



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

**EFEECTO DE LA INCLUSIÓN DE GRASA AMARILLA COMO
SUSTITUTO DE ACEITE PALMA SOBRE LOS PARÁMETROS
PRODUCTIVOS DE POLLOS BROILERS**

**ORDOÑEZ LUNA JORDY PAUL
MEDICO VETERINARIO**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

**EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE GRASA AMARILLA COMO
SUSTITUTO DE ACEITE PALMA SOBRE LOS PARÁMETROS
PRODUCTIVOS DE POLLOS BROILERS**

**ORDOÑEZ LUNA JORDY PAUL
MEDICO VETERINARIO**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

TRABAJOS EXPERIMENTALES

**EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE GRASA AMARILLA COMO
SUSTITUTO DE ACEITE PALMA SOBRE LOS PARÁMETROS
PRODUCTIVOS DE POLLOS BROILERS**

**ORDOÑEZ LUNA JORDY PAUL
MEDICO VETERINARIO**

SANCHEZ QUINCHE ANGEL ROBERTO

**MACHALA
2024**



EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE GRASA AMARILLA COMO SUSTITUTO DE ACEITE PALMA SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE POLLOS BROILERS. Ordoñez Jordy.



Nombre del documento: EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE GRASA AMARILLA COMO SUSTITUTO DE ACEITE PALMA SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE POLLOS BROILERS. Ordoñez Jordy..docx
ID del documento: 044942548668d3e25aa2b656fa84292bb57e5fbf
Tamaño del documento original: 285,31 kB
Autores: []

Depositante: Sánchez Quinche Angel Roberto
Fecha de depósito: 4/2/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 4/2/2025

Número de palabras: 3903
Número de caracteres: 24.674

Ubicación de las similitudes en el documento:

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, Ordoñez Luna Jordy Paul en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado "Efecto de la inclusión de grasa amarilla como sustituto de aceite palma sobre los parámetros productivos de pollos broilers.", otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



ORDOÑEZ LUNA JORDY PAUL

0704414234

AGRADECIMIENTO

Doy las gracias primero a Dios y a mis queridos padres Norma Luna y Jesús Ordoñez por la ayuda brindada en todos estos años, tanto emocional como económico. A mi esposa, Erika León, por el apoyo incondicional a lo largo de estos años la cual ha sido un soporte muy grande en mi carrera y vida, la cual es una excelente persona y con la que cuento siempre, la cual me ayudado mucho en la parte práctica y teórica de esta tesis con su conocimiento, mi hermano David Ordoñez por darme ánimos cuando me veía decaído, me ayudo casi todos los días en la parte práctica de mi tesis, acompañándome a alimentar y cuidar de los pollos igual que mi papá, para mi hermano debo ser un ejemplo para que siga sus estudios y logre seguir lo que le gusta como es enfermería.

A mis amigos los cuales siempre han sido un gran soporte tanto dándonos apoyo mutuamente cuando teníamos obstáculos se me adelantaron y ya son excelentes médicos (la tri fuerza), a mis tías Lucy y Doris por siempre darme consejo que me centre y termine mis estudios.

Y expreso mi gratitud a mis tutores: Dr. Ángel Roberto Sánchez Quinche y Dr. Oliverio Vargas González los cuales me han guiado para hacer correctamente la investigación de estudio y así terminar mi proyecto, agradecer al Dr. Armando Álvarez quien siempre nos motivó a ser mejores y nos tenía fe de los profesionales que seríamos.

RESUMEN:

Este estudio se realizó en la granja experimental “Santa Inés” perteneciente a la Universidad Técnica de Machala, en Ecuador, con el objetivo de evaluar el efecto de la inclusión de la grasa amarilla en raciones alimenticias para pollos de engorde sobre los parámetros productivos y económicos. Se emplearon un total de 200 pollos de la línea Ross, distribuidos en cinco tratamientos. Cada tratamiento incluyó diferentes porcentajes de grasa amarilla (0%, 0.25%, 0.50%, 0.75%, y 1%), con el tratamiento 1 (T1) sirviendo como testigo, sin grasa amarilla, y los demás con distintas proporciones de la misma. Las variables estudiadas fueron peso vivo semanal, ganancia de peso, consumo de alimento, consumo de agua, índice de conversión de alimenticia (ICA), mortalidad, factor de eficiencia productivo (FEP), promedio de peso por metro cuadrado, promedio de gastos por unidad experimental y costo de carne en pie por kilogramo. Utilizando un diseño completamente al azar para el experimento. Los datos fueron analizados mediante ANOVA y la prueba de Kruskal-Wallis. Los resultados mostraron que la grasa amarilla puede sustituir parcial o totalmente el aceite de palma en la alimentación de pollos de engorde, sin afectar negativamente los parámetros productivos y con una mejora en los costos de producción. La inclusión de grasa amarilla es una alternativa viable y económica, especialmente en un contexto donde los precios del aceite de palma continúan aumentando. Este estudio resalta el potencial de la grasa amarilla como alternativa nutricional en la producción avícola, beneficiando tanto la rentabilidad de los productores como la sostenibilidad de la industria.

