

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**Inclusión de glutamina asociado con ácido glutámico en la dieta de cuyes  
(*Cavia porcellus*) sobre el comportamiento productivo y económico**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**SÁNCHEZ CAPRISTÁN, ALESSANDRA**

**TRUJILLO – PERÚ**

**2019**

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:

---

MV. Mg. Ciro Meléndez Tamayo  
PRESIDENTE

---

Ing. Mg. César Honorio Javes  
SECRETARIO

---

MV. Mg. Luis Ortiz Tenorio  
VOCAL

---

Ing. Dr. Wilson Castillo Soto  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Flor y Luis, por dedicar sus vidas a criar a mis hermanos y a mí, por darnos su amor incondicional siempre y por inculcarnos valores que nos acompañarán toda la vida.

A mis hermanos, a Luis Carlos, por siempre darme el mejor ejemplo y enseñarme que la perseverancia es la mejor cualidad. A Fabrizio, por brindarme su apoyo siempre y espero servir de ejemplo para ti.

A mis abuelitos, por darme su amor y cariño siempre.

A mis mejores amigas, Karla, Kattia y María Angeles, por siempre sacarme sonrisas cuando más lo necesitaba y siempre estar en momentos difíciles.

A la vida y sus circunstancias, que me permitieron darme cuenta que Medicina Veterinaria era la carrera que debía seguir.

## **AGRADECIMIENTOS**

De manera muy especial, a mi asesor, Dr. Wilson Castillo, por brindarme su tiempo y apoyo para poder culminar de manera exitosa mi carrera y mi tesis.

A todos mis maestros, que participaron en mi enseñanza a lo largo de toda mi carrera, por su exigencia que me permitió ser una buena alumna y profesional.

A mis compañeros y amigos de la universidad, que sin ellos, no hubiese sido una etapa exitosa, especialmente a Andrea y Jetsabell.

A Fernanda, que siempre me apoyó en la parte experimental de mi tesis.

## INDICE

	Páginas
CARÁTULA.....	i
TESIS APROBADA POR.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii.
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Generalidades del cuy.....	3
2.2 Crianza del cuy.....	4
2.3 Requerimientos nutricionales.....	4
2.4 Alimentación del cuy.....	5
2.5 Glutamina.....	7
2.6 Funciones de la glutamina en el metabolismo animal.....	8
2.7 Uso de la glutamina en otras especies.....	9
2.8 Ácido glutámico.....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1 Localización.....	12
3.2 Animales de estudio.....	12
3.3 Instalaciones.....	12
3.4 Alimentación.....	13
3.5 Manejo y sanidad.....	16

3.6 Variables independientes.....	16
3.7 Tratamientos.....	16
3.8 Variables dependientes.....	16
3.9 Análisis estadístico.....	17
IV. RESULTADOS.....	18
4.1 Fase de crecimiento.....	18
4.2 Fase de engorde.....	20
4.3 Periodo total.....	22
4.4 Evaluación económica.....	22
V. DISCUSIÓN.....	24
VI. CONCLUSIONES.....	27
VII. RECOMENDACIONES.....	28
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	29

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1 Estándares nutricionales para cuyes mejorados explotados en régimen intensivo.....	3
Cuadro 2 Cantidad de consumo de materia seca diario en las etapas de inicio, crecimiento y acabado.....	13
Cuadro 3 Dieta para la etapa de crecimiento con los porcentajes de los tratamientos (desde el día 15 hasta el día 32).....	14
Cuadro 4 Dieta para la etapa de crecimiento con los porcentajes de los tratamientos (desde el día 33 hasta el día 74).....	15
Cuadro 5 Promedios diarios de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de cuyes alimentados con glutamina en la dieta durante la etapa de crecimiento (15 – 32 días de edad).....	18
Cuadro 6 Promedios diarios de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de cuyes alimentados con glutamina en la dieta durante la etapa de engorde (33 – 74 días).....	20
Cuadro 7 Promedios diarios de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de cuyes alimentados con glutamina en la dieta durante el periodo total (15 – 74 días).....	22
Cuadro 8 Beneficio económico de la crianza de cuyes a distintos niveles de glutamina asociado con ácido glutámico en la dieta durante las etapas de crecimiento y engorde (15 – 74 días de edad).....	23

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ganancia de peso (g/día) de los cuyes, en función de los niveles de glutamina en la dieta (%).....	19
Figura 2. Conversión alimenticia (g/g) de los cuyes, en función de los niveles de glutamina en la dieta (%).....	19
Figura 3. Ganancia de peso (g/día) de los cuyes, en función de los niveles de glutamina (%) en la dieta.....	21
Figura 4. Conversión alimenticia (g/g) de los cuyes, en función de los niveles de glutamina en la dieta (%).....	21



## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo principal de evaluar los efectos de la glutamina asociada con el ácido glutámico en la dieta de *Cavia porcellus* sobre los índices productivos y económicos en los cuyes en la crianza intensiva de cuyes. Se utilizaron 64 cuyes entre hembras y machos, de 15 días de nacidos, con un peso promedio inicial de 337.59 gramos, evaluados por 58 días en dos fases: crecimiento (15 – 32 días), engorde (33 – 74 días). Los cuyes fueron distribuidos a través de un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos (0%, 0.025%, 0.050%, 0.075%) y cuatro repeticiones, teniendo cada unidad experimental cuatro animales. Los resultados fueron analizados mediante un análisis de varianza de regresión. En la fase de crecimiento, en cuanto a la ganancia de peso diario ( $P < 0.01$ ) los mejores resultados se obtuvieron con 0.075% de glutamina en la dieta y en la conversión alimenticia ( $P < 0.05$ ) el mejor resultado se dio con 0.058% de glutamina en la dieta. En la fase de engorde, se encontró variación significativa en la ganancia de peso y conversión alimenticia ( $P < 0.01$ ). En el periodo total no se encontró variación significativa entre los tratamientos. Las mayores rentabilidades se obtuvieron con 0.025% y 0.050% de inclusión de glutamina asociado con ácido glutámico. Se concluye que la inclusión de la glutamina asociado con ácido glutámico mejora el comportamiento productivo y económico de los cuyes en la fase de crecimiento.

## **ABSTRACT**

The main objective of this work was to evaluate the effects of glutamine associated with glutamic acid in the diet of *Cavia porcellus* on the productive and economic indices of guinea pigs in intensive guinea pig breeding. We used 64 guinea pigs between females and males, 15 days old, with an initial average weight of 337.59 grams, evaluated for 58 days in two phases: growth (15 - 32 days), fattening (33 - 74 days). The animals were distributed through a completely randomized design with four treatments (0%, 0.025%, 0.050%, 0.075%) and four repetitions, with each experimental unit having four animals. The results were analyzed by means of a regression analysis of variance. In the growth phase, in terms of daily weight gain ( $P < 0.01$ ) the best results were obtained with 0.075% of glutamine in the diet and in the feed conversion ( $P < 0.05$ ) the best result was 0.058% of glutamine in the diet. In the fattening phase, significant variation was found in the weight gain and feed conversion ( $P < 0.01$ ). In the total period, no significant variation was found between the treatments. The highest yields were obtained with 0.025% and 0.050% inclusion of glutamine associated with glutamic acid. It is concluded that the inclusion of glutamine associated with glutamic acid improves the productive and economic behavior of guinea pigs in the growth phase.

