, forraje y total (g).



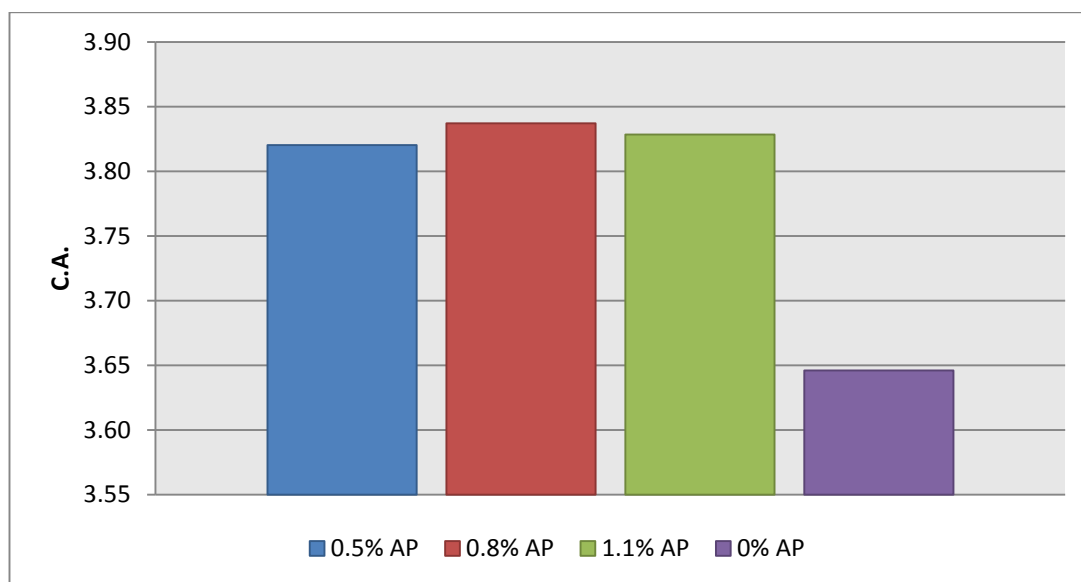
Comparando con otros estudios, Bueno (1980) tampoco observó diferencias estadísticas en el consumo de alimento en pollos de carne; pero registro tendencia a mejorar el consumo ( $P > 0.05$ ) con 1% de ácido propiónico seguido con 0.5% de este

ácido, afirmando que a medida que aumenta el nivel de ácido de 0.5 a 1% en el concentrado pareciera que estimula el consumo pero con niveles más altos lo inhibe, posiblemente por el cambio de sabor y pH de la dieta. Igualmente Armas (1998) afirma que en gallinas de postura, cuando se acidifica con altas concentraciones de ácido puede tener efectos adversos sobre el consumo del mismo.

### 4.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

En el Cuadro 3 y Figura 3, se muestra las conversiones alimenticias totales por animal y por tratamiento en el cual se observó que no hay diferencias significativas para este parámetro entre los tratamientos. Si bien el uso de ácido propiónico mejoró ( $P>0.05$ ) el consumo de alimento como también la ganancia de peso ( $P>0.05$ ) sin embargo, estas mejoras no fueron suficientes para provocar una diferencia estadística en la conversión alimenticia entre tratamientos, muy por el contrario se observó tendencia a un ligero incremento ( $P>0.05$ ) de la conversión con los niveles más bajos de ácido propiónico (0.5 y 0.8%) en el concentrado y mejor conversión alimenticia con 1.1% (T3).

**Figura 3. Conversión alimenticia.**



Al respecto, Bueno (1980) también reportó una mejora no significativa ( $P>0.05$ ) con el mayor nivel de ácido propiónico (2%) seguido por el testigo y menor eficiencia con 0.5 y 1% de ácido en la dieta. Similarmente Armas (1998) no reportó diferencias

estadísticas en conversión alimenticia en gallinas de postura alimentadas con dietas conteniendo ácido propiónico y oxitetraciclina.

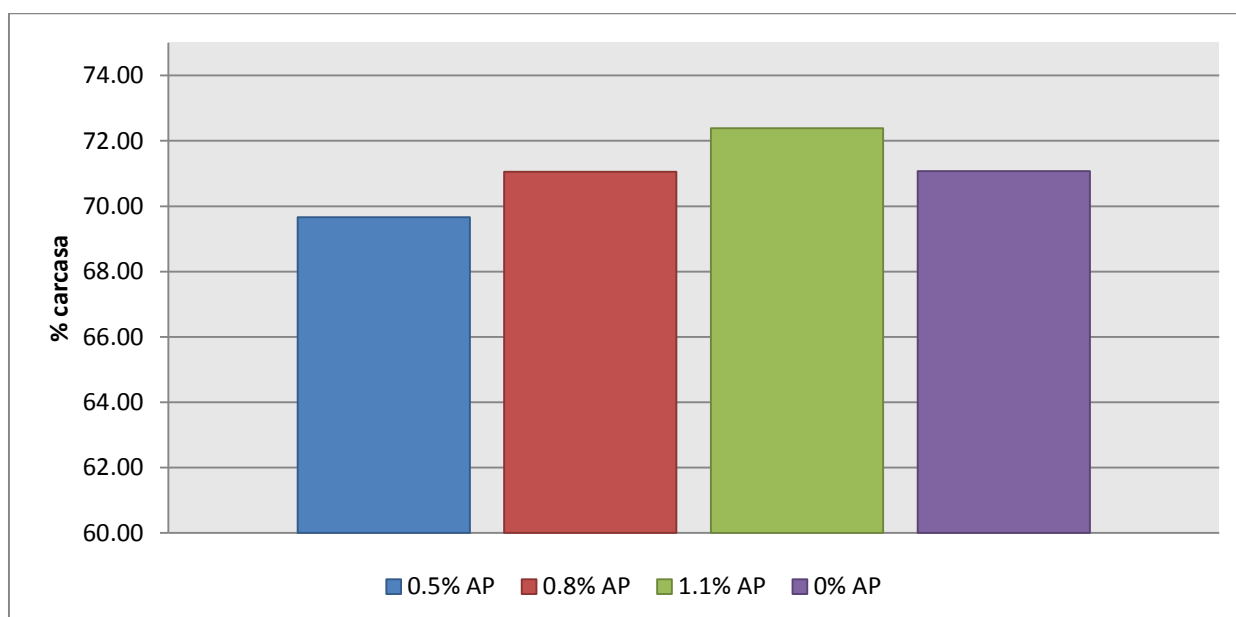
#### 4.4 RENDIMIENTO DE CARCASA

En el Cuadro 4 y Figura 4, se muestra el rendimiento de carcasa de los cuyes por tratamientos. Estos valores fueron muy similares entre tratamientos, valores que oscilan entre 69.66 a 72.38%. Lo que indica que la adición de ácido propiónico no afectó el rendimiento de carcasa en esta especie animal.

**Cuadro 4. Rendimiento promedio de carcasa de los cuyes por tratamiento.**

Parámetros	Inclusión de Ácido propiónico			
	0.5%	0.8%	1.1%	0.0%
Peso Vivo (g)	1120.06	1091.38	1078.63	1048.21
Peso carcasa (g)	780.25	775.50	780.75	745.00
Rendimiento Carcasa (%)	69.66	71.06	72.38	71.07