Palabras claves: parámetros económicos, eficiencia productiva, pollos Ross, aceite reutilizado, ganancia de peso.

ABSTRACT:

This study was conducted at the Santa Inés experimental farm belonging to the Technical University of Machala, Ecuador, with the aim of evaluating the effect of the inclusion of yellow fat in feed rations for broiler chickens on productive and economic parameters. A total of 200 chickens of the Ross line were used, distributed in five treatments. Each treatment included different percentages of yellow fat (0%, 0.25%, 0.50%, 0.75%, and 1%), with treatment 1 (T1) serving as a control, without yellow fat, and the others with different proportions of it. The variables studied were weekly live weight, weight gain, feed consumption, water consumption, feed conversion ratio (ICA), mortality, productive efficiency factor (FEP), average weight per square meter, average expenses per experimental unit and cost of meat on foot per kilogram. Using a completely randomized design for the experiment. Data were analyzed using ANOVA and the Kruskal-Wallis test. The results showed that yellow fat can partially or fully replace palm oil in broiler feed, without negatively affecting production parameters and with an improvement in production costs. The inclusion of yellow fat is a viable and economic alternative, especially in a context where palm oil prices continue to rise. This study highlights the potential of yellow fat as a nutritional alternative in poultry production, benefiting both the profitability of producers and the sustainability of the industry.

Keywords: economic parameters, productive efficiency, Ross chickens, reused oil, weight gain.

INDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN	- 5 -
PROBLEMÁTICA	- 7 -
JUSTIFICACIÓN	- 8 -
OBJETIVOS	- 9 -
1.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	- 10 -
1.1.1. Industria avícola	- 10 -
1.1.2. Producción de broilers	- 10 -
1.1.3. Pollos broilers o de engorde	- 11 -
1.1.4. Parámetros productivos	- 11 -
1.1.5. Fisiología y anatomía digestiva de las aves	- 12 -
1.1.6. Nutrición	- 13 -
1.1.6.1. Carbohidratos	- 13 -
1.1.6.2. Proteínas	- 13 -
1.1.6.3. Vitaminas	- 14 -
1.1.6.4. Minerales	- 14 -
1.1.6.5. Agua	- 14 -
1.1.6.6. Lípidos	- 14 -
1.1.6.6.1. Digestión y absorción de los lípidos en las aves	- 15 -
1.1.6.7. Aceites y oleínas de origen vegetal	- 16 -
1.1.6.7.1. Aceite de soja	- 16 -
1.1.6.7.2. Aceite de palma	- 17 -
1.1.6.7.3. Aceite de maíz	- 17 -
1.1.6.7.4. Aceite de girasol	- 17 -
1.1.7. Grasas amarillas o “yellow grease”	- 17 -
II. MATERIALES Y MÉTODOS	- 19 -
2.1. Materiales	- 19 -
2.1.1. Localización del estudio	- 19 -
2.1.2. Población y muestra	- 20 -
2.1.3. Equipos y materiales	- 20 -
2.1.4. Materias primas para el balanceado	- 21 -
2.1.5. Variables a medir	- 22 -

2.2. Medición de las variables	- 22 -
2.2.1. Peso vivo semanal (g)	- 22 -
2.2.2. Ganancia de peso (g)	- 22 -
2.2.3. Consumo de alimento (g)	- 22 -
2.2.4. Consumo de agua semanal (g)	- 23 -
2.2.5. Índice de Conversión alimenticia (ICA)	- 23 -
2.2.6. Mortalidad (%)	- 23 -
2.2.7. FEP	- 23 -
2.2.8. Promedio de peso por metro cuadrado (Kg)	- 23 -
2.2.9. Promedio de gastos por unidad experimento (\$)	- 23 -
2.2.10. Costo del Kg de carne en pie por metro cuadrado (\$)	- 24 -
2.2.11. Costo de carne en pie por kilogramo (\$)	- 24 -
2.3. Metodología	- 24 -
2.3.1. Metodología de campo	- 24 -
2.3.2. Metodología para la elaboración del balanceado	- 25 -
2.4. ANALISIS ESTADÍSTICO	- 26 -
2.4.1. Modelo matemático empleado	- 27 -
2.4.2. Hipótesis	- 27 -
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	- 28 -
3.1. Parámetros productivos	- 28 -
3.1.1. Peso vivo semanal	- 28 -
3.1.2. Ganancia de peso vivo	- 29 -
3.1.3. Consumo de alimento	- 30 -
3.1.4. Consumo de agua	- 31 -
3.1.5. Índice de conversión Alimenticia	- 32 -
3.2. Parámetros económicos	- 33 -
IV. CONCLUSIONES	- 36 -
V. RECOMENDACIONES	- 37 -
VI. BIBLIOGRAFÍA	- 38 -
VII. ANEXOS	- 42 -

I. INTRODUCCIÓN

La industria avícola es un sector muy importante en la economía mundial, siendo la responsable de aportar proteína animal de bajo costo y alto valor nutricional para la alimentación humana. La mayor parte de los gastos de producción del sector avícola son el costo de alimentación a lo largo de la cría, pues las aves han de tener la calidad y cantidad de alimento que presenten los nutrientes necesarios para conseguir un buen rendimiento en carne (1) (2).

Los costos de producción representan un 70-85% de la inversión de los productores en el sector avícola, los cuales utilizan para la alimentación del pollo, balanceados comerciales (3).

La incorporación de diferentes fuentes energéticas a la nutrición de las aves, puede mejorar la eficiencia productiva, siendo los carbohidratos (granos) y grasas (aceites y cebos), la fuente energética principal en su alimentación. Los primeros van a aportar la energía principal para el desarrollo, pero no cubren los requerimientos de energía metabolizable (EM) que se necesita para expresar el potencial genético en el crecimiento de las aves, para esto, se debe implementar a la dieta, alimentos con alta concentración calórica, como son los lípidos, los cuales están formados por: aceite vegetal, grasa animal o una mezcla estos dos. Además, los lípidos presentan ácidos grasos necesarios para un buen desarrollo de los animales, los cuales no se van a hallar en los granos (4) (5).

El aceite de palma ha presentado un alza en precio a nivel internacional, esto, sumado a la baja producción nacional, ha provocado que su valor de adquisición sea muy elevado, llevando a los productores avícolas a incrementar el costo del producto final, ya que es parte fundamental en los balanceados comerciales y artesanales. Es un ingrediente de difícil sustitución, debido a su aporte nutricional de vitamina E y ácidos grasos, su palatabilidad y características, como; no producir residuos, ni espuma o salpicaduras cuando se lleva a altas temperaturas, además, no se desgasta y aporta un color amarillo a la carne del pollo, muy apetecida por el consumidor (6).

La grasa amarilla de origen animal y vegetal que se recolectan luego de ser usadas para el consumo humano, estabilizadas con antioxidante. Existen varias formas de aprovechar este

recurso de bajo costo, ya sea, en la fabricación de jabones, ceras, barnices, biodiesel y en la fabricación de alimentos balanceados. Esta materia prima puede ser muy contaminante si no se desecha de forma correcta, pues lo más usual es verterlo en suelos, desagües, etc. (4) (7)

PROBLEMÁTICA

El manejo inadecuado de aceites usados en la industria o comercios para alimentación humana (grasa amarilla) puede producir un gran impacto medioambiental si no se desechan sin un tratamiento final apropiado ya que puede provocar contaminación hídrica (produce la muerte de la flora acuática al formar una película de difícil disolución que no permite el intercambio de oxígeno del agua con el aire), deterioro de las tuberías de desagüe y aumento del costo del tratamiento de las aguas servidas (forman gruesas capas dentro de las tuberías produciendo obstrucciones), y contaminación del suelo (si se derrama aceite usado en pozos o en la tierra, va a causar infertilidad irreversible del suelo, y contaminar el agua superficial y subterránea). Sin embargo, el aceite usado o grasa amarilla presenta un alto valor comercial, siendo una materia prima industrial de menor costo que puede ser reciclado de forma sencilla para evitar la contaminación ambiental y producir jabones, ceras, biodiesel y balanceados.

JUSTIFICACIÓN

Por el elevado precio del aceite de palma, se ha incrementado el costo de la carne de pollo, perjudicando al productor pequeño y mediano, al tener mayor costo de producción, pero teniendo que mantener el precio del pollo para poder vender. Es por esto que se deben buscar alternativas para sustituir su inclusión, total o parcialmente, sin afectar al bolsillo ni a la calidad de la carne. Por este motivo, se plantea la presente investigación para determinar el porcentaje ideal de grasa amarilla en la alimentación pollos de engorde, evaluando el efecto sobre los parámetros productivos y económicos.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto de la inclusión de la grasa amarilla en raciones alimenticias para pollos de engorde sobre los parámetros productivos y económicos.

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la grasa amarilla sobre los parámetros productivos del pollo boiler.
- Determinar el efecto de la grasa amarilla sobre los costos de producción del pollo de engorde.

1.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1.1. Industria avícola

La producción avícola se ha extendido a nivel mundial gracias a su gran adaptabilidad, buena rentabilidad y aceptación mercantil (8). La demanda de proteína animal aumenta proporcionalmente con el crecimiento de la población humana y a las exigencias de sus consumidores (9), aproximadamente, más de 5000 millones de pollos son criados como fuente de proteína animal. Estimándose un consumo de 3.944 millones de huevos y 281 millones de pollos. En estos últimos años la comercialización de pollos ha tenido un crecimiento de 7,03% en el mercado, sienta esto 17 millones de dólares cada año, aproximadamente (10).

En Ecuador la industria avícola representa el 12% aproximadamente de la producción pecuaria, está, principalmente, dividida en la producción de huevos comerciales y la de carne, sobresaliendo esta última actividad. Su consumo ha crecido exponencialmente como su producción, siendo determinado el precio de venta de la libra de carne por el productor y el consumidor final. Tiene variaciones en el precio según donde sea comprado (mercado o supermercado) y el origen del producto (orgánico, comercial), ronda el 1.25 \$/libra, y es el proceso de comercialización y de la distribución el que aumenta el valor monetario (productor →Tienda→Supermercado→ Consumidor final) (10).

1.1.2. Producción de broilers

La producción avícola intensiva se ve condicionada por la mejora genética, creciendo la demanda de animales con menor tiempo de crecimiento, mayor eficiencia alimenticia y que permita un aumento de la densidad de producción, por esto, es necesario mejorar las técnicas de manejo (11). En la actualidad se pueden conseguir diferentes razas de pollos con grandes aptitudes productivas y de conversión alimenticia, siendo lo más usado, los híbridos especializados para producción de carne o de huevos con excelente eficiencia alimenticia, un punto clave para la producción ya que los gastos de alimentación rondan el 70% del costo total de la producción aviar (8). El costo del pollito sumado al costo de alimentación representa el 90% del costo de producción de los broilers, por lo cual, una mejora en la eficiencia alimentaria es de gran impacto en el costo total de producción (4).

La producción aviar se puede hacer más eficiente con la inclusión de diferentes fuentes energéticas en la alimentación de las aves, siendo los granos (carbohidratos) la fuente principal energética pero no aporta los suficientes niveles de energía metabolizable (EM) para que los pollos expresen su potencial genético, para esto se debe incorporar la

cantidad adecuada de grasas y aceites (lípidos) que poseen una alta concentración de calorías (4).

La toma de conciencia sobre la salud humana y animal es un gran avance para la producción de alimentos orgánicos ecofriendly (12). Siendo la industria avícola el marco ideal para implementar la agricultura orgánica y la crianza respetuosa para conseguir proteína animal de mayor calidad e inocuidad: carne y huevos ecológicos (9). Pero lamentablemente, no hay el incremento deseado debido a los factores socioeconómicos como son los costos de producción (se elevan en este tipo de producción), falta de industrias y canales de comercialización y menores rendimientos productivos (12).

1.1.3. Pollos broilers o de engorde

En los últimos años se ha visto un crecimiento de la industria de los pollos parrilleros en los países latinoamericanos, faenándose un aproximado de 9.430 millones de pollos parrilleros, este tipo de pollos se deben criar en diferentes tipos de galpones, sobre todo, en las empresas integradoras. Los machos de estas aves de ceba son los más demandados debido a su mejor conversión alimenticia y comportamiento productivo (11).

Las líneas genéticas de pollos de engorde, más usadas en Latinoamérica son de conformación para conseguir mayor peso de pechuga luego de los 28 días de edad, teniendo que alcanzar más del 30% del peso corporal (promedio 2.500 g). Aquí podemos hallar las razas de pollos Cobb 500, Hurbbard y Ross 308, siendo la primera elección los Cobb 500 por su gran eficiencia en conversión alimenticia, viabilidad con una alimentación de baja densidad, muy buena tasa de crecimiento y menor costo (8).

1.1.4. Parámetros productivos

Los pollos de engorde han sido seleccionados genéticamente para aumentar su crecimiento en el menor tiempo posible, pero, en la etapa de engorde, se presentan problemas de crecimiento y desarrollo en las regiones tropicales, ya que, el estrés calórico provoca hasta el triple de muertes, reduce el consumo de alimento y agua, y, por lo tanto, un menor rendimiento productivo. (13).

En la industria avícola, el balance adecuado de la alimentación es clave para el crecimiento y desarrollo de las aves. La calidad de las materias primas influye en la absorción de nutrientes y la salud intestinal. Aunque las dietas sin antibióticos ni aditivos pueden ser menos efectivas, la demanda actual del mercado exige alimentos seguros e inocuos (14).

La línea Ross 308 presenta un buen nivel de uniformidad y rendimiento en sus parámetros productivos gracias a su buen índice de conversión alimenticia y desarrollo excelente con una dieta de bajo costo, por lo que, se consigue un bajo costo de producción de la carne. (15)

1.1.5. Fisiología y anatomía digestiva de las aves

El sistema digestivo es crucial para la buena eficiencia productiva de la parvada, se ocupa de la asimilación y transformación de los alimentos en los nutrientes esenciales para un buen desarrollo de las aves (15). Está compuesto:

- **Pico:** dos piezas córneas, superior e inferior, cuya función es la incorporar los alimentos a la boca (15).
- **Cavidad oral:** compuesto por paladar blando, mejillas, lengua, cuya función es de presionar, seleccionar y deglutir el alimento, y numerosas glándulas salivares ubicadas en sus paredes, que pueden secretar de 7-25 ml, 12 ml de promedio, de saliva en 24 horas (gallina adulta) (15).
- **Esófago:** parte tubular que va desde la cavidad oral hasta el buche y luego del buche a la molleja, cuya función es la de transformar el alimento (15).
- **Buche:** se encarga de hidratar y ablandar los alimentos y posee esfínteres voluntarios para el ingreso y salida de estos (15).
- **Proventrículo:** las células glandulares del proventrículo se encargan de la producción de pepsina, una enzima necesaria para la digestión de las proteínas y el ácido clorhídrico, además, en este órgano se produce el juego gástrico (15).
- **Molleja:** su función principal es triturar y moler los alimentos gruesos. Tiene forma ovalada con dos aberturas: una que conecta con el proventrículo y la otra con el duodeno. Su pH ácido es 4,06. La actividad motora de la molleja es rítmica e implica contracciones de los dos músculos (15).

- **Intestino delgado:** está compuesto por el duodeno, el yeyuno y el íleon, encargado de la asimilación de los nutrientes para el correcto mantenimiento y metabolismo del organismo (15).
 - o **Duodeno:** tiene un pH ácido de 6,31, y es donde se realiza la mayor parte de digestión química de los jugos gástricos (15).
 - o **Yeyuno:** presenta un pH de 7,04, está conformado por 10 asas pequeñas suspendidas por mesenterio (15).
 - o **Íleon:** se ubica en la mitad del abdomen, tiene un pH de 7,59 (15).
- **Intestino grueso:** está compuesto por dos ciegos, cuya función no se sabe con certeza, pero se relacionan con la celulosa y la absorción. El desecho tiene un pH de 7,08 y el izquierdo de 7,12 (15).
- **Cloaca:** órgano común para el sistema digestivo, urinario y reproductivo de las aves, se encarga de la eliminación de la orina y heces (15).

1.1.6. Nutrición

Los alimentos están compuestos por los nutrientes, liberados y asimilados durante la digestión por los animales, cumpliendo así, con sus funciones vitales (mantenimiento, crecimiento, desarrollo y reproducción), deben estar en la proporción adecuada en la dieta de las aves (energía (carbohidratos, grasas y aceites), proteínas, minerales, vitaminas y agua) para suplir sus requerimientos nutritivos básicos y así poder expresar todo su potencial genético (16) (17).

El consumo de alimento en las aves está dirigido por la necesidad de satisfacer sus requerimientos energéticos, por lo que, si la ración es poco energética (2800 kcal EM) se incrementará la ingesta de alimento (17).

1.1.6.1. Carbohidratos

Su función principal es el aporte de energía inmediata, necesaria para regular y mantener la temperatura fisiológica y para las funciones básicas del organismo: reacciones químicas y movimientos necesarios para la formación de las células y tejidos, y para la eliminación de los desechos (17).

1.1.6.2. Proteínas

Son nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de los animales, pero no se pueden almacenar en el organismo para uso futuro, como con las fuentes de energía, por lo que, es necesario aportar, diariamente, los aminoácidos esenciales que requieren los animales, para poder alcanzar el máximo de producción, en este caso, de carne o huevos (17).

1.1.6.3.Vitaminas

Este grupo de nutrientes son esenciales para el mantenimiento del organismo, necesario para el crecimiento, engorde y reproducción de las aves, así como, para la producción de los huevos (17).

1.1.6.4.Minerales

Los minerales son nutrientes imprescindibles para las aves, para su crecimiento, coagulación sanguínea, metabolismo energético, desarrollo óseo, muscular y nervioso, contracción muscular, etc. (17).

1.1.6.5.Agua

Es el nutriente esencial para la vida, necesario para la hidratación del organismo, metabolismo fisiológico y excreción de las sustancias de desecho (17). El abastecimiento de agua de calidad es fundamental para las funciones vitales, la termorregulación y desempeña un rol clave en el equilibrio nutricional, garantizando un crecimiento adecuado y una producción excelente (18).

1.1.6.6.Lípidos

Lo lípidos están conformados por un grupo de sustancias orgánicas insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos como: cloroformo, benceno, éter, etc. Se encuentran en este grupo a los aceites (grasas líquidas a temperatura ambiente), las grasas (a temperatura ambiente son sólidas), ácidos grasos con sus ésteres (ceras, acilglicérols y fosfolípidos), lípidos no saponificables (terpenos, caroteno y esteroides) y cuerpos cetónicos. Por su elevado valor energético es de vital importancia en la nutrición de los animales, siendo fuente de energía metabólica: los cuerpos cetónicos y ácidos grasos, que al oxidarse producirá ATP (Adenosín trifosfato, la moneda energética de las células), sino se usa, se almacenará en el tejido adiposo (aislante térmico y reserva energética), es esencial para la formación de membranas (glucoesfingolípidos y fosfolípidos), son antígenos de

superficie (esfingolípidos) y si se habla de lípidos no polares, estos son fundamental para la rápida propagación del impulso nervioso de los nervios mielinizados al ser un aislante eléctrico (19).

En los climas tropicales la incorporación de lípidos en la dieta de las aves ayuda a evitar el estrés calórico muy típico en estos climas, el aumento de la energía proveniente de aceites o grasas reduce el calor producido al metabolizarse los alimentos, aumenta la mayor concentración energética en las dietas (20).

El uso de grasas o aceites en los piensos mejora la productividad de los broilers al mejorar la aceptación de la dieta y reducir el consumo debido a su alta concentración energética. Las dietas comerciales generalmente incluyen entre un 3 y un 8 % de grasa agregada para suministrar hasta un 20 % de energía metabolizable (EM) en las dietas de pollos de engorde, y se cree que la inclusión de emulsionantes en estas dietas mejora la digestibilidad de la grasa (21). Ayudan a homogeneizar las raciones, reducir las pérdidas por selección de partículas, ralentizar el paso del digesto, mejorar la absorción de los nutrientes, mejorar los índices de rendimiento y minimizar los costos de producción (22).

1.1.6.6.1. Digestión y absorción de los lípidos en las aves

La digestión y el transporte de los lípidos es diferente en las aves que, en los mamíferos, se almacenan en los hepatocitos, en el tejido adiposo y en la yema de los huevos (fuente energética para el embrión). No hay acción de la lipasa lingual ni la gástrica, son la molleja y el intestino quienes emulsifican los lípidos (jugo pancreático; lipasa pancreática, ácidos biliares; sales biliares), forman las micelas y se encargan de su absorción (principalmente en el duodeno y la parte anterior del yeyuno (19). Desde la molleja hasta el intestino delgado las gotas de grasa se reducen de forma mecánica por los movimientos peristálticos, luego se mezclan con las sales biliares y el jugo pancreático, esto va a permitir un incremento de la relación volumen-superficie que va a facilitar su contacto con la lipasa pancreática, la cual se encarga de la hidrólisis de los triglicéridos (15).

La digestión de lípidos del pollito se incrementa de forma gradual desde la semana uno hasta la ocho, posiblemente, se deba a su poca habilidad para incrementar la formación de las sales biliares (19).

El perfil de ácidos grasos de un aceite o grasa influye en su digestibilidad y el desarrollo de las aves, siendo los ácidos grasos insaturados (que se encuentran en aceites vegetales

como soja, canola, oliva y maíz) más digeribles que los ácidos grasos saturados (de fuentes animales). La grasa de ave es una excepción, con aproximadamente un 60% de ácidos grasos insaturados. Los crecientes costos de las fuentes de lípidos convencionales debido a la demanda de biodiesel han estimulado el desarrollo de aditivos comerciales para mejorar la utilización de lípidos. Los lípidos deben ser emulsionados con sales biliares antes de ser digeridos por las lipasas. Los emulsionantes en los piensos para pollos de engorde, como la lecitina de soja, mejoran la digestibilidad de las grasas y la disponibilidad de energía. Esto es particularmente importante para pollos jóvenes (hasta 21 días), ya que, los pollos jóvenes presentan baja producción de bilis, dificultando la emulsión, digestión y absorción de los lípidos. El uso de emulsionantes puede mejorar el rendimiento de los pollos de engorde al mejorar la digestibilidad de la fuente de lípidos y aumentar la disponibilidad de energía en su dieta (23).

El transporte de los lípidos en la sangre va a depender de su integración en estructuras anfipáticas, las apoproteínas se combinan con los lípidos para formar partículas de lipoproteínas de diferentes densidades. Los lípidos que son más apolares se transportan a los tejidos, principalmente adiposos y musculares, donde se almacenan o utilizan. Estos lípidos son hidrolizados por la lipoproteína lipasa (LPL) en los capilares sanguíneos y luego utilizados como sustrato energético o reesterificados como triglicéridos para almacenamiento de energía (15).

1.1.6.7. Aceites y oleínas de origen vegetal

Las grasas vegetales se derivan de semillas oleaginosas y consisten en glicéridos de ácidos grasos. Se consideran vírgenes si no han sido modificados. Los aceites se obtienen mediante procedimientos mecánicos y con calor, o mediante prensado en frío sin calor. Ambos tipos se pueden purificar mediante lavado, sedimentación, filtración y centrifugación. Los aceites vegetales se utilizan comúnmente en la formulación de dietas para pollos de engorde (24) (25).

1.1.6.7.1. Aceite de soja

Las semillas de soja se utilizan para obtener este tipo de aceite, que es importante a nivel mundial para la extracción de aceite y harina para uso alimentario. Cada semilla contiene entre un 15 y un 23 % de aceite, con aproximadamente un 8 % de ácido α -linolénico, un 55 % de ácido linoleico y una gran cantidad de ácido oleico (24).

Este tipo de aceite permite la mayor expresión del potencial genético en los broilers en comparación a las aves alimentadas con grasa animal, debido a la concentración de ácidos grasos insaturados que presenta el aceite de soya, además, posee un menor contenido de ácidos grasos libres que ayuda a metabolismo y digestión (20). La mayor concentración de ácidos esenciales linoleico y linolénico mejora el crecimiento de los pollos (4).

1.1.6.7.2. Aceite de palma

Este tipo de aceite se extrae de la pulpa y semilla de los frutos de la palma africana luego de ser refinada de forma correcta, está compuesto por grasas insaturadas y saturadas, fraccionados en oleínas y esteaninas, compuestos por triglicéridos. Luego de la soja, es el segundo aceite más producido mundialmente. Después de separar el escobajo y otros desechos sólidos y ser prensado, se obtiene un aceite rojo por su vitamina A cuando se obtiene de la pulpa, pero si se obtiene de la semilla mediante trituración y prensado, el aceite es transparente (24).

1.1.6.7.3. Aceite de maíz

El aceite de maíz, extraído del germen de maíz, contiene entre un 15 y un 20% de aceite con una alta concentración de ácidos poliinsaturados, especialmente ácido linoleico (más del 50%). Se considera un producto derivado del almidón de maíz (24).

1.1.6.7.4. Aceite de girasol

Las semillas de girasol, que alguna vez se utilizaron, únicamente, con fines ornamentales, ahora son valoradas por su alto contenido de grasa (alrededor del 30%) y se encuentran entre las mejores plantas de semillas oleaginosas. El aceite, que se obtiene prensando y refinando las semillas, está compuesto por un 60% de ácido linoleico y un 20% de ácido oleico (algunas variedades hasta un 75%), con un alto contenido en ácidos grasos (24).

1.1.7. Grasas amarillas o “yellow grease”

Las grasas amarillas o “yellow grease” son la mezcla de grasas de fritura y cebos de calidad no adecuada para otros usos comerciales o industriales debido a su color excesivo o acidez. Se produce en el proceso de fritura y cocción de alimentos, cambiando sus características organolépticas y fisicoquímicas debido a las altas temperaturas a las que son sometidas (26). El tiempo prolongado de uso del aceite de fritura, así como, las altas

temperaturas, van a provocar que el aceite se rancie por oxidación, un aumento de los niveles de ácidos grasos libres y una acidez por encima del 6-7%. Este aceite utilizado puede ser recolectado en los restaurantes para luego someterse a filtración que elimina los sólidos y poder añadir antioxidantes y preservantes que nos ayudaría a darle otra vida útil como jabones, detergente, velas, biodiesel, biograsa-lubricante, balanceado, trampas para insectos y demás. Se debe tomar en cuenta que al freírse se forma radicales libres y peróxidos al interaccionar los ácidos grasos con el oxígeno, para evitarlo, se añaden antioxidantes como el butilhidroxitolueno (BHT) y el butilhidroxianisol (BHA) pero cuando el aceite ya está oxidado no son muy eficaces y añadir en exceso puede ser muy tóxico para los animales debido a que provoca hemólisis. Además, las grasas muy oxidadas van a reducir la ingesta, digestibilidad y la eficiencia del alimento que se les suministra a los animales (4) (27).

Los residuos de los aceites usados son un factor muy contaminante en el agua y suelo de los ecosistemas al producir una capa en el agua (de una milésima de micrómetro) y suelo que no permite un buen paso del oxígeno, provocando la muerte de plantas y animales, tanto terrestres como acuáticos, siendo difícil de eliminar (28) (29). El aceite vegetal usado en las cocinas, normalmente, se desecha por el fregadero, sin un tratamiento adecuado, y sin tomar en cuenta, que, un litro de aceite usado contamina hasta mil litros de agua, esto representa el agua consumida por una persona promedio en 11,5 años. La industria del aceite ha crecido exponencialmente en los últimos años, pero causan graves problemas debido al proceso de extracción que exige grandes cantidades de agua que luego se descargan en los ríos (30) (31) (32).

Según la Fundación Española para el Desarrollo Nutricional Animal (FEDNA), cuando los residuos de grasa amarilla se recogen, seleccionan y procesan adecuadamente, su valor nutricional puede alcanzar una calidad aceptable (33).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.Materiales

2.1.1. Localización del estudio

El trabajo de investigación se realizó en la finca “Santa Inés”, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Técnica de Machala. Esta finca está situada sobre la Avenida Panamericana, en el kilómetro 5 ½ vía Machala – Pasaje. Sus coordenadas geográficas son 79°54'05" de longitud y 3°17'16" de latitud, con una elevación de 5 metros sobre el nivel del mar y temperaturas que varían de 22 a 35°C.



Figura 1: Ubicación UTMACH

Fuente: Google Maps

2.1.2. Población y muestra

Se utilizarán un total de 200 pollos de engorde de la línea Ross, asignados a cinco tratamientos con cuatro repeticiones cada uno. En cada unidad experimental se colocarán 10 aves juntas sin separación de sexos. El tratamiento 1 (T1) sirve como control y no incluye grasa amarilla. El tratamiento 2 (T2) incluirá 0.25% de grasa amarilla en el alimento, el tratamiento 3 (T3) tendrá 0.5% de inclusión, el tratamiento 4 (T4) contendrá 0.75% de grasa amarilla y el tratamiento 5 (T5) estará compuesto enteramente (100 %) de grasa amarilla.

2.1.3. Equipos y materiales

- 200 pollos broilers recién nacidos
- 20 comederos
- 20 bebederos
- 20 jaulas metálicas
- Viruta de madera
- Bombillas
- 2 calentadoras a gas (criadoras)
- Cilindros de gas
- Balanza gramera digital, Marca Camry (error \pm 1g)

- Higrómetro Medidor de Temperatura Y Humedad. Reloj digital. Marca LWH modelo HTC-2
- Timer Análogo Marca (Power Zone)
- Molino electrico
- Vacunas de Gumboro (Bio-Gum-Vac, cepa Lukert intermedia, Biolovet)
- Vacunas de New castle (Newcastle Farbiovet, virus vivo modificado atenuado, cepa La Sota Tipo 1)
- Vitaminas + minerales (Electravite-James Brown)
- Formol
- Cal
- Goma blanca
- Brochas
- Cortinas negras
- Bomba para fumigación
- Periódicos
- Fósforos
- Cuaderno de anotación

2.1.4. Materias primas para el balanceado

- Maíz molido nacional
- Harina de soya 44
- Salvado de arroz 14% EE
- L-lisina Monoclorhidrato
- DL-metionina
- L-treonina
- Aceite de palma
- Grasa amarilla
- Compuesto enzimático ROVABIO® MAX ADVANCER
- Premezcla vitamínica y mineral (MIKRO-MX Prem broiler inicial Qsi)
- Sal yodada
- Carbonato cálcico
- Fosfato bicalcico dihrico
- Hojas y tallos deshidratados y molido de *P. amboinicus* (oreganon)
- Zeolita

2.1.5. Variables a medir

- Peso vivo semanal (g)
- Ganancia de peso (g)
- Consumo de alimento (g)
- Consumo de agua (g)
- Índice de conversión de alimenticia (ICA)
- Mortalidad (%)
- Factor de eficiencia productivo (FEP)
- Promedio de peso por metro cuadrado (kg)
- Promedio de gastos por unidad experimental (\$)
- Costo de carne en pie por kilogramo (\$)

2.2. Medición de las variables

Las variables medidas en el presente experimento son de tipo cuantitativas obtenidas semanalmente hasta el día 35 de producción o semana 5 de producción.

2.2.1. Peso vivo semanal (g)

Variable cuantitativa medida semanalmente para lo cual se registrará el peso vivo individual de cada pollito, realizando una media para cada réplica.

$$\text{Peso vivo semanal} = \frac{\text{Suma del peso de los pollos de la réplica (g)}}{\text{Nº de animales vivos de la réplica}}$$

2.2.2. Ganancia de peso (g)

Variable de tipo cuantitativa calculada al restar el peso inicial (peso de llegada del pollito bebé) del peso semanal.

$$\text{Ganancia de peso} = \text{peso vivo semanal (g)} - \text{peso inicial (g)}$$

2.2.3. Consumo de alimento (g)

Variable cuantitativa obtenida al registrarse diariamente la cantidad de comida suministrada y al terminar la semana se pesará el sobrante de toda la semana.

Cons de alim = Alimento diario acumulado (g) – alimento sobrante semanal (g)

2.2.4. Consumo de agua semanal (g)

Variable de tipo cuantitativa. Diariamente se registrará la cantidad de agua suministrada y se pesará el sobrante del día anterior, al terminar la semana se tendrá la cantidad de agua que consumieron menos el sobrante.

Cons de agua = agua diaria acumulada (g) – agua sobrante semanal (g)

2.2.5. Índice de Conversión alimenticia (ICA)

Es una variable cuantitativa que se calcula dividiendo el alimento consumido acumulado en la semana entre la ganancia de peso acumulado el aumento de peso de las aves.

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

2.2.6. Mortalidad (%)

Variable de tipo cuantitativa que se calcula dividiendo el número de animales muertos durante el proyecto, entre el número de animales que iniciaron el experimento, todo esto multiplicado por 100 para expresarlo en porcentaje.

$$\text{Mortalidad (\%)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de pollos muertos}}{\text{N}^\circ \text{ total de pollos que inician el experimento}} \times 100$$

2.2.7. FEP

Variable cuantitativa que se calcula al registrar la viabilidad de los pollitos por el peso final de los pollos y se divide previo a la multiplicación entre el índice de índice de conversión y el periodo en días de crianza, multiplicándose todo por 100.

$$FEP = \left[\frac{\text{Viabilidad (pollos vivos de la réplica)} \times \text{Peso final (kg)}}{\text{Edad de las aves (35 días)} \times \text{ICA total acumulado}} \right] \times 100$$

2.2.8. Promedio de peso por metro cuadrado (Kg)

Variable de tipo cuantitativa que se calcula dividiendo el peso final en kilogramos, entