UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

TEMA:

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE METIONINA LÍQUIDA Y EN POLVO SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE POLLO COBB – 500, EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA, IMBABURA

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria

AUTORA:

Evelin Estefanía Vargas Quilca

DIRECTOR:

MVZ. FRANCISCO XAVIER BONIFAZ AGUINAGA, MSc.

Ibarra-2026

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE METIONINA LÍQUIDA Y EN POLVO SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE POLLO COBB – 500, EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA, IMBABURA

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener Titulo de:

INGENIERA AGROPECUARIA

APROBADO:

MVZ. Francisco Xavier Bonifaz Aguinaga, MSc.
DIRECTOR

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
FRANCISCO XAVIER BONIFAZ AGUINAGA

FIRMA

Ing. Telmo Fernando Basantes Vizcaíno, PhD.
ASESOR

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
TELMO FERNANDO BASANTES VIZCAINO

FIRMA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Evelin Estefanía Vargas Quilca

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	EVALUACIÓN DEL EFECTO DE METIONINA LÍQUIDA Y EN POLVO SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE POLLO COBB – 500, EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA, IMBABURA
AUTOR (ES):	Evelin Estefanía Vargas Quilca
FECHA: DD/MM/AAAA	07/07/2026
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	■ **PREGRADO** ☐ **POSGRADO**
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agropecuaria
DIRECTOR /ASESOR:	MVZ. Francisco Xavier Bonifaz Aguinaga, MSc. / Ing. Telmo Fernando Basantes Vizcaíno, PhD.

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 07 días del mes de julio de 2026

EL AUTOR:

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
EVELIN ESTEFANIA VARGAS QUILCA

Evelin Estefanía Vargas Quilca

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Evelin Estefanía Vargas Quilca

Ibarra, a los 07 días del mes de julio de 2026.

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
FRANCISCO XAVIER
BONIFAZ AGUINAGA

MVZ. Francisco Xavier Bonifaz Aguinaga, MSc.

DIRECTOR DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 07 días del mes de julio de 2026.

Vargas Quilca Evelin Estefanía: EVALUACIÓN DEL EFECTO DE METIONINA LÍQUIDA Y EN POLVO SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE POLLO COBB – 500, EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA, IMBABURA/ Trabajo de titulación. Ingeniera Agropecuaria.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 07 días del mes de julio de 2026, 68 páginas.

DIRECTOR: MVZ. Francisco Xavier Bonifaz Aguinaga, MSc.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar el efecto de la metionina líquida y en polvo sobre los parámetros productivos del pollo Cobb - 500 en la Granja Experimental La Pradera, Imbabura.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Comparar la conversión alimenticia del pollo de engorde con la aplicación de DL-Metionina (polvo) y la DL-OH Metionina (líquida).
- Determinar el rendimiento a la canal de pollos COBB con DL-Metionina (polvo) y DL-OH Metionina (líquida).
- Analizar los resultados económicos de los Niveles en estudio.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme la fuerza necesaria para completar esta etapa en mi vida profesional.

De manera especial a mi director de tesis, MVZ. Francisco Xavier Bonifaz Aguinaga, MSc., a quien agradezco su compromiso en compartir su experiencia y conocimientos. Su invaluable guía y apoyo han sido fundamentales para la culminación de este trabajo de investigación.

De igual manera, agradezco a mi asesor de tesis, Ing. Telmo Fernando Basantes Vizcaíno, PhD., por el valioso tiempo invertido en mi trabajo de investigación.

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento al Ing. Miguel Aragón, MSc. Por su invaluable apoyo y orientación desde los inicios de mi investigación.

Agradezco a la Universidad Técnica del Norte por brindarme la oportunidad de formarme académicamente para ser una profesional.

De manera especial agradezco a mi amigo Jhonatan por su apoyo, ánimo y amistad al final de esta etapa estudiantil. Asimismo, a la memoria de un antiguo compañero, Paul Molina, quien en vida me dio ánimos para seguir adelante en la carrera. Finalmente, a mis compañeras y jefes de trabajo que me apoyaron durante toda mi etapa de formación profesional.

De manera muy especial a Esther, quien ha sido como una madre y amiga para mí, que junto a mi papá y mi amado hijo me ayudaron a culminar mis estudios.

Finalmente, a Fabricio por su apoyo incondicional en mi fase de campo, el cual me brindó la fortaleza necesaria para seguir adelante.

Evelin

DEDICATORIA

A mis ángeles en el cielo, Naye y Guetita Digna; a mis padres Jerson y Rosa; y con profundo amor, a mi amado hijo Sebastián.

Evelin

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO ..... **VI**
DEDICATORIA ..... **VII**
ÍNDICE DE TABLAS ..... **XI**
ÍNDICE DE FIGURAS ..... **XII**
ÍNDICES DE ANEXOS ..... **XIII**
RESUMEN EJECUTIVO ..... **XIV**
ABSTRACT ..... **XV**
CAPÍTULO 1 ..... **16**
INTRODUCCIÓN **16**
1.1 Antecedentes 16
1.2 Problema 17
1.3 Justificación 18
1.4 Objetivos 19
1.4.1 Objetivo general 19
1.4.2 Objetivos específicos 19
1.5 Hipótesis 19
II. MARCO TEÓRICO **20**
2. 1 Avicultura 20
2.2 Avicultura en Ecuador 20
2.3 Algunas de las líneas de pollos broiler más populares 21
2.3.1 Cobb 500 21
2.3.2 Ross 21
2.3.3 Hubbard 22
2.4 Estructuras anatómicas del aparato digestivo en pollos 22
2.4.1 Pico 23
2.4.2 Buche 23
2.4.3 Esófago 24
2.4.4 Proventrículo 24
2.4.5 Molleja 24

2.4.6 Intestino delgado 24
2.4.7 Intestino grueso 24
2.4.8 Ciego 25
2.4.9 Cloaca 25
2.5 Desarrollo digestivo 25
2.5.1 Desarrollo enzimático 25
2.5.2 Desarrollo de vellosidades y criptas 25
2.5.3 Desarrollo del enterocito 26
2.6 Salud intestinal 26
2.6.1 Definición del aminoácido 26
2.6.2 Clasificación de los aminoácidos 27
2.6.3 Aminoácidos en la alimentación de las aves 27
2.6.4 Requerimiento de aminoácidos en aves 27
2.7 Características del aminoácido metionina 28
2.7.1 DL-Metionina (polvo) 28
2.7.2 DL-OH-metionina (líquida) 29
2.8 Consecuencias del déficit del aminoácido metionina en aves 29
2.9 Marco legal 29

CAPÍTULO III 31
MATERIALES Y MÉTODOS 31
3.1 Caracterización del área de estudio 31
3.1.1 Ubicación 31
3.1.2 Características climáticas de la granja experimental “La Pradera” 31
3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas 32
3.3 Métodos 33
3.3.1 Factor en estudio. 33
3.3.2 Niveles 33
3.3.3 Diseño experimental. 34
3.3.4 Características del experimento. 34
3.3.5 Características de la unidad experimental 35
3.3.6 Análisis estadístico 36

3.4 Elaboración del balanceado 36
3.5 Variables evaluadas 37
3.5.1 Consumo de alimento (g). 37
3.5.2 Ganancia de peso (g). 37
3.5.3 Conversión alimenticia 38
3.5.4 Rendimiento a la canal (%) 38
3.5.5 Beneficio/Costo 38
3.6 Costos de la investigación 39
3.7 Manejo específico del experimento 39

CAPÍTULO IV 41
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 41
4.1 Consumo de alimento (g) 41
4.2 Ganancia de peso (g) 41
4.3 Conversión alimenticia 44
4.4 Rendimiento a la canal 46
4.5 Beneficio-Costo 49

CAPÍTULO V 54
5.1 Conclusiones 54
5.2 Recomendaciones 55

Referencias Bibliográficas 56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Requerimiento de aminoácidos de pollos broiler (%)*……28

Tabla 2 *Características geográficas del área de estudio*……32

Tabla 3 *Características climáticas del área de estudio*……32

Tabla 4 *Materiales, equipos, insumos, herramientas y alimento*……33

Tabla 5 *Descripción de los niveles en estudio*……*34*

Tabla 6 *Características del experimento*……35

Tabla 7 *Características de la unidad experimental*……35

Tabla 8 *Resumen económico y relación beneficio/costo de la producción de pollos Cobb 500 suplementados con metionina en polvo y líquida durante 49 días*……*51*

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 *Línea de pollo de engorda Cobb 500*……..…….…….....….21
Figura 2 *Línea de pollos de engorda Ross*…….…….....…..….22
Figura 3 *Línea de pollos Hubbard*…….…….…..22
Figura 4 *Sistema digestivo del pollo de engorda*…….…….……23
Figura 5 *Mapa de ubicación del experimento*…….……...……31
Figura 6 *Esquema del diseño experimental en bloques completamente al azar con parcelas divididas*……...…...…...34
Figura 7 *Esquema de la unidad experimental*……..……...……..36
Figura 8 *Actividades realizadas en la experimentación*.....……...……...…..40
Figura 9 *Resultados del consumo de alimento (g) con la incorporación de metionina en polvo y líquida en pollos Cobb 500*……..……...…….…….…….…….41
Figura 10 *Resultados del consumo de alimento (g) con la incorporación de metionina en polvo y líquida en pollos Cobb 500*……..……...…….…….…….…….44
Figura 11 *Resultados del consumo de alimento (g) con la incorporación de metionina en polvo y líquida en pollos Cobb 500*……..……...…….…….…….…….46
Figura 12 *Resultados del consumo de alimento (g) con la incorporación de metionina en polvo y líquida en pollos Cobb 500*……..……...…….…….…….…….49

ÍNDICES DE ANEXOS

Anexo 1 *Ficha técnica de la metionina en polvo*……62

Anexo 2 *Ficha técnica de la metionina líquida*……63

Anexo 3 *Dieta inicial de pollos Cobb 500 en 28.224 kg de alimento*……64

Anexo 4 *Dieta crecimiento de pollos Cobb 500 en 101.492 kg de alimento*……64

Anexo 5 *Dieta crecimiento de pollos Cobb 500 en 101.492 kg de alimento*……65

Anexo 6 *Costos de producción de pollos Cobb 500*……66

Anexo 7 *Costos de producción de pollos Cobb 500 con metionina en polvo*……67

Anexo 8 *Costos de producción de pollos Cobb 500 con metionina en líquida*……68

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE METIONINA LÍQUIDA Y EN POLVO SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE POLLO COBB – 500, EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA, IMBABURA

Evelin Estefanía Vargas Quilca

Universidad Técnica del Norte

Correo: eevargasq@utn.edu.ec

RESUMEN EJECUTIVO

En la industria avícola, el manejo inadecuado de aminoácidos esenciales como la metionina en dietas para aves de engorde desencadena problemas nutricionales, incrementa los costos de producción y de rendimiento, debido a que la metionina actúa como aminoácido limitante en dietas alimenticias basadas en maíz y soya. Entonces, se ha optado por alternativas que evalúen la eficiencia del aminoácido metionina añadida en el alimento y la metionina líquida disuelta en el agua de bebida sobre los parámetros productivos de los pollos Cobb 500. En esta investigación se utilizó un diseño experimental en bloques completamente al azar con parcelas divididas, utilizando 96 aves. Se evaluó dos factores: la fuente de metionina (líquida y en polvo) y el género de las aves (machos y hembras). Se formaron dos niveles de 48 aves cada uno, con 6 repeticiones de 8 aves por unidad experimental. El estudio tuvo una duración de siete semanas donde se evidenció diferencias significativas entre niveles. Los resultados obtenidos muestran que el uso de la metionina en polvo (N1) mostró una conversión alimenticia de 1.80 para hembras y machos. Sin embargo, cuando se analiza la metionina líquida (N2), tiene un mejor comportamiento en el rendimiento a la canal para las hembras (80%) con respecto a los demás niveles. En términos económicos, los dos niveles evaluados fueron viables, alcanzando una relación beneficio-costo de 1,01; es decir, por cada dólar invertido se obtuvo una ganancia 1ctv.

Palabras clave: aminoácidos, metionina, pollos de engorde, nutrición aviar.

EVALUATION OF THE EFFECT OF LIQUID AND POWDERED METHIONINE ON THE PRODUCTIVE PARAMETERS OF COBB-500 CHICKENS AT THE LA PRADERA EXPERIMENTAL FARM, IMBABURA

Author: Evelin Estefanía Vargas Quilca

Universidad Técnica del Norte

Mail: eevargasq@utn.edu.ec

ABSTRACT

In the poultry industry, inadequate management of essential amino acids such as methionine in broiler diets leads to nutritional problems and increases production and performance costs, as methionine acts as a limiting amino acid in corn- and soy-based diets. Therefore, alternatives have been explored to evaluate the effectiveness of added methionine in feed and liquid methionine dissolved in drinking water on the productive parameters of Cobb 500 broilers. This research employed a completely randomized block design with split plots, using 96 birds. Two factors were evaluated: the methionine source (liquid and powdered) and the sex of the birds (males and females). Two groups of 48 birds each were established, with six replicates of eight birds per experimental unit. The study lasted seven weeks, during which significant differences between groups were observed. The results show that the use of powdered methionine (N1) resulted in a feed conversion ratio of 1.80 for both females and males. However, liquid methionine (N2) showed better carcass yield performance for females (80%) compared to the other levels. In economic terms, the two levels evaluated were viable, achieving a benefit-cost ratio of 1.01; that is, for every dollar invested, a profit of 1 cent was obtained.

Keywords: amino acids, methionine, broiler chickens, poultry nutrition.

CAPÍTULO 1
INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La industria avícola representa una actividad pecuaria muy importante, debido a que genera grandes recursos económicos y, al mismo tiempo, provee una fuente esencial de alimento para la población humana (Hortúa et al., 2021). Precisamente por esta relevancia, esta industria se encuentra bajo una creciente presión, especialmente al considerar los desafíos futuros en la producción de este tipo de alimento.

La nutrición en aves es el manejo técnico de la dieta alimenticia con el objetivo de conseguir ciclos cortos de producción, rendimiento y salud intestinal. Lozano (2018) menciona que una dieta equilibrada con energía, proteína, micronutrientes y aditivos garantiza una producción eficiente y el bienestar general de las aves. En este mismo contexto, el aminoácido esencial metionina contribuye al equilibrio de estas dietas, favoreciendo la síntesis de proteínas indispensables para el crecimiento del ave, desarrollo muscular, plumaje y la salud intestinal de las mismas.

Diversos estudios en diferentes especies de animales, incluidos los cerdos, han manifestado que las fuentes del aminoácido esencial metionina pueden influir sobre el metabolismo intestinal de estos animales. Los resultados muestran que las diferentes fuentes de metionina no solo cumplen la función de nutrición, sino que también cambian el metabolismo lipídico intestinal de manera distinta, por ejemplo la L-metionina, 99% reduce los ácidos grasos poliinsaturados en el intestino delgado al mejorar la actividad antioxidante e intervenir en el metabolismo lipídico, por otro lado la DL–HMTBA muestra el desplazamiento de los ácidos biliares secundarios y metabolitos de esfingosina al íleon, mientras que DL–metionina evidenció un ligero cambio en el metabolismo de la histidina ya que su objetivo es el abasto de metionina, lo que justificó que las fuentes de metionina actúan dependiendo de la utilización y absorción en el organismo (Schermuly et al., 2022).