## I. INTRODUCCIÓN

La crianza de cuyes data de épocas precolombinas en nuestro país, ya que hay pruebas históricas que en ese entonces ya existía su crianza doméstica (Moreno, 1989). Según Aliaga y otros (2009) la producción de cuyes en el Perú es en su mayoría, una actividad de tipo rural y familiar además existen pocas explotaciones de carácter comercial, resulta importante destacar que aún así el aporte de esta especie animal. En año 2016 se estimó que la población de cuyes era más de 22 millones en nuestro país, comparado a la población del año 2012 que fue de 13 millones de animales, se aprecia el aumento en demanda de carne. En nuestro país la crianza de cuyes con fines económicos está incrementando de manera exponencial, de modo que el mercado de carnes tiene una nueva inclusión, que es la carne de cuy.

La alimentación de los cuyes, en la crianza intensiva con cierto grado de tecnología, involucra el uso de dos tipos de alimentos: forraje verde y alimento balanceado. El forraje verde es empleado como alimento de volumen, además como fuente de agua y vitamina C , el concentrado tiene como función ser un suplemento proteico y energético para lograr un óptimo crecimiento y reproducción (Moreno, 1989). Los gazapos al término del destete dejan la alimentación suplementada con leche para pasar a una alimentación exclusiva en sólidos (Aliaga y otros, 2009). La cual es una alimentación mixta, ya que la proteína se la obtiene mediante el consumo de la ración de alimento balanceado y del forraje, cuando existe una baja calidad del forraje esto hace que el animal tenga la necesidad de consumir mayor concentrado para suplir sus requerimientos; el cuy puede alimentarse con abundante forraje pero no siempre suplir sus necesidades nutritivas, por eso debe ser acompañado de un alimento balanceado, para mantener la eficiencia de la función de absorción, el organismo cuenta con una alta frecuencia de renovación de los enterocitos, lo que acelera el metabolismo de estas células (Chauca, 2018).

En los sistemas comerciales tecnificados, se tiene un mayor control de los cuyes, tanto en las pozas de empadre y en las de recría. Dentro del galón, la distribución de pozas debe hacerse dejando 1m de ancho para facilitar limpieza, distribución de alimentos, etc. La crianza en núcleos, permite clasificar a los animales por categoría y edad, asegura un mejor control sanitario, registro reproductivo eficiente, además de un mejor suministro de alimentos, entre otros, por lo cual este mejor control sanitario asegura la disminución de las probabilidades de un brote infeccioso, evitando la diseminación a todo el galpón (Chauca, 2018).

Se ha encontrado una alternativa para mejorar el crecimiento de los cuyes, es el uso de la glutamina y ácido glutámico incorporados en la dieta. En estudios realizados en diferentes animales domésticos como cerdos y aves con el uso de un aditivo a base de glutamina y ácido glutámico, la glutamina participa directamente del turnover de enterocitos y del mantenimiento de la función intestinal porque es precursora de nucleótidos (purina y pirimidina), los cuales son fundamentales para la división celular (Ajinomoto, 2007).

Se realizó este proyecto con el objetivo de evaluar los efectos de la glutamina asociada con el ácido glutámico en la dieta de *Cavia porcellus* sobre los índices productivos y económicos en los cuyes en la crianza intensiva de cuyes, ya que anteriormente se realizó en otras especies, obteniendo buenos resultados que nos incentivan a realizar esta investigación en cuyes con el objetivo que tener resultados positivos.

## II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

### 2.1 Generalidades del cuy

El cuy es un mamífero roedor que tiene su origen en los andes de América del Sur. Su aparición es de hace, por lo menos, 2500 a 3000 años, casi a la par con la del hombre andino. Al igual que la llama, la alpaca, la vicuña, el perro y el pato americano, fue conjuntamente con la papa, la quinua, el maíz, el olluco y la oca, entre otras especies vegetales, la fuente alimenticia básica más importante que, durante siglos, fue utilizada por los antiguos pobladores que se desarrollaron en América del Sur (Aliaga y otros, 2009).

Este roedor tiene una buena capacidad de adaptación a diferentes climas, ya que podemos encontrarlos tanto como en costa, sierra, selva así como en zonas frías como cálidas (Chauca, 1997).

El cuy es un animal herbívoro con estómago simple. Su fisiología digestiva es relativamente insuficiente si esta es comparada con la de los carnívoros. Es una especie herbívora monogástrica, tiene un estómago donde inicia su digestión enzimática y un ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana; la actividad está relacionada a la composición de la ración. Realiza cecotrófia para reutilizar el nitrógeno, lo que permite un buen comportamiento productivo con raciones de niveles bajos o medios de proteína (Moreno, 1989).

La celulosa en la dieta ocasiona un retardo de los movimientos del contenido intestinal permitiendo una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes, siendo en el ciego e intestino grueso donde se realiza la absorción de los ácidos grasos de cadenas cortas. La absorción de los

otros nutrientes se realiza en el estómago e intestino delgado incluyendo los ácidos grasos de cadenas largas (Chauca, 1997).

## 2.2 Crianza del cuy

La crianza en galpones es la más usada y la más adecuada, ya que se tiene un mejor control, según Aliaga y otros (2009) el objetivo principal de cualquier instalación utilizada para la crianza de cuyes es el de proteger a los animales de los factores climáticos adversos. Además, estas instalaciones deben proveer bienestar a los animales ya que estos, al sentirse cómodos, manifestarán a plenitud sus características genotípicas. Debe tenerse en cuenta que los cuyes no sudan y no tienen la capacidad de otros animales de disipar el calor de su cuerpo, por lo que el diseño debe ser tal que permita sobre todo una buena ventilación y luminosidad interior, con temperaturas que oscilen entre 15 a 18°C y una humedad por debajo del 60%. Estos parámetros se consiguen fácilmente en las quebradas interandinas de América del Sur, donde el clima es seco.

El animal debe mantenerse en un ambiente cuya temperatura le permita vivir sin estar expuesto ni al frío ni al calor excesivo. Así podrá utilizar el alimento que ingiere no sólo para producir o perder calor, sino para mantener un funcionamiento normal de su organismo y poder producir eficientemente. A este ambiente se le denomina “ambiente termo neutral” que para el caso debe de considerarse 18°C (Chauca, 1997).

## 2.3 Requerimientos nutricionales

Los requerimientos nutricionales son necesarios para cumplir con las diferentes necesidades del organismo como para mantenimiento, producción, crecimiento, gestación y lactancia. Dentro de lo cuales tenemos a la proteína en conjunto con los aminoácidos tanto esenciales como no

esenciales, la energía, la fibra, grasa, minerales, vitaminas (Aliaga y otros, 2009).