**Figura 4. Porcentaje de carcasa.**



## V. CONCLUSIONES

- La inclusión de Ácido propiónico incrementó numéricamente ( $P>0.05$ ) el peso semanal y ganancia de peso en cuyes.
- El consumo de alimento concentrado se incrementó ( $P>0.05$ ) conforme se incluía el Ácido propiónico. El consumo de forraje fue similar entre los tratamientos.
- La conversión alimenticia se incrementó en 5% al incluir el ácido propiónico.
- El rendimiento de carcasa fue similar entre los tratamientos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Utilizar el nivel de 1.1% de ácido propiónico en dietas de crecimiento de cuyes en Lima.
- Evaluar el efecto de ácido propiónico en dietas sin forraje con adición de vitamina C en cuyes.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALIAGA, L.** 1993. Crianza de cuyes. Proyecto TTA – INIA. Lima – Perú.
- ALFARO, R.** 1973. Efecto del área y densidad de crianza en el engorde de cuyes. Tesis ( Ing. Zoot ). Lima, UNALM.
- A.O.A.C.** (Official Methods of Analyses, EUA). 1984. ( 13<sup>th</sup> ed. ) Association of Official Agricultura Chemist .Washington, D.C.
- ARMAS, HS.** 1998. Evaluación comparative de una mezcla de ácidos orgánicos y la oxitetracina en dietas para gallinas reproductoras New Hampshire.
- BASF.** 2003. Luprosil; eficiencia y seguridad para el control de hongos. Informe Técnico Basf N° 2. Brasil. 4,5 p.
- BONNER, WA; CASTRO, AJ.** 1968. Química Orgánica Básica. Primera Edición. Editorial Alambra. Madrid, España. 599p.
- BUENO, JM.** 1980. Efecto de ácido propionico aplicado en diferentes niveles a raciones comerciales en la performance de pollos de carne. Tesis (Ing. Zoot ) Lima – Perú.
- CABALLERO, LA.** 1980. Levadura de cerveza (*Saccharomyces Cerevisiae* ) líquida tratada con 2% de ácido propiónico en raciones para cerdos de carne. Tesis (Ing.zoot ).Lima – Perú.
- CHRISTENSEN, CM.** 1973. Test with propionic and acetic acids as grains preservatives. Feedstuffs 45:37

- CALZADA, J.** 1982. Métodos Estadísticos para la Investigación. Ed. Agraria. Lima – Perú . 642 p.
- DAVILA, JJ.** 2001. Ácidos orgánicos (Lupro-Mix®) en sustitución del antibiótico en dietas de pollos de engorde. Tesis para optar al título de Ing. Agrónomo. EAPZ, HO. 3 pp.
- DRYSDALE, AD.** 1973. The use of propionic acid for moist grain preservatives in Britain. J. L. Muttan and A. Guilbot, Ed. Inst. Nat de la Recherche Agronomique.
- DUKES, H.** 1967. Fisiología de los animales domésticos .3ra Edición. Aguilar S.A . México.
- ESQUERRE, JA; VALENZUELA, A; CANDELA, E.** 1974. Digestión microbiana en cuyes de criollos de altura. En: Revista de investigación pecuaria ( IVITA ) 3(1): 67-76. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú.
- GONZÁLES, S; ICOCHEA, E; REYNA. P; GUZMÁN, J; CAZORLA, F; LÚCAR, J; CARCELÉN, F; SAN M 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.
- HENNING, SJ; RHIRT, RJ.** 1970. Concentration and metabolism of volatile fatty acids in the fermentative organs of two species of kangaroo and guinea pig. Br.J. Nutr.24: 145-153.
- HIDALGO, L; MONTES, T; CABRERA, P; MORENO, A.** 1995. Crianza de cuyes – UNALM.
- INIA - CIID.** 1996. Proyecto sistemas de producción de cuyes. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Volumen I .Lima – Perú. 86p.
- IZAT, A; ADAMS, MH; CABEL, M; COLBERG, M; REIBER, M; SKINNER, J; WALDROUP, P.** 1990. Effects of formic acid or calcium formate in feed on



performance and microbiological characteristics of broilers. Poultry science 69: 1876-1882.

**LUCK, E.** 1981. Conservación Química de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España 432 p.

**LLOYD, LE.** 1982. Fundamentos de Nutrición. Editorial Acribia. Zaragoza – España 464p.

**MC CUBBINE, AJ.** 1989. Salmonella control. Using organic acids in raw materials and finished feed. Milling Flour and feed. Vol. 182. N°3. pp. 22-23.

**MILLER, BF.** 1987. Acidified poultry diets and their implications for the poultry industry. Biotechnology in the feed industry. Proceedings of Alltech's third Annual Symposium. Alltech technical Publication. EE.UU. 199 p.

**MORENO, RA.** 1989. Producción de cuyes. UNALM. Departamento de Producción Animal. Lima –Perú. 132p.

**NRC (National Research Council, EUA).** 1995. Nutrient Requirements of Laboratory Animals. 4ta Edición. E.E.U.U.

**PARRA, R.** 1978. Comparison of foregut and hindgut fermentation in herbívoros. In: Ecology of Arboreal polívoros. G. G. Montgomery Ed. Smithsonian Institution Press. Washinton, D.C.

**ROMERO, A; PARATORE, PA.** 1982. Introducción a la química orgánica. Tercera edición. Editorial Bresa. Lima – Perú. 192p.

**SÁNCHEZ-SILVA, M; CARCELÉN, F; ARA, M; GONZÁLES, R; QUEVEDO, W; JIMÉNEZ, R.** 2014. Efecto de la suplementación de ácidos orgánicos sobre parámetros productivos del cuy (*Cavia porcellus*). Rev Inv Vet Perú. 25(3): 381-389

- SARAVIA, J.** 1995. Avances de investigación en la alimentación de cuyes. En: crianza de cuyes .INIA. Lima – Perú.
- SPENDEL, PT.** 1991. Acidifier for the feed indutry. Feed Magazine. N° 1, 12-13 p.
- VALLEJOS, DA.** 2014. Efecto de la suplementación con butirato de sodio en la dieta de cuyes (cavia porcellus) de engorde sobre el desarrollo de las vellosidades intestinales y criptas de lieberkühn. Tesis para optar al título de Med. Vet. UNMSM. 4-5p.
- WAGNER, J; MANNIG, P.** 1976. The biology or the guinea pig. Academy Press.USA.
- WEISERMEL, K; ARPE HJ.** 1981 Química Orgánica Industrial. Editorial Reverte. Barcelona, España. 432p.
- ZUÑIGA, D; QUISIYUPANQUI, L.** 1995. Manejo de cuyes. Dirección universitaria de instalaciones de la Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco. Cusco – Perú.

## **VIII. ANEXO**

**ANEXO 1.**

**PESO SEMANAL POR REPETICIÓN**

Peso (g)	Nivel de inclusión del ácido propiónico															
	0.5%				0.8%				1.1%				0.0%			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
Inicial	381.25	402.75	372.75	389.75	380.50	372.75	377.25	386.75	389.75	394.25	370.50	372.25	393.50	375.25	382.25	379.75
1° semana	445.25	480.75	432.75	439.75	423.25	424.00	442.75	455.25	431.75	467.00	439.25	444.00	456.25	423.25	440.00	425.75
2° semana	553.50	606.25	552.00	560.50	524.50	543.75	570.00	575.75	546.50	589.00	545.75	568.00	579.50	531.50	551.25	534.00
3° semana	668.50	721.25	661.75	664.50	625.75	630.00	660.75	679.75	644.25	689.75	642.25	666.00	685.50	625.00	639.50	626.75
4° semana	799.00	827.50	769.75	774.25	725.25	741.00	765.00	806.00	758.00	811.25	745.25	770.00	784.00	729.75	736.25	711.75
5° semana	894.50	948.25	882.50	862.50	809.00	865.25	874.00	922.00	853.00	922.00	853.50	872.00	890.00	803.00	869.33	806.25
6° semana	1007.50	1067.75	998.25	977.25	933.50	969.50	965.00	1047.75	950.75	1021.50	960.50	970.50	1020.00	901.25	955.00	909.25
7° semana	1118.50	1183.25	1107.50	1071.00	1049.50	1075.00	1087.50	1153.50	1044.75	1130.00	1064.75	1075.00	1143.50	1018.00	1023.33	1008.00
Ganan. de peso	737.25	780.50	734.75	681.25	669.00	702.25	710.25	766.75	655.00	735.75	694.25	702.75	750.00	642.75	641.08	628.25

**ANEXO 2.**

**CONSUMO DE CONCENTRADO SEMANAL POR REPETICIÓN**

Consumo concentrado (g)	Nivel de inclusión del ácido propiónico															
	0.5%				0.8%				1.1%				0.0%			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
1° semana	167.58	173.69	153.40	159.94	154.02	142.67	163.18	176.48	141.18	174.66	173.35	155.62	152.38	127.02	138.72	125.72
2° semana	185.03	222.78	183.07	194.20	166.23	194.59	200.26	200.26	172.47	203.56	182.32	177.51	190.96	181.20	177.09	159.96
3° semana	194.20	256.17	212.75	225.84	196.77	208.99	213.13	225.79	188.01	214.50	191.52	197.65	215.67	193.34	184.89	179.04
4° semana	283.01	291.73	268.61	283.88	238.66	262.00	258.73	321.12	225.66	292.86	259.81	258.93	243.41	229.11	250.78	228.24
5° semana	319.66	309.63	314.21	324.68	233.86	314.57	286.00	397.47	259.59	325.03	316.93	357.21	293.48	240.16	204.40	267.47
6° semana	337.77	351.30	316.83	386.00	290.58	323.95	310.21	441.54	273.60	337.07	357.86	348.89	332.93	257.28	197.68	295.21
7° semana	384.91	391.45	363.09	450.37	356.89	392.67	347.95	491.71	279.72	376.47	396.60	385.22	370.64	329.03	194.86	334.66
Total	1872.15	1996.75	1811.94	2024.90	1637.00	1839.44	1779.45	2254.36	1540.22	1924.13	1878.39	1881.02	1799.46	1557.13	1348.40	1590.30

**ANEXO 3.**

**CONSUMO DE FORRAJE SEMANAL POR REPETICIÓN**

Consumo Forraje (g)	Nivel de inclusión del ácido propiónico															
	0.5%				0.8%				1.1%				0.0%			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
1° semana	54.96	61.83	59.39	56.71	51.32	58.98	55.13	57.90	54.38	55.60	59.84	58.92	61.19	55.60	59.15	59.42
2° semana	83.01	83.01	83.01	83.01	81.05	82.77	78.35	82.69	81.58	81.46	82.48	83.01	81.96	81.64	83.01	82.54
3° semana	107.01	108.72	107.70	107.94	106.86	108.05	103.07	108.17	106.68	107.15	107.01	107.59	106.95	107.70	107.21	107.03
4° semana	122.62	122.62	122.62	122.62	122.62	122.62	121.45	122.62	122.59	122.62	122.62	122.62	122.53	122.62	122.62	122.62
5° semana	133.98	133.98	133.98	133.98	133.86	133.98	133.68	133.98	133.98	133.98	133.98	133.98	133.86	133.83	133.39	133.98
6° semana	171.26	171.49	171.84	171.78	168.52	170.85	166.30	171.66	170.91	169.92	171.37	170.21	166.74	170.53	136.16	171.43
7° semana	190.77	190.77	190.77	190.77	190.62	190.65	188.44	190.42	190.42	189.90	190.59	188.96	190.16	190.33	162.55	190.48
Total	863.59	872.41	869.29	866.79	854.85	867.90	846.43	867.43	860.53	860.61	867.89	865.27	863.38	862.25	804.08	867.49

**ANEXO 4.**

**CONSUMO TOTAL SEMINAL Y POR REPETICIÓN**

Consumo total (gr)	Nivel de inclusión del ácido propiónico															
	0.5%				0.8%				1.1%				0.0%			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
1° semana	222.54	235.52	212.78	216.65	205.33	201.65	218.31	234.38	195.55	230.26	233.19	214.54	213.57	182.61	197.87	185.13
2° semana	268.04	305.79	266.08	277.20	247.28	277.36	278.61	282.95	254.05	285.02	264.80	260.51	272.92	262.84	260.09	242.50
3° semana	301.20	364.89	320.45	333.77	303.63	317.04	316.21	333.96	294.70	321.65	298.52	305.23	322.61	301.04	292.10	286.07
4° semana	405.62	414.35	391.22	406.49	361.27	384.61	380.18	443.73	348.25	415.47	382.42	381.55	365.94	351.72	373.40	350.85
5° semana	453.64	443.60	448.18	458.66	367.72	448.55	419.68	531.45	393.56	459.01	450.91	491.18	427.34	373.99	337.79	401.45
6° semana	509.03	522.79	488.67	557.77	459.09	494.80	476.51	613.20	444.50	506.98	529.23	519.09	499.67	427.81	333.83	466.64
7° semana	575.67	582.22	553.85	641.13	547.52	583.32	536.39	682.13	470.14	566.36	587.20	574.18	560.80	519.36	357.40	525.14
Total	2735.74	2869.16	2681.23	2891.68	2491.85	2707.34	2625.88	3121.79	2400.75	2784.75	2746.27	2746.29	2662.84	2419.38	2152.48	2457.78

**ANEXO 5.****ANVA DEL PESO INICIAL**

Fuente de variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F	Nivel de Significancia
Model	3	111.386719	37.128906	0.37	0.7780	ns
Error	12	1213.328125	101.110677			
Total corregido	15	1324.714844				

R-Cuadrado	Coefficiente variación	Root MSE	Promedio PI
0.084084	2.628321	10.05538	382.5781

**ANEXO 6.****ANVA DEL PESO 1° SEMANA**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	540.281250	180.093750	0.62	0.6146	ns
Error	12	3478.406250	289.867188			
Total corregido	15	4018.687500				

R- Cuadrado	Coefficiente variación	Root MSE	Promedio PP
0.134442	3.852465	17.02549	441.9375

**ANEXO 7.****ANVA DEL PESO 2° SEMANA**

Fuente de Variación	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Valor	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	879.042969	293.014323	0.55	0.6593	ns
Error	12	6424.390625	535.365885			
Total corregido	15	7303.433594				

R- Cuadrado	Coefficiente variación	Root MSE	Promedio PS
0.120360	4.144850	23.13797	558.2344

**ANEXO 8.****ANVA DEL PESO 3° SEMANA**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	2872.26172	957.42057	1.39	0.2937	ns
Error	12	8272.14063	689.34505			
Total corregido	15	11144.40234				

R- Cuadrado	Coefficiente variación	Root MSE	Promedio PT
0.257731	3.988948	26.25538	658.2031

**ANEXO 9.****ANVA DEL PESO 4° SEMANA**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	5733.03125	1911.01042	2.06	0.1591	ns
Error	12	11130.96875	927.58073			
Total corregido	15	16864.00000				

R- Cuadrado	Coficiente variación	Root MSE	Promedio PC
0.339957	3.976655	30.45621	765.8750

**ANEXO 10.****ANVA DEL PESO 5° SEMANA**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	6131.81495	2043.93832	1.26	0.3323	ns
Error	12	19487.18855	1623.93238			
Total corregido	15	25619.00350				

R- Cuadrado	Coficiente variación	Root MSE	Promedio PQ
0.239346	4.629604	40.29804	870.4425

**ANEXO 11.****ANVA DEL PESO 6° SEMANA**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	8832.82422	2944.27474	1.50	0.2636	ns
Error	12	23493.82813	1957.81901			
Total corregido	15	32326.65234				

R- Cuadrado	Coficiente variación	Root MSE	Promedio PSX
0.273237	4.522163	44.24725	978.4531

**ANEXO 12.****ANVA DEL PESO 7° SEMANA**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	10654.39995	3551.46665	1.49	0.2681	ns
Error	12	28677.48355	2389.79030			
Total corregido	15	39331.88350				

R- Cuadrado	Coficiente variación	Root MSE	Promedio PSP
0.270885	4.507371	48.88548	1084.568

**ANEXO 13.****ANVA DE LA GANANCIA DE PESO**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	9783.95667	3261.31889	1.71	0.2173	ns
Error	12	22847.22542	1903.93545			
Total corregido	15	32631.18209				

R- Cuadrado	Coficiente variación	Root MSE	Promedio GP
0.299835	6.215779	43.63411	701.9894

**ANEXO 14.****ANVA DE CONSUMO DE CONCENTRADO 1º SEMANA**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	1970.558708	656.852903	3.80	0.0398	*
Error	12	2072.705253	172.725438			
Total corregido	15	4043.263961				

R- Cuadrado	Coficiente variación	Root MSE	Promedio PSP
0.487368	8.480489	13.14251	154.9734

**ANEXO 15.****ANVA DE CONSUMO DE CONCENTRADO 2º SEMANA**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	801.358701	267.119567	1.12	0.3803	ns
Error	12	2866.630570	238.885881			
Total corregido	15	3667.989271				

R- Cuadrado	Coficiente variación	Root MSE	Promedio CONSS
0.218474	8.266607	15.45593	186.9683

**ANEXO 16.****ANVA DE CONSUMO DE CONCENTRADO 3º SEMANA**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	2074.468227	691.489409	2.27	0.1329	ns
Error	12	3658.675497	304.889625			
Total corregido	15	5733.143723				

R- Cuadrado	Coficiente variación	Root MSE	Media CONST
0.361838	8.470539	17.46109	206.1391



**ANEXO 17. ANVA DE CONSUMO DE CONCENTRADO 4º SEMANA**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	4187.05440	1395.68480	2.50	0.1088	ns
Error	12	6690.09094	557.50758			
Total corregido	15	10877.14534				

R- Cuadrado      Coeficiente variación      Root MSE      Media  
 0.384941      9.002402      23.61160      CONSC  
 262.2811

**ANEXO 18. ANVA DE CONSUMO DE CONCENTRADO 5º SEMANA**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	11656.79956	3885.59985	1.99	0.1699	ns
Error	12	23478.49284	1956.54107			
Total corregido	15	35135.29240				

R- Cuadrado      Coeficiente variación      Root MSE      Media  
 0.331769      14.85466      44.23281      CONSQ  
 297.7705

**ANEXO 19. ANVA DE CONSUMO DE CONCENTRADO 6º SEMANA**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Value	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	14940.02753	4980.00918	1.94	0.1767	ns
Error	12	30766.66359	2563.88863			
Total corregido	15	45706.69112				

R- Cuadrado      Coeficiente variación      Root MSE      Media  
 0.326867      15.70476      50.63486      CONSSX  
 322.4173

**ANEXO 20. ANVA DE CONSUMO DE CONCENTRADO 7º SEMANA**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	21823.72832	7274.57611	2.00	0.1685	ns
Error	12	43743.95426	3645.32952			
Total corregido	15	65567.68258				

R- Cuadrado      Coeficiente variación      Root MSE      Media  
 0.332843      16.523      60.37656      CONSSP  
 365.3892

**ANEXO 21. ANVA DE CONSUMO DE CONCENTRADO TOTAL**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	292507.8461	97502.6154	2.66	0.0954	ns
Error	12	439361.4807	36613.4567			
Total corregido	15	731869.3267				

R- Cuadrado	Coficiente variación	Root MSE	Media CONSTO
0.399672	10.65440	191.3464	1795.939

**ANEXO 22. ANVA DE CONSUMO DE FORRAJE 1º SEMANA**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	20.7696933	6.9232311	0.84	0.4994	ns
Error	12	99.3168419	8.2764035			
Total corregido	15	120.0865352				

R- Cuadrado	Coficiente variación	Root MSE	Media FP
0.172956	5.001554	2.876874	57.51960

**ANEXO 23. ANVA DE CONSUMO DE FORRAJE 2º SEMANA**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Value	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	6.50211370	2.16737123	1.67	0.2266	ns
Error	12	15.59935928	1.29994661			
Total corregido	15	22.10147298				

R- Cuadrado	Coficiente variación	Root MSE	Media FS
0.294194	1.387725	1.140152	82.15981

**ANEXO 24. ANVA DE CONSUMO DE FORRAJE 3º SEMANA**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	3.42715217	1.14238406	0.71	0.5651	ns
Error	12	19.33939592	1.61161633			
Total corregido	15	22.76654809				

R- Cuadrado	Coficiente variación	Root MSE	Media FT
0.150535	1.184471	1.269495	107.1782

**ANEXO 25.****ANVA DE CONSUMO DE FORRAJE 4º SEMANA**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Mean Square	F Value	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	0.23878677	0.07959559	0.93	0.4550	ns
Error	12	1.02428074	0.08535673			
Total corregido	15	1.26306752				

R- Cuadrado	Coficiente variación	Root MSE	Media FC
0.189053	0.238427	0.292159	122.5362

**ANEXO 26.****ANVA DE CONSUMO DE FORRAJE 5º SEMANA**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Mean Square	F Value	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	0.12188517	0.04062839	1.93	1.93	ns
Error	12	0.25257109	0.02104759			
Total corregido	15	0.37445626				

R- Cuadrado	Coficiente variación	Root MSE	Media FQ
0.325499	0.108351	0.145078	133.8967

**ANEXO 27.****ANVA DE CONSUMO DE FORRAJE 6º SEMANA**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	269.337219	89.779073	1.24	0.3381	ns
Error	12	868.463466	72.371955			
Total corregido	15	1137.800685				

R- Cuadrado	Coficiente variación	Root MSE	Media FAX
0.236717	5.058248	8.507171	168.1841

**ANEXO 28.****ANVA DE CONSUMO DE FORRAJE 7º SEMANA**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Mean Square	F Value	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	143.5174249	47.8391416	0.98	0.4331	ns
Error	12	583.6953938	48.6412828			
Total corregido	15	727.2128187				

R- Cuadrado	Coficiente variación	Root MSE	Media FSP
0.197353	3.699183	6.974330	188.5370

**ANEXO 29.****ANVA DE CONSUMO DE FORRAJE TOTAL**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	769.296721	256.432240	0.98	0.4356	ns
Error	12	3148.223619	262.351968			
Total corregido	15	3917.520340				

R- Cuadrado	Coficiente variación	Root MSE	Media FTO
0.196373	1.883379	16.19728	860.0117

**ANEXO 30.****ANVA DE CONSUMO DE ALIMENTO TOTAL 1° SEMAN30**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	1766.993264	588.997755	2.88	0.0801	ns
Error	12	2455.172637	204.597720			
Total corregido	15	4222.165901				

R- Cuadrado	Coficiente variación	Root MSE	Media TOP
0.418504	6.731404	14.30377	212.4930

**ANEXO 31.****ANVA DE CONSUMO DE ALIMENTO TOTAL 2° SEMANA**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	836.340409	278.780136	1.18	0.3571	ns
Error	12	2826.342983	235.528582			
Total corregido	15	3662.683392				

R- Cuadrado	Coficiente variación	Root MSE	Media TPS
0.228341	5.702467	15.34694	269.1281

**ANEXO 32.****ANVA DE CONSUMO DE ALIMENTO TOTAL 3° SEMANA**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	2137.718693	712.572898	2.24	0.1356	ns
Error	12	3810.467493	317.538958			
Total corregido	15	5948.186186				

R- Cuadrado	Coficiente variación	Root MSE	Media TOT
0.359390	5.687406	17.81962	313.3172

**ANEXO 33. ANVA DE CONSUMO DE ALIMENTO TOTAL 4º SEMANA**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	4173.45626	1391.15209	2.48	0.1106	ns
Error	12	6718.66874	559.88906			
Total corregido	15	10892.12501				

R- Cuadrado	Coficiente variación	Root MSE	Media TOC
0.383163	6.148886	23.66198	384.8173

**ANEXO 34. ANVA DE CONSUMO DE ALIMENTO TOTAL 5º SEMANA**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Value	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	11726.97210	3908.99070	1.99	0.1691	ns
Error	12	23557.00684	1963.08390			
Total corregido	15	35283.97894				

R- Cuadrado	Coficiente variación	Root MSE	Media TOQ
0.332360	10.26409	44.30670	431.6672

**ANEXO 35. ANVA DE CONSUMO DE ALIMENTO TOTAL 6º SEMANA**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	19095.29838	6365.09946	2.07	0.1578	ns
Error	12	36907.82134	3075.65178			
Total corregido	15	56003.11973				

R- Cuadrado	Coficiente variación	Root MSE	Media TOSX
0.340968	11.30420	55.45856	490.6015

**ANEXO 36. ANVA DE CONSUMO DE ALIMENTO TOTAL 7º SEMANA**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	25251.79296	8417.26432	1.99	0.1687	ns
Error	12	50658.96568	4221.58047			
Total corregido	15	75910.75864				

R- Cuadrado	Coficiente variación	Root MSE	Media TOSP
0.332651	11.72966	64.97369	553.9263

**ANEXO 37.****ANVA DE CONSUMO DE ALIMENTO TOTAL**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	320395.0205	106798.3402	2.66	0.0957	ns
Error	12	481920.6964	40160.0580			
Total corregido	15	481920.6964				

R- Cuadrado	Coficiente variación	Root MSE	Media TOTAL
0.399338	7.545312	200.3997	2655.951

**ANEXO 38.****ANVA DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Valor	Pr > F	Nivel Significancia
Model	3	0.10051683	0.03350561	0.72	0.5586	ns
Error	12	0.55778090	0.04648174			
Total corregido	15	0.65829773				

R- Cuadrado	Coficiente variación	Root MSE	Media CA
0.152692	5.699150	0.215596	3.782954