

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



**“ADICIÓN DE GLUTAMINA EN LA DIETA DE POLLOS COBB 500 EN ETAPAS
DE INICIO Y CRECIMIENTO SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO Y
ECONÓMICO”**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

PRESENTADO POR:

Bach. MONTENEGRO OLIVERA, Cheyler

Tingo María – Perú

2025



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
TINGO MARÍA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y TESIS



"Año de la Recuperación y la Consolidación de la Economía Peruana"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

A las 08:00 p.m. del 15 de enero de 2025, los Miembros del Jurado que suscriben, se reunieron para calificar la Tesis titulada "ADICIÓN DE GLUTAMINA EN LA DIETA DE POLLOS COBB 500 EN ETAPAS DE INICIO Y CRECIMIENTO SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO Y ECONÓMICO", presentada por el Bachiller en Ciencias Pecuarias CHEYLER MONTENEGRO OLIVERA.

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas, el Jurado declara **APROBADA LA TESIS** con el calificativo de "BUENO".

En consecuencia, el sustentante queda capacitado para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, y tramitado ante el Consejo Universitario, para el otorgamiento del Título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 46°, inciso "b" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 05 de enero de 2026

Dr. RIZAL ALCIDES ROBLES HUAYNATE
Presidente

Ing. M. Sc. JUAN LAO GONZÁLES
Miembro

Dr. JUAN CHOQUE TICACALA
Miembro



Dr. CARLOS ENRIQUE ARÉVALO ARÉVALO
Asesor

Ing. WALTER ALBERTO PAREDES ORELLANA
Asesor

Copia : Archivo

RARH/JLG/JChT/CEAAWAPO/slcp



UNAS

VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN

INSTITUTO DE
INVESTIGACIÓN

UNIDAD DE SOPORTE
CIENTÍFICO
REPOSITORIO INSTITUCIONAL

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 013 - 2026 - CS-RIDUNAS

El Jefe de la Unidad de Soporte Científico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% y contenido generado por Inteligencia Artificial menor o igual al 20%. Según establece el Art. 29° y 30° del Acuerdo Nro.017-2025-CIUNAS-VRI-UNAS.

Programa de Estudio:

Zootecnia

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE	
		SIMILITUD	CONTENIDO GENERADO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL
ADICIÓN DE GLUTAMINA EN LA DIETA DE POLLOS COBB 500 EN ETAPAS DE INICIO Y CRECIMIENTO SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO Y ECONÓMICO	MONTENEGRO OLIVERA, CHEYLER	15 % Quince	Menor a 20 %

Tingo María, 14 de enero de 2026.

 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE SOPORTE CIENTÍFICO

ING. EINSTEIN A. ORTIZ MORALES
JEFE

C.C. Archivo

DEDICATORIA

A **Dios**, por protegerme, guiarme para alcanzar mis metas, superando las dificultades que se presentaron en el proceso.

A mis amados padres, al señor LORENZO MONTENEGRO OLIVERA y la señora ROSALÍA OLIVERA BRAVO por su amor infinito e inquebrantable, por traerme a este mundo, por su apoyo incondicional y sobre todo por el sacrificio constante que hacen por mí.

A mis cuatro hermanas, DIANA GORETI, SHEYDI MEDALID, SANDY JACORI y TANIA por su amor infinito y por su apoyo incondicional cada día.

A mi pareja y compañera de vida ARACELI RIVERA ESPÍRITU, por su apoyo constante, su comprensión y la motivación que me brindó para continuar. Este logro también es resultado de tu compañía en este proceso.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida, fortaleza, paciencia y sabiduría para seguir adelante con mi formación personal y profesional.

A mis padres, por su amor infinito que me sostiene incluso en mis momentos más difíciles. Por cada consejo, abrazo y sacrificio silencioso que hizo posible mis sueños. Por creer en mí cuando yo dudaba y enseñarme a no rendirme. Este logro nace de su amor, y lo comparto con ustedes con el corazón lleno de amor.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva en especial a la Facultad de Zootecnia.

A los docentes de la Facultad de Zootecnia de la UNAS por sus conocimientos impartidos durante mi formación profesional.

A mis asesores el Ing. Walter Alberto Paredes Orellana y el Dr. Carlos Arévalo Arévalo por sus apoyos incondicionales y valiosas sugerencias para la culminación del presente trabajo.

A los miembros del jurado de tesis: Dr. Rizal Robles H, Dr. Juan Choque Ticacala y al Ing. Juan Lao Gonzales.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general	2
1.2. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Bases teóricas.....	4
2.2.1. Glutamina (Gln)	4
2.2.2. Desempeño productivo de pollos Cobb 500.....	6
2.2.3. Fases de desarrollo de pollos Cobb 500	7
2.2.3. Requerimientos nutricionales	7
III. MATERIALES Y MÉTODOS	9
3.1. Lugar y fecha de ejecución	9
3.2. Tipo de investigación	9
3.3. Instalaciones, equipos y materiales.....	9
3.4. Animales experimentales	10
3.5. Insumo en estudio (Glutamina)	10
3.6. Dietas experimentales y alimentación.....	10
3.7. Sanidad	11
3.8. Variable independiente	13
3.9. Tratamientos experimentales.....	13
3.10. Croquis de distribución	13
3.11. Variables dependientes	13
3.12. Análisis estadístico	14
3.13. Metodología.....	15
3.13.1. Consumo diario de alimento.....	15
3.13.2. Ganancia de peso	15
3.13.3. Conversión alimenticia.....	15
3.13.4. Beneficio neto.....	15
3.13.5. Mérito económico.....	16
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
4.1. Desempeño productivo	17

4.2. Evaluación económica	23
V. CONCLUSIONES	25
VI. PROPUESTAS A FUTURO	26
VII. REFERENCIAS	27
VIII. ANEXO	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Requerimientos nutricionales para pollos Cobb Vantress500 en la etapa de inicio (1-7 días) y crecimiento (8-21 días).....	8
2. Dieta experimental para pollos en fase de inicio con diferentes niveles de glutamina	11
3. Dieta experimental para pollos en fase de crecimiento con diferentes niveles de glutamina	12
4. Índices zootécnicos de pollos cobb 500 en la etapa de inicio alimentados con dietas con diferentes niveles de glutamina	17
5. Índices zootécnicos de pollos cobb 500 en la etapa de crecimiento alimentados con dietas con diferentes niveles de glutamina.....	19
6. Análisis económico en función a la inclusión de glutamina en raciones para pollos de carne de la línea cobb 500 hasta finalizar la etapa de crecimiento	23

ÍNDICE DE FIGURA

Figura	Página
1. Tendencia de la ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento y conversión alimenticia de pollos parrilleros en fase de crecimiento alimentados con dietas con niveles crecientes de glutamina.	21

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la adición de glutamina en la dieta de pollos de carne de la línea Cobb 500 durante las fases de inicio y crecimiento, sobre el desempeño productivo y económico. El estudio se desarrolló en pollos de 1 a 7 y de 8 a 21 días de edad, utilizando diferentes niveles de glutamina en las raciones, y se evaluaron los principales parámetros productivos: ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento y conversión alimenticia, así como indicadores económicos como costo de producción, beneficio neto y mérito económico. Los resultados productivos en la etapa de crecimiento evidenciaron que la suplementación con glutamina presentó una respuesta curvilínea, observándose una mejora significativa en la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia en los niveles intermedios de inclusión, mientras que el consumo diario de alimento se mantuvo relativamente constante entre tratamientos. Estos resultados indican una mayor eficiencia en la utilización del alimento, atribuida al efecto funcional de la glutamina sobre la integridad intestinal y el metabolismo de los nutrientes. Desde el punto de vista económico, los tratamientos con niveles intermedios de glutamina mostraron un mayor peso final, lo que se tradujo en un mayor ingreso bruto por pollo, compensando el incremento en el costo del alimento. En consecuencia, se obtuvo un mayor beneficio neto y mérito económico en comparación con el tratamiento control y con los niveles más altos de suplementación. En conclusión, la inclusión de glutamina en niveles adecuados durante las fases de inicio y crecimiento mejora el desempeño productivo y económico de pollos Cobb 500, constituyéndose en una alternativa nutricional viable para optimizar la eficiencia productiva en sistemas avícolas comerciales.

Palabras clave: Aminoácido, aves de carne, costos fijos, enterocitos, parámetros productivos.

The Addition of Glutamine in the Diet of Cobb 500 Chickens During the Initial and Growth Stages Regarding the Productive and Economic Performance

Abstract

The objective of the present research was to evaluate the effect on the productive and economic performance from the addition of glutamine in diet of the Cobb 500 line of meat chickens during the initial and growth phases. The study was carried out in chickens from one to seven and eight to twenty one days of age, using different levels of glutamine in the rations, and the principal productive parameters were evaluated: daily weight gain, daily feed consumption and feed conversion, as well as economic indicators such as production cost, net benefit and economic merit. The productive results during the growth stage evidenced that supplementing with glutamine presented a curvilinear response, [where] a significant improvement in the daily weight gain and the feed conversion at intermediate levels of inclusion was observed, while the daily feed consumption stayed relatively constant between the treatments. These results indicated that there was a greater efficiency in the use of the feed, attributed to the functional effect of the glutamine on the intestinal integrity and the metabolism of the nutrients. From the economic point of view, the treatments with intermediate levels of glutamine proved to have a greater final weight, which can be translated into a greater gross income per chicken, compensating the increase in the feed cost. As a result, a greater net benefit and economic merit were obtained, in comparison to the control treatment and those with higher levels of supplements. In conclusion, the inclusion of glutamine at adequate levels during the initial and growth phases improved the productive and economic performance of Cobb 500 chickens, making it a viable nutritional alternative for optimizing productive efficiency in commercial poultry systems.

Keywords: amino acid, meat birds, fixed costs, enterocytes, productive parameters

I. INTRODUCCIÓN

La industria avícola, a través de la actividad productiva de pollos parrilleros y gallinas de postura, se ha convertido en una de las más sólidas e importantes a nivel mundial. El mercado avícola está reconocido como uno de los sectores más relevantes del mundo debido a su papel en la seguridad alimentaria global y su posición dominante en los mercados internacionales (FAO, 2025). En comparación a otros trabajos pecuarios, la cría de aves ha logrado avances significativos en términos de productividad, gracias al avanzado grado de desarrollo tecnológico, con una expansión especialmente notable esta última década. Esto se debe principalmente a la mejora genética de las líneas de pollos de engorde, como Cobb y Ross, así como a la mejora en las Características de las infraestructuras, junto con progresos en tecnología, manejo y salud (Aviagen, 2018).

Una de las principales problemáticas en la industria avícola es la mala o deficiente alimentación en las aves conllevando a un bajo crecimiento, baja conversión alimenticia por ende una mínima ganancia de peso corporal lo cual aún se ve más afectada si es que la dieta es deficiente de algunos aminoácidos, vitaminas y/o minerales, el desarrollo y el funcionamiento de los órganos, respuesta inmune y productividad de las aves se verán comprometidos durante todo el periodo (Korver, 2023). La Gln es un aminoácido (aa) condicionalmente esencial que desempeña un papel crucial en el metabolismo energético y la función inmunitaria de las aves, sin embargo, a pesar de la importancia de la influencia de la adición dietética en Gln para el rendimiento de pollos parrilleros, particularmente en la línea Cobb 500, ha sido escasamente investigado.

En la producción avícola, la búsqueda de estrategias para optimizar el desempeño de productividad y económico de Cobb 500 es una constante. La Gln, al ser evaluada en diferentes niveles de inclusión, desde los días 1 al 44 de edad se observa que los pollos suplementados con este aminoácido muestran una mejora significativa en el aumento de peso corporal y el desempeño de la pechuga y ello se debe a que es sustrato importante para la síntesis de aa, ácidos nucleicos, amino-azúcares y proteínas. Siendo uno de los principales sustratos energéticos para la rápida proliferación celular de enterocitos intestinales y de linfocitos activados (Bartell & Batal, 2007; Castillo Orellana, 2025).

Este estudio busca evaluar el impacto de diferentes niveles de glutamina en indicadores productivos de aves de carne, para ello se plantea la siguiente pregunta: ¿Cuál es el efecto de diferentes niveles de adición de glutamina en la dieta sobre el desempeño productivo (ganancia

de peso, consumo de alimento y conversión de alimento) y económico (costo de producción y merito económico) en pollos Cobb 500 durante las fases de inicio y crecimiento? Y se plantea la siguiente hipótesis: La dieta de los pollos con el nivel más alto de glutamina en las fases de inicio y crecimiento mejora significativamente el desempeño productivo (ganancia de peso, consumo de alimento y conversión de alimento) y económico (costo de producción y merito económico).

1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de diferentes niveles de suplementación de glutamina en la dieta para pollos Cobb 500 sobre indicadores productivos como la ganancia de peso, consumo de alimento y la conversión alimenticia, así como indicadores económicos como el costo de producción y merito económico, en pollos Cobb 500 en las fases de inicio y crecimiento.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar los índices zootécnicos como el consumo diario de alimento (CDA), la ganancia diaria de peso (GDP) y la conversión alimenticia (CA), en función a la suplementación de diferentes niveles de glutamina en las raciones para inicio y crecimiento en pollos de la línea Cobb 500.
- Diferenciar el costo de producción y mérito económico como efecto de la suplementación de diferentes niveles de glutamina en las raciones de inicio y crecimiento en pollos de carne de la línea Cobb 500.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Gaibor et al. (2019) analizaron el impacto suplementario con Gln en la eficiencia productiva de Cobb 500. Los resultados indicaron que la inclusión de este aminoácido mejoró la eficiencia en la utilización de nutrientes, lo que se evidenció en una reducción de los valores de conversión alimenticia (1.484 en el grupo suplementado frente a 1.518 en el grupo sin suplementación). En conclusión, la suplementación con glutamina contribuye a optimizar la eficiencia productiva de los pollos parrilleros; pero, es fundamental tener en cuenta tanto el diseño experimental como la composición de la dieta utilizada.

Castañeda Cubas (2017) investigó el impacto de incluir Gln y ácido glutámico en las dietas de Cobb Vantress 500, evaluando tanto Rendimiento productivo y viabilidad económica. El estudio empleó 96 machos Cobb500 Con un promedio de peso inicial de 43.5g, de un día de vida, durante un periodo de 42 días dividido en tres etapas: inicio (0-14 días), crecimiento (14-35 días) y acabado (35-42 días). Los pollos se asignaron a tres tratamientos dietéticos (0%, 0.2% y 0.4% de glutamina) con cuatro repeticiones cada uno. Las dietas fueron diseñadas para mantener valores nutricionales y energéticos equivalentes. Se observaron diferencias significativas en ganancia de peso y conversión alimenticia durante la primera etapa (días 7-14) y la segunda de (días 28-35), sin impacto en el consumo de alimento. Los resultados indicaron que la inclusión de 0.2% y 0.4% de Gln y Ác. Glutámico mejora tanto el desempeño productivo como la viabilidad económica en Cobb Vantress 500.

Abdulkarimi et al. (2019) evaluaron los efectos de la inclusión con Gln y arginina (Arg) en el alimento sobre el rendimiento, morfología intestinal y mortalidad por ascitis en pollos. Se usaron Tres concentraciones de suplementación de glutamina Gln. (0%, 0.5% y 1%) y Arg. (100%, 130% y 160%) bajo Condiciones establecidas para el desarrollo de ascitis ($15\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$) desde los 7 hasta los 42 días de edad. La adición de Gln en el alimento favoreció un incremento en la mejora del peso corporal durante las etapas de crecimiento, finalización y todo el periodo ($p < 0.05$), además de promover un mayor consumo de alimento en el periodo completo. Asimismo, la suplementación con Gln redujo la mortalidad asociada a la ascitis ($p < 0.05$). La administración de Gln incrementó tanto la altura de las vellosidades como la profundidad de las criptas (CD) en el duodeno y el yeyuno ($p < 0.05$). La suplementación con Arg disminuyó la CD en duodeno y yeyuno, y aumentó el ancho de las vellosidades del íleon y también la relación VH/CD en duodeno y yeyuno ($p < 0,05$).

Avellaneda et al. (2008) examinaron el impacto de la incorporación de una mezcla comercial de L-glutamina y L-glutamato (Amino-gut®) en diferentes parámetros relacionados con el crecimiento prematuro de los pollos de engorde. El estudio incluyó 455 pollos hembras y 455 pollos machos de la línea Cobb Vantress 500, evaluando tres concentraciones de la mezcla (0.5 %, 1.0 % y 1.5 %) y dos períodos de suplementación (7 y 14 días). Las dietas suministradas fueron isocalóricas e isoproteicas. Se realizaron pesajes de las aves en los días 1, 8, 15 y 25 de vida, mientras que el CDA se ajustó para estos intervalos, y la mortalidad fue registrada diariamente. Los resultados mostraron que el desempeño corporal fue superior en los grupos que recibieron suplementación comparado con el testigo. La conversión alimenticia (CA) presentó diferencias según la interacción entre el sexo y el nivel de inclusión, siendo más eficiente en los machos con el nivel más alto de suplementación y en las hembras con niveles de 1.0 % y 1.5 %. los tratamientos que recibieron el insumo por siete días mostraron una tasa de mortalidad comparado a las que recibieron el insumo por 14 días. Además, la inclusión de un 1.5 % de L-glutamina y L-glutamato resultó en un menor costo de producción en comparación con el grupo no suplementado.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Glutamina (Gln)

La glutamina es un aminoácido de naturaleza neutra que se produce principalmente en el músculo esquelético mediante la combinación de amoníaco y glutamato, este último derivado del metabolismo de aminoácidos de cadena ramificada, como el alfa-cetoglutarato. Además, durante el embarazo, la placenta desempeña un papel crucial en la síntesis de glutamina, contribuyendo significativamente a las necesidades del organismo en este periodo (Self et al., 2004), no obstante, investigaciones recientes han planteado que la producción endógena de glutamina podría resultar insuficiente para satisfacer las demandas metabólicas en situaciones de estrés fisiológico o ambiental (Wu & Thompson, 1990).

La glutamina se clasifica como un aminoácido no esencial, y juega un rol fundamental en la dieta para pollos debido a su papel fundamental en la síntesis de proteínas. Este aminoácido es degradado por la enzima glutaminasa y convertido a glutamato. Los principales órganos responsables de su catabolismo incluyen el intestino delgado, los riñones y los leucocitos, donde su procesamiento es crucial para diversas funciones metabólicas y fisiológicas (Wu & Thompson, 1990).

En algunas especies con inflamación, la glutamina apoya el sistema inmunológico y ayuda en la producción de glóbulos blancos. Varios estudios en cerdos y pollos han demostrado que los suplementos dietéticos pueden optimizar tanto la ganancia de peso como la eficiencia en la conversión alimenticia. Este aminoácido juega un papel clave en el crecimiento, ya que contribuye a la preservación y mejora de la estructura de las microvellosidades intestinales. Como resultado, se facilita una digestión más eficiente y una mejor absorción de los nutrientes, elementos esenciales para un desarrollo saludable y un desempeño óptimo en los pollos de engorde (Quisirumbay-Gaibor, 2020).

La glutamina desempeña un papel esencial en la producción de N-acetilglucosamina-6-fosfato, un precursor clave en la formación de glicoproteínas, y se encuentra en altas concentraciones en las células intestinales. Además, como precursor del glutamato, la Gln contribuye a la formación de glutatión, el antioxidante intracelular de bajo peso molecular predominante. Asimismo, la glutamina regula la expresión de genes relacionados con el metabolismo de nutrientes y los mecanismos de resiliencia celular, destacando su relevancia en diversas funciones biológicas (Pérez et al., 2022).

La Gln es un precursor que conforman la composición del ADN, regula ciertas síntesis por parte del hígado e interviene en la desintoxicación. Las células del revestimiento de los intestinos utilizan la glutamina como fuente de energía. En situaciones críticas donde los animales se encuentran en condiciones críticas, el bajo suministro combinado con la alta demanda puede comprometer la salud de la mucosa intestinal. La suplementación con glutamina en el alimento podría contribuir a disminuir la probabilidad de atrofia en las vellosidades y a recuperarse de los trastornos gastrointestinales (Bartell & Batal, 2007). La suplementación de Gln aumenta la ganancia de peso, mejora el desempeño corporal durante los períodos de crecimiento y acabado, aumenta el consumo de alimento durante el período total (Abdulkarimi et al., 2019).

Bonet y Grau (2007) señalan que la Gln es un aa no esencial con una estructura particular que contiene dos cadenas nitrogenadas: un grupo amino y un grupo amida. Es el aminoácido más común en el torrente sanguíneo y en los músculos esqueléticos, y presenta un pronunciado gradiente intracelular, siendo su concentración en las células aproximadamente 30 veces superior a la del plasma. Este gradiente es crucial para diversas funciones fisiológicas y se mantiene gracias a un mecanismo de transporte activo a través de las membranas celulares. Además, distintos órganos presentan concentraciones intracelulares variadas de glutamina, y este gradiente puede alterarse en situaciones de estrés o enfermedad.

La glutamina participa en diversas rutas metabólicas a nivel de diferentes órganos y sistemas, y en el metabolismo intercelular, cumple una función clave en el ciclo de Krebs, actuando como donante de grupos hidrocárburo. Para ello, se hidroliza, liberando amonio del grupo amina, que se convierte en ácido glutámico. Este, a su vez, se transforma en ácido alfa-cetoglutarato, liberando amonio del grupo amida y entrando en el ciclo del ácido tricarbóxico. Así, la glutamina está implicada en numerosos procesos bioquímicos esenciales para el funcionamiento celular y metabólico (Bonet & Grau, 2007).

La glutamina es la principal fuente de energía, produciendo cadenas especiales de hidrocarburos en células epiteliales, musculares, linfocitos, riñones e intestinos; Participa como sustrato importante para la gluconeogénesis hepática y el ciclo de la urea; La producción de amoníaco permite la síntesis de otros aminoácidos, como la alanina y el aspartato, a través de reacciones metabólicas en el músculo, el intestino y el hígado; La ruptura del glutamato genera nicotin adenosin dehydrogenase (NADPH), participando así en la regeneración del glutatión y Junto con la alanina es el transportador de nitrógeno al riñón (Bonet & Grau, 2007).

En pollos de engorde, diversos estudios han señalado que la adición de Gln en el alimento mejora tanto la eficiencia productiva como la calidad de la canal (carcasa), especialmente en condiciones de estrés térmico (Dai et al., 2014; Olubodun et al., 2015; Sifa et al., 2018). La suplementación desde el séptimo día ha mostrado beneficios en ganancia de peso y eficiente conversión alimenticia, con mejoras observadas a los 42 días (Salmanzadeh et al., 2016). Investigaciones adicionales han encontrado que la adición de glutamina en el alimento promueve el desarrollo de las vellosidades intestinales, lo que contribuye al aumento del desempeño productivo y económico (Abdulkarimi et al., 2019; Nascimento et al., 2014; Soltan, 2009). No obstante, los resultados varían según los porcentajes de adición y las condiciones experimentales utilizadas en cada estudio.

2.2.2. Desempeño productivo de pollos Cobb 500

El pollo parrillero Cobb Vantress 500 destaca por su robustez, rápido desarrollo y eficiente conversión alimenticia, lo que se traduce en excelentes rendimientos productivo. Los marcadores de rendimiento de esta línea son los siguientes: En la semana 1, el peso promedio alcanza los 194 g, con un CDA de 146 g y una CA de 0.75, en la semana 2, el peso llega a 534 g, con un CDA de 547 g de alimento y una CA de 1.02, para la tercera semana, el peso alcanza a 1042 g, con un consumo de 1263 g de alimento y una conversión de 1.21, en la cuarta semana, el peso alcanza los 1675 g, con un consumo de 2273 g de alimento y una conversión de 1.36,

En la quinta y última semana, el peso llega a 2392 g, con un CDA de 3540 g de alimento y una CA de 1.48 (COBB VANTRESS.COM, 2018).

2.2.3. Fases de desarrollo de pollos Cobb 500

Díez Arias (2020) indica que la etapa inicial en los pollos de engorde es fundamental para el éxito del ciclo productivo. Aunque la duración de este período puede variar según el sistema de manejo utilizado, generalmente se considera que abarca los primeros 14 días de vida de las aves. Durante esta fase, es esencial que los pollitos logren un desarrollo adecuado tanto a nivel orgánico como inmune, lo que les permitirá cumplir con los objetivos de rendimiento en las etapas subsecuentes. Asimismo, en este período pueden presentarse diversas situaciones de estrés, tales como la adaptación al nuevo ambiente y las vacunaciones. Por lo tanto, la gestión de los pollitos en todos los aspectos durante esta fase resulta crucial para el éxito de la cría en sistemas industriales.

Hace alusión al intervalo en el que los pollos parrilleros se crían específicamente para el consumo, comprendiendo desde los 26 hasta los 42 días de edad (Vázquez, 2018). Durante esta etapa, se recomienda un tipo de alimentación que favorezca el desarrollo muscular, la formación del plumaje y la acumulación de grasa en el ave. Esta dieta, de alta densidad energética, tiene como objetivo optimizar la velocidad de ganancia de peso en el periodo que va desde el día 26 hasta el día 42 (Díaz Figueroa, 2010).

2.2.3. Requerimientos nutricionales

COBB VANTRESS.COM (2018) indica que los pollos de engorde Cobb Vantress 500 son aves que requieren una dieta de alta digestibilidad que satisfaga sus requerimientos nutricionales, como es para la proteína cruda (PC) en la primera etapa es de 23%, en la segunda etapa se requiere 21% y en la etapa final se requiere de un 18% de PC; en el caso de energía metabolizable (EM) para la etapa de inicio el ave requiere de 2975kcal/kg, en crecimiento 3025kcal/kg y en acabado 3100kcal/kg. Correspondiente a la lisina digestible para la etapa de inicio es de 1.22%, en crecimiento 1.12% y para acabado se requiere de 1.02%; la metionina digestible en etapa de inicio es de 0.46%, en crecimiento 0.45% y en acabado 0.42%.

Comprender la fisiología del crecimiento de los pollos de engorde modernos es una herramienta útil para cumplir de manera efectiva con los requisitos de aminoácidos de las aves, cada paso tiene requisitos específicos de aminoácidos, por lo que se puede desarrollar un plan nutricional de acuerdo con los objetivos de producción de las diferentes empresas (Paulino Paniagua, 2021).

Freitas et al. (2008) señalan que, durante los iniciales 10 días, las aves tienen requerimientos nutricionales muy específicos, por lo que es crucial suministrarles alimentos de alta calidad. Estos deben estar compuestos por granos de fácil digestión y grasas insaturadas. Esto permite a los pollitos aprovechen maximicen la asimilación de nutrientes proporcionados en su dieta. A medida que la tasa metabólica de la ración aumenta, se reduce la cantidad de nutrientes disponibles para las bacterias intestinales, lo que reduce la posibilidad de lesiones en la mucosa intestinal

Por su parte, Pucci et al. (2010) afirman que las dietas pre-iniciales para pollos parrilleros deben incluir niveles de lisina elevados, metionina y cistina, así como proteínas generalmente, ya que estos nutrientes favorecen el desarrollo de los órganos encargados de su síntesis. Las raciones pre-iniciales (para pollos de 0 a 7 días) deben contener entre 2,950 y 3,000 kcal de energía y un 23.5 % de proteína cruda. Además, los niveles de lisina 1.4 %, metionina más cistina 1.0 % y proteínas en general pueden aumentarse hasta un 0.30 % para optimizar el peso a los 7 días de edad, lo cual se refleja positivamente en el desarrollo de los pollos.

Tabla 1. Requerimientos nutricionales para pollos Cobb Vantress500 en la etapa de inicio (1-7 días) y crecimiento (8-21 días)

Valores Nutricionales	Etapa de Inicio	Etapa de Crecimiento
Energía metabolizable (kcal/kg)	3000	3080
Proteína cruda (%)	22	20
Lisina digestible (%)	1.18	1.05
Metionina digestible (%)	0.45	0.42
Met + Cistina digestible (%)	0.88	0.8
Treonina digestible (%)	0.8	0.72
Calcio (%)	0.9	0.84
Fósforo disponible (%)	0.45	0.42
Sodio (%)	0.2	0.2

(COBB VANTRESS. COM, 2018)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha de ejecución

El presente estudio se desarrolló en el ámbito de las instalaciones avícolas del Centro de Investigación y Capacitación Granja Zootécnica, dependencia adscrita a la ilustre Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS). Este establecimiento se encuentra emplazado en la urbe de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, en la región Huánuco, Perú. En términos de coordenadas geográficas, la ubicación específica del centro corresponde a una latitud sur de 9° 17' 58" y una longitud oeste de 75° 59' 07", situándose a una altitud de 660 metros sobre el nivel del mar. El microclima predominante en la zona exhibe una humedad relativa anual que promedia el 84.09%, una temperatura media anual de 24.5 °C y una pluviosidad anual acumulada que alcanza los 3100 mm, distribuyéndose de manera irregular a lo largo del año. Los meses comprendidos entre octubre y abril se caracterizan por un régimen pluviométrico más intenso, mientras que el periodo de mayo a septiembre se distingue por condiciones relativamente más secas. Desde una perspectiva ecológica, esta área es categorizada, conforme al sistema de clasificación de SENAMHI (2018), como bosque húmedo tropical premontano, un bioma caracterizado por su alta biodiversidad y condiciones climáticas particulares, que ofrecen un marco idóneo para investigaciones zootécnicas avanzadas. El estudio de investigación tuvo una duración de 21 días desde el 16 de junio hasta el 06 de julio del 2023.

3.2. Tipo de investigación

El estudio se enmarcó en el diseño experimental, siguiendo un enfoque cuantitativo y aplicado.

3.3. Instalaciones, equipos y materiales

El estudio se llevó a cabo en uno de los galpones avícolas del Centro de Capacitación e Investigación Granja Zootecnia de la Facultad de Zootecnia. Este galpón tiene unas dimensiones de 24.74 m de largo, 9.72 m de ancho y una altura lateral de 3.2 m. El piso es de concreto con una inclinación del 3%, mientras que las vigas y postes son de madera. El techo está compuesto por calamina a dos aguas con claraboya, seguido por una malla metálica tipo gallinero. La altura central del techo es de 4.2 m, la longitud total es de 26 m y la abertura de la claraboya es de 0.6 m.

Dentro del galpón se instalaron 30 jaulas experimentales al nivel del piso, donde se colocaron comederos y bebederos independientes. Las jaulas eran de madera y malla metálica, con medidas de 1.2 m de largo, 0.9 m de ancho y 0.6 m de alto, además, se realizaron registros detallados para controlar el consumo de alimento concentrado y los pesos de las aves en evaluación.

3.4. Animales experimentales

Para la investigación se utilizó, 240 pollitos bebés machos Cobb 500 de un día de edad con peso promedio de 42.34 ± 0.42 g. La evaluación se inició desde el día 1 hasta los 21 días de edad y consistió en someter a los pollitos a una dieta balanceada que contenía como principal ingrediente maíz amarillo y torta de soya de procedencia de Bolivia y diferentes niveles crecientes de glutamina sintética al 99% de pureza, las aves fueron distribuidos en cuatro tratamientos y un testigo, cada tratamiento con seis repeticiones y cada repetición con ocho pollos.

Las etapas experimentales fueron:

- Etapa de inicio de 1-7 días
- Etapa de crecimiento de 8-21 días.

3.5. Insumo en estudio (Glutamina)

Se usó glutamina de nombre comercial L-Glutamine al 95% de pureza fabricada por: JIANGSU HANSYN PHARMACEUTICAL CO.LTD el 21/04/2022 y tiene como fecha de vencimiento en marzo del 2024. El producto es un polvo seco de color blanco que se añadió en cuatro cantidades diferentes a las raciones según indica cada tratamiento, es decir se añadió a la dieta una cantidad específica para cada tratamiento.

3.6 Dietas experimentales y alimentación

Las dietas se formularon en base a los requerimientos nutricionales para pollos Cobb 500 machos (COBB VANTRESS. COM, 2018) las cuales se encuentran en las Tablas 2 y 3; pero, con la suplementación con diferentes niveles de glutamina por tratamientos en cada etapa (0, 0.3, 0.6, 0.9 y 1.2%), todos los días se pesó y se ofreció diariamente cada mañana y se suministró a los pollos por cada tratamiento, al día siguiente a la misma hora se pesó la parte restante y mediante la diferencia, se calculó el consumo diario 24 horas.

Tabla 2. Dieta experimental para pollos en fase de inicio con diferentes niveles de glutamina

Insumos	1.74%	2.04%	2.34%	2.64%	2.94%
Maíz	55.52	55.52	55.52	55.52	55.52
Torta de soya	32.56	32.56	32.56	32.56	32.56
Harina de pescado	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70
Polvillo de arroz	4.46	4.46	4.46	4.46	4.46
Fosfato monocálcico	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
Carbonato de cálcio	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
Sal	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
Metionina	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
Glutamina	0.00	0.30	0.60	0.90	1.20
Premezcla vit. + min.	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Zinc bacitracina	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Inerte (cascarilla de arroz)	1.20	0.90	0.60	0.30	0.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Precio, S.//kg	2.40	2.52	2.64	2.76	2.88
Valores nutricionales					
Materia seca, %	91.60	91.60	91.60	91.60	91.60
Proteína bruta, %	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00
Fibra bruta, %	2.43	2.46	2.49	2.52	2.55
Calcio, %	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Fósforo disponible, %	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Sódio, %	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
Energía metabolizable, kcal/kg	2975	2975	2975	2975	2975
Lisina digestible, %	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
Metionina digestible, %	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
Glutamina disponible, %	1.74	2.04	2.34	2.64	2.94

(COBB VANTRESS. COM, 2018)

3.7. Sanidad

Para el trabajo en estudio se procedió a realizar la limpieza y desinfección del galpón y las jaulas experimentales utilizando distintos productos de limpieza y desinfección como: vanodine, detergentes, lejía, formol, cal viva y lanzallamas, respectivamente. Además, se procedió a lavar, desinfectar los comederos y bebederos, después se instaló un pediluvio en la

entrada del galpón como medida preventiva contra la aparición y contaminación de enfermedades.

Tabla 3. Dieta experimental para pollos en fase de crecimiento con diferentes niveles de glutamina

Insumos	1.74%	2.04%	2.34%	2.64%	2.94%
Maíz	57.14	57.14	57.14	57.14	57.14
Torta de soya	34.10	34.10	34.10	34.10	34.10
Polvillo de arroz	4.32	4.32	4.32	4.32	4.32
Fosfato monocálcico	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43
Carbonato de calcio	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Sal	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Metionina	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Glutamina	0.00	0.30	0.60	0.90	1.20
Premezcla vit. + min.	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Zinc bacitracina	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Inerte (cascarilla de arroz)	1.20	0.90	0.60	0.30	0.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Precio, S./kg	2.30	2.42	2.54	2.66	2.78
Valores nutricionales					
Materia seca, %	91.79	91.79	91.79	91.79	91.79
Proteína bruta, %	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00
Fibra bruta, %	2.44	2.47	2.50	2.53	2.56
Calcio, %	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
Fósforo disponible, %	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
Sódio, %	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Energía metabolizable, kcal/kg	3025	3025	3025	3025	3025
Lisina digestible, %	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
Metionina digestible, %	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Glutamina disponible, %	1.69	1.99	2.29	2.59	2.89

(COBB VANTRESS. COM, 2018)

3.8. Variable independiente

Niveles de glutamina.

3.9. Tratamientos experimentales

Etapa de inicio

T1: Ración con 1.74% (0.0% de Gln más 1.74% de aporte de los insumos).

T2: Ración con 2.04% (0.3% de Gln más 1.74% de aporte de los insumos)

T3: Ración con 2.34% (0.6% de Gln más 1.74% de aporte de los insumos)

T4: Ración con 2.64% (0.9% de Gln más 1.74% de aporte de los insumos)

T5: Ración con 2.94% (1.2% de Gln más 1.74% de aporte de los insumos)

Etapa de crecimiento

T1: Ración con 1.69% (0.0% de Gln más 1.69% de aporte de los insumos).

T2: Ración con 1.99% (0.3% de Gln más 1.69% de aporte de los insumos)

T3: Ración con 2.29% (0.6% de Gln más 1.69% de aporte de los insumos)

T4: Ración con 2.59% (0.9% de Gln más 1.69% de aporte de los insumos)

T5: Ración con 2.89% (1.2% de Gln más 1.69% de aporte de los insumos)

3.10. Croquis de distribución

Los animales serán distribuidos de la siguiente forma:

						T1R3	T0R4
						T1R1	T3R6
						T3R1	T4R3
						T4R5	T0R1
						T1R4	T2R1
						T0R3	T4R4
						T3R3	T2R4
T4R2	T2R5	T1R2	T2R2	T0R2	T2R6	T4R1	T1R6
T3R4	T0R6	T3R2	T4R6	T1R5	T0R5	T3R5	T2R3

Tratamientos: T0, T1, T2, T3, T4

Repeticiones: R1, R2, R3, R4, R5, R6

3.11. Variables dependientes

- Ganancia de peso, (GDP), g

- Consumo de alimento, (CDA), g
- Conversión alimenticia, (CA)
- Beneficio neto, S/.
- Mérito económico, S/.

3.12. Análisis estadístico

Las cifras recopiladas fueron examinadas usando un análisis de varianza (ANOVA), correspondiente a un diseño completamente al azar (DCA), el cual incluyó un T0 y 4 tratamientos con 6 repeticiones por tratamiento. La unidad experimental estuvo conformada por un total de 240 pollitos, distribuidos de manera equitativa entre los tratamientos. Este enfoque estadístico permitió evaluar las diferencias significativas entre los tratamientos, asegurando la validez de los resultados y minimizando el sesgo experimental.

El modelo aditivo lineal fue:

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

Dónde:

Y_{ij} = j - esima observación del i - ésimo tratamiento.

μ = Media poblacional

T_i = Efecto de la suplementación de glutamina.

e_{ij} = Error experimental.

Se utilizó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey con un nivel de significancia del 5%. de significancia para establecer las diferencias entre los promedios de los tratamientos analizados. Además, para identificar el nivel óptimo de suplementación de glutamina en relación con el CDA (consumo de alimento) y la GP (ganancia de pese), se llevó a cabo un análisis de regresión cuadrática. Este método permitió modelar las relaciones no lineales entre las variables estudiadas, proporcionando una visión detallada de cómo la suplementación afecta los parámetros productivos. El modelo aditivo utilizado en la regresión se describe a continuación y fue diseñado para capturar de manera precisa los efectos de las variables dependientes e independientes involucradas en el estudio.

$$Y_i = \alpha_i + \beta(X_i) + \epsilon_j$$

Y_i = Estimación de la variable respuesta (Y)

α_i = Intercepto intersección de la línea de la regresión n con el eje (Y).

β = Coeficiente de regresión (pendiente de la línea de regresión)

(X_i) = La i -ésima observación lineal de la variable independiente.

ε_j = Error aleatorio del i -ésimo tratamiento en observación.

3.13. Metodología

3.13.1. Consumo diario de alimento

El concentrado se pesó y se ofreció diariamente de acuerdo con los requerimientos específicos y el CDA de las aves, cada mañana, se pesó el alimento para cada jaula y se suministró a los pollos, al día siguiente a la misma hora se pesó la parte restante y mediante la diferencia, se calculó el consumo diario 24 horas. Posteriormente, se dividió el consumo total entre los días para calcular el consumo promedio diario de alimento de los pollos.

3.13.2. Ganancia de peso

Para determinar la ganancia de peso, los pollos serán pesados individualmente al inicio y al final de cada fase. La ganancia de peso por fases saldrá de la diferencia del peso final menos el inicial y dividido entre la cantidad de días de cada fase.

$$GDP = \frac{\text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial}}{\text{Número de días evaluados}}$$

3.13.3. Conversión alimenticia

La CA alimenticia evalúa cómo se transforman los alimentos en aumento de peso corporal y se calculará aplicando la fórmula siguiente:

$$CA = \frac{\text{Consumo de alimento}}{\text{ganancia de peso}}$$

3.13.4. Beneficio neto

El cálculo del beneficio neto se efectuó teniendo en cuenta los costos involucrados en la producción de los pollos y los ingresos obtenidos por su venta al finalizar el experimento. Dentro de los costos de producción se incluyeron específicamente aquellos de naturaleza variable, relacionados con insumos como alimento y medicamentos, como los costos fijos, que abarcan gastos como infraestructura y mano de obra. Para evaluar de manera precisa el beneficio económico asociado a cada tratamiento, se utilizó una fórmula específica que

permitió diferenciar las ganancias obtenidas en función de las variaciones en los costos y los ingresos proyectados.

$$BNi = PYi - (CFi + CVi)$$

Dónde:

BNi = Beneficio neto por pollo para cada tratamiento en S/.

PYi = Ingreso bruto para cada tratamiento S/.

CFi = Costo fijo por pollo para cada tratamiento S/.

CVi = Costo variable por pollo para cada tratamiento S/.

3.13.5. Mérito económico

Se calculó el costo total asociado a cada tratamiento, así como el beneficio neto correspondiente a cada uno de ellos. Posteriormente, se aplicó una fórmula específica para realizar los cálculos. Este procedimiento permitió no solo evaluar la rentabilidad económica de cada tratamiento, sino también identificar posibles variaciones en la eficiencia de los recursos utilizados.

$$ME = BN / CT * 100$$

Dónde:

ME = Merito económico en porcentaje.

BN = Beneficio neto por tratamiento.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Desempeño productivo

La respuesta que se obtuvo con respecto a los índices zootécnicos de ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA) y conversión alimenticia (CA) en función del nivel de glutamina en raciones para pollos cobb 500, durante la etapa de inicio se presentan en la Tabla 4. En las cuales se puede observar que los diferentes niveles de glutamina considerados en las dietas ($p > 0.05$) no afectaron los índices zootécnicos.

Tabla 4. Índices zootécnicos de pollos cobb 500 en la etapa de inicio alimentados con dietas con diferentes niveles de glutamina

Glutamina	Niveles de glutamina, %				
	PI, g	PF, g	GDP, g	CDA, g	CA
1.74%	42.13	189	20.96	24.42	1.17
2.04%	42.23	190	21.17	24.08	1.14
2.34%	42.50	189	20.87	24.14	1.16
2.64%	42.63	189	20.95	24.07	1.15
2.94%	42.23	182	19.96	23.79	1.20
Regresión	NS	NS	NS	NS	NS
R ²	----	----	----	----	----

PI: Peso Inicial; PF: Peso Final; GDP: Ganancia Diaria de Peso; CDA: Consumo Diario de Alimento; CA: Conversión Alimenticia. NS: No Significativo ($p > 0.05$).

La ganancia diaria de peso (GDP) mostró valores comprendidos entre 19.96 y 21.17 g/ave/día, observándose el mayor valor numérico en el tratamiento con 2,04 % de glutamina, mientras que el nivel más alto (2.94 %) presentó la menor GDP. Sin embargo, el análisis de regresión indicó que no existió efecto significativo ($p > 0,05$) de los niveles de glutamina sobre esta variable.

El consumo diario de alimento (CDA) varió entre 23.79 y 24.42 g/ave/día, sin diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p > 0,05$). Los resultados sugieren que la suplementación con glutamina en los niveles evaluados no alteró el apetito ni el patrón de consumo de los pollos durante la primera semana de vida. Respecto a la conversión alimenticia (CA), los valores oscilaron entre 1.14 y 1.20, observándose numéricamente una mejor eficiencia alimenticia en los tratamientos con 2,04 % y 2.64 % de glutamina; no obstante, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas según el análisis realizado.

Los resultados indican que la adición de glutamina en niveles superiores al requerimiento base (1.74%) no generó cambios estadísticamente significativos en el peso final ni en la ganancia diaria de peso. Sin embargo, se observa numéricamente que el nivel de 2.04% de glutamina presentó la mejor conversión alimenticia (1.14) y la mayor ganancia diaria (21.17 g). Por el contrario, el nivel más alto (2.94%) mostró un ligero descenso en el desempeño productivo.

A pesar de que los datos no arrojaron significancia estadística ($p > 0.05$), la tendencia numérica sugiere que niveles moderados de glutamina (2.04%) favorecen la eficiencia de la conversión alimenticia. Este fenómeno se debe a que la glutamina es el principal combustible metabólico para los enterocitos, promoviendo el desarrollo temprano de las vellosidades intestinales.

Investigaciones de Liu et al. (2025) coinciden en que la suplementación con glutamina de 0.4 a 1.0% no afectó el desempeño productivo en la fase inicial de los pollos de 1 a 21 días de edad. La falta de significancia en este estudio podría sugerir que las aves se encontraban en un ambiente de confort óptimo, limitando la expresión del beneficio del aminoácido principalmente a nivel de regeneración celular.

La ausencia de diferencias significativas en la ganancia diaria de peso concuerda con reportes que indican que la glutamina no siempre incrementa el crecimiento corporal en pollos sanos bajo condiciones normales de manejo, especialmente cuando la dieta base cubre adecuadamente los requerimientos de proteína y aminoácidos esenciales.

Bartell y Batal (2007) demostraron que la suplementación con glutamina mejora la morfología intestinal y la función digestiva, pero no necesariamente se traduce en incrementos significativos de peso vivo en la primera semana de vida. En relación con el consumo diario de alimento, los resultados obtenidos coinciden con Jazideh et al. (2014), quienes reportaron que la inclusión de glutamina (0.5–1.0 %) no modificó el consumo en pollos de engorde durante las fases tempranas, indicando que este aminoácido funcional no actúa como estimulante directo del apetito.

La conversión alimenticia, aunque estadísticamente similar entre tratamientos, mostró una ligera mejora numérica en niveles intermedios de glutamina. Este comportamiento ha sido descrito por Xue et al. (2018), quienes señalaron que la glutamina mejora la eficiencia alimenticia debido a su papel como principal sustrato energético de los enterocitos, favoreciendo la integridad de la mucosa intestinal y la absorción de nutrientes, aun cuando el crecimiento corporal no varíe significativamente.

Asimismo, una revisión y metaanálisis reciente concluyó que la suplementación con glutamina tiende a reducir la conversión alimenticia, especialmente en pollos jóvenes, aunque la magnitud del efecto depende del nivel de inclusión, la duración del ensayo y las condiciones ambientales. En el presente estudio, el uso de niveles relativamente elevados de glutamina (hasta 2.94 %) podría explicar la falta de respuesta productiva, ya que diversos autores coinciden en que los efectos positivos suelen observarse con inclusiones moderadas (0.5–1.0 %), mientras que niveles altos no generan beneficios adicionales y pueden incluso disminuir el desempeño productivo.

Los resultados indican que, durante la fase de inicio (1–7 días), la suplementación con glutamina no influyó significativamente en la ganancia diaria de peso, el consumo diario de alimento ni la conversión alimenticia de pollos Cobb 500. No obstante, se observaron tendencias numéricas favorables en la eficiencia alimenticia con niveles intermedios de glutamina, lo que respalda su papel como aminoácido funcional orientado principalmente a la salud intestinal más que al crecimiento directo en condiciones normales de crianza.

Tabla 5. Índices zootécnicos de pollos cobb 500 en la etapa de crecimiento alimentados con dietas con diferentes niveles de glutamina

Glutamina	Niveles de glutamina, %				
	PI, g	PF, g	GDP, g	CDA, g	CA
1.69%	189	884	49.64	74.42	1.50
1.99%	190	1068	62.67	74.18	1.19
2.29%	189	1041	60.90	72.40	1.19
2.59%	189	950	54.32	72.60	1.35
2.89%	182	951	54.96	73.15	1.35
Regresión	----	----	C	C	C
R ²	----	----	0.32	0.58	0.58

PI: Peso Inicial; PF: Peso Final; GDP: Ganancia Diaria de Peso; CDA: Consumo Diario de Alimento; CA: Conversión Alimenticia. C: tendencia cuadrática, R²: Coeficiente de determinación.

En la Tabla 5 se presentan los índices zootécnicos de pollos parrilleros Cobb 500 durante la fase de crecimiento (8 a 21 días de edad), alimentados con dietas suplementadas con diferentes niveles de glutamina (1.69; 1.99; 2.29; 2.59 y 2.89%).

La ganancia diaria de peso (GDP) mostró variaciones entre tratamientos, observándose los mayores valores en los niveles de 1.99% (62.67 g/día) y 2.29% (60.90 g/día) de glutamina. En contraste, los niveles más altos (2.59% y 2.89%) presentaron una reducción en la GDP, con valores de 54.32 y 54.96 g/día, respectivamente. El análisis de regresión indicó un comportamiento cuadrático (C), con un coeficiente de determinación $R^2 = 0.32$, lo que sugiere que existe un nivel óptimo de inclusión de glutamina para maximizar la ganancia de peso.

En cuanto al consumo diario de alimento (CDA), no se observaron diferencias marcadas entre tratamientos, con valores que oscilaron entre 72.40 y 74.42 g/día. La regresión también mostró un efecto cuadrático, con un $R^2 = 0.58$, indicando una ligera tendencia de disminución del consumo a niveles intermedios de glutamina.

La conversión alimenticia (CA) presentó los mejores valores (menor CA) en los tratamientos con 1.99% y 2.29% de glutamina, ambos con 1.19, evidenciando una mejor eficiencia en el aprovechamiento del alimento. Los tratamientos con niveles inferiores y superiores mostraron valores más elevados (1.35–1.50), lo cual coincide con el comportamiento cuadrático observado en las figuras correspondientes ($R^2 = 0.58$).

Los resultados obtenidos indican que la suplementación con glutamina en niveles intermedios mejora significativamente el desempeño productivo de pollos Cobb 500 en la fase de crecimiento. La mayor ganancia diaria de peso registrada con niveles de 1.99% y 2.29% puede atribuirse al rol fundamental de la glutamina como fuente de energía para los enterocitos, promoviendo la integridad intestinal y una mayor absorción de nutrientes.

Diversos autores señalan que la glutamina favorece el desarrollo de las vellosidades intestinales y reduce el estrés metabólico en etapas tempranas de crecimiento, lo que se traduce en una mejor respuesta productiva ((Bartell & Batal, 2007; G. Wu et al., 2014). Este efecto explica la mejora observada en la conversión alimenticia, donde los pollos suplementados con niveles óptimos de glutamina utilizaron el alimento de manera más eficiente.

El comportamiento cuadrático observado tanto en la GDP como en la CA sugiere que excesos de glutamina no generan beneficios adicionales e incluso pueden afectar negativamente el rendimiento, posiblemente debido a un desequilibrio en el metabolismo de aminoácidos o a una menor eficiencia en la utilización energética (Dai et al., 2014).

Por otro lado, el consumo diario de alimento se mantuvo relativamente constante entre tratamientos, lo que indica que la mejora en la conversión alimenticia no estuvo asociada a un mayor consumo, sino a una mejor eficiencia digestiva y metabólica. Resultados similares fueron reportados por Soltan (2009), quien encontró que la suplementación con glutamina mejora el rendimiento productivo sin alterar significativamente el consumo de alimento. En general, los resultados confirman que la adición de glutamina en niveles adecuados durante la fase de crecimiento tiene un impacto positivo sobre el desempeño productivo y puede contribuir a una mayor rentabilidad del sistema de producción avícola.

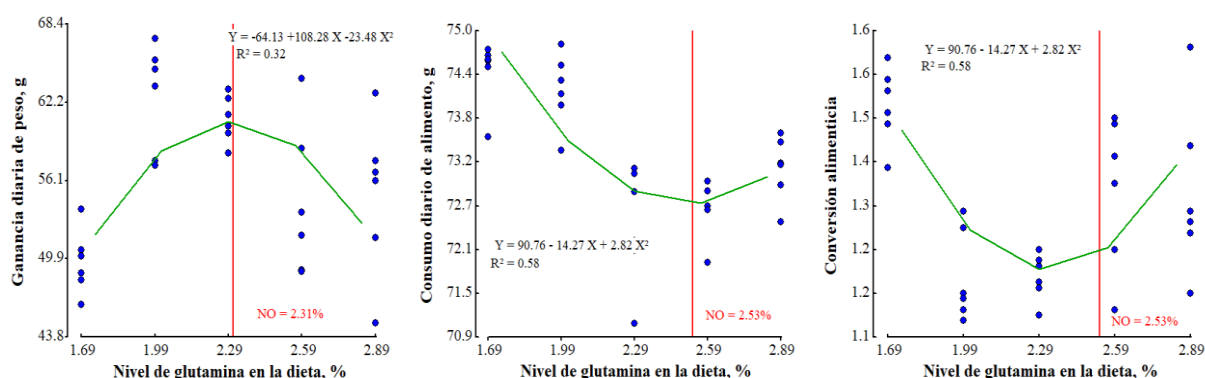


Figura 1. Tendencia de la ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento y conversión alimenticia de pollos parrilleros en fase de crecimiento alimentados con dietas con niveles crecientes de glutamina.

La Figura 1 muestran la tendencia de los principales parámetros productivos de pollos parrilleros Cobb 500 durante la fase de crecimiento (8 a 21 días de edad), alimentados con dietas que contenían niveles crecientes de glutamina.

En la Figura 1, correspondiente a la ganancia diaria de peso (GDP), se observa una tendencia curvilínea, donde la GDP aumenta progresivamente a medida que se incrementan los niveles de glutamina hasta alcanzar un máximo en niveles intermedios, para luego disminuir ligeramente en los niveles más altos. Este comportamiento indica que la respuesta productiva no es lineal y que existe un nivel óptimo de inclusión de glutamina que favorece el crecimiento diario de las aves.

La Figura 1, que representa el consumo diario de alimento (CDA), muestra una tendencia relativamente estable entre los diferentes niveles de glutamina. Las variaciones observadas son mínimas, lo que sugiere que la suplementación con glutamina no influyó de manera significativa sobre el consumo voluntario de alimento durante la fase evaluada.

En la Figura 1, correspondiente a la conversión alimenticia (CA), se evidencia una mejora en la eficiencia alimenticia en los niveles intermedios de glutamina, reflejada en

menores valores de CA. En contraste, los niveles más bajos y altos de glutamina presentaron conversiones menos eficientes, coincidiendo con la disminución observada en la ganancia diaria de peso.

Las tendencias observadas en la Figura 1 indican que la suplementación con glutamina influye positivamente en el desempeño productivo de pollos parrilleros durante la fase de crecimiento, especialmente en la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia.

El incremento de la ganancia diaria de peso en niveles intermedios de glutamina puede atribuirse al papel de este aminoácido como fuente de energía para las células intestinales y como modulador del metabolismo proteico. Bartell y Batal (2007) señalan que la glutamina mejora el desarrollo del tracto gastrointestinal, favoreciendo una mayor absorción de nutrientes y, por ende, un mayor crecimiento corporal.

La estabilidad observada en el consumo diario de alimento sugiere que la mejora en el desempeño productivo no estuvo asociada a un mayor consumo, sino a una mayor eficiencia en la utilización del alimento. Este resultado concuerda con lo reportado por Soltan (2009), quien indica que la glutamina actúa mejorando la eficiencia digestiva sin alterar significativamente el consumo voluntario.

La mejora en la conversión alimenticia observada en la Figura 3 refuerza esta interpretación, ya que una menor conversión indica un uso más eficiente del alimento ingerido para la producción de tejido corporal. Wu et al. (2014) explican que los aminoácidos funcionales, como la glutamina, optimizan procesos metabólicos e inmunológicos, lo que reduce el gasto energético asociado al estrés fisiológico y mejora la eficiencia productiva.

Por otro lado, la disminución del desempeño productivo en los niveles más altos de glutamina sugiere que el exceso del aminoácido no genera beneficios adicionales y puede incluso limitar la eficiencia productiva. Este comportamiento ha sido descrito por Dai et al. (2014), quienes mencionan que los aminoácidos presentan rangos óptimos de inclusión, fuera de los cuales su aprovechamiento metabólico disminuye. En conjunto, las tendencias productivas observadas en el anexo confirman que la inclusión de glutamina en niveles adecuados durante la fase de crecimiento mejora el desempeño productivo de los pollos parrilleros Cobb 500, particularmente en términos de ganancia diaria de peso y conversión alimenticia, estos resultados se traducen en que el nivel óptimo de glutamina en la dieta de pollos parrilleros en etapa de crecimiento es de 2.31% para ganancia diaria de peso y 2.53% para consumo diario de alimento y conversión alimenticia.

4.2. Evaluación económica

En la Tabla 6 se presenta el análisis económico de la suplementación con diferentes niveles de glutamina en raciones de inicio–crecimiento para pollos de carne Cobb 500. Los indicadores evaluados fueron: peso final (Yi), ingreso bruto por pollo (PY), costo total de producción (CT), beneficio neto (BN) y mérito económico (ME).

Tabla 6. Análisis económico en función a la inclusión de glutamina en raciones para pollos de carne de la línea cobb 500 hasta finalizar la etapa de crecimiento

Tratamientos Inicio y crecimiento	Yi ¹	PYi ²	Costo ³ total Por pollo	BNi ⁴ (S/)		ME ⁵ (%)
				Por pollo	Por Trat.	
T ₁ (1.74 y 1.69%)	883.83	7.07	5.92	1.15	55.20	19.42
T ₂ (2.04 y 1.99%)	1051.44	8.41	6.32	2.09	100.32	33.06
T ₃ (2.34 y 2.29%)	994.35	7.95	6.19	1.76	84.48	28.43
T ₄ (2.64 y 2.59%)	949.67	7.60	6.08	1.52	72.96	25.00
T ₅ (2.94 y 2.89%)	951.35	7.61	6.09	1.52	72.96	24.95

Yi = Peso final al periodo de evaluación

PY = Ingreso bruto por pollo para cada tratamiento (Precio relativo x kg. S/ 8.00)

CT = Costo total por pollo por tratamiento (S/.)

BN = Beneficio neto (S/.)

ME = Mérito económico (%).

El peso final presentó diferencias notorias entre tratamientos. El tratamiento T2 (2.04% en inicio y 1.99% en crecimiento) alcanzó el mayor valor (1051.44 g), seguido por T3 (2.34% y 2.29%) con 994.35 g. El tratamiento T1 (1.74% y 1.69%) mostró el menor peso final (883.83 g).

En relación con el ingreso bruto por pollo, calculado en función de un precio de S/ 8.00 por kg de peso vivo, el tratamiento T2 registró el valor más alto (S/ 8.41), mientras que el tratamiento T1 presentó el menor ingreso (S/ 7.07). Los tratamientos T3, T4 y T5 mostraron ingresos intermedios, con valores entre S/ 7.60 y S/ 7.95. El costo total de producción por pollo se incrementó conforme aumentaron los niveles de glutamina en la dieta. El menor costo se observó en T1 (S/ 5.92), mientras que el mayor correspondió a T2 (S/ 6.32). Sin embargo, este incremento no afectó negativamente la rentabilidad.

El beneficio neto fue mayor en el tratamiento T2 (S/ 2.09 por pollo), seguido de T3 (S/ 1.76). Los tratamientos T4 y T5 presentaron beneficios similares (S/ 1.52), mientras que el tratamiento T1 obtuvo el menor beneficio (S/ 1.15). Finalmente, el mérito económico evidenció

una clara superioridad del tratamiento T2, con un valor de 33.06%, seguido por T3 (28.43%). Los tratamientos con niveles más altos de glutamina (T4 y T5) mostraron méritos económicos intermedios (25%), y el tratamiento T1 presentó el valor más bajo (19.42%).

Los resultados del análisis económico demuestran que la suplementación con glutamina en niveles adecuados durante las fases de inicio y crecimiento mejora significativamente la rentabilidad en la producción de pollos Cobb 500. El tratamiento T2, que combinó niveles intermedios de glutamina, presentó el mejor equilibrio entre costo de producción y retorno económico.

El mayor beneficio neto y mérito económico obtenido en T2 se explica principalmente por su mayor peso final, lo cual incrementó el ingreso bruto por pollo y compensó el aumento en el costo del alimento. Este comportamiento coincide con lo reportado por Bartell y Batal (2007), quienes señalan que la glutamina mejora la funcionalidad intestinal y la eficiencia en la utilización de nutrientes, impactando positivamente en el rendimiento productivo y económico.

Aunque los tratamientos con mayores niveles de glutamina (T4 y T5) mostraron costos de producción similares o ligeramente superiores, no lograron incrementos proporcionales en el peso final ni en el beneficio neto. Esto sugiere que excesos de glutamina no generan ventajas económicas adicionales, concordando con lo indicado por Wu et al. (2014), quienes destacan que los aminoácidos funcionales presentan un rango óptimo de inclusión.

Por otro lado, el tratamiento T1, a pesar de tener el menor costo de producción, presentó el menor mérito económico debido a su bajo peso final e ingreso bruto. Esto confirma que una menor inversión inicial no garantiza mayor rentabilidad, siendo fundamental optimizar la relación costo-beneficio mediante estrategias nutricionales eficientes. En términos generales, los resultados confirman que la suplementación con glutamina en niveles intermedios durante las fases de inicio y crecimiento constituye una alternativa viable para mejorar el desempeño económico en sistemas de producción de pollos de carne.

V. CONCLUSIONES

- La suplementación con glutamina en la dieta de pollos Cobb 500 durante la etapa de inicio no afectó los índices zootécnicos; pero en la etapa de crecimiento influyó positivamente en la ganancia diaria de peso, el consumo diario de alimento y la conversión alimenticia.
- El nivel óptimo de glutamina en las dietas de pollos parrilleros en la etapa de crecimiento fue de 2.31% para ganancia diaria de peso y 2.53% para consumo diario de alimento y conversión alimenticia.
- Desde el punto de vista económico, la suplementación con glutamina incrementó el costo de producción; sin embargo, este incremento fue compensado por un mayor peso final y mayores ingresos.
- El mayor beneficio neto y mérito económico se obtuvo en los tratamientos con niveles intermedios de glutamina, demostrando que una adecuada estrategia nutricional mejora la rentabilidad del sistema productivo.
- La inclusión de glutamina en niveles adecuados constituye una alternativa viable para optimizar el desempeño productivo y económico en la producción de pollos de carne Cobb 500.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

De acuerdo con los resultados y conclusiones obtenidas en el presente trabajo, se propone:

- Plantear trabajos de investigación utilizando glutamina en raciones peletizadas y extrusadas en diferentes especies monogástricas.
- Evaluar la respuesta biológica y económica de pollos de la línea cobb 500 hasta la fase de acabado, considerando glutamina en la ración de inicio y crecimiento en niveles menores al 2.89%

VII. REFERENCIAS

- Abdulkarimi, R., Shahir, M. H., & Daneshyar, M. (2019). Effects of dietary glutamine and arginine supplementation on performance, intestinal morphology and ascites mortality in broiler chickens reared under cold environment. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(1), 110-117. <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0150>
- Avellaneda, Y., Hernandez Quintero, J. M., Ariza Nieto, C. J., & Afanador Téllez, G. (2008). Efecto de la suplementación de l-glutamina y l-glutamato (aminogut®) sobre el crecimiento temprano de pollos de engorde. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 55(2), 77-90.
- Aviagen. (2018, diciembre 1). Avance genético y la genómica en el futuro de la reproducción avícola. *aviNews, la revista global de avicultura*. <https://avinews.com/aviagen-avance-genetico-y-la-genomica/>
- Bartell, S. M., & Batal, A. B. (2007). The Effect of Supplemental Glutamine on Growth Performance, Development of the Gastrointestinal Tract, and Humoral Immune Response of Broilers. *Poultry Science*, 86(9), 1940-1947. <https://doi.org/10.1093/ps/86.9.1940>
- Bonet, A., & Grau, T. (2007). La glutamina, un aminoácido casi indispensable en el enfermo crítico. *Medicina Intensiva*, 31(7), 402-406. [https://doi.org/10.1016/S0210-5691\(07\)74845-3](https://doi.org/10.1016/S0210-5691(07)74845-3)
- Castañeda Cubas, R. D. (2017). *Efecto de glutamina y ácido glutámico en la dieta de pollos de engorde sobre el rendimiento productivo y económico* [Universidad Privada Antenor Orego]. <https://repositorio.upao.edu.pe/item/7b1b96c5-e4b9-f7ab-e050-010a1c030756>
- Castillo Orellana, O. E. (2025). *Análisis del rendimiento y rentabilidad en pollos de engorde Cobb 500 con diferentes dietas en Zúngarococha, en el 2024* [Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. <https://hdl.handle.net/20.500.12737/12181>
- COBB VANTRESS. COM. (2018). *Manual Pollos de Engorde Cobb 500 2018 | PDF | Vitamina | Nutrientes esenciales*. 16.
- Dai, Z., Wu, Z., Jia, S., & Wu, G. (2014). Analysis of amino acid composition in proteins of animal tissues and foods as pre-column o-phthaldialdehyde derivatives by HPLC with fluorescence detection. *Journal of Chromatography. B, Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences*, 964, 116-127. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2014.03.025>.

- Díaz Figueroa, S. P. (2010). *Evaluación de tres dietas utilizando alimento balanceado pre-iniciador en pollos de engorde en una granja semitecnificada en el municipio de Barberena departamento de Santa Rosa*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Díez Arias, D. (2020). *Manejo de broilers en fase de inicio—Avicultura—Producción Animal*. Veterinaria Digital. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/manejo-de-broilers-en-fase-de-inicio/>
- FAO. (2025). *Producciones avícolas*. Producción y productos avícolas. <https://www.fao.org/poultry-production-products/production/es/>
- Freitas, E. R., Sakomura, N. K., Dahlke, F., Santos, F. R., & Barbosa, N. A. A. (2008). Desempenho, eficiência de utilização dos nutrientes e estrutura do trato digestório de pintos de corte alimentados na fase pré-inicial com rações de diferentes formas físicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37, 73-78. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000100010>
- Gaibor, J. R. Q., Torres, R., Yupanqui, J., Patiño-Patroni, D. M., & Perales, C. V. (2019). Suplementación alimenticia de glutamina sobre el desempeño productivo en pollos de engorde. *Siembra*, 6(2), 015-024. <https://doi.org/10.29166/siembra.v6i2.1622>
- Jazideh, F., Farhoomand, P., Daneshyar, M., & Najafi, G. (2014). The effects of dietary glutamine supplementation on growth performance and intestinal morphology of broiler chickens reared under hot conditions. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 38(3), 264-270. <https://doi.org/10.3906/vet-1210-32>
- Korver, D. (2023). *Deficiencias de proteínas, aminoácidos y energía en aves de producción—Aves de corral*. Manual de veterinaria de MSD. <https://www.msdrvvetmanual.com/es/aves-de-corrall/nutrición-y-manejo-ave-de-corrall/deficiencias-de-proteínas-aminoácidos-y-energía-en-aves-de-producción>
- Liu, X., Yin, S., Fu, C., Li, X., Yan, P., Zhang, H., Shang, Y., Shi, T., & Gao, Q. (2025). Dietary glutamine supplementation improves growth performance, intestinal morphology, and immunity function associated with cecal microbiota alterations in broilers. *Poultry Science*, 104(12), 105982. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.105982>
- Nascimento, G. M., Leandro, N. S. M., Café, M. B., Stringhini, J. H., Andrade, M. A., Martinez, K. L. de A., Mello, H. H. de C., & Mascarenhas, A. G. (2014). Performance and intestinal characteristics of broiler chicken fed diet with glutamine in the diet without anticoccidials agents. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 15, 637-648.
- Olubodun, J. O., Zulkifli, I., Farjam, A. S., Hair-Bejo, M., & Kasim, A. (2015). Glutamine and Glutamic Acid Supplementation Enhances Performance of Broiler Chickens Under the

- Hot and Humid Tropical Condition. *Italian Journal of Animal Science*, 14(1), 3263.
<https://doi.org/10.4081/ijas.2015.3263>
- Paulino Paniagua, J. A. (2021). Los requerimientos nutricionales de las aves dependen de varios factores. *Engormix*. https://www.engormix.com/avicultura/enzimas-nutricion-avicola/los-requerimientos-nutricionales-aves_a46710/
- Pérez, A. L., Pascual, J. P., Pueyo, Á. E., Pérez, M. L., & Vicente, C. S. (2022). Revisión narrativa del papel de la glutamina en la prevención y el tratamiento de diferentes patologías. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*, 5(4), 51-64.
<https://doi.org/10.35454/rncm.v5n4.434>
- Pucci, L. E. A., Rodrigues, P. B., Bertechini, A. G., Nascimento, G. A. J. do, Lima, R. R. de, & Silva, L. R. da. (2010). Forma física, suplementação enzimática e nível nutricional de rações para frangos de corte na fase inicial: Desempenho e digestibilidade dos nutrientes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 1272-1279.
<https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000600016>
- Quisirumbay-Gaibor, J. (2020). Meta-análisis del efecto de la inclusión alimenticia de glutamina sobre el desempeño productivo en lechones. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 31(1), 86-97.
- Salmanzadeh, M., Ebrahimnezhad, Y., Aghdam Shahryar, H., & Ghiasi Ghaleh-Kandi, J. (2016). The effects of in ovo feeding of glutamine in broiler breeder eggs on hatchability, development of the gastrointestinal tract, growth performance and carcass characteristics of broiler chickens. *Archives Animal Breeding*, 59(2), 235-242.
<https://doi.org/10.5194/aab-59-235-2016>
- SENAMHI. (2018). *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú*.
<https://www.gob.pe/senamhi>
- Sifa, D., Bai, X., Zhang, D., Hu, H., Wu, X., Wen, A., He, S., & Zhao, L. (2018). Dietary glutamine improves meat quality, skeletal muscle antioxidant capacity and glutamine metabolism in broilers under acute heat stress. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1), 1412-1417. <https://doi.org/10.1080/09712119.2018.1520113>
- Soltan, M. A. (2009). Influence of Dietary Glutamine Supplementation on Growth Performance, Small Intestinal Morphology, Immune Response and Some Blood Parameters of Broiler Chickens. *International Journal of Poultry Science*, 8(1), 60-68.
<https://doi.org/10.3923/ijps.2009.60.68>

- Wu, G., Bazer, F. W., Dai, Z., Li, D., Wang, J., & Wu, Z. (2014). Amino Acid Nutrition in Animals: Protein Synthesis and Beyond. *Annual Review of Animal Biosciences*, 2(Volume 2, 2014), 387-417. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-022513-114113>
- Wu, & Thompson, J. R. (1990). The effect of glutamine on protein turnover in chick skeletal muscle in vitro. *The Biochemical Journal*, 265(2), 593-598. <https://doi.org/10.1042/bj2650593>
- Xue, G. D., Barekatin, R., Wu, S. B., Choct, M., & Swick, R. A. (2018). Dietary L-glutamine supplementation improves growth performance, gut morphology, and serum biochemical indices of broiler chickens during necrotic enteritis challenge. *Poultry Science*, 97(4), 1334-1341. <https://doi.org/10.3382/ps/pex444>

VIII. ANEXO

Anexo 1. Análisis de regresión para ganancia diaria de peso en etapa de inicio

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
GDP	30	0.20	0.14	0.92	79.61	85.22

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	Cp	Mallows	VIF
const	14.04	5.47	2.82	25.27	2.57	0.0161			
Trat	6.74	4.79	-3.08	16.56	1.41	0.1705	2.98	174.83	
Trat ²	-1.60	1.02	-3.69	0.49	-1.57	0.1289	3.45	174.83	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.67	2	2.33	3.30	0.0523
Trat	4.67	2	2.33	3.30	0.0523
Error	19.11	27	0.71		
Lack of Fit	0.65	2	0.32	0.44	0.6501
Error Puro	18.47	25	0.74		
Total	23.78	29			

Anexo 2. Análisis de regresión para consumo diario de alimento en etapa de inicio

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
CDA	30	0.13	0.06	0.31	47.87	53.47

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	Cp	Mallows	VIF
const	25.08		3.22	18.47	31.70	7.78	<0.0001		
Trat	-0.41	2.82	-6.20	5.37	-0.15	0.8843	1.02	174.83	
Trat ²	-2.6E-03		0.60	-1.24	1.23	-4.4E-03	0.9965	1.00	174.83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.98	2	0.49	2.00	0.1549
Trat	0.98	2	0.49	2.00	0.1549
Error	6.63	27	0.25		

Lack of Fit	0.24	2	0.12	0.47	0.6329
Error Puro	6.40	25	0.26		
<u>Total</u>	<u>7.62</u>	<u>29</u>			

Anexo 3. Análisis de regresión para conversión alimenticia en etapa de inicio

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>ECMP</u>	<u>AIC</u>	<u>BIC</u>
CA	30	0.13	0.07	3.0E-03	-92.54	-86.94

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

<u>Coef</u>	<u>Est.</u>	<u>E.E.</u>	<u>LI(95%)</u>	<u>LS(95%)</u>	<u>T</u>	<u>p-valor</u>	<u>Cp</u>	<u>Mallows</u>	<u>VIF</u>
const	1.61	0.31	0.97	2.25	5.19	<0.0001			
Trat	-0.42	0.27	-0.98	0.14	-1.55	0.1326	3.41	174.83	
Trat^2	0.10	0.06	-0.02	0.21	1.65	0.1115	3.71	174.83	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	0.01	2	4.7E-03	2.06	0.1468
Trat	0.01	2	4.7E-03	2.06	0.1468
Error	0.06	27	2.3E-03		
Lack of Fit	2.0E-03	2	1.0E-03	0.42	0.6586
Error Puro	0.06	25	2.4E-03		
<u>Total</u>	<u>0.07</u>	<u>29</u>			

Anexo 4. Análisis de regresión para ganancia diaria de peso en etapa de crecimiento

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>ECMP</u>	<u>AIC</u>	<u>BIC</u>
GDP	30	0.32	0.27	36.01	191.48	197.09

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

<u>Coef</u>	<u>Est.</u>	<u>E.E.</u>	<u>LI(95%)</u>	<u>LS(95%)</u>	<u>T</u>	<u>p-valor</u>	<u>Cp</u>	<u>Mallows</u>	<u>VIF</u>
const	-64.13	33.77	-133.42	5.17	-1.90	0.0683			
Trat	108.28	30.24	46.24	170.32	3.58	0.0013	13.83	167.48	
Trat^2	-23.48	6.58	-36.98	-9.97	-3.57	0.0014	13.72	167.48	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	378.10	2	189.05	6.41	0.0053
Trat	378.10	2	189.05	6.41	0.0053
Error	795.84	27	29.48		
Lack of Fit	291.12	2	145.56	7.21	0.0034
Error Puro	504.72	25	20.19		
<u>Total</u>	<u>1173.94</u>	<u>29</u>			

Anexo 5. Análisis de regresión para consumo diario de alimento en etapa de crecimiento

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>ECMP</u>	<u>AIC</u>	<u>BIC</u>
<u>CDA</u>	<u>30</u>	<u>0.58</u>	<u>0.55</u>	<u>0.49</u>	<u>63.28</u>	<u>68.88</u>

Coeficientes de regresión y estadísticos asociados

<u>Coef</u>	<u>Est.</u>	<u>E.E.</u>	<u>LI(95%)</u>	<u>LS(95%)</u>	<u>T</u>	<u>p-valor</u>	<u>Cp</u>	<u>Mallows</u>	<u>VIF</u>
const	90.76	3.99	82.58	98.94	22.77	<0.0001			
Trat	-14.27	3.57	-21.60	-6.95	-4.00	0.0004	16.99	167.48	
Trat ²	2.82	0.78	1.22	4.41	3.62	0.0012	14.14	167.48	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	15.61	2	7.80	19.00	<0.0001
Trat	15.61	2	7.80	19.00	<0.0001
Error	11.09	27	0.41		
Lack of Fit	4.39	2	2.20	8.20	0.0018
Error Puro	6.69	25	0.27		
<u>Total</u>	<u>26.69</u>	<u>29</u>			

Anexo 6. Análisis de regresión para conversión alimenticia en etapa de crecimiento

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>ECMP</u>	<u>AIC</u>	<u>BIC</u>
<u>CA</u>	<u>30</u>	<u>0.39</u>	<u>0.35</u>	<u>0.02</u>	<u>-34.68</u>	<u>-29.0</u>

Coeficientes de regresión y estadísticos asociados

<u>Coef</u>	<u>Est.</u>	<u>E.E.</u>	<u>LI(95%)</u>	<u>LS(95%)</u>	<u>T</u>	<u>p-valor</u>	<u>Cp</u>	<u>Mallows</u>	<u>VIF</u>
-------------	-------------	-------------	----------------	----------------	----------	----------------	-----------	----------------	------------

const	4.56	0.78	2.97	6.16	5.86	<0.0001		
Trat	-2.88	0.70	-4.31	-1.45	-4.13	0.0003	18.07	167.48
Trat^2	0.62	0.15	0.31	0.93	4.07	0.0004	17.55	167.48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.27	2	0.14	8.76	0.0012
Trat	0.27	2	0.14	8.76	0.0012
Error	0.42	27	0.02		
Lack of Fit	0.14	2	0.07	6.02	0.0073
Error Puro	0.29	25	0.01		
Total	0.70	29			

Anexo 7. Costos de producción de pollos en la etapa de evaluación

Tratamientos	Costos de producción		
	CF (S/)	CV(S/)	CT (S/)
T0	3.78	2.14	5,92
T1	3.78	2.54	6.32
T2	3.78	2.41	6.19
T3	3.78	2.30	6,08
T4	3.78	2.31	6.09

CF = Costos fijos. CV = Costos variables. CT = Costos Totales