Trabajos realizados por Vergara (2008) muestran los estándares nutricionales para cuyes mejorados (Cuadro 1) en el cual encontramos los porcentajes de requerimientos nutricionales de los cuyes en las diferentes etapas de crecimiento.

Cuadro 1. Estándares nutricionales para cuyes mejorados explotados en régimen intensivo.

		Inicio	Crecimiento	Termino	Gestación y lactación
Energía digestible	Mcal/Kg	3	2.8	2.7	2.9
Fibra	%	6	8	10	12
Proteína	%	20	18	17	19
Lisina	%	0.92	0.83	0.78	0.87
Metionina	%	0.4	0.36	0.34	0.38
Metionina + cits.	%	0.82	0.74	0.7	0.78
Arginina	%	1.3	1.17	1.1	1.24
Treonina	%	0.66	0.59	0.56	0.63
Triptófano	%	0.2	0.18	0.17	0.19
Calcio	%	0.8	0.8	0.8	1
Fósforo	%	0.4	0.4	0.4	0.8
Sodio	%	0.2	0.2	0.2	0.2

Fuente: Avances en nutrición y alimentación de cuyes (Vergara, 2008).

## 2.4 Alimentación del cuy

Según Aliaga y otros (2009) la alimentación mixta se denomina al uso de forraje y alimento balanceado, este último complementa una buena alimentación, por lo que, para obtener rendimientos óptimos, es necesario hacerlo con insumos accesibles desde el punto de vista económico y nutricional. El forraje asegura la ingestión adecuada de fibra y ayuda a cubrir, en parte, los requerimientos de algunos nutrientes; por otro

lado, el alimento balanceado satisface los requerimientos de proteína, energía, minerales y vitaminas. Con esta alimentación mixta se logra el rendimiento óptimo de los animales.

La alimentación suplementaria reemplaza deficiencias nutricionales que presentan los pastos y forrajes que el cuy recibe como dieta básica, y es importante en caso de escasez de pastos o cuando se trabaja con una población intensiva de animales. El alimento suplementario debe ser palatable, digerible, económico, de fácil adquisición y disponibilidad. Por su parte, el cuy debe adaptarse a su consumo para lograr un crecimiento rápido con buenas rentabilidades por sus adecuados incrementos de peso (Aliaga y otros, 2009).

La alimentación racional consiste en suministrar a los animales los alimentos conforme a sus necesidades fisiológicas y de producción, a fin de conseguir el mayor provecho. No basta alimentar a los animales correctamente sólo desde el punto de vista fisiológico, sino también que los productos pecuarios se obtengan en la mejor situación de rendimiento, procurando que la alimentación resulte lo más barata posible (Moreno, 1989).

En adición, según Moreno (1989), la alimentación de los cuyes, en condiciones de explotación con cierto grado de tecnología, involucra el uso de dos tipos de alimentos: forraje verde y concentrado. El primero es empleado como alimento de volumen, aparte de agua y vitamina C y el concentrado como suplemento proteico y energético para lograr un óptimo crecimiento y reproducción eficiente.

El consumo promedio de forraje verde de 160 – 200 g/día en animales en crecimiento, satisfacen sus necesidades de vitamina, agua y vitamina C. El uso de alimento balanceado (concentrado) en cuyes en crecimiento ha sido reportado en los niveles entre 15 y 30 g/día, mientras



que en reproducción se ha observado consumos diarios de 20 a 30 g/animal/día (Moreno, 1989).

## 2.5 Glutamina

Es un aminoácido esencial, especialmente para los animales jóvenes, ya que su organismo no es capaz de sintetizar glutamina para satisfacer sus propias exigencias nutricionales, especialmente al destete de los animales (Ajinomoto, 2007).

Glutamina es el aminoácido libre de mayor cantidad en la circulación y en los espacios intracelulares, además de ser precursor de la síntesis de aminoácidos, nucleótidos, ácidos nucleicos, azúcares aminados, proteínas y muchas otras moléculas biológicamente importantes (Smith, 1990).

Este aminoácido es importante en la gluconeogénesis síntesis de urea, homeostasis del pH, neurotransmisión y diferenciación y crecimiento celular; la glutamina es el principal sustrato energético de células de proliferación rápida, como enterocitos intestinales y linfocitos activados (Cynober, 1999).

La división bioquímica del metabolismo de la glutamina refleja una compartimentación intracelular, pues la síntesis de purina, pirimidina y de azúcares aminados ocurre en el citoplasma, mientras el metabolismo del esqueleto de carbono de la glutamina se inicia por su desaminación por la glutaminasa dependiente de fosfato en la mitocondria (Curthoys y Watford, 1995).

Los aminoácidos dietéticos son los principales combustibles de la mucosa del intestino delgado y son precursores esenciales de la síntesis intestinal de glutatona, óxido nítrico, poliaminas, nucleótidos purina, pirimidina y aminoácidos (alanina, citrulina y prolina). Las células de la mucosa del tracto digestivo, así como otras células de proliferación rápida, tienen un requerimiento obligatorio de glutamina, que puede involucrar el

rol de la glutamina como proveedora de la mitad del requerimiento de N para la síntesis de purina y pirimidina vía acción de la carbamoil-fosfato sintetasa II del citosol (Lobley y otros, 2001).

Es un precursor en potencial de la síntesis de N-acetil-glicosamina y N-acetil-galactosamina, que tienen un papel crítico en la síntesis intestinal de mucina y, por lo tanto, en el mantenimiento de la barrera pasiva a la invasión bacteriana (Khan y otros, 1999).

## 2.6 Funciones de la glutamina en el metabolismo animal

Ejecuta múltiples funciones en el organismo animal, es el principal substrato energético para células de intensa multiplicación, como los enterocitos, linfocitos, macrófagos y células renales. Por otro lado, participa de la síntesis de poliaminas (putrescina, espermina y espermidina), moléculas esenciales para la proliferación, diferenciación y reparación de las células intestinales. La síntesis de los nucleótidos purina y pirimidina a partir de la glutamina es esencial para la proliferación de células como los linfocitos intraepiteliales, células embrionarias y trofoblastos (Wu y otros, 2006).

Vía glutamato, la glutamina es importante para la síntesis de glutatión, el antioxidante celular más abundante del organismo animal. La glutamina participa incluso de la síntesis de óxido nítrico, importante molécula señalizadora que regula muchas funciones celulares. El mucus y el complejo de ensamble que protegen el epitelio intestinal son ricos en glicoproteínas que son sintetizadas a partir de glucosamina-6-fosfato, de cuya síntesis participa la glutamina. La glutamina puede promover la deposición proteica y el crecimiento de los animales, al estimular la secreción de hormonas anabólicas como la insulina e inhibir la producción de glicocorticoides. Frente a sus diferentes funciones es posible constatar que la glutamina es importante para el funcionamiento de muchos tejidos

en el cuerpo del animal. Particularmente, en lo que se refiere al intestino, la importancia de la glutamina para este órgano se hace evidente ya que la glutamina dietética es degradada durante su pasaje por el intestino delgado de los animales (Stoll y otros, 1998).

## 2.7 Uso de la Glutamina en otras especies

Se encontraron diferentes artículos relacionados con el uso de la glutamina en 2 especies productivas de animales, pollos y cerdos, los cuales servirán como base para realizar la investigación sobre los efectos de la glutamina con el ácido glutámico en cuyes recién destetados y también se encontró estudios realizados en ratas de laboratorio. Nascimento y otros (2014) informaron que el nivel de L-glutamina en la dieta influyó en conversión alimenticia de pollos de engorde de 1 a 7 días de edad, siendo mejor con 10.0 g / kg de L-glutamina. El rendimiento de la carcasa y los coeficientes de digestibilidad no fueron afectados por los niveles de glutamina en la dieta. Concluyeron que la adición de L-glutamina influyó en la profundidad de las criptas del intestino delgado a los 18 y 42 días de edad y recomendaron la adición de 10.0 g / kg L-glutamina en la dieta pre-inicio.

Por otro lado Texeira y otros (2010) investigaron en lechones destetados y evaluaron el efecto de la adición de glutamina, nucleótidos y plasma porcino en dietas para el rendimiento, la morfología intestinal y la respuesta inmune de los cerdos destetados a los 21 días de edad. Se les dio una dieta de control y seis fueron formuladas con glutamina (1.0%); un producto comercial de nucleótidos; plasma porcino (2.0 o 4.0%). Las raciones con plasma porcino proporcionaron la mayor ganancia de peso de los lechones a los 35 y 42 días. Los animales que recibieron la dieta de control mostraron los peores resultados de ganancia de peso. En el periodo total (21 a 42 días), los animales alimentados con dietas con glutamina, 2% de plasma y nucleótidos, mostraron la mejor alimentación durante todo el

ensayo estudio. La altura de las vellosidades y profundidad de las criptas, así como la población de leucocitos y linfocitos no fueron influenciados por la dieta experimental.

También hay artículos que nos informaron sobre el producto de glutamina más ácido glutámico en pollos y cerdos. Sakamoto y otros, (2011) evaluaron el efecto de la glutamina, asociado con ácido glutámico, a partir de un producto comercial en el desarrollo y la actividad de las enzimas en pollos de engorde (Aminogut). Se utilizaron 800 pollos de engorde, de sexo masculino, de uno a 42 días de edad, distribuidos en cinco tratamientos, con cuatro niveles de suplementación Aminogut®: 0.5; 1.5; 3.0 y 5.0% + un control de la dieta, producto libre. Hubo mejor tasa de eficiencia de la producción de pollos dietas suplementadas con 2.8% de Aminogut® alimentados. La suplementación con glutamina, asociado con el ácido glutámico, fue satisfactoria para el desempeño de pollos de engorde, recomendaron la inclusión de un 2.8% de Aminogut a la dieta de las aves.

Se evaluó el efecto de niveles de inclusión de la asociación de la glutamina y el ácido glutámico (Aminogut: AMG) en la alimentación, rendimiento, gastrointestinales morfo-fisiología y incidencia de la diarrea de los lechones destetados a 21 días de edad. Los tratamientos fueron: Control negativo (0% AMG); 0.5% AMG; 1.0% AMG; 1.5% AMG; control positivo (0% AMG, 4% incluyendo plasma porcino). La inclusión de 1.0% AMG en comparación con la dieta de control positivo comprueba la mejora de la ganancia de peso, el consumo alimenticio y la conversión. La menor tasa de diarrea se observó en 1.0% de AMG. Los mejores resultados en altura de las vellosidades intestinal se obtuvieron con 0.82% de AMG. La altura de las vellosidades, profundidad de las criptas con 1.0% AMG fueron similares a los obtenidos con dieta de control positivo, sin embargo, la relación vellosidad: cripta fue añadido a la dieta del 1.0% en AMG de 21 a 28 días. Concluyéndose que la suplementación con 1% de glutamina ligada

a ácido glutámico en la alimentación permite mejorar el rendimiento y gastrointestinal morfo -fisiología de los lechones destetados a los 21 días de edad (Texeira y otros, 2014).

## 2.8 Ácido glutámico

El ácido glutámico como tal o en su forma ionizada L-glutamato es uno de los aminoácidos más abundantes en la naturaleza debido a que cumple funciones importantes a nivel celular y sistémico. En el intestino y el hígado, por ejemplo, el L-glutamato constituye una fuente de energía y precursor de moléculas de relevancia biológica (Albarracín y otros, 2016).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización**

El proyecto de investigación se realizó en el Campus UPAO – II, Valle Santa Catalina, ubicado en el sector Barraza, distrito Laredo, provincia Trujillo, región La Libertad, a 20 m.s.n.m. Este campo experimental está ubicado geográficamente entre los paralelos 7°46' y 8°21' de latitud sur y 78°15'25" y 79°07'13" de longitud oeste.

#### **3.2 Animales de estudio**

Se emplearon cuyes machos y hembras desde la etapa de gazapos, un número de 64 cuyes, desde el destete (15 días) hasta el término de la etapa de engorde (74 días), estos fueron distribuidos de acuerdo a tratamientos específicos. Cuya procedencia de los animales fue una granja de crianza exclusiva de cuyes en el distrito de Huanchaco.

#### **3.3 Instalaciones**

Se utilizaron las instalaciones que están en el Campus, que es un galpón especial para la crianza de cuyes en baterías de pozas, en las que entran de 4 animales por poza, se procuró proveer bienestar a los animales, contaron con una buena iluminación, ventilación, ya que los cuyes no sudan y no disipan el calor de su cuerpo, con temperaturas que oscilen entre 17 a 20°C, una humedad por debajo del 60% y se evitó la entrada de agentes extraños (roedores, aves, etc) a la zona de crianza intensiva en la que se estaba trabajando. Se utilizaron 16 pozas, ya que cada poza tuvo un número de 4 animales.

### 3.4 Alimentación

Se utilizó alimentación mixta a base de forraje, alimento balanceado formulado, los cuales atienden las necesidades en un 50% y 50% de la materia seca respectivamente.

Se trabajó con alfalfa, ya que se hicieron diferentes ejercicios y la mejor opción de forraje fue la alfalfa, ya que ayuda a llegar a los valores óptimos de energía metabolizable y proteína bruta.

La cantidad de materia seca que consumieron los animales fue equitativa, en una misma proporción de forraje y concentrado, por lo que en el siguiente cuadro se presenta los valores adecuados.

Cuadro 2. Cantidad de consumo de materia seca diario en las etapas de inicio, crecimiento y acabado.

Fases	MS en forraje (g)	MS en concentrado (g)	MS total (g)
Crecimiento (15 - 32d)	20.25	20.25	40.5
Engorde (33 - 74d)	27.11	27.11	54.22

Se formularon 2 dietas, para las 2 etapas que son crecimiento y acabado, cada una con los diferentes porcentajes de glutamina asociado con ácido glutámico (Aminogut), cumpliendo con los valores nutricionales establecidos por Vergara (2008).

Cuadro 3. Dieta para la etapa de crecimiento con los porcentajes de los tratamientos (desde el día 15 hasta el día 32).

Ingredientes (%) <sup>1</sup>	Nivel de glutamina y ác. Glutámico			
	0	0.025	0.050	0.075
Maíz nacional	7.643	7.652	7.736	7.770
Torta de soya	47.554	47.580	47.603	47.624
Aceite de soya	0.003	0.013	0.001	0.001
Afrecho de trigo	41.280	41.200	41.080	41.000
Sal	0.500	0.500	0.500	0.500
Premezcla de vit y min	0.100	0.100	0.100	0.100
Fosfato monodicalcico	0.100	0.100	0.100	0.100
Carbonato de calcio	2.450	2.460	2.460	2.460
Colina	0.040	0.040	0.040	0.040
Metionina	0.300	0.300	0.300	0.300
Coccidiost. Clopidol	0.030	0.030	0.030	0.030
Glutamina + ac. glut	0.000	0.025	0.050	0.075
Total	100.000	100.000	100.000	100.000
<b>Valor Nutritivo<sup>2</sup></b>				
Energía Metabolizable (kcal/kg)	3160.10	3160.10	3160.10	3160.10
Proteína Cruda,%	27.77	27.77	27.77	27.77
Metionina,%	0.67	0.67	0.67	0.67
Lisina,%	1.60	1.60	1.60	1.60
Calcio,%	1.10	1.10	1.10	1.11
Fósforo,%	0.86	0.86	0.86	0.86

1 Composición nutricional de los insumos basados en NRC (1995)

2 Requisitos nutricionales tomados de Vergara (2008)



Cuadro 4. Dieta para la etapa de engorde con los porcentajes de los tratamientos (desde el día 33 hasta el día 74).

Ingredientes (%) <sup>1</sup>	Nivel de glutamina y ác. Glutámico			
	0	0.025	0.050	0.075
Maíz nacional	5.392	5.427	5.461	5.484
Torta de soya	35.777	35.797	35.818	35.837
Aceite de soya	0.001	0.001	0.001	0.005
Afrecho de trigo	55.230	55.150	55.070	55.000
Sal	0.500	0.500	0.500	0.500
Premezcla de vit y min	0.050	0.050	0.050	0.050
Fosfato monodicalcico	0.100	0.100	0.100	0.100
Carbonato de calcio	2.520	2.520	2.520	2.520
Colina	0.040	0.040	0.040	0.040
Lisina HCl	0.060	0.060	0.060	0.060
Metionina	0.300	0.300	0.300	0.300
Coccidiost. Clopidol	0.030	0.030	0.030	0.030
Glutamina + ac. glut	0.000	0.025	0.050	0.075
Total	100.000	100.000	100.000	100.000
<b>Valor Nutritivo<sup>2</sup></b>				
Energía Metabolizable (kcal/kg)	2994.73	2994.73	2994.73	2994.73
Proteína Cruda,%	24.51	24.51	24.51	24.51
Metionina,%	0.62	0.62	0.62	0.62
Lisina,%	1.39	1.39	1.39	1.39
Calcio,%	1.11	1.11	1.11	1.11
Fósforo,%	0.96	0.96	0.96	0.96

<sup>1</sup> Composición nutricional de los insumos basados en NRC (1995)

<sup>2</sup> Requisitos nutricionales tomados de Vergara (2008)

### 3.5 Manejo y sanidad

Las labores de manejo y sanidad fueron realizadas diariamente. Principalmente eran alimentación, pesaje, limpieza, desparasitación, entre otras.

### 3.6 Variables independientes

Uso de glutamina asociada con ácido glutámico en la dieta de inicio, crecimiento y acabado.

### 3.7 Tratamientos

Consistieron en la incorporación de niveles crecientes de glutamina asociado con ácido glutámico en la dieta de los cuyes.

T0: dieta sin glutamina asociado al ácido glutámico (0%).

T1: dieta con glutamina asociado al ácido glutámico al 0.025%.

T2: dieta con glutamina asociado al ácido glutámico al 0.050%.

T3: dieta con glutamina asociada al ácido glutámico al 0.075%.

### 3.8 Variables dependientes

Ganancia de peso, g.

Consumo de alimento, g.

Conversión alimenticia, g/g.

### 3.9 Análisis estadístico

Los animales fueron distribuidos a través de un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, teniendo cada unidad experimental 4 animales.

El modelo lineal del experimento será:

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

Donde:

$Y_{ij}$  = Observación en la unidad experimental

$\mu$  = Media general

$\tau_i$  = Efecto de tratamientos

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental.

Los resultados de las variables fueron analizados a través del análisis de variancia de regresión.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Fase de crecimiento

En el cuadro 5 se muestra los índices productivos de lo cuyes durante la fase de crecimiento (15 – 32 días) donde se aprecia que los niveles de glutamina en las dietas presentaron influencia altamente significativa ( $p<0.01$ ) en la ganancia de peso e influencia significativa ( $p<0.05$ ) en la conversión alimenticia, teniendo en ambos casos, un comportamiento lineal y cuadrático, respectivamente.

Cuadro 5. Promedios diarios de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de cuyes alimentados con glutamina en la dieta durante la etapa de crecimiento (15 – 32 días de edad).

Niveles de glutamina (%)	Ganancia de peso (g/día)	Consumo de alimento (g/día)	Conversión Alimenticia (g/g)
0.000	7.05	40.28	5.81
0.025	11.75	40.29	3.50
0.050	10.90	41.77	3.90
0.075	11.97	39.41	3.30
Sig <sup>1</sup>	L**	NS	C*
SEM <sup>2</sup>	1.69	3.97	0.58

<sup>1</sup>Sig.: L: efecto lineal; C= efecto cuadrático; NS= no significativo; \*=  $p<0.05$ ; \*\*=  $p<0.01$

<sup>2</sup>SEM: Error estandar promedio

En la figura 1 se observa un comportamiento lineal de aumento de la ganancia de peso conforme aumenta el nivel de glutamina en la dieta, encontrándose una correspondencia ( $R^2$ ) de 61 %, con valor máximo en la ganancia de peso con 0.075% de inclusión de glutamina en la dieta de los cuyes. En la figura 2 se observa un comportamiento cuadrático de la conversión alimenticia como respuesta a los niveles de glutamina en la dieta y se encontró una correspondencia ( $R^2$ ) de 82%, mostrándonos el

mejor valor con un 0.058% de inclusión de glutamina en la dieta de los cuyes.

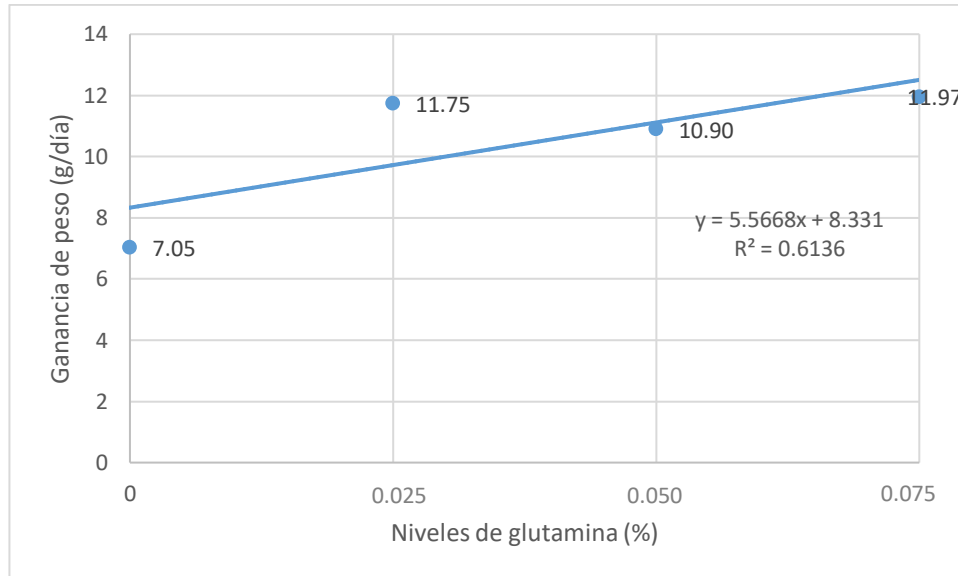


Figura 1. Ganancia de peso (g/día) de los cuyes, en función de los niveles de glutamina en la dieta (%).

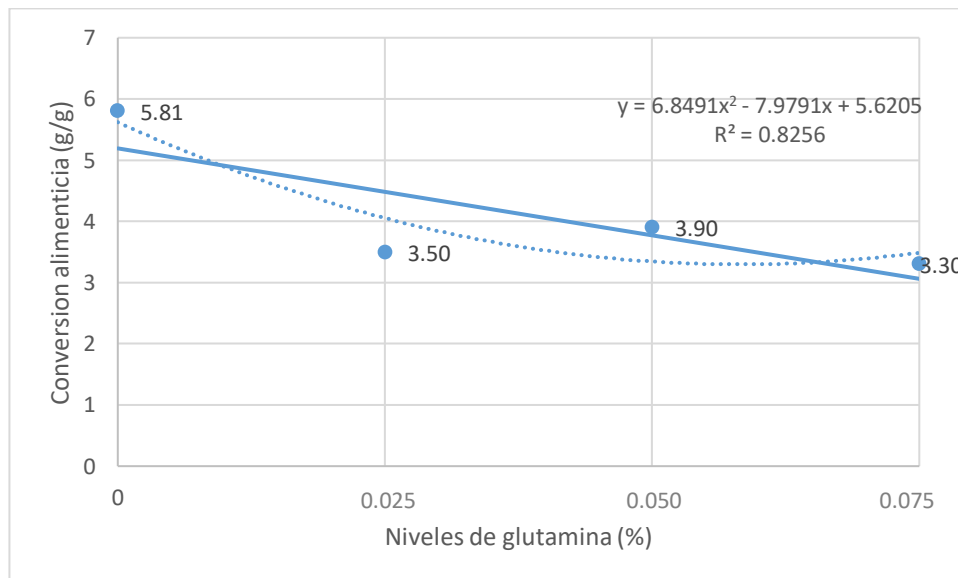


Figura 2. Conversión alimenticia (g/g) de los cuyes, en función de los niveles de glutamina en la dieta (%).

## 4.2 Fase de engorde

En el cuadro 6 se muestra los índices productivos de lo cuyes durante la fase de engorde (33 – 74 días) donde se aprecia que los niveles de glutamina en las dietas presentaron un comportamiento lineal altamente significativo ( $p < 0.01$ ) en la ganancia de peso y en la conversión alimenticia.

Cuadro 6. Promedios diarios de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de cuyes alimentados con glutamina en la dieta durante la etapa de engorde (33 – 74 días).

Niveles de glutamina (%)	Ganancia de peso (g/día)	Consumo de alimento (g/día)	Conversión Alimenticia (g/g)
0.000	9.73	53.99	5.54
0.025	7.88	51.39	6.71
0.050	7.38	57.61	7.97
0.075	6.63	53.88	8.21
Sig <sup>1</sup>	L**	NS	L**
SEM <sup>2</sup>	1.08	5.53	1.27

Sig<sup>1</sup>.: L: efecto lineal; C= efecto cuadrático; NS= no significativo; \*=  $p < 0.05$ ; \*\*=  $p < 0.01$

SEM<sup>2</sup>: Error estandar promedio

En la figura 1 y 2 se muestran los respectivos promedios de la ganancia de peso y conversión alimenticia, en función a los niveles de glutamina en la dieta (%). Se observa que ambas variables tuvieron un comportamiento lineal como respuesta al uso de glutamina en la dieta, encontrándose una correspondencia ( $R^2$ ) de 91 y 93 % en el uso de glutamina, para la ganancia de peso y conversión alimenticia en la fase de engorde.

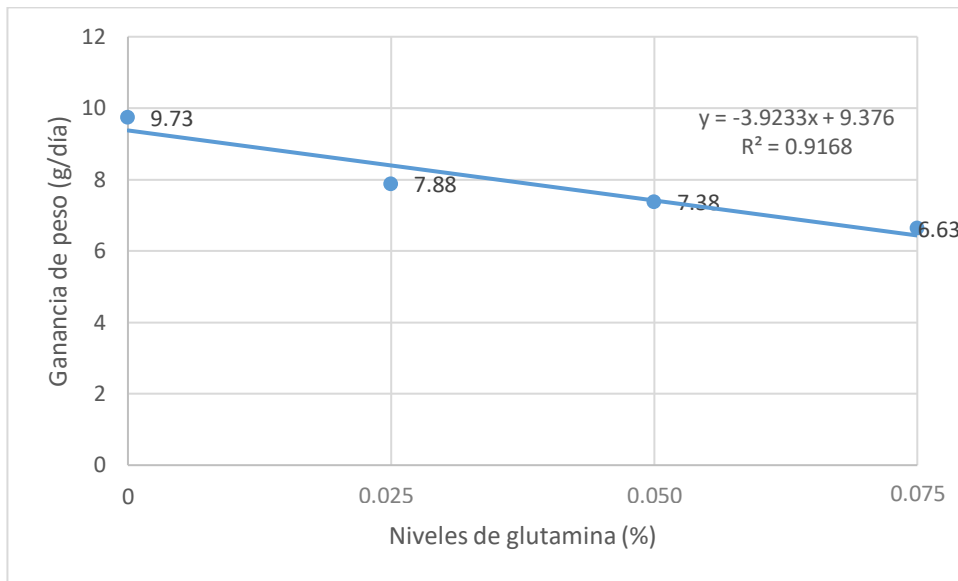


Figura 3. Ganancia de peso (g/día) de los cuyes, en función de los niveles de glutamina (%) en la dieta.

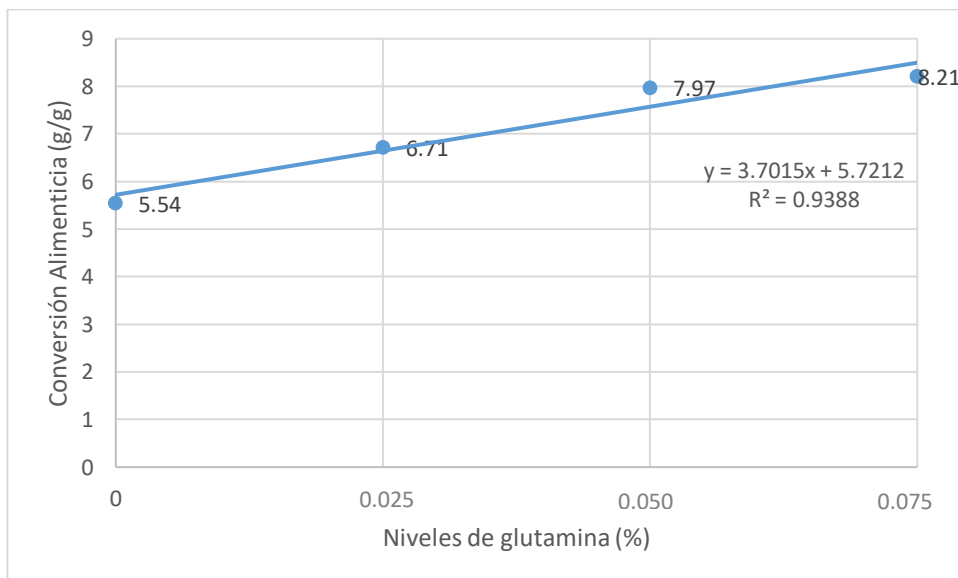


Figura 4. Conversión alimenticia (g/g) de los cuyes, en función de los niveles de glutamina en la dieta (%).

### 4.3 Periodo total

En el cuadro 7 se muestra los índices productivos de lo cuyes durante la fase de engorde (15 – 74 días) donde se aprecia que los niveles de glutamina en las dietas no presentaron influencia significativa ( $p < 0.05$ ) sobre las variables evaluadas.

Cuadro 7. Promedios diarios de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de cuyes alimentados con glutamina en la dieta durante el periodo total (15 – 74 días).

Niveles de glutamina (%)	Ganancia de peso (g/día)	Consumo de alimento (g/día)	Conversión Alimenticia (g/g)
0.000	8.96	50.04	5.59
0.025	8.99	48.19	5.43
0.050	8.39	53.05	6.43
0.075	8.17	49.71	6.10
Sig <sup>1</sup>	NS	NS	NS
SEM <sup>2</sup>	1.01	4.66	0.81

Sig<sup>1</sup>: L: efecto lineal; C= efecto cuadrático; NS= no significativo; \*=  $p < 0.05$ ; \*\*=  $p < 0.01$

SEM<sup>2</sup>: Error estandar promedio

### 4.4 Evaluación económica

En el cuadro 8 se muestran los egresos, ingresos, beneficio económico y rentabilidad de los cuyes alimentados con distintos niveles de glutamina asociada con ácido glutámico. En donde se observa un mejor beneficio y mayor rentabilidad en animales que recibieron dietas con 0.025% y 0.050% de glutamina asociado con ácido glutámico, influenciados por el consumo de alimento de los animales y por los pesos vivos de los animales en el final del experimento.



Cuadro 8. Beneficio económico de la crianza de cuyes a distintos niveles de glutamina asociado con ácido glutámico en la dieta durante las etapas de crecimiento y engorde (15 – 74 días de edad).

	Tratamiento			
	0%	0.025%	0.050%	0.075%
<b>Egresos por animal</b>				
Costo de alimentación por cuy (S/)	2.89	2.85	3.15	2.96
Precio del cuy de 15 días (S/)	18	18	18	18
Otros gastos (20%)*(S/)	0.58	0.57	0.63	0.59
Costo Total del cuy (S/)	21.47	21.42	21.78	21.55
<b>Ingresos por animal</b>				
Peso del cuy (g)	841.68	857.67	861.91	825.58
Precio de venta kg de cuy (S/)	30	30	30	30
Ingresos/venta del cuy (S/)	25.25	25.73	25.86	24.77
Beneficio (S/)	3.78	4.31	4.08	3.22
Rentabilidad (%)	18%	20%	19%	15%

\*Se considera que el costo de alimentación el 80% del costo total.

## V. DISCUSIÓN

En la fase de crecimiento, se observó que la ganancia de peso diaria mostró un comportamiento lineal en función de los diferentes niveles de glutamina (Cuadro 5; y Figura 1), así mismo la conversión alimenticia mostró un comportamiento cuadrático (Cuadro 5; y Figura 2). Ambas variables nos indican, que el uso de este aditivo nutricional brinda aportes positivos y beneficiosos en la salud intestinal de los animales, específicamente en la intensa multiplicación de los enterocitos, además de promover la deposición de proteínas, estos beneficios son importantes en esta etapa de crecimiento ya que es en la cual se presentan problemas de mayor magnitud que conllevan a una alta mortalidad de los animales (Wu y otros, 2006). Los aminoácidos como la glutamina y ácido glutámico son requeridos en su mayoría en las dietas de animales jóvenes, específicamente después del destete, ya que sus organismos no son capaces de sintetizar glutamina para satisfacer sus propias exigencias nutricionales (Ajinomoto, 2007). En la ganancia de peso diario, el resultado máximo se obtuvo al 0.075% de la inclusión de la glutamina en la dieta al igual que en la conversión alimenticia su mejor resultado se obtuvo al 0.058% de la inclusión de la glutamina en la dieta de los animales. En la variable de consumo de alimento diario, los animales no tuvieron una variación significativa, es decir, que todos los animales consumieron similar cantidad al final de esta etapa y aún así se obtuvieron diferencias en ganancia de peso diaria y conversión alimenticia.

Estos valores tienen similitud con los aportes de Rengifo y Vergara (2005), quienes obtuvieron un valor de 10,86 g/día en la ganancia de peso de cuyes con alimentación mixta en la etapa de crecimiento, sin embargo Aliaga y otros (2009) presumen de valores más altos, como 16.93 g/día en la ganancia de peso diaria, probablemente por se utilizaron animales con una genética mejorada. En cambio en los datos de conversión alimenticia de Aliaga y otros (2009) e INIA (2003), se muestran que el valor

en ambos es de 3.03, en nuestra investigación los valores no superan los ya mencionados, se presume que es porque los autores trabajaron con animales con un alto potencial genético.

En la fase de engorde se encontró un comportamiento lineal en la ganancia de peso y conversión alimenticia (Cuadro 6; Figura 3 y 4). Ambas variables nos indicaron resultados no favorables para la investigación, debido a que los resultados óptimos se obtuvieron con 0% de inclusión de glutamina en la dieta de los cuyes. En la ganancia de peso diaria, el mejor resultado fue de 9.73 g/día con el tratamiento de 0% de inclusión de glutamina en la dieta y en la variable de conversión alimenticia, el resultado óptimo fue de 5.54 g/g también con 0% de inclusión de glutamina en la dieta de los animales. Ambos resultados demuestran que la glutamina asociada con el ácido glutámico no tiene efecto positivo en la ganancia de peso, consumo de alimento ni conversión alimenticia en la fase de engorde los cuyes, estos resultados pueden estar asociados a que los cuyes no tienen una buena genética o que la necesidad de glutamina en animales adultos no es igual que en animales jóvenes, por lo cual, a pesar de que contaron con todas las condiciones favorables que se brindaron en la crianza, los cuyes no iban a mostrar un efecto positivo en las variables a examinar.

En el periodo total, no se encontró variación significativa en ningún parámetro productivo, esto debido a que en todo el período de crianza de los cuyes, la multiplicación de los enterocitos ya tiene un proceso normal, caso contrario en la etapa de destete, en la cual aún se establece y regula este proceso normal, en la que la glutamina participa beneficiosamente, por esa razón la variación que se encontró en la fase de crecimiento es la esencial en este estudio.

En el análisis económico, se observa que el tratamiento con 0.025% de glutamina asociado con ácido glutámico tuvo un beneficio de S/4.1, con una rentabilidad del 20%, siendo ligeramente superior a la rentabilidad que se obtuvo del tratamiento con 0.050% de glutamina asociado con ácido glutámico, la cual fue de 19%, debido al mayor consumo de alimento de los animales y un mayor peso final en este tratamiento. La rentabilidad para los tratamientos (0%, 0.025%, 0.050%, 0.075%) fueron 18%, 20%, 19%, 15%. La rentabilidad más baja se obtuvo en la dieta con 0.075% de glutamina asociado con ácido glutámico ocasionada por el menor peso final obtenido.

## **VI. CONCLUSIONES**

El uso de la glutamina asociada con ácido glutámico en la dieta de los cuyes mejora la ganancia de peso y conversión alimenticia en la fase de crecimiento (15 – 32 días) sin afectar en la fase de engorde ni en el periodo total.

La mayor rentabilidad económica se obtuvo con los niveles de 0.025% y 0.050% de glutamina asociado con ácido glutámico en la dieta.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Tener en cuenta la genética de los animales, ya que la respuesta del producto que se utilizó depende de las características fenotípicas que expresen los animales.

Evaluar la salud intestinal de los cuyes suplementados con glutamina asociada con ácido glutámico en la fase de crecimiento.

Usar valores mayores de glutamina asociado con ácido glutámico, como se hizo en otras especies.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Ajinomoto Animal Nutrition .2007. AminoGut: Aminoácidos para la función intestinal: Porkwolrd. ([http://www.lisina.com.br/upload/Especial%20AminoGut\\_Espanhol.pdf](http://www.lisina.com.br/upload/Especial%20AminoGut_Espanhol.pdf)).

Aliaga L.; Moncayo R.; Rico E.; Caycedo A. 2009. Producción de cuyes. Universidad Católica Sedes Sapientiae. Primera edición. 295-598.

Chauca L. 2018. Manual Técnico Crianza de Cuyes. Ministerio de Agricultura y Riego. Perú.

Chauca L. 1997. Producción de Cuyes, FAO Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma. 1– 100.

Curthoys, N. y Watford, M. 1995. Regulation of glutaminase activity and glutamine metabolism. *Annu. Rev. Nutr.* 15: 133-159.

Cynober, L. 1999. Glutamine metabolism in stressed patients (abstract). Proceedings of international Congress on amino acids(Germany). 5.

Khan, J., Liboshi, Y., Cui, L., Wasa, M., Sando, K., Takagi, K., Okada, A. 1999. Alanine-glutamine supplemented parenteral nutrition increase luminal mucus gel and decreases permeability in the rat small intestine. *J. Parenter. Enteral. Nutr.* 23:24-31.

Lobley, G., Hoskin, S., McNeil, C. 2001. Glutamine in animal science and production. *J. Nutr.* 131:255-2531.

Moreno, A. 1989. Producción de Cuyes. Universidad Mayor de San Marcos.

Nascimento G.; Leandro N.; Café M.; Stringhini J.; Andrade M.; Martinez K.; Mello H.; Mascarenhas, A. 2014. Desempeño y características intestinales de pollos de engorde alimentados con dieta con glutamina sin agentes anticoccidianos. *Revista Brasileira de producción saludable animal.* v.15 (3):637-648.

National Research Council. 1966. Nutrient Requirement of Laboratory Animals. Publication 990, 3rd. Printing.

Sakamoto, M; Faria, D; Nakagi, V; Negrão, J; Araújo, R; Souza, K; Previero, T. 2011. Utilización de la glutamina, asociada a un ácido glutámico sobre el desenvolvimiento y la actividad enzimática en los pollos de engorde. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 63 (4):962-972.

Salloum, R., Souba, W., Klimberg, V., Plumley, D., Dolson, D., Bland, K., Copeland, E. 1989. Glutamine is superior to glutamate in supporting gut metabolism, stimulating glutaminase activity, and preventing bacterial translocation. *Surg. Forum.* 40: 6-8.

Smith, R. 1990. Glutamine metabolism and its physiologic importance. *J. Parent. Enter. Nutr.* 14: 40-44.

Stoll, B.; Henry, J.; Reeds, P.J. 1998. Catabolism dominates the first-pass intestinal metabolism of dietary essential amino acids in milk protein-fed piglets. *J. Nutr.*, 128: 606-614.

Taudou, G., Wiart, J., Piaiél, J. 1983. Influence of amino acid deficiency and tRNA aminoacylation on DNA synthesis and DNA polymerase activity during secondary immune response in vitro. *Mol. Immunol.* 20:255.

Teixeira M., Lopes J., Saraiva A., Miranda R.; Lanino E., Lora G. 2010. Glutamina, nucleotídeos y plasma porcino en raciones para lechones destetados. *R. Bras. Zootec.*, v.39, n.3, p.520-525.

Teixeira A.; Nogueira E.; Kutschenko M.; Rostagno H.; Lopes D. 2014. Inclusión de la glutamina asociada con ácido glutámico en la dieta de lechones destetados a los 21 días de edad. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, Salvador, v.15, n.4, p.881-896

Vergara V. 2008. Avance en nutrición y alimentación de cuyes. Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Wu G., Bazer F., Wallace J., Spencer T. 2006. Intrauterine growth retardation: Implications for the animal sciences. *J. Anim. Sci.* 84, 2316-2337.