Sisalema y Soliz (2024) mencionan que, al evaluar dos fuentes del aminoácido metionina en pollos broiler (*Gallus domesticus*) sobre el consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad por tratamiento e incidencia de enfermedades. Los resultados muestran que las fuentes de metionina líquida y en polvo fueron positivas sobre los parámetros productivos de las aves. Sin embargo, el tratamiento con metionina líquida mostró una leve ventaja en ganancia

de peso y conversión alimenticia ante el tratamiento con metionina en polvo debido a que, bajo las condiciones de esta investigación, la HMTBa-metionina tuvo una mejor homogeneidad en la mezcla del alimento y distribución de la misma. Es importante mencionar que, al comparar las dos fuentes de metionina, no se encontraron diferencias altamente significativas estadísticamente, lo que deduce que las dos fuentes de metionina son asimiladas por el organismo del ave.

El uso de aminoácidos en dietas alimenticias ha sido de interés de estudio no solo en la línea de pollos de engorde, sino también en otras especies como por ejemplo en cuyes, donde se evaluaron diferentes niveles de aminoácidos incluida la metionina en dietas alimenticias compuestas por forraje y balanceado sobre el consumo de alimento, la ganancia de peso, conversión alimenticia y peso final. Los resultados muestran que niveles inferiores del aminoácido esencial metionina evidenciaron las cifras más bajas en desarrollo y eficiencia de la producción en cuyes ya que los aminoácidos cuando están en base a las necesidades nutricionales favorecen la síntesis de proteínas; además actúa como donador de grupos metilo para procesos metabólicos. En esta investigación se destaca el tratamiento con niveles altos de treonina al mejorar la salud intestinal, síntesis de proteínas y digestión y absorción de nutrientes (Villareal, 2019).

González et al., (2017) mencionan que, al comparar DL-metionina y el hidroxianálogo de la metionina líquida (HMTBa) en gallinas de postura sobre variables como conversión alimenticia, porcentaje de postura, el peso y la masa del huevo bajo las condiciones de alimentación comercial no muestran diferencia significativa, debido a que la metionina líquida fue ajustada a las necesidades nutricionales del ave. Los resultados mostraron que, si se corrige la dosis de (HMTBa) según su eficacia, las variables en estudio no tienen significancia estadística.

1.2 Problema

El aumento acelerado de la población mundial implica un notable crecimiento en la demanda alimentaria, en consecuencia, la producción de alimentos está obligada a incrementarse significativamente en las próximas décadas; según proyecciones, se estima que para el año 2050, la producción alimentaria en países desarrollados tendría que duplicarse para lograr satisfacer las necesidades globales (FAO, 2009).

Dentro de la producción avícola, la metionina se considera un aminoácido esencial y fundamental para alcanzar parámetros productivos superiores en pollos destinados al engorde (Gómez, 2023). No obstante, los recursos limitados o la falta de información comparativa respecto al uso de

distintas fuentes de metionina (líquida y en polvo) en avicultura, genera una serie de interrogantes en relación con la producción de proteína. Dicho aminoácido, puede influir directamente en la tasa de crecimiento, la eficiencia en la conversión alimenticia, la calidad de carne y el rendimiento a la canal. A nivel local, esta situación se evidencia en la producción avícola de la provincia de Imbabura, donde los parámetros productivos de los pollos Cobb 500 pueden mejorar ampliamente mediante un manejo más tecnificado.

El sector avícola constituye una actividad pecuaria que genera ingresos económicos para familias en todo el territorio nacional, y el uso eficiente de insumos, tales como el aminoácido metionina, ejerce influencia sobre la rentabilidad del lote de producción (Sisalema y Soliz, 2024). Sin embargo, los limitados estudios sobre el potencial de las fuentes de este aminoácido, limitan la toma de decisiones técnicas precisas en cuanto a la producción de carne de pollo. Esta situación podría comprometer el sustento económico de las familias que se dedican a este tipo de actividad, donde la consecución de índices favorables de beneficio/costo es fundamental para la sostenibilidad económica.

A menudo, los avicultores optan por el uso de insumos alternativos con enfoque en la reducción del precio del alimento, y, en consecuencia, menores costos de producción. Sin embargo, esta práctica, carente de conocimiento técnico, influye negativamente en la producción, impidiendo así que las aves expresen todo su potencial genético, afectando el resultado final y poniendo en riesgo la rentabilidad.

1.3 Justificación

La carne de pollo es una de las proteínas más consumidas a nivel mundial. En el Ecuador, esta proteína tiene un promedio en consumo per cápita de 31 kg/persona/año, según cifras declaradas por la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (CONAVE, 2025). Dichos datos, evidencian una amplia aceptación y preferencia del consumidor por este tipo de carne, tanto por su valor nutricional, accesibilidad y facilidad de uso. El enfoque de este estudio, entonces, es apoyar al avicultor con información sobre alternativas útiles para la producción avícola, mismas que contribuyan al incremento en la producción de alimento destinado al consumo humano.

En el país, existen limitados estudios que comparan las fuentes de metionina sobre los parámetros productivos de pollos de engorde, y en la provincia de Imbabura, dichas investigaciones son prácticamente nulas. La presente investigación aportará resultados relevantes para todos aquellos

que requieran información sobre las fuentes de metionina y su efectividad real en lotes productivos de carne de pollo, facilitando de esta manera la toma de decisiones.

A través de esta investigación, se busca generar información sobre la optimización de dietas alimenticias como alternativas para mejorar los parámetros productivos de los pollos Cobb 500, sin comprometer su salud. Asimismo, se pretende contribuir al incremento de los ingresos económicos de las familias dedicadas a esta actividad pecuaria, evaluando su rentabilidad.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la metionina líquida y en polvo sobre los parámetros productivos del pollo Cobb - 500 en la Granja Experimental La Pradera, Imbabura.

1.4.2 Objetivos específicos

- ✓ Comparar la conversión alimenticia del pollo de engorde con la aplicación de DL-Metionina (polvo) y la DL-OH Metionina (líquida).
- ✓ Determinar el rendimiento a la canal de pollos COBB con DL-Metionina (polvo) y DL-OH Metionina (líquida).
- ✓ Analizar los resultados económicos de los Niveles en estudio.

1.5 Hipótesis

Ho: El uso de DL-Metionina (polvo) y DL-OH Metionina (líquida) no mejoran los parámetros productivos de los pollos broiler de la línea Cobb – 500.

Ha: El uso de DL-Metionina (polvo) y DL-OH Metionina (líquida) mejoran los parámetros productivos de los pollos broiler de la línea Cobb – 500.

II. MARCO TEÓRICO

2. 1 Avicultura

A nivel mundial, la avicultura es una actividad pecuaria que se caracteriza como una de las fuentes económicas y productoras de un país, debido a la aceptación positiva en la alimentación, desarrollo de emprendimientos para pequeños y grandes productores de carne de pollo y, por ende, la generación de empleo. El sector avícola es una rama muy importante del sector pecuario que influye en la seguridad alimentaria por su capacidad de producir proteína de origen animal a bajo costo y en un corto lapso de tiempo (Pita, 2019).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) menciona que, para el año 2025, el porcentaje de crecimiento poblacional mundial aumentará un 10.4% (FAO, 2017). Entonces, existe la necesidad de establecer eficiencia y calidad en la producción de alimentos, siendo la proteína y los huevos de las aves un tipo de alimento importante en la dieta de los humanos por su contenido nutricional y la capacidad de ser producidos en grandes cantidades en un corto tiempo.

Armijos (2023) menciona que, la producción de pollos destinados al engorde proviene principalmente de la selección en líneas genéticas, alimentación y ambiente. En el Ecuador empresas destinadas a la producción de aves bebes ofrecen algunas de estas líneas como son Cobb 500 y Ross AP 95 con una producción promedio de 1.8 millones de pollos al mes.

La alimentación de estos animales es un aspecto muy importante debido a que para la formulación de dietas se necesita de conocimientos en necesidades nutricionales, ingredientes, costos y disponibilidad de lo que se va a utilizar para la alimentación de las aves. Por consecuente, es un componente necesario para alcanzar buenos parámetros de producción; además, es preciso establecer un equilibrio en sus ingredientes tanto para la obtención de energía, proteína, aminoácidos, ácidos grados, minerales y vitaminas (Chiriboga, 2015).

2.2 Avicultura en Ecuador

En el Ecuador, la carne de pollo es un producto alimenticio que es parte de la canasta básica los ecuatorianos. Por lo tanto, los productores de este tipo de proteína afrontan el desafío de mantener la eficiencia productiva en la industria avícola sin afectar la rentabilidad que genera la misma. Es decir, disminuir costos de producción sin afectar la calidad de alimento que se ofrece al mercado

(Rosales, 2012). Es importante mencionar que el país tiene un consumo per cápita de aproximadamente 30 y 32 kg/año (CONNAVE, 2018).

2.3 Algunas de las líneas de pollos broiler más populares

2.3.1 Cobb 500

Los pollos Cobb 500 son el resultado de la mezcla de pollos Avían y Ross. Se caracterizan por su excelente aceptación en el mercado, son de plumaje blanco, en varios de los casos con manchas oscuras, alcanzan un peso aproximado de 2.5 kg en 30-45 días. Además, son reconocidos por su eficiencia en conversión alimenticia, elevada rusticidad, acelerado crecimiento, elevada capacidad de producción y rentabilidad (Pita, 2019) (Figura 1).

Figura 1

Línea de pollo de engorda Cobb - 500



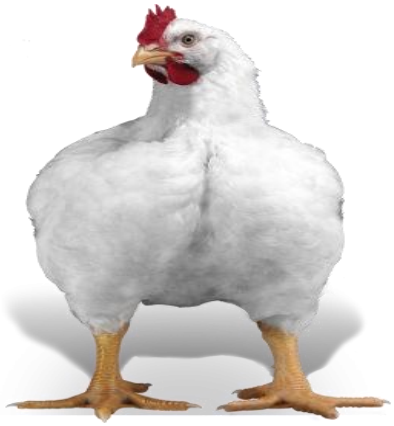
Fuente: Figura obtenida de Colaves, (2020).

2.3.2 Ross

La línea Ross se caracteriza por su precocidad, alta rusticidad, con una eficiente conversión alimenticia, bajos costos de producción, buena adaptabilidad a varios climas, crecimiento uniforme y elevada productividad de carne de calidad. Esta línea de pollos destinados a la obtención de carne cumple con la demanda alimenticia en el mercado, siendo muy aceptada por el consumidor (Pita, 2019) (Figura 2).

Figura 2

Línea de pollos de engorda Ross



Fuente: Figura obtenida de Colaves, (2020).

2.3.3 Hubbard

Goméz (2014) menciona que la línea Hubbard se caracteriza por ser altamente productiva, principalmente en carne de alta calidad; son de temperamento tranquilo, se adaptan a diversos entornos. Es una línea de pollos de engorde de rápido crecimiento, con una buena conversión alimenticia y rendimiento a la canal; tienen altos índices de supervivencia en la etapa inicial; sin embargo, son susceptibles a elevadas temperaturas (>30 °C). La humedad no puede superar los 70° (Figura 3).

Figura 3

Línea de pollos Hubbard



Fuente: Figura obtenida de Goméz, (2014)

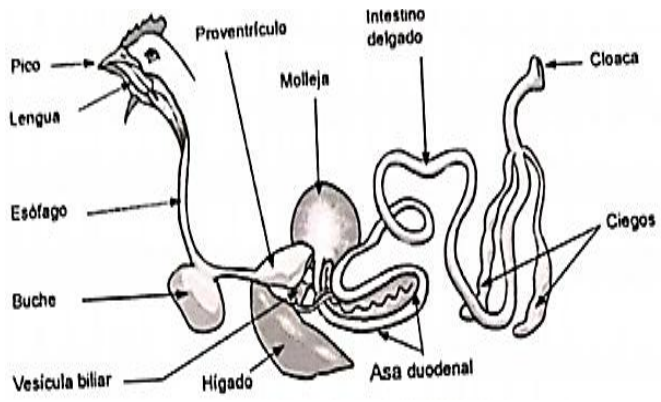
2.4 Estructuras anatómicas del aparato digestivo en pollos

El sistema digestivo de las aves es de vital importancia, debido a que es la vía principal para el ingreso y asimilación de medicamentos, nutrientes, alimento, ingesta de agua para un adecuado

funcionamiento del mismo; además, un sistema digestivo sano permite garantizar la eficiencia en la producción de estos animales (Figura 4). A causa de que las aves no tienen dientes, el alimento ingerido externamente de forma entera, posteriormente, es descompuesto dentro de este sistema por enzimas digestivas y ácidas que digieren estos alimentos, apoyando la absorción de nutrientes que necesitan los pollos para crecer, mantenerse y reproducirse (Bardaji, 2016).

Figura 4

Sistema digestivo del pollo de engorda



Fuente: Figura obtenida de Menocal, (2020)

2.4.1 Pico

Es el inicio del sistema digestivo, es la estructura externa principal de los pollos para alimentarse, regular su temperatura corporal, sirve para su defensa; utilizan el pico para ingerir agua y es importante para el acicalamiento de los mismos. Por ende, si las aves pierden o presentan algún tipo de anomalía en esta estructura, podría presentar problemas como exceso de parásitos externos, deformidades, plumaje deteriorado, imposibilidad temporal de alimentación por sí misma, entre otros (Bardaji, 2016).

2.4.2 Buche

Este órgano cumple la función de almacenar temporalmente el alimento, ablandar al mismo con ayuda de la saliva contribuye a neutralizar patógenos al poseer un ambiente ácido. El buche o ingluvis permite monitorear si el ave ha ingerido alimento y agua, lo que accede a poder controlar su bienestar en general (Zelada, 2018).

2.4.3 Esófago

Bardaji (2016) menciona que el esófago es un tubo elástico que tiene como principal función el transporte y lubricación del alimento al buche, proventrículo y molleja, para que, posteriormente, se dé paso al inicio del proceso de digestión. Además, la dilatación de este órgano en ciertas especies de aves es un indicador de cortejo

2.4.4 Proventrículo

El proventrículo de las aves es conocido como estómago verdadero o glandular que permite el inicio de la digestión química, debido a que su función principal es secretar ácidos digestivos como ácido clorhídrico y diferentes enzimas digestivas como la pepsina que preparan al alimento antes de que llegue a la molleja y puedan ser asimilados (Bardaji, 2016).

2.4.5 Molleja

Este órgano, también llamado estómago muscular, tiene la función de la digestión mecánica, ya que genera presión para reducir el tamaño de las partículas del alimento y mezclar estas partículas más pequeñas con los ácidos digestivos del proventrículo. Además, contribuye a la asimilación de nutrientes, favorece a la regulación del flujo alimenticio de la digestión, previene complicaciones digestivas e interviene como un indicador de la calidad del alimento ingerido (Zelada, 2018).

2.4.6 Intestino delgado

El intestino delgado es un órgano en forma de tubo que se divide en 3 partes: duodeno, yeyuno e íleon; puede llegar a medir aproximadamente 1.5 m de largo. Actúa como área de digestión química e interviene en la absorción de nutrientes como vitaminas, minerales, grasas, carbohidratos, proteínas y agua para el organismo del ave. Así mismo, cumple una función muy importante en el sistema inmunológico por su labor de barrera compuesta por la unión de células epiteliales que restringen el ingreso de patógenos al organismo de los pollos (Ayala, 2020).

2.4.7 Intestino grueso

Es el órgano que va desde la intersección entre los ciegos hasta la abertura externa de la cloaca; su función es la absorción de agua, convierte los residuos de los alimentos líquidos en heces y orina para posteriormente ser eliminadas a través de la cloaca. El intestino grueso también interviene en el sistema inmunológico, ya que posee un área de fermentación microbiana, lo cual es un proceso benéfico para impedir el paso de patógenos al organismo de las aves (Salinas, 2016).

2.4.8 Ciego

El ciego es el órgano que cumple la función de fermentación microbiana y absorción de agua y sales residuales. Está dividido en dos tubos cilíndricos cerrados con un pH ligeramente alcalino de aproximadamente 7.12 (Roa y Merane, 2012).

2.4.9 Cloaca

La cloaca es una cavidad o cámara que está ubicada al final del aparato digestivo, donde salen los conductos finales (heces y uratos) y reproducción como son los huevos. Esta cavidad sirve como un indicador del bienestar de las aves al ser accesible para deducir la salud de la misma y analizar la correcta coloración y consistencia de las heces de las aves (Bardaji, 2016).

2.5 Desarrollo digestivo

El desarrollo digestivo de las aves permite procesar de manera eficiente el alimento. Se caracteriza por un acelerado crecimiento del tracto digestivo, sobre todo en las primeras semanas de vida. Posteriormente, con la alimentación, se continúa desarrollando el tubo digestivo en longitud, peso, vellosidades, criptas y ampliación de enterocitos; de igual manera, existe evolución en las secreciones enzimáticas, pancreáticas e intestinales para lograr una mejor absorción de nutrientes y garantizar un desarrollo adecuado de las aves (Alfaro y Briceño, 2013).

2.5.1 Desarrollo enzimático

Interviene en la digestión y absorción de nutrientes para reducir costos de producción y brindar bienestar general a las aves. Conviene señalar que las reservas enzimáticas del páncreas (lipasa, amilasa, tripsina y quimotripsina) en los primeros días de vida del animal tienen niveles bajos. Sin embargo, durante los primeros siete días, los niveles de secreción aumentan con ayuda de lípidos, carbohidratos y proteínas, que son los que estimulan la secreción (Aldana y Ospina, 2006).

2.5.2 Desarrollo de vellosidades y criptas

Chávez et al., (2016) indican que el desarrollo las vellosidades y criptas es importante para la absorción de nutrientes y la digestión del alimento. Las vellosidades intestinales y criptas presentan un proceso de crecimiento rápido en altura y profundidad, respectivamente, después de la eclosión. El desarrollo finaliza aproximadamente a los 4 o 6 días en el duodeno y posteriormente completa su desarrollo al décimo día en el yeyuno y el íleon.

2.5.3 Desarrollo del enterocito

Los enterocitos son las células más cuantiosas de la mucosa intestinal; están ubicados en la zona superior de las vellosidades intestinales y tienen como principal función la digestión y absorción de nutrientes. También puede ser considerado una barrera intestinal al favorecer el sistema inmunológico al contribuir a la restricción del paso de patógenos como son las bacterias, toxinas, virus, entre otros (Chávez et al., 2016).

2.6 Salud intestinal

Bailey (2015) menciona que el tracto intestinal es de vital importancia para alcanzar los objetivos de interés en producción de carne de pollo; así mismo, obtener buenos resultados con respecto a la rentabilidad. Continuando con este aspecto dicho tracto intestinal es soberanamente susceptible a contraer enfermedades causadas por enterobacterias; por ende, mantener la salud intestinal es muy importante en el sector avícola destinadas a la obtención de este tipo de proteína (Jaurengui y Arteaga, 2016).

2.6.1 Definición del aminoácido

Los aminoácidos son aquellas moléculas orgánicas que conllevan un grupo amino (-NH2) y un grupo carboxilo (-COOH). Son unidades bases de las proteínas que actúan sobre el progreso muscular; forman parte de los tejidos, piel, plumas y tendones. Así mismo, cumplen importantes funciones metabólicas y reguladoras del organismo; además, proceden en la producción de huevos, desarrollo muscular y salud intestinal, debido a que son moléculas que intervienen en la mayoría de los procesos biológicos de los organismos vivos, dentro de las células (ribosomas) (Guitiérrez, 2015).

Lozano (2018) indica que existen varios aminoácidos denominados “esenciales” debido a que estos no logran ser sintetizados por el organismo, por ende, se convierten aminoácidos limitantes en dietas alimenticias destinadas al consumo de aves en producción; estos aminoácidos son conocidos como metionina, lisina, triptófano y treonina los cuales contribuyen a la salud del intestino junto con la estructura de la dieta y aditivos alimentarios. Es necesario resaltar que la metionina mejora la diversidad microbiana, actúa en la síntesis de proteínas, apoya a las bacterias benéficas que forman ácidos grasos de cadena corta, interviene en el desarrollo del sistema digestivo, crecimiento de plumas, producción de huevos y carne, además, reduce el estrés oxidativo.

2.6.2 Clasificación de los aminoácidos

Según Naranjo (2016) los aminoácidos pueden clasificarse en tres grupos:

2.6.2.1 Aminoácidos esenciales. Son aquellas moléculas orgánicas que no pueden ser sintetizadas en el organismo. En consecuencia, deben adquirirse por medio de la una dieta alimenticia. Estas moléculas son lisina, isoleucina, leucina, histidina, metionina, fenilalanina, treonina, valina y triptófano

2.6.2.2 Aminoácidos no esenciales. Son aquellos aminoácidos que como su nombre lo indica no esenciales, lo que quiere decir que sí se sintetizan en el organismo y no necesitan ser suministrados en cualquier tipo de dieta. Estas moléculas son la alanina, asparagina, ácido aspártico y ácido glutámico.

2.6.2.3 Aminoácidos condicionales. Generalmente, son aminoácidos no esenciales. El cuerpo produce este tipo de aminoácidos como la arginina, glutamina, tirosina, glicina, ornitina, prolina y serina; sin embargo, en condiciones de enfermedad y estrés la producción es interrumpida.

2.6.3 Aminoácidos en la alimentación de las aves

Según Bowden et al., (2024) la adicion de aminoácidos en dietas alimenticias de aves de corral tiene efectos positivos en conversión alimenticia, rendimiento del lote, crecimiento y consumo de alimento.

2.6.4 Requerimiento de aminoácidos en aves

Los requerimientos de aminoácidos pueden variar según la raza y la etapa de crecimiento. Sus valores se expresan en aminoácidos totales y/o digestibles (Tabla 1).

Tabla 1

Requerimiento de aminoácidos de pollos broiler (%)

Aminoácidos digestibles	**Iniciador (0 – 8) días**	**Crecimiento (9 – 18) días**	**Finalizador (19 – 28) días**
Lisina	*1.22*	*1.12*	*1.02*
Metionina + Cisteína	*0.91*	*0.85*	*0.80*
Metionina digestible	0,46	0,45	0,42
Treonina	*0.83*	*0.73*	*0.66*
Valina	*0.89*	*0.85*	*0.76*
Isoleucina	*0.77*	*0.72*	*0.67*
Arginina	*1.28*	*1.18*	*1.07*
Triptófano	*0.20*	*0.18*	*0.18*

Fuente: Información del manual Técnico Vantress, (2022)

2.7 Características del aminoácido metionina

La metionina es uno de los aminoácidos esenciales de suma importancia, al ser el primero en la cadena de cualquier proteína. Generalmente, junto con la Lisina, se encuentran como ingrediente limitante en la formulación de dietas alimenticias; por lo tanto, es imprescindible adherirla al alimento. Asume diversas funciones como la síntesis de proteínas, formación de más aminoácidos azufrados como la cistina, participa en la función digestiva y linfática, formación de músculo; además, es un aminoácido de suma importancia para la formación de plumas (García et al., 2017).

La metionina es un potente antioxidante que evita trastornos de piel y uñas, interviene en la descomposición de grasas reduciendo la acumulación de estas en el hígado y arterias lo que podría afectar negativamente en el flujo sanguíneo indispensable en el cerebro, corazón y riñones (Admetlla, 2013). En dietas alimenticias destinados al consumo de aves de corral el uso de metionina produce buenas tasas de crecimiento de (8-12%), menor disposición de grasa y refuerzo de inmunidad (10-15%).

2.7.1 DL-Metionina (polvo)

DL – Metionina 99% es un aminoácido esencial compuesto por 99% de metionina y 1% de agua indispensable en la formación de tejidos y músculos de animales. Además, es utilizado en la

síntesis de vitaminas, como una sustancia enriquecedora para obtener una nutrición eficiente; además, interviene como disolvente del refuerzo nutricional (Budnik, 2016).

Según (Agrofeed, 2017) menciona que, DL-Metionina 99% (polvo) es de textura fina de color blanco, la fórmula química es C5H11NO2S y tiene un peso molecular de 149.21 g/mol. El aminoácido esencial metionina es utilizada por las aves a lo largo de todo su desarrollo.

2.7.2 DL-OH-metionina (líquida)

La presentación líquida de metionina consiste en un 12% de agua y un 88% (65% monómeros, 23% oligómeros) de hidroxianálogo de metionina digestible; la formula molecular es C5H10O3S. Asimismo el estado en el que se encuentra la metionina la convierte en una sustancia fácil de manejar; además, esta fuente sintética de aminoácido esencial desde el punto de vista técnico – económico es muy eficiente con respecto a la relación costo/beneficio para formulación de raciones (Admetlla, 2013).

2.8 Consecuencias del déficit del aminoácido metionina en aves

Según López y Callejo (2016) mencionan que en pollos destinados a la obtención de carne las principales consecuencias de la carencia del aminoácido metionina es la baja tasa de crecimiento, ineficiente conversión alimenticia, bajo rendimiento de pechuga, vulnerabilidad a enfermedades, mala calidad del plumaje y su desarrollo en general.

Por otro lado, en la avicultura de puesta, el déficit de metionina induce a un mal crecimiento de los huevos afectando principalmente su tamaño y peso, mala calidad del plumaje, interrupción de la puesta, entre otros. Un ave con deficiencia de metionina podría presentar un comportamiento caníbal en el lote.

2.9 Marco legal

Esta investigación se fundamenta en normas y estrategias del Estado ecuatoriano, destacando el marco de la Constitución de la República del Ecuador con el artículo 281, que establece la soberanía alimentaria como un objetivo estratégico y una obligación del Estado para que los ecuatorianos tengan alimento permanente y apropiado para vivir. En este contexto se promueve el desarrollo de la investigación científica y de la innovación tecnológica adecuadas para garantizar la soberanía alimentaria en el país (Constitución de la República del Ecuador, 2008). Además, se apoya en las Buenas Prácticas Avícolas (BPA) de Agrocalidad, especialmente en las BPA de alimentación, sanidad y bioseguridad, debido a que el estudio prioriza la nutrición, sanidad, bajos

niveles de estrés y prevención de enfermedades para mejorar el rendimiento, calidad, inocuidad y sostenibilidad de la producción de alimentos en el Ecuador.

Con respecto a las directrices del Plan Nacional de Desarrollo "Ecuador No Se Detiene" 2025-2029, se relaciona directamente con el eje económico para fomentar la productividad y que emprendedores y pequeñas empresas tengan u ofrezcan empleos y salarios dignos para los ecuatorianos. Además, se vincula con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular con el objetivo 2: Poner fin al hambre o hambre cero al crear alternativas para mejorar la actividad avícola y, por lo tanto, contribuye a la producción de alimentos sanos y seguros para la población. El hambre limita el desarrollo humano; por ende, la investigación propone garantizar la seguridad alimentaria y el desarrollo humano con el objetivo de lograr un mundo más inclusivo y sostenible (ODS, 2024).

CAPÍTULO III
MATERIALES Y MÉTODOS

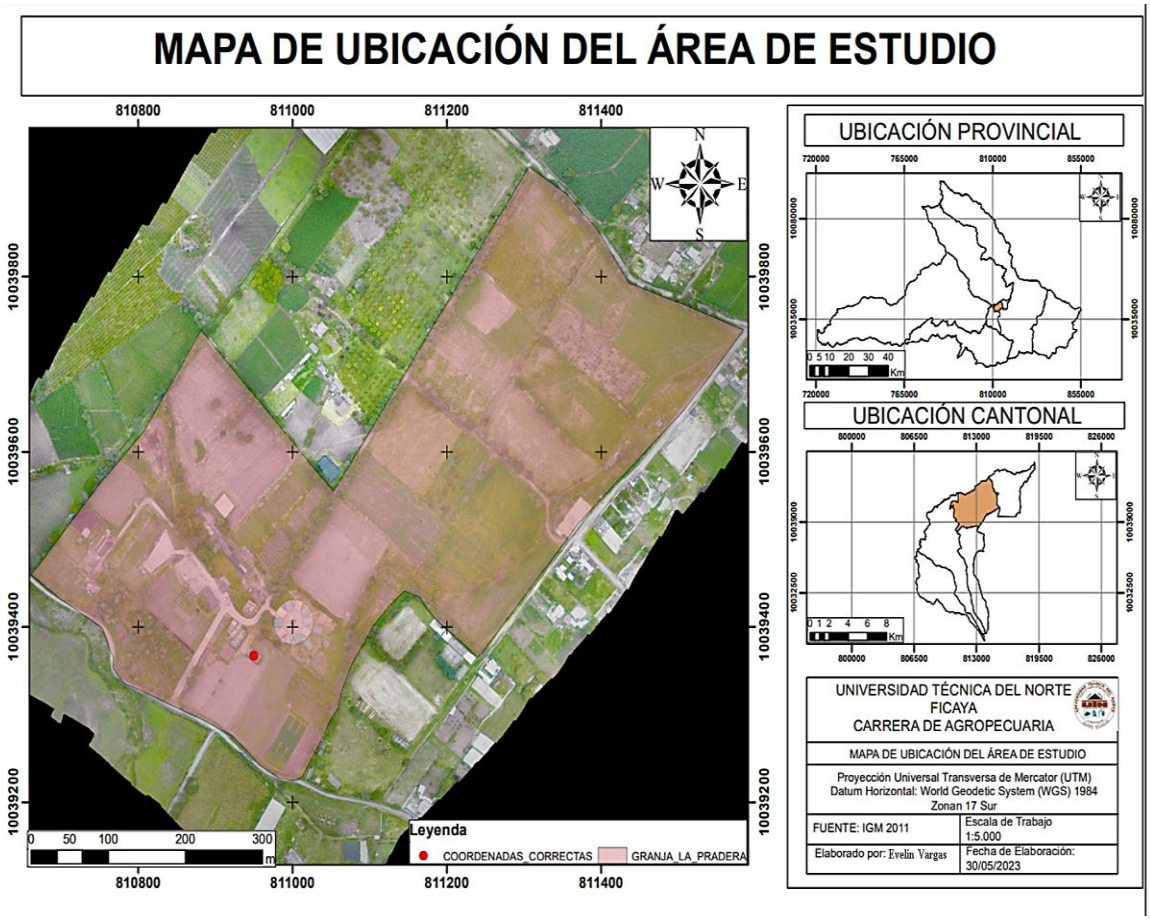
3.1 Caracterización del área de estudio

3.1.1 Ubicación

La presente investigación se desarrolló en la Granja Experimental "La Pradera" (Figura 5) propiedad de la Universidad Técnica del Norte, provincia de Imbabura, sitio donde se dispone de un galpón dedicado a la explotación de pollos con un área de 160 $m^{2.}$

Figura 5

Mapa de Ubicación del Experimento



Fuente: Instituto Geográfico Militar [IGM], (2022).

3.1.2 Características climáticas de la granja experimental "La Pradera"

En la Tabla 2 se describen las características geográficas de la Granja Experimental "La Pradera".

Tabla 2

Características geográficas del área de estudio

Ubicación	Descripción
Provincia	Imbabura
Parroquia	San José de Chaltura
Cantón	Antonio Ante
Lugar	Granja experimental “La pradera”
Altitud	2 267 msnm
Longitud	78º 12´15.02´´Oeste
Coordenadas	X: 811226 Este; Y: 10039727 Norte
Latitud	00º21´32.31´´Norte

Fuente: Informaciòn obtenida del GAD Municipal de Antonio Ante, (2020)

En la Tabla 3 se describen las características climáticas la Granja Experimental “La Pradera”.

Tabla 3

Características climáticas del área de estudio

Datos	Granja experimental “La Pradera”
Clima	Subhúmedo temperado
Temperatura media anual	15.4 °C
Temperatura máxima	22.5°C
Temperatura mínima	7.9°C
Pluviosidad	600 – 800 mm
Precipitación media anual	500 - 750 mm
Humedad relativa	70%

Fuente: Informaciòn obtenida del GAD Municipal de Antonio Ante, (2020)

3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas

La Tabla 4 muestra la lista de los materiales, equipos, alimento, herramientas e insumos que se utilizaron para desarrollar esta investigación.

Tabla 4

Materiales, equipos, insumos, herramientas y alimento

Material biológico	Equipos	Insumos	Herramientas
96 pollos Cobb 500	4 calentadoras de gas	Amonio cuaternario 5ta generación	Atomizador
Aminoácido Metionina (polvo) y Metionina (líquida)	Termómetro ambiental		Lanza llamas
Vacunas Newcastle +Bronquitis y Gumboro	Balanza	Cal	Escoba
Vitaminas del complejo B	Computadora	Viruta de madera	Cilindros de gas
	Cámara digital	Dieta 1 de inicio	Sarán
	Calculadora	Dieta 2 de crecimiento	Bomba de mochila
	Mezcladora	Dieta 3 de engorde	Probeta de 1000 ml
		Agua	Manguera de gas
			Válvulas de gas
			Tiras de madera
			Comederos
			Bebederos
			Jarras de plástico
			Materiales de oficina
			Jaulas de madera

3.3 Métodos

El presente estudio es de tipo experimental. A continuación, se detallan los procedimientos y metodologías empleadas para la obtención, análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

3.3.1 Factor en estudio.

En el presente trabajo de investigación se toma en cuenta dos factores de estudio, la fuente del aminoácido metionina y el género de las aves.

3.3.2 Niveles

Los niveles que se evaluaron en el presente estudio se describen en la Tabla 5.

Tabla 5

Descripción de los niveles en estudio

Niveles	Descripción	Código
N1	Metionina /polvo/ % en la dieta (machos/hembras)	B3N1H, B3N1M, B2N1H, B2N1M, B1N1H, B1N1M
N2	Metionina/líquida/% en el agua de bebida (machos/hembras)	B3N2H, B3N2M, B2N2H, B2N2M, B1N2H, B1N2M

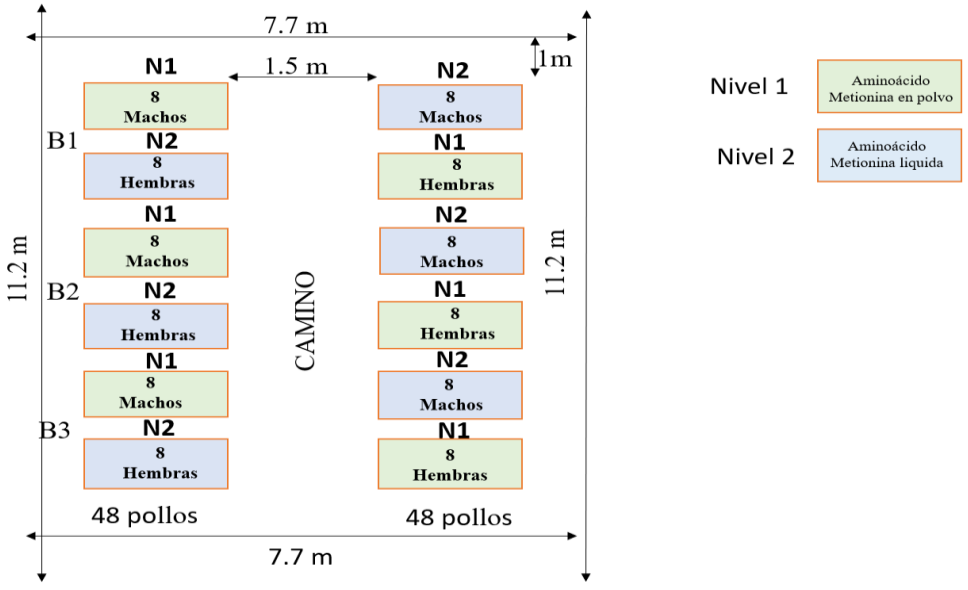
Nota: N1= Nivel con metionina en polvo, N2= Nivel con metionina líquida, B1= Bloque 1, B2= Bloque 2, B3= Bloque 3, H= Hembras, M= Machos.

3.3.3 Diseño experimental.

El diseño experimental que se utilizó en la presente investigación es un diseño en bloques completos al azar (DBCA) con parcelas divididas en tres bloques, dos niveles, 12 unidades experimentales con 8 machos y 8 hembras, respectivamente (Figura 6).

Figura 6

Esquema del diseño experimental en bloques completamente al azar con parcelas divididas



3.3.4 Características del experimento.

La investigación se estableció en una superficie de 86.24 m^2, con un total de 12 unidades experimentales. La Tabla 6 indica las características del experimento.

Tabla 6

Características del experimento

Características	Datos
Área total del experimento	37.8 m^2
Largo	11.2 m
Ancho	7.7 m
Bloques	3
Niveles	2
Unidades Experimentales (UE)	12
Número total de aves	96
Número total de aves macho	48
Número total de aves hembra	48

3.3.5 Características de la unidad experimental

La unidad experimental se conformó por la jaula dentro del área experimental "galpón". Las características se detallan en la Tabla 7 y la Figura 7.

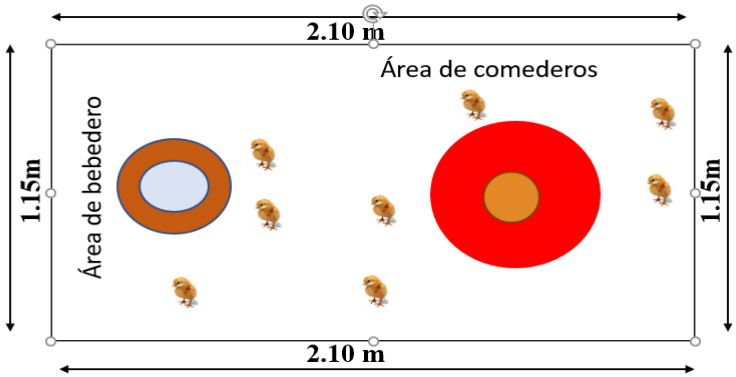
Tabla 7

Características de la unidad experimental

Datos	Medidas
Área de la unidad experimental (UE)	2.41m^2
Dimensión de la UE	2.10m x 1.15m
Número de aves por UE	8
Número de aves macho por UE	8
Número de aves hembra por UE	8

Figura 7

Esquema de la unidad experimental



3.3.6 Análisis estadístico.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa Infostat versión 2020. El estudio tuvo un diseño en bloques completamente al azar con parcelas divididas. Para evaluar la significancia estadística de las diferentes variables sobre los parámetros productivos de los pollos Cobb 500 se utilizó el análisis de varianza (ADEVA) y la prueba de medias LSD Fisher al 5% (p=0.05).

3.4 Elaboración del balanceado

Se formularon tres dietas experimentales utilizando metionina en polvo (Anexo 1) y metionina líquida (Anexo 2), tomando como base los requerimientos nutricionales de los pollos de engorde en sus fases de inicio, crecimiento y engorde. En ambos tratamientos se emplearon los mismos ingredientes para la elaboración del alimento balanceado; la única variación entre las dietas correspondió a la fuente de metionina, así como al ajuste en las proporciones de los ingredientes en función de la edad y etapa productiva de las aves.

Asimismo, en los Anexos 3, 4 y 5 se detalla la cantidad de alimento a elaborar para cada etapa. Los cálculos se realizaron con base en el manual de manejo de pollos broiler Cobb, con el fin de determinar la cantidad de alimento balanceado a suministrar según la fase productiva.

Las dietas se distribuyeron de la siguiente manera:

1. Dieta inicial para pollos broiler Cobb de 0 a 14 días.
2. Dieta de crecimiento para pollos broiler Cobb de 15 a 30 días.
3. Dieta de engorde para pollos broiler Cobb de 31 a 42 días.

3.5 Variables evaluadas

Las variables evaluadas para la presente investigación fueron las que se indican a continuación:

3.5.1 Consumo de alimento (g).

El consumo de alimento alimento es un valor que se evaluó por medio del registro diario de la cantidad de alimento suministrado menos el desperdicio por cada unidad experimental (UE). Al final del día, con ayuda de una balanza digital se registró la cantidad de alimento suministrado y el sobrante del mismo por UE. Según (Roldán, 2019) menciona que, el consumo de alimento (kg) es el valor final de la suma de los consumos diarios. Con los resultados obtenidos se calculó el consumo acumulado de la semana que posteriormente se dividió entre el número de animales por unidad experimental dando como resultado el consumo promedio de alimento/animal/semana. Este proceso se lo realizó en toda la fase de producción, con la siguiente ecuación.

$$\boldsymbol{C}.\boldsymbol{A}.\,\mathrm{g} = \boldsymbol{A}.\boldsymbol{S}\mathrm{g} - \boldsymbol{A}.\boldsymbol{R}\,\mathrm{g} \tag{1}$$

(C.A.g) = Es la cantidad de alimento consumido expresado en gramos

(A.S.g) = Es la cantidad de alimento suministrado expresado en gramos

(A.R.g) = Es la cantidad de alimento sobrante expresado en gramos.

$$C.A. = \frac{\text{Alimento consumido (g)}}{\#\text{ de pollos}} \tag{2}$$

(C. A.) = Consumo de alimento promedio/animal

3.5.2 Ganancia de peso (g).

La ganancia de peso es la diferencia entre el peso inicial y el peso final. Esta actividad se realizó semanalmente, registrando el peso de todos los animales vivos (machos y hembras) de cada unidad experimental mediante una balanza digital. Por consecuente, la ganancia de peso se obtuvo mediante la resta del peso inicial menos el peso final, los datos obtenidos se expresaron en gramos (g) y fueron registrados en el cuaderno de campo para su posterior análisis. Este proceso se desarrolló en toda la fase de producción (7 semanas), con la siguiente ecuación.

$$\mathbf{G.P.}\,\mathrm{g} = \boldsymbol{P}.\boldsymbol{F}\,\mathrm{g} - \boldsymbol{P}.\boldsymbol{I}\,\mathrm{g} \tag{3}$$

(G.P.g) = Es el valor de la ganancia de peso expresado en gramos

(P.F.g) = Es el valor del peso final expresado en gramos

(P.I.g) = Es el valor del peso inicial expresado en gramos

3.5.3 Conversión alimenticia

La conversión alimenticia es la relación entre el alimento consumido/ave en un cierto tiempo sobre el peso incrementado en el mismo tiempo. Para su determinación, fue necesario el registro del consumo de alimento semanal y los respectivos pesos corporales de las aves por cada unidad experimental.

El valor obtenido representó el factor que indica la proporción de alimento requerido para obtener una unidad de masa corporal (carne). Este proceso se llevó a cabo con la siguiente ecuación.

$$C.A. = \frac{\text{Alimento consumido/pollo}}{\text{Peso promedio incrementado}} \quad (4)$$

(C.A.) = Índice de conversión alimenticia

3.5.4 Rendimiento a la canal (%)

Conocer el rendimiento a la canal es muy importante, debido a que permite determinar la cantidad total de carne de pollo aprovechable y vendible expresada en porcentaje (%). En el presente estudio para el cálculo de esta variable se procedió al final del periodo de engorde (49 días). Para ellos, se seleccionaron al azar cuatro pollos de cada unidad experimental con su respectivo Nivel.

Para determinar el rendimiento a la canal (%) se tomó los datos de peso vivo (g)/animal, y posteriormente, los cuatro pollos antes seleccionados fueron sacrificados, procediendo a la eliminación de plumas, sangre, cabeza, cuello, patas y vísceras. Entonces, se procedió a dividir el peso del animal sacrificado entre el peso de los mismos animales en pie, y multiplicando el resultado por 100. Con ayuda de la siguiente formula se determinó el rendimiento a la canal en %.

$$\text{RC\%} = \frac{\text{Peso del animal sacrificado}}{\text{Peso del animal en pie}} \text{ X } 100 \quad (5)$$

(R.C.%.) = Rendimiento a la canal expresado en %.

3.5.5 Beneficio/Costo

La relación Beneficio/Costo (B/C) permite identificar el grado de eficiencia con que se emplean los fondos económicos, así como conocer cuál es el nivel más rentable. Este proceso se llevó a cabo con la siguiente ecuación.

$$\text{Relación Beneficio/Costo} = \frac{\text{Valor actual de ingresos}}{\text{Valor actual de egresos}} \quad (6)$$

3.6 Costos de la investigación

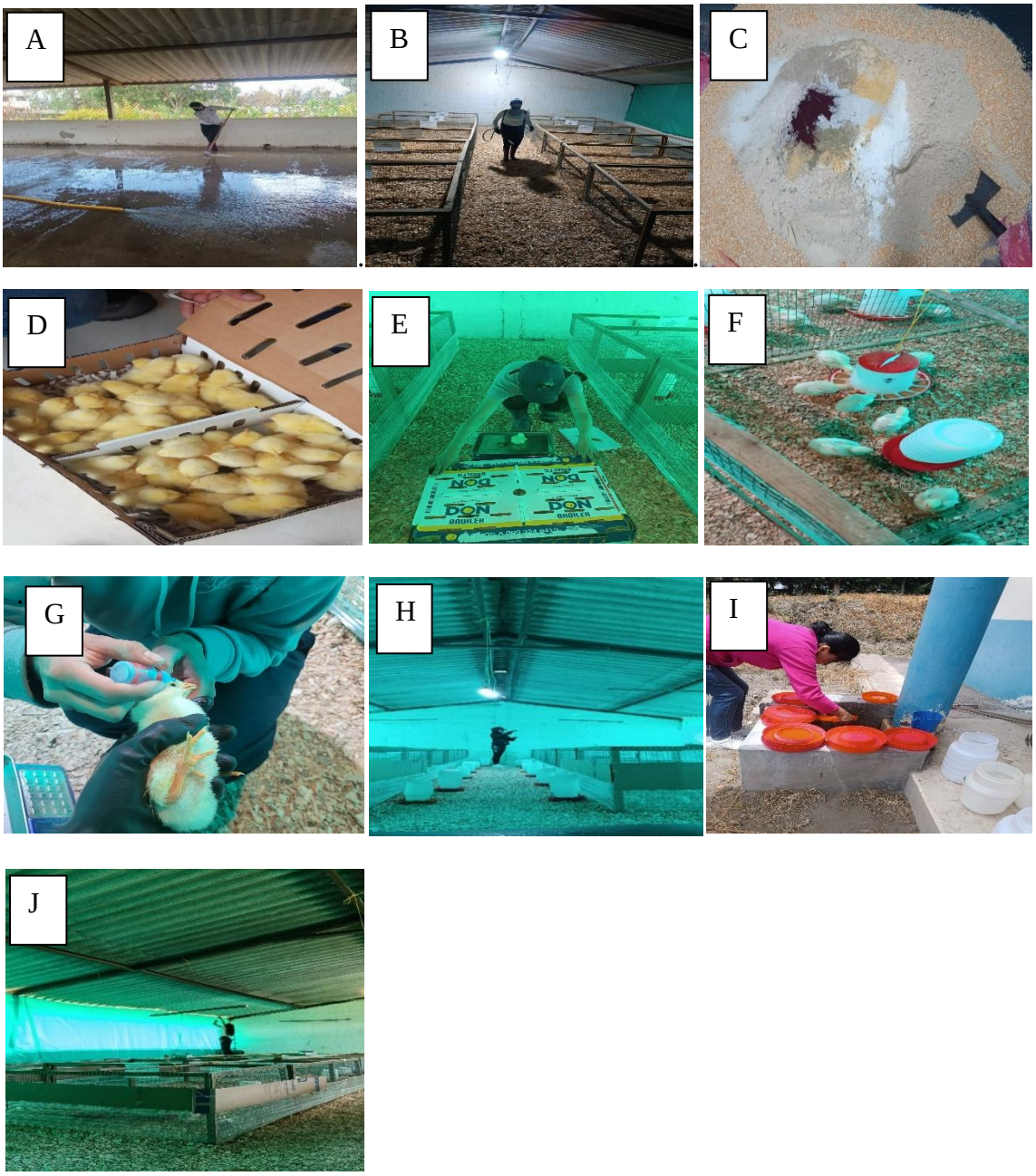
El Anexo 6 muestra los costos para la presente investigación los cuales ascienden a $1 491.96 de los cuales el estudiante aportó con $1 291.96 y el valor restante se asume al uso del galpón $200, en este caso es propiedad de la Universidad Técnica del Norte.

3.7 Manejo específico del experimento

Para el presente estudio experimental se emplearon los manuales técnicos de crianza de pollos de engorde Cobb - 500, los cuales establecen las recomendaciones sobre el consumo de alimento, registro de pesos, conversión alimenticia, consumo de agua, ventilación, instalaciones, entre otros parámetros necesarios para un adecuado desarrollo de los pollitos. Esto permitió registrar datos fundamentales que permitieron evaluar los parámetros productivos de las aves (Figura 8).

Figura 8

Actividades realizadas en la experimentación



Nota: Actividades realizadas durante la fase de estudio: A): Limpieza del galpón, B): Desinfección y adecuación del área experimental, C): Elaboración de dietas, D): Recepción de los pollitos, E): Monitoreo y registro del peso inicial de los pollos, F): Alimentación y suministro de agua, G): Vacunación vía ocular, H): Toma de datos, I): Manejo y limpieza, J): Control de luz, temperatura y ventilación.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

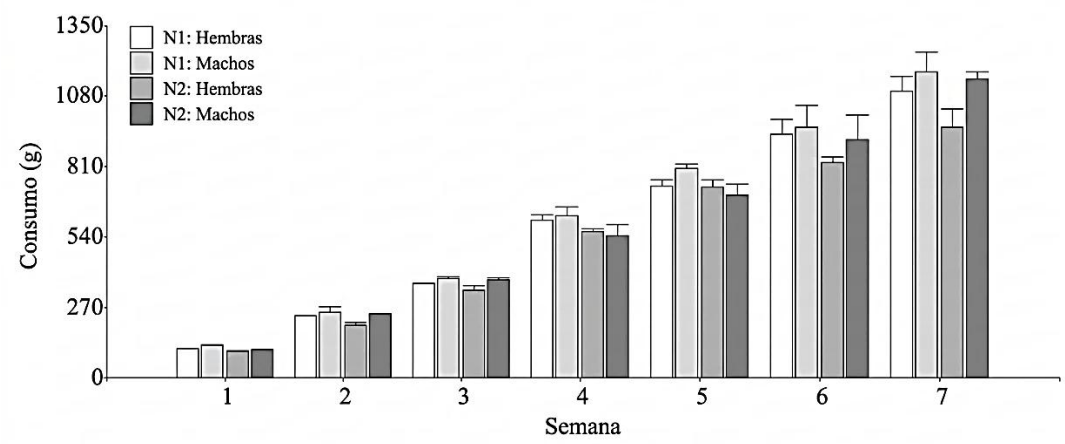
En el presente capítulo se muestran los resultados de la investigación sobre la utilización de metionina en pollos Cobb 500, las variables estudiadas incluyen: consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, el rendimiento a la canal y beneficio-costo.

4.1 Consumo de alimento (g)

El resultado del análisis de varianza de la variable consumo de alimento indica que la ingesta de los pollos dependería de los factores como semana ($p<0.0001$), nivel ($p<0.0001$) y género ($p<0.0001$).

Figura 9

Resultados del consumo de alimento (g) con la incorporación de metionina en polvo y líquida en pollos Cobb 500



El factor semana presentó diferencias significativas, lo que indica que el consumo de alimento se incrementó progresivamente a lo largo del ciclo productivo. Como se observa en la Figura 9, en la semana uno el N1 (metionina en polvo) presentó un mayor consumo en comparación con N2 (metionina líquida), tanto en hembras (N1:111,23 vs N2: 101,63 gramos), como en machos (N1: 124,97 gramos vs N2: 103,30 gramos). Estas diferencias representan un incremento del 9,44 % en hembras y del 20,98 % en machos.

A partir de la semana dos hasta la semana siete, se mantuvo una tendencia general; en la que el N1 presentó un mayor consumo de alimento en comparación con N2 en ambos sexos. Las diferencias más marcadas se observaron en las semanas dos, cinco y seis, donde el consumo en N1 superó al

N2 en valores que oscilaron entre aproximadamente 13 % y 17 % en hembras, mientras que en machos las diferencias alcanzaron hasta un 14 %.

En las semanas tres y cinco, las diferencias entre niveles fueron menores, evidenciando una estabilización en el consumo, especialmente en machos, donde los valores fueron muy similares entre niveles. Sin embargo, en la semana cuatro se evidenció nuevamente una ventaja del N1, particularmente en machos, con diferencias cercanas al 14 %.

Finalmente, en la semana siete se registraron los valores más altos de consumo, manteniéndose la tendencia a favor del N1, con diferencias de 14,53 % en hembras y 2,35 % en machos, lo que confirma que este nivel promovió una mayor ingesta de alimento durante todo el ciclo productivo.

Estos resultados son confirmados por Aviagen (2018), quienes señalan que los pollos de engorde Cobb 500 pueden incrementar el consumo de alimento hasta más de 10 veces entre la primera y última semana de vida. En este estudio, el consumo fue de 110,63 gramos (Semana 1) a 1 093,42 gramos (Semana 7); evidenciando un patrón fisiológico normal acorde con el crecimiento y desarrollo de las aves. Este comportamiento también se ve reflejado en el estudio de Castillo (2025), quien, al evaluar el uso de metionina en pollos de engorde Cobb 500, reporta que el consumo de alimento se incrementa aproximadamente diez veces desde el inicio hasta el final del ciclo productivo, evidenciando un incremento progresivo acorde con la fisiología del ave.

Diversos estudios han evaluado el efecto de la metionina en distintas presentaciones. Liu et al. (2020) reportaron que diferentes fuentes de metionina, como la DL-metionina y la DL-HMTBa, pueden generar variaciones en el consumo de alimento entre el 1 % y el 6 %, lo que coincide con los resultados obtenidos en machos en el presente estudio. Sin embargo, diferencias superiores al 10 %, como las observadas en hembras, sugieren una mayor sensibilidad fisiológica o variaciones en la eficiencia de utilización del aminoácido.

Miah et al. (2022) mencionan que la DL-metionina es la fuente más utilizada debido a su alta pureza, lo que permite una mezcla más homogénea en las dietas y una mayor disponibilidad inmediata para los procesos metabólicos. En contraste, la DL-HMTBa, aunque es una alternativa ampliamente empleada, requiere una conversión metabólica previa a su forma activa, lo que puede reducir su biodisponibilidad relativa y afectar la eficiencia de utilización del nutriente. En este sentido, Stokvis et al. (2021) señalan que la alta pureza de la DL-metionina optimiza el uso de la

energía metabólica en las aves, lo que se traduce en un mejor aprovechamiento de los nutrientes y en un comportamiento de consumo más estable, lo cual explica las diferencias observadas entre niveles en el presente estudio.

El factor género presenta también diferencias significativas, evidenciando que los machos consumen más alimento que las hembras en todas las semanas evaluadas. Este comportamiento se puede observar en la Figura 9, donde los valores de consumo en machos superan considerablemente a los de las hembras e independientemente de cada nivel.

Los resultados obtenidos indican que el consumo de alimento estuvo influenciado por la fuente de metionina utilizada y por las diferencias fisiológicas propias del sexo de las aves. La metionina es considerada el primer aminoácido limitante en dietas para pollos de engorde y participa directamente en la síntesis de proteínas, el metabolismo energético y el desarrollo muscular. Cuando este aminoácido se encuentra disponible en cantidades adecuadas, favorece una mejor utilización de los nutrientes consumidos, permitiendo que las aves mantengan un adecuado crecimiento sin necesidad de incrementar excesivamente el consumo de alimento (Lemme et al., 2020).

Por otra parte, las diferencias entre machos y hembras pueden atribuirse a factores fisiológicos relacionados con la velocidad de crecimiento y los requerimientos nutricionales. Los machos presentan una mayor tasa de deposición de proteína muscular y mayores requerimientos de nutrientes para sostener su crecimiento acelerado, lo que generalmente se acompaña de un mayor consumo voluntario de alimento. En contraste, las hembras suelen presentar un crecimiento más moderado y una mayor tendencia a la deposición de grasa corporal, factores que pueden influir sobre los patrones de consumo observados durante el ciclo productivo (Toghyani et al., 2021).

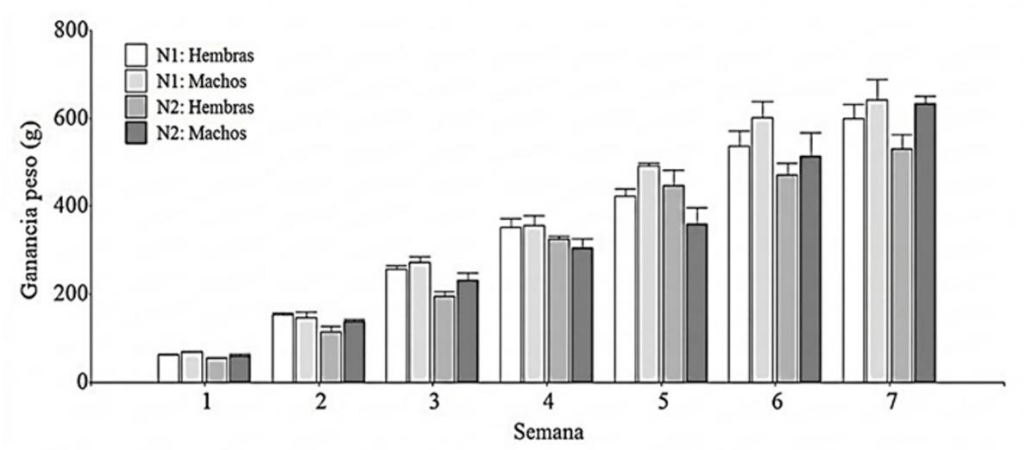
En términos generales, los resultados sugieren que las dos fuentes de metionina permitieron satisfacer los requerimientos nutricionales de las aves; sin embargo, las diferencias observadas en el consumo de alimento podrían estar relacionadas con la eficiencia metabólica de cada fuente y con la capacidad de los pollos para transformar los nutrientes consumidos en crecimiento corporal y producción de tejido muscular.

4.2 Ganancia de peso (g)

Los resultados del análisis de varianza refleja que hubo interacción entre los factores semana, nivel y el género de las aves (p=0.0408), así como la interacción entre semana y nivel (p=0.0006), lo que indica que la ganancia de peso está dada por la interacción de los factores antes descritos.

Figura 10

Resultados de la ganancia de peso (g) con la incorporación de metionina en polvo y líquida en pollos Cobb 500



En la Figura 10 se observa que la ganancia de peso presentó un incremento progresivo a lo largo del ciclo productivo, alcanzando los valores más altos en la semana siete. De manera general, el N1 mostró un mejor desempeño productivo en comparación con el N2 en los dos sexos. En la semana uno se evidenció que tanto machos como hembras del N1 presentaron una mayor ganancia de peso en comparación con el N2, marcando desde el inicio una tendencia favorable hacia este nivel. Los machos del N1 alcanzaron 68,53 gramos, superando al N2 en un 2,67 %. De igual manera, las hembras del N1 presentaron 62,50 gramos, superando al N2 en 11,31 %.

En la semana dos se mantuvo el mismo comportamiento, el N1 continuó superando al N2 en ambos sexos, reflejando una respuesta positiva temprana a este nivel. En este caso, las hembras del N1 registraron 154,80 gramos, superando al N2 en un 25 %; y los machos presentaron 148,37 gramos, superando al N2 en un 6 %. De igual manera, en las semanas tres y cuatro se observó una mayor ganancia de peso en el N1 con respecto al N2, tanto en machos como en hembras, aunque con diferencias menos marcadas.

En la semana cinco se evidenció un comportamiento diferencial entre sexos. Los machos del N1 presentaron una mayor ganancia de peso, alcanzando 491,30 gramos y superando al N2 en 26,5%.

Sin embargo, en hembras se observó un comportamiento inverso, donde el N2 alcanzó 447,10 gramos, superando al N1 en 5,45 %. En la semana seis se retomó la tendencia favorable al N1 en ambos sexos. Los machos registraron 601,63 gramos, superando al N2 en 14,50 %, mientras que las hembras alcanzaron 536,50 gramos, superando al N2 en 12 %.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Liu et al. (2020), quienes señalan que la DL-metionina presenta una ligera superioridad en comparación con otras fuentes, con incrementos en la ganancia de peso que oscilan entre 1 % y 3 %, dependiendo de la fase productiva y las condiciones de manejo. Asimismo, Wen et al. (2017) indican que la suplementación con metionina mejora el rendimiento productivo, especialmente en las etapas finales, donde la demanda de aminoácidos es mayor.

Finalmente, en la semana siete se registraron las mayores ganancias de peso del estudio. Los machos del N1 alcanzaron 642,63 gramos, superando a los machos del N2 en 1,49 %, mientras que las hembras del N1 registraron 600,23 gramos, superando a sus congéneres del N2 en 11,20 %, confirmando la superioridad del N1 hacia el final del ciclo productivo. Por otro lado, no se evidenciaron diferencias estadísticas entre los grupos N1 (machos y hembras) y el N2 en machos, lo que indica un comportamiento productivo similar entre estos niveles. Sin embargo, numéricamente los machos presentaron las mayores ganancias de peso del estudio, reflejando una mayor eficiencia fisiológica en la deposición de tejido corporal.

Zhang et al. (2021) indican que las diferencias observadas entre sexos pueden atribuirse a factores fisiológicos propios de cada género. Los machos presentan una mayor velocidad de crecimiento, mayor capacidad de deposición de proteína muscular y una utilización más eficiente de los nutrientes destinados a la formación de tejido magro. En consecuencia, responden de manera más favorable a la suplementación con metionina durante las etapas de crecimiento acelerado, lo que explica las mayores ganancias de peso registradas en comparación con las hembras.

Esta respuesta está asociada a que la metionina desempeña un papel fundamental en el crecimiento de los pollos de engorde, ya que constituye el primer aminoácido limitante en dietas basadas en maíz y soya. Además de participar directamente en la síntesis de proteínas musculares, interviene en la formación de creatina, poliaminas y compuestos sulfurados esenciales para el desarrollo corporal y la ganancia de peso de las aves (Toghyani et al., 2021). En términos generales, los

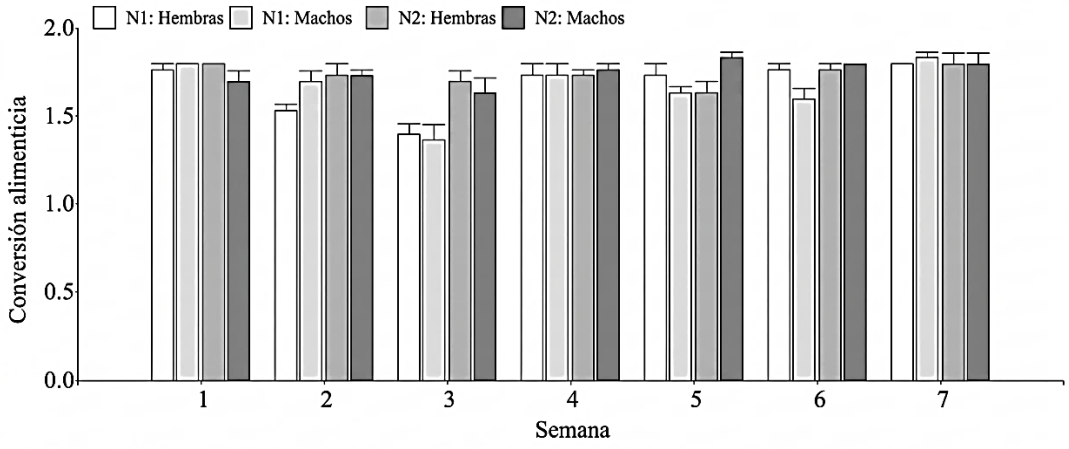
resultados obtenidos demuestran que ambas fuentes de metionina contribuyeron al incremento del peso corporal**.**

4.3 Índice de conversión alimenticia

El análisis de varianza con respecto a la variable en índice de conversión alimenticia indica que existe interacción entre los factores semana, nivel y género (p=0.0182), así como la interacción semana y nivel (p=0.0009). Esto significa que el índice de conversión alimenticia varió dependiendo de la semana de evaluación, la fuente de metionina utilizada y el sexo de las aves. Por lo tanto, la respuesta de los niveles evaluados no fue igual durante todo el ciclo productivo.

Figura 11

Resultados de conversión alimenticia con la incorporación de metionina en polvo y líquida en pollos Cobb 500.



Como se puede observar en la Figura 11, el índice de conversión alimenticia presentó variaciones a lo largo del ciclo productivo en función de la semana, el nivel evaluado y el sexo de las aves. Los valores oscilaron entre 1,37 y 1,83, evidenciando cambios progresivos durante las distintas etapas de crecimiento, lo cual coincide con el comportamiento fisiológico esperado en pollos de engorde Cobb 500.

En la semana uno, los machos del N1 y las hembras del N2 presentaron un índice de 1,80, mientras que las hembras del N1 registraron 1,77 y los machos del N2 un valor de 1,70. Esto evidenció una mejor conversión alimenticia en las hembras del N1 respecto al N2, con una diferencia de 1,67 %, y en los machos del N2 frente al N1, con una diferencia de 5,56 %. En la semana dos, el N1 registró índices de 1,70 en machos y 1,53 en hembras, mientras que en el N2 tanto machos como hembras presentaron un índice de 1,73. En hembras, el N1 mostró una conversión alimenticia más favorable

con una diferencia de 11,56 % respecto al N2, mientras que en machos la diferencia fue de 1,73 %. En comparación con la semana uno, las hembras del N1 presentaron una mejora en la conversión alimenticia del 13,56%, evidenciando un mejor aprovechamiento del alimento.

En estas etapas iniciales, el aprovechamiento del alimento suele presentar mayor variabilidad debido a la adaptación fisiológica y al establecimiento del crecimiento corporal. Wen et al. (2017) mencionan que, durante las primeras semanas de vida, las aves destinan una proporción importante de nutrientes al desarrollo de órganos y tejidos básicos, lo que puede influir temporalmente sobre la eficiencia alimenticia. Así mismo, Yuqin Wu et al. (2020) reportaron que las fuentes líquidas de metionina pueden favorecer temporalmente el consumo y la acidificación intestinal en etapas tempranas, mejorando ligeramente la utilización inicial de nutrientes en pollos Cobb 500.

En la semana tres, el N1 registró los índices más favorables del experimento, donde las hembras presentaron un valor de 1,40 y los machos de 1,37. En contraste, el N2 registró índices de 1,70 en hembras y 1,63 en machos, evidenciando una mejor conversión alimenticia del N1 de 17,64% en hembras y 15,95% en machos con respecto al N2. Comparado con la semana dos, los machos del N1 mejoraron su índice de conversión alimenticia en 19,41%, mientras que en las hembras la mejora fue de 8,50%, confirmando un mejor aprovechamiento del alimento durante la fase intermedia del crecimiento.

Este resultado coincide con lo reportado por Liu et al. (2020), quienes indican que la DL-metionina sólida presenta una disponibilidad metabólica más rápida que la DL-HMTBa líquida, debido a que esta última requiere procesos adicionales de conversión antes de ser utilizada por el organismo. Como consecuencia, la DL-metionina puede generar respuestas más eficientes en variables productivas, especialmente durante las fases de crecimiento acelerado. En este sentido, Lemme et al. (2021) señalan que la metionina participa activamente en la síntesis de proteínas y en diversos procesos metabólicos relacionados con el crecimiento y la deposición de tejido muscular. Por ello, la mejor conversión alimenticia observada en determinados períodos con la suplementación de DL-metionina en polvo podría estar asociada a una utilización más eficiente de los nutrientes consumidos, favoreciendo la formación de tejido corporal y optimizando el aprovechamiento del alimento. Asimismo, Zhang et al. (2021) señalan que los machos poseen una mayor capacidad de deposición de proteína muscular y una tasa de crecimiento más acelerada, favoreciendo un uso más eficiente del alimento durante las etapas de crecimiento intensivo.

En la semana cuatro, el índice fue de 1,73 para machos y hembras del N1, así como para las hembras del N2, mientras que los machos del N2 registraron un valor de 1,77, evidenciando una mejor conversión alimenticia del N1 de 2,26 % respecto al N2. En comparación con la semana tres, se observó un incremento cercano al 20 % en ambos niveles, indicando una menor eficiencia alimenticia conforme avanzó el ciclo productivo. Para la semana cinco, los machos del N1 presentaron una mejor conversión alimenticia con un índice de 1,63 frente al 1,83 registrado en el N2, evidenciando una diferencia favorable del 10,92 %. Sin embargo, en hembras ocurrió un comportamiento inverso, donde el N2 registró un índice de 1,63 frente a 1,73 del N1, mostrando una mejor eficiencia alimenticia del 5,78 % respecto al N1.

En la semana seis, las hembras del N1 y N2 presentaron un índice similar de 1,77. En machos, el N1 registró un índice de 1,60, mientras que el N2 presentó 1,80, evidenciando una mejor conversión alimenticia del N1 de 11,11 % respecto al N2. Comparado con la semana cinco, los machos del N1 mostraron una ligera mejora en la conversión alimenticia de 1,84 %, mientras que en el N2 la variación fue mínima con 1,64 %.

Finalmente, en la semana siete las hembras del N1 y N2 registraron índices de 1,80. En machos, el N2 presentó un índice de 1,80 y el N1 alcanzó 1,83, mostrando una diferencia mínima de 1,64 %, lo que evidencia un comportamiento similar entre niveles durante la etapa final del crecimiento. En comparación con la semana seis, los índices mostraron un ligero incremento en ambos niveles, indicando una menor eficiencia alimenticia en las aves de mayor edad. Toghyani et al. (2021) explican que este comportamiento ocurre debido al incremento de los requerimientos de mantenimiento corporal y a una menor eficiencia metabólica, donde una mayor proporción del alimento consumido se destina al sostenimiento fisiológico y no exclusivamente a la ganancia de tejido muscular.

En términos generales, los resultados obtenidos evidencian que la fuente de metionina influyó sobre la eficiencia de utilización del alimento a lo largo del ciclo productivo, observándose una respuesta más favorable con la suplementación de DL-metionina en polvo durante las etapas de mayor crecimiento. Aunque las diferencias entre niveles no fueron constantes en todas las semanas evaluadas, el N1 presentó los índices de conversión más eficientes del estudio, especialmente en la fase intermedia de desarrollo. Esto sugiere que una adecuada disponibilidad de metionina favorece el aprovechamiento de los nutrientes consumidos y contribuye a optimizar el desempeño

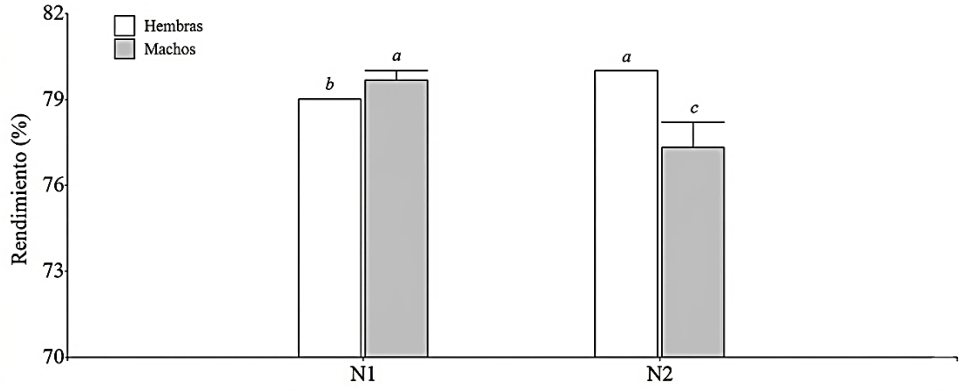
productivo de los pollos Cobb 500. Sin embargo, la respuesta observada estuvo condicionada por la semana de evaluación y el sexo de las aves, lo que confirma la existencia de una interacción entre estos factores y demuestra que la eficiencia alimenticia es el resultado de la combinación entre nutrición, fisiología y potencial genético de crecimiento.

4.4 Rendimiento a la canal

Los resultados del análisis de varianza, correspondientes a la variable rendimiento a la canal (%) muestran que existe interacción entre nivel y género (p=0.0123). Esto significa que el efecto de la fuente de metionina sobre el rendimiento a la canal fue diferente en machos y hembras, evidenciando que cada sexo respondió de manera distinta a los niveles evaluados.

Figura 12

Resultados del rendimiento a la canal (%) con la incorporación de metionina en polvo y líquida en pollos Cobb 500.



Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que el efecto de la fuente de metionina sobre el rendimiento a la canal no fue uniforme entre machos y hembras. Como se observa en la Figura 12, en el N1 los machos registraron un rendimiento a la canal de 79,76%, mientras que las hembras alcanzaron 79%. Estadísticamente ambos niveles comparten el rango A, lo que indica que no existe diferencias significativas; sin embargo, numéricamente, los machos superaron a las hembras en 0,76% evidenciando una ligera ventaja en el rendimiento a la canal.

Por otro lado, en el N2, las hembras alcanzaron el mayor rendimiento a la canal del estudio, con un 80%, compartiendo igualmente el rango A con los machos y hembras del N1, por lo que estadísticamente no se evidencia diferencias significativas. No obstante, numéricamente las hembras del N2 superaron en 0,33% a los machos del N1 y en 1% a las hembras del N1. En

contraste, los machos del N2 presentaron el menor rendimiento a la canal, con un valor de 77,33%, ubicándose en el rango B y mostrando diferencias con respecto al N1.

El rendimiento a la canal está estrechamente relacionado con la capacidad del ave para transformar los nutrientes consumidos en tejido muscular aprovechable. En este proceso, la metionina desempeña un papel fundamental al intervenir en la síntesis de proteínas y en el metabolismo de los aminoácidos azufrados, favoreciendo el crecimiento y la deposición de músculo. Por ello, diferencias en la fuente de metionina pueden influir sobre la proporción final de carne obtenida al sacrificio (Yulong Liu et al. 2019).

Las diferencias observadas entre sexos pueden explicarse por la distinta capacidad de deposición de tejidos corporales. Los machos presentan una mayor tendencia a la formación de músculo esquelético, mientras que las hembras muestran una mayor predisposición fisiológica a acumular grasa corporal. Estas diferencias pueden modificar el rendimiento a la canal y explicar por qué una misma fuente de metionina puede generar respuestas distintas según el sexo del ave (Zhang et al., 2021).

Anthony Pokoo-Aikins et al. (2021) y Lemme et al. (2020) evaluaron dietas para pollos broiler suplementadas con DL-metionina y observaron que las aves suplementadas alcanzaron rendimientos a la canal de 73,98 % en machos y 72,50 % en hembras. En contraste, las aves que no recibieron suplementación con metionina presentaron rendimientos inferiores de 69,90 % en machos y 71,43 % en hembras. Estos resultados demuestran que la suplementación con metionina mejora el rendimiento a la canal y favorece la deposición de tejido muscular. De igual manera, indican que la DL-metionina presenta una mayor biodisponibilidad relativa en comparación con la DL-HMTBa, favoreciendo la deposición de proteína muscular y generando mejoras productivas en parámetros de crecimiento y rendimiento a la canal.

Los resultados obtenidos permiten inferir que la metionina líquida podría favorecer el rendimiento a la canal en hembras, mientras que la DL-metionina sólida presentaría una respuesta más eficiente en machos. Este comportamiento tiene implicaciones importantes para la formulación de dietas diferenciadas según el sexo de las aves y coincide con lo señalado por Wen et al. (2017), quienes destacan que el efecto de los aminoácidos esenciales sobre las características de canal es multifactorial y depende de la interacción entre nutrición, genética, edad y sexo.

En términos generales, los resultados evidencian que el rendimiento a la canal constituye una variable relativamente estable, aunque susceptible a la interacción entre la fuente de metionina y el género de las aves. A pesar de que estadísticamente varios niveles compartieron el mismo rango, numéricamente se observaron diferencias productivas importantes que pueden representar ventajas técnicas y económicas dentro de los sistemas de producción de pollos Cobb 500.

4.5 Beneficio-Costo

En esta investigación la relación de beneficio/costo en carne de pollo con la especie Cobb 500 está basado en gastos con respecto a: alimento, pollos de 0 días, viruta, gas, vacunas, desinfectante, vitaminas, mano de otra, arriendo del galpón y la compra de metionina en polvo y líquida. Los resultados del análisis económico del factor en estudio se muestran en los Anexos 7 y 8 y se resumen en la Tabla 8.

Tabla 8

Resumen económico y relación beneficio/costo con la incorporación de metionina en polvo y líquida en pollos Cobb 500.

Indicador	N1 (USD)	N2 (USD)
Total, ingresos	748,66	748,66
Total, egresos	742,12	740,49
Utilidad neta	6,54	8,17
Relación Beneficio/Costo (B/C)	1,01	1,01

El análisis económico realizado para los niveles N1 y N2 evidenció que ambos sistemas de producción generaron ingresos totales similares de $748,66, debido a que el rendimiento final de carne obtenida fue el mismo en ambos niveles. No obstante, se observaron ligeras diferencias en los egresos totales, donde el N1 registró costos de producción de $742,12, mientras que el N2 presentó menores egresos con $740,49, debido principalmente al menor costo de la metionina líquida utilizada en la formulación alimenticia. Como consecuencia, el N2 alcanzó una utilidad neta superior de $8,17 en comparación con el N1, que obtuvo una utilidad de $6,54. Aunque la diferencia económica entre niveles fue reducida, estos resultados evidencian una ligera ventaja económica a favor de la metionina líquida.

En relación con la rentabilidad, ambos niveles registraron un valor de 1 %, lo que indica que la utilidad obtenida fue baja respecto a la inversión realizada. Del mismo modo, la relación beneficio/costo fue de $1,01 para ambos niveles, lo que significa que por cada dólar invertido se recuperó $0,01; es decir, se obtuvo una ganancia aproximada de un centavo por dólar invertido.

Estos resultados permiten establecer que los dos niveles estudiados fueron económicamente viables; sin embargo, presentaron una rentabilidad limitada. Esto sugiere que la eficiencia económica del sistema productivo depende principalmente del control de costos operativos, especialmente alimentación y mano de obra, más que de la fuente de metionina utilizada. A pesar de ello, la metionina líquida mostró una leve ventaja económica debido a sus menores costos de producción y mayor utilidad neta.

En este sentido, Zhang et al. (2021) mencionan que la DL-metionina sólida puede presentar una mayor eficiencia metabólica en determinadas condiciones productivas, favoreciendo la utilización de nutrientes y mejorando parámetros relacionados con crecimiento y rendimiento. Sin embargo, en el presente estudio, aunque el N1 mostró ventajas en ciertos parámetros productivos, el menor costo de adquisición de la metionina líquida permitió que el N2 alcanzará una utilidad económica ligeramente superior.

De manera similar, Liu et al. (2021) señalan que las diferentes fuentes de metionina no siempre generan diferencias marcadas en el costo directo de producción; sin embargo, sí pueden modificar la eficiencia de utilización de nutrientes y, por consiguiente, influir indirectamente sobre la rentabilidad del sistema. Este comportamiento coincide con los resultados obtenidos, donde las diferencias económicas entre tratamientos fueron mínimas, aunque el N2 presentó una ligera ventaja económica debido a sus menores egresos totales.

Por otra parte, la baja rentabilidad observada en ambos niveles evidencia que los sistemas de producción avícola son altamente sensibles a factores externos como el costo del alimento balanceado, la mano de obra, los insumos veterinarios y el precio de comercialización del pollo. Según Wen et al. (2017), la eficiencia económica en pollos de engorde depende principalmente de la conversión alimenticia y del control de costos operativos más que del tipo de suplemento nutricional utilizado individualmente.

En términos generales, el N2 mostró una ligera ventaja económica en comparación con el N1, reflejada en una mayor utilidad neta y menores costos de producción. No obstante, ambos sistemas presentaron márgenes de rentabilidad relativamente bajos, lo que evidencia la necesidad de optimizar los costos de producción y mejorar la eficiencia alimenticia para incrementar la sostenibilidad económica del sistema productivo.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El índice de conversión alimenticia presentó mejores resultados con el uso de metionina en polvo (N1), evidenciando un mayor aprovechamiento del alimento durante la fase intermedia del crecimiento (semana 2 y 3), tanto en machos como en hembras. Por otro lado, entre la semana 4 y 7 las diferencias entre niveles fueron menores para los dos sexos, observándose una conversión alimenticia similar en los niveles evaluados. Estos resultados sugieren una disminución gradual de la eficiencia alimenticia conforme avanzó la edad de las aves.

En cuanto al rendimiento a la canal, el estudio presentó diferencias en función de la fuente de metionina y el sexo de las aves. Los resultados evidenciaron que la respuesta productiva frente a la fuente de metionina no fue uniforme entre sexos, observándose una mejor respuesta de la metionina en polvo en machos y de la metionina líquida en hembras.

El análisis económico, por su parte, reflejó que los dos niveles fueron viables, alcanzando una relación beneficio-costo de 1,01; es decir, por cada dólar invertido se obtuvo una ganancia 1ctv.

5.2 Recomendaciones

Comparar el efecto de diferentes fuentes de agua de bebida en escenarios automatizados, con el objetivo de identificar los factores que podrían limitar la correcta biodisponibilidad y aprovechamiento de la metionina líquida en pollos, y evaluar su impacto en los parámetros productivos, con especial énfasis en el índice de conversión alimenticia.

Desarrollar investigaciones enfocadas en el rendimiento a la canal en pollos con el objetivo de evaluar el comportamiento de las fuentes de metionina según el género de estos animales bajo diferentes condiciones ambientales en distintas zonas de Imbabura.

Continuar con investigaciones que evalúen el beneficio-costo mediante el uso de diferentes fuentes de metionina bajo diferentes condiciones de manejo, con el objetivo de optimizar costos y mejorar la rentabilidad en la producción de carne de pollo.

Referencias Bibliográficas

Abdelrahman, W. (2013). Salud intestinal en las aves. *El sitio Avicola*, 10. Obtenido de https://www.elsitioavicola.com/articles/2464/salud-intestinal-en-las-aves-el-mundo-interior-2/

Admetlla, O. (31 de octubre de 2013). *Metionina Líquida* . Obtenido de https://www.engormix.com/avicultura/articulos/recomendaciones-uso-metionina-liquida-t30418.htm

Agrofeed. (2017). *DL-Metionina 99%*. Obtenido de http://www.agrofeed.cl/producto/dl-metionina-99/

Alavo, D., Manceaux, C., Wittes, J. T., Rouffineau, F., & Mercier, Y. (2023). Un nuevo enfoque estadístico muestra que la hidroximetionina no es inferior a la DL-metionina en pollos de engorde de 35 días de edad. *Ciencia Avícola* , 10-11.

Albeitar, J. (2005). Los Aditivos Antibióticos Promotores del Crecimiento de los Animales. *Informativo Veterinario*, 32-69.

Altamirano, C. (2013). *EVALUACIÓN DE TRES FUENTES DE METIONINA COMO ADITIVO NUTRICIONAL EN LA DIETA DE POLLOS DE ENGORDE (Gallus domesticas)*. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6479/1/Tesis%2007%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20195.pdf

Armijos, S. (2023). Buena genética avícola. *VISTAZO* , 2-3.

Artiencia, J. (febrero de 11 de 2023). Dietas y balanceados a mínimo costo y análisis productivo.

AVIAGEN. (2018). Ross 308: Broiler performance objectives. *Aviagen Group.* Obtenido de https://aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_PS/Ross308-ParentStock-PerformanceObjectives-2021-EN.pdf

Ayala, M. (marzo de 2020). *EVALUACIÓN DE PARÁMETROS ZOOTÉCNICOS Y SISTEMA DIGESTIVO UTILIZANDO PROGRAMAS DE ALIMENTACIÓN MODULADA EN POLLO DE ENGORDA*. Obtenido de

http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/1919/IIAF-M-2020-0400.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Babazadeh, D., & Simab, P. A. (2022). Methionine in Poultry Nutrition: A Review. *Journal of World's Poultry Science*, 2-3.

Bardaji, J. (2016). *ANATOMIA Y FISIOLOGÍA DE LAS AVES* . Obtenido de https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/116-ANATOMIAYFISIOLOGIA.pdf

Barley, R. A. (2012). *Salud del tracto digestivo de las aves*. Obtenido de https://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/AviagenBrief-GutHealth-2019-ES.pdf

Batonon, M. (2024). Rhodimet® AT88 = 100% de eficacia. *BM Editores* , 15.

Budnik, S. (abril de 2016). *La última prueba en broiler confirma el 100% de eficacia del hidroxianálogo de metionina frente a la DL-metionina*. Obtenido de https://avinews.com/la-ultima-prueba-broiler-confirma-100-eficacia-del-hidroxianalogo-metionina-frente-la-dl-metionina/#:~:text=Estas%20son%20la%20metionina%20libre,%2C%20HMTBa)%20que%20es%20l%C3%ADquido.&text=La%20DL%2DMet%20en%20forma,y%20un%2012%25%20d

Bunchasak, C., & Keawarun, N. (2006). Efecto del ácido libre análogo de hidroximetionina sobre el crecimiento y la composición química del hígado de pollos de engorde alimentados con una dieta a base de maíz y soja desde las 0 a las 6 semanas de edad. *Revista de Ciencia Animal 77(1):95 - 102*, 1-2.

Cadirci, S., & Koncagul, S. (2013). Posibles efectos de la administración de metionina a pollos de engorde en el agua potable a temperaturas ambientales bajas y altas constantes. *Revista Italiana de Ciencia Animal*, 10-11.

Chiriboga, P. (2015). *EVALUACIÓN DE TRES BALANCEADOS ENERGÉTICOS-PROTEÍCOS COMERCIALES Y DOS ADITIVOS ALIMENTICIOS EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS PARRILLEROS.TUMBACO, PICHINCHA*. Obtenido de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3240/1/T-UCE-0004-04.pdf

Closas, A. (2019). *RESPUESTA INMUNE DE LAS AVES Y SUS ALTERACIONES.* Obtenido de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/8452/Article05.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cobbcares. (2018). *Suplemento nformativo sobre el rendimiento y nutrición de pollos de engorde*. Obtenido de https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/c8850fbe02/6998d7c0-12d1-11e9-9c88-c51e407c53ab.pdf

Cobb-Vantress. (2020). Broiler Management Guide. *COBB Broiler Management Guide*, 50-58.

Colaves. (2020). El pollo de engorde más eficiente del mundo. 2-8.

CONNAVE. (21 de 6 de 2018). *La afectación en el Sector Avícola trasciende a altas cifras.* Obtenido de La afectación en el Sector Avícola trasciende a altas cifras: https://conave.org/la-afectacion-en-el-sector-avicola-trasciende-a-altas-cifras/

Diaz, J. (21 de julio de 2016). *PLANTILLA POLLO ENGORDE PRONAVICOLA*. Obtenido de https://www.pronavicola.com/contenido/webinar/PlantillaPollo201607.pdf

ECUADOR. (2008). CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. 136.

FAO. (2017). *El futuro de la alimentación y la agricultura Tendecias y desafíos.* publications-sales@fao.org.

Fariñas, F. (28 de octubre de 2015). *Funcionamiento del sistema inmune del ave.* Obtenido de https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/16751_sistema%20inmune%20del%20ave_farinas.pdf

Goméz, A. (2014). *DISEÑO DE UN MODELO DE SISTEMA DE CONTROL INTERNO PARA EL MANEJO DE INVENTARIO DE PRODUCCIÓN EN LAS PEQUEÑAS EMPRESAS AVÍCOLAS SALVADOREÑAS.* Obtenido de https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/14201/1/Trabajo%20de%20grado%20completo.pdf

Gómez, G. (2010). *El sistema inmune digestivo en las aves.* Aguascalientes: Investigación y Ciencia Redalyc.

Guitiérrez, C. (2015). *AMINOÁCIDOS Y PROTEÍNAS* . Obtenido de https://fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_bioquimica/Unidad_5.pdf

Ledesma, N. (13 de octubre de 2020). *Fisiopatología del sistema linfoide de las aves.* Obtenido de https://bmeditores.mx/avicultura/fisiopatologia-del-sistema-linfoide-de-las-aves/

Lemme, A. (2023). DL-Met: a superior methionine source for broiler production. *Evonik Operations GmbH, Hanau-Wolfgang, Germany* , 1-2.

León, M. (2010). *EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS PROMOTORES DE CRECIMIENTO EN EL AGUA DE BEBIDA, DURANTE LA ETAPA DE LEVANTE EN POLLOS BROILER.* Obtenido de https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5313/1/EVALUACI%C3%93N%20DEL%20EFECTO%20DE%20DOS%20PROMOTORES%20DE%20CRECIMIENTO%20EN%20EL%20AGUA%20DE%20BEBIDA.pdf

Leeson, S., y Summers , J. (2005). *Commercial Poultry Nutrition.* Ontario: Nottingham University Press.

Liu, R., Tan, X., Zhao, G., Chen, Y., Zhao, D., Li, y Wen, J. (2020). La suplementación materna con metionina en la dieta influye en la producción de huevos, el crecimiento y la calidad de la carne de la descendencia. *Poultry Science, 99*, 3550–3556. doi:https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.03.043

Lozano, A. (04 de diciembre de 2018). *Los aminoácidos y su rol en el desarrollo y crecimiento de los pollos de engorde*. Obtenido de https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/6093/1/2018_Los_amino%C3%A1cidos_y_su_rol.pdf

Mandal, A. B., Elangovan, A., & Johri, T. S. (2004). Comparing Bio-efficacy of Liquid DL-methionine Hydroxy Analogue Free Acid with DL-methionine in Broiler Chickens. *Central Avian Research Institute, Izatnagar 243 122, UP, India*, 104-105.

Menocal, J. (2020). *Conceptos del aparato digestivo en el pollo de engorda.* Michoacán : BMEditores.

Miah, M., Saha, S., Koiri, N., Mahbub, A., Ashraful Islam, M., y Channarayapatna, G. (2022). Efectos de la metionina y la treonina en la dieta sobre el crecimiento, las características de la canal y los metabolitos sanguíneos de los pollos de engorde en un ambientecálido. *Ciencia Avícola Europea, 86*, 1-13.

ODS. (2024). Ecuador: Avanzando hacia los ODS Cifras 2024. © *Secretaría Nacional de Planificación*, 7-8.

Ojeda, Á. (10 de febrero de 2023). La mejor solución para una eficaz salud intestinal .

Pita, M. (abril de 2019). *EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE POLLOS COBB 500 ALIMENTADOS CON DOS BALANCEADOS COMERCIALES*. Obtenido de https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/967/1/TMV135.pdf

Rosales, S. (30 de 12 de 2012). *El sistema de producción. circulación y acumulación avícola ecuatoriana.* Obtenido de El sistema de producción. circulación y acumulación avícola ecuatoriana.: https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/ESTUDIO-AVCOLA-VERSION-PUBLICA.pdf

Rostagno, H., Albino, L., Hannas, M., Donzele, J., Sakomura, N., Perazzo, F., y Saraiva, A. (2017). Brazilian tables for poultry and swine: Composition of feedstuffs and nutritional requirements (4th ed.). *Universidade Federal de Viçosa.*

Salinas, S. (2016). *Anatomía y fisiología del aparato digestivo de las aves.* Ensenada : SILOinc.

Schermuly, I. I., Romanet, S., Klünemann, M., Mastrototaro, L., Pieper, R., Zentek, J., . . . Aschenbach, J. R. (2022). La fuente dietética de metionina altera el lipidoma en el epitelio del intestino delgado de los cerdos. *PlubMed*, 2-3.

Stokvis, L., van Krimpen, M., Kwakkel, R., y Bikker, P. (2021). Evaluation of the nutritional value of seaweed products for broiler. *Animal Feed Science and Technology*, *280*(115061).

Toghyani, M., Gheisari, A., Modaresi, M., Tabeidian, S., y Toghyani, M. (2021). Effect of dietary amino acids on growth performance, carcass traits, and economic returns in broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research, 30*(2), 100156. doi:https://doi.org/10.1016/j.japr.2021.100156

Ullrich, C., Langeheine , M., Ralph , B., Taube , V., Rosillo Galera, M., Rohn , K., y Christian , V. (2019). Influencia de diferentes fuentes de metionina en el rendimiento y las características de sacrificio de pollos de engorde. *Animals, 9*(984), 1-20. doi:10.3390/ani9110984

Uzcátegui, J. P. (febrero de 2020). *Evaluación del comportamiento productivo de pollos Cobb 500 sometidos a restricción alimenticia como estrategía sostenible de control nutricional* . Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1353&context=mv

Vantress. (2022). *Suplemento Informativo Sobre Rendimiento y Nutrición*. Obtenido de https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/232e88a842/Cobb500-Broiler-Supplement_Spanish.pdf

Villareal, D. (2019). *"Inclusión de cuatro aminoácidos esenciales (Lisina, Metionina, Treonina,Triptófano) en un programa de alimentación forraje – balanceado para el engorde de cuyes (Cavia porcellus)*. Obtenido de http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/837/3/368-%20VILLARREAL%20M%c3%89NDEZ%20DIANA%20JANETH.pdf

Wen, C., Jiang, X., Ding , L., Wang , T., & Zhou, Y. (2017). Efectos de la metionina en la dieta sobre el rendimiento del crecimiento, la calidad de la carne y el estado oxidativo del músculo pectoral en pollos de engorde de crecimiento rápido y lento. *Ciencia avícola, 96*(6), 1707-1714. doi:10.3382

Zelada, A. (2018). *Sistema digestivo del Pollo de engorde.* España: MACRO.

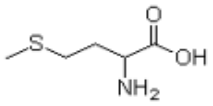
Zhang, S., Gilbert, E., & Wong, E. (2021). Effects of Different Methionine Levels in Low Protein Diets on Production Performance, Reproductive System, Metabolism, and Gut Microbiota in Laying Hens. frontiers in Nutrition , 100(8), 101210. doi:https:// doi.org/10.3389/fnut.2021.739676

Anexo 1

Ficha técnica de la metionina en polvo

Feed Grade DL-Methionine

CAS No.: 59-51-8
Molecular Weight: 149.21
Molecular Structure:



Molecular Formula: $C_5H_{11}NO_2S$

Property:

DL-Methionine is white or light grey crystal or powder with special smell. The density is 0.6g/cm^3 and the melting point is 281℃. It can be soluble in water, low-concentration acid & alkali solution but ether.

Specifications:

ITEM	INDEX
DL-Methionine (%)	99.0min
Loss On Drying (%)	0.3max
Sodium Sulfate (Na_2SO_4)(%)	0.5max
Sodium Chloride (NaCl) (%)	0.2max
Heavy metal, Pb (mg/kg)	1.0max
Arsenic (mg/kg)	2.0max
Bulk density (g/cm^3)	0.57~0.6

Usage:

DL-Methionine Feed Grade is approved for use in all animal species. Particularly use in monogastrics, it ensures the adequate supply of sulfur amino acids, especially of the essential methionine.. Additionally, diets for piglets and growing pigs can show a considerable deficiency in methionine, especially when fomulated to achieve low nitrogen excretion for ecological reasons. Such a deficiency can be conveniently compensated by using Feed Grade DL-Methionine.

Package and Storage:

DL-Methionine is packed in 25kg kraft paper bag. The product should be preserved in a cool and dry place.

Self Life:

3 Years in original package.

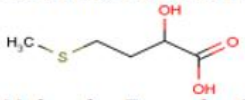
Anexo 2

Ficha técnica de la metionina líquida

Specification（Technical Data Sheet）

Feed Additives, Hydroxy analogue of methionine

Chemical name: 2-Hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid
CAS No.: 583-91-5
Molecular Weight: 150.2
Molecular Structure:



Molecular Formula: $C_5H_{10}O_3S$

Property:

Hydroxy analogue of methionine is brown or brown viscous liquid, special smell as thiol, soluble in water, insoluble or partly soluble in organic solvents . The PH value less than 1.0 and density is 1.23g/mL, the boiling point is 120°C.

Specification:

Detection Item	Specification
DL-methionine hydroxyl analogue acid %	≥88.0
As (mg/kg)	≤2.0
Heavy metal (mg/kg)	≤10
Ammonium salt %	≤1.5
Cyanide (HCN)	Not detected

Usage:

Hydroxy analogue of methionine is approved for use in all animal species. Particularly use in monogastrics, it ensures the adequate supply of sulfur amino acids, especially of the essential methionine. In addition, diets for piglets, growing pigs, laying hens and broilers can show a considerable deficiency in hydroxy analogue of methionine, especially when formulated to achieve low nitrogen for ecological reasons. Such a deficiency can be conveniently compensated by using Additives Hydroxy analogue of methionine.

Anexo 3

Dieta inicial de pollos Cobb 500 en 28.224 kg de alimento

Ingredientes	%	Batch	Nutriente	Dieta
Maíz, grano, nacional	56,91	16,06	ENG MET AVES, Kcal/kg	3035
Soya, torta, imp, 46	33,11	9,34	Proteína, %	21,12
Arrocillo	5	1,41	Grasa, %	3,91
Carbonato de calcio, 38	1,38	0,39	Fibra bruta, %	2,32
Fosfato, mono cálcico	0,99	0,28	Calcio, %	0,9
Aceite, palma	0,74	0,21	Fosforo disponible, %	0,45
Lisina sulfato	0,39	0,11	Cloro, %	0,25
Metionina	0,32	0,09	Sodio, %	0,16
Sal, yodada	0,31	0,09	Potasio, %	0,86
Premezcla, broiler	0,2	0,06	Balance electrolítico, meq/kg	220
Atrapado	0,2	0,06	Met+cis, %	0,98
Cloruro de colina, 60	0,11	0,03	Lisina, %	1,32
Treonina, l	0,08	0,02	Treonina, %	0,86
Bicarbonato de sodio	0,06	0,02	Triptófano, %	0,26
Metil clopidol 25%	0,05	0,01	Valina, %	1
Antimicótico	0,05	0,01	Acido linoleico c18:2, %	1,39
Promotor	0,05	0,01	Colina, ppm	1750
			Xantofilas, ppm	12,52

Anexo 4

Dieta crecimiento de pollos Cobb 500 en 101.492 kg de alimento

Ingredientes	%	Batch	Nutriente	Dieta
Maíz, grano, nacional	61,49	62,41	ENG MET AVES, Kcal/kg	3100
Soya, torta, imp, 46	28,4	28,82	Proteína, %	19,24
Arrocillo	5	5,07	Grasa, %	4,31
Carbonato de calcio, 38	1,29	1,31	Fibra bruta, %	2,23
Aceite, palma	1,05	1,07	Calcio, %	0,84
Fosfato, mono cálcico	0,89	0,90	Fosforo disponible, %	0,42
Lisina sulfato	0,38	0,39	Cloro, %	0,18
Metionina	0,27	0,27	Sodio, %	0,16
Bicarbonato de sodio	0,23	0,23	Potasio, %	0,79
Premezcla, broiler	0,2	0,20	Balance electrolítico, meq/kg	220
Atrapador	0,2	0,20	Met+cis, %	0,89
Sal, yodada	0,2	0,20	Lisina, %	1,19
Cloruro de colina, 60	0,12	0,12	Treonina, %	0,78
Treonina, l	0,07	0,07	Triptófano, %	0,23
Metil clopidol 25%	0,05	0,05	Valina, %	0,91

Antimicótico	0,05	0,05	Acido linoleico c18:2, %	1,47
Promotor	0,05	0,05	Colina, ppm	1650
			Xantofilas, ppm	13,53

Anexo 5

Dieta engorde de pollos Cobb 500 en 115.104 kg de alimento

Ingredientes	**%**	**Batch**	**Nutriente**	**Dieta**
Maíz, grano, nacional	63,62	73,23	ENG MET AVES, Kcal/kg	3180
Soya, torta, imp, 46	25,7	29,58	Proteína, %	18
Arrocillo	5	5,76	Grasa, %	5,33
Aceite, palma	2,04	2,35	Fibra bruta, %	2,17
Carbonato de calcio, 38	1,18	1,36	Calcio, %	0,76
Fosfato, mono cálcico	0,73	0,84	Fosforo disponible, %	0,38
Bicarbonato de sodio	0,32	0,37	Cloro, %	0,15
Lisina sulfato	0,26	0,30	Sodio, %	0,17
Metionina	0,23	0,26	Potasio, %	0,74
Premezcla, broiler	0,2	0,23	Balance electrolítico, meq/kg	220
Atrapador	0,2	0,23	Met+cis, %	0,82
Sal, yodada	0,16	0,18	Lisina, %	1,05
Cloruro de colina, 60	0,1	0,12	Treonina, %	0,71
Metil clopidol 25%	0,05	0,06	Triptófano, %	0,22
Promotor	0,05	0,06	Valina, %	0,86
Antimicotico	0,05	0,06	Acido linoleico c18:2, %	1,58
Treonina, l	0,04	0,05	Colina, ppm	1500
Pigmentante 2%	0,03	0,03	Xantofilas, ppm	20

Anexo 6

Presupuesto de la investigación

Material	Cantidad	V. Unitario	V. Total	Aporte Universidad
Alimento Inicial Kg.	29	$0.80	$26.10	
Alimento crecimiento Kg.	102	$0.80	$81.60	
Alimento engorde. Kg	116	$0.80	$92.80	
Metionina en polvo.kg	2	3.40	$6.80	
Metionina líquida. kg	2	$ 2.62	$5.24	
Pollos Cobb – 500. caja	1	$73.15	$73.15	
Viruta de madera. sacos	11	$3.00	$33.00	
Bebederos. Unidad	7	$4.50	$31.50	
Amonio cuaternario. Unidad	1	$7.55	$7.55	
Calentadoras a gas	3	$56.00	$168.00	
Focos blancos Led. unidad	1	$6.50	$6.50	
Interruptor de luz	1	$1.00	$1.00	
Válvula de gas. Unidad	1	$8.25	$8.25	
Manguera de gas. metros	8	$1.25	$10.00	
Atomizador. Unidad	1	$1.50	$1.50	
Probeta de 1000ml. Unidad	1	$10.25	$10.25	
Termómetro ambiental. Unidad	1	$6.78	$6.78	
Deja. kg	2	$0.90	$1.80	
Gas. Cilindro de 15 Kg	10	$3.00	$30.00	
Vitaminas. Unidad	1	$4.75	$4.75	
Vacuna Newcastle + Bronquitis. 100 dosis	1	$4.85	$4.85	
Vacuna Gumboro, 100 dosis	1	$5.30	$5.30	
Papelería	1	$20.00	$20.00	
Mano de obra. Jornal	50	$12.00	$600	
Trasporte. unidad	5	$10.00	$50.00	
Uso del galpón.	2	$100.00	$200.00	$200.00
TOTAL, GENERAL			$1 491.96	$200.00

Anexo 7

Costos de producción de pollos Cobb 500 con metionina en polvo

Nota: Los CP son referenciales, pueden variar según el costo de los insumos y en la venta depende de la oferta y la demanda					
Datos generales	Provincia: Imbabura		Cantón: Antonio Ante	Sector: Chaltura	
Fecha de plantación: 01/09	Año: 2025		Mes: septiembre-octubre	Día: 49 días	
Nro. Lote: Granja Experimental La Pradera	Variedad: Pollos Cobb 500		Densidad: 96 aves		
ACTIVIDAD	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**VALOR TOTAL**	**%**
A. COSTOS DIRECTOS (CD)					
1. PREPARACIÓN DEL ÁREA					
Amonio cuaternario	l	0,5	3,77	1,885	
Gas doméstico	kg	1	3	3	
Sub total				4,885	1%
2. MANO DE OBRA					
Limpieza y desinfección	jornal	1	12	12	
Instalación de equipos	jornal	1	12	12	
Crianza y cuidado de las aves	jornal/mes	49	6	294	
Subtotal				318	43%
3. INSUMOS					
Alimento inicial	kg	12	2,5	30	
Alimento crecimiento	sacos	3	48	144	
Alimento Engorde	Kg	1	20	20	
Vacuna contra Gumboro	dosis	48	0,05	2,4	
Vacuna Newcastle + Bronquitis	dosis	48	0,06	2,88	
Viruta	sacos	6	3	18	
Gas doméstico	kg	5	3	15	
Vitaminas	g	50	0,04	2	
Metionina en polvo	kg	2	3,4	6,8	
Subtotal				241,08	32%
SUBTOTAL CD				**563,965**	**76%**
B. COSTOS INDIRECTOS (CI)					
Interés de crédito (5% del CD)	5%	1	70,05	28,19825	
Arriendo galpón (mes)	días	49	2,04	99,96	
Depreciación	Global	1	50	50	
SUBTOTAL CI				**178,15825**	**24%**
TOTAL DE COSTOS CD+CI				**742,12325**	**100%**
Rendimiento	**kg**	**182,6**			
COSTO UNITARIO				4,06	
INGRESOS					
Carne obtenida	kg	182,6	4,1	748,66	
Cantidad de segunda					
Cantidad de tercera					
UTILIDAD				**6,53675**	
RENTABILIDAD simple				**1%**	
B/C				**1,01**	

Anexo 8

Costos de producción de pollos Cobb 500 con metionina líquida

Nota: Los CP son referenciales, pueden variar según el costo de los insumos y en la venta depende de la oferta y la demanda					
Datos generales	Provincia: Imbabura		Cantón: Antonio Ante	Sector: Chaltura	
Fecha de plantación: 01/09	Año: 2025		Mes: septiembre- octubre	Día: 49 días	
Nro. Lote: Granja Experimental La Pradera	Variedad: Pollos Cobb 500		Densidad: 96 aves		
ACTIVIDAD	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**VALOR TOTAL**	**%**
A. COSTOS DIRECTOS (CD)					
1. PREPARACIÓN DEL ÁREA					
Amonio cuaternario	l	0,5	3,77	1,885	
Gas doméstico	kg	1	3	3	
Sub total				4,885	1%
2. MANO DE OBRA					
Limpieza y desinfección	jornal	1	12	12	
Instalación de equipos	jornal	1	12	12	
Crianza y cuidado de las aves	jornal/mes	49	6	294	
Subtotal				318	43%
3. INSUMOS					
Alimento inicial	kg	12	2,5	30	
Alimento crecimiento	sacos	3	48	144	
Alimento Engorde	Kg	1	20	20	
Vacuna contra Gumboro	dosis	48	0,05	2,4	
Vacuna Newcastle + Bronquitis	dosis	48	0,06	2,88	
Viruta	sacos	6	3	18	
Gas doméstico	kg	5	3	15	
Vitaminas	g	50	0,04	2	
Metionina líquida	kg	2	2,62	5,24	
Subtotal				239,52	32%
SUBTOTAL CD				**562,405**	**76%**
B. COSTOS INDIRECTOS (CI)					
Interés de crédito (5% del CD)	5%	1	70,05	28,12025	
Arriendo galpón (mes)	días	49	2,04	99,96	
Depreciación	Global	1	50	50	
SUBTOTAL CI				**178,08025**	**24%**
TOTAL DE COSTOS CD+CI				**740,48525**	**100%**
Rendimiento	**kg**	**182,6**			
COSTO UNITARIO				4,06	
INGRESOS					
Carne obtenida	kg	182,6	4,1	748,66	
Cantidad de segunda					
Cantidad de tercera					
UTILIDAD				**8,17475**	
RENTABILIDAD simple				**1%**	
B/C				**1,01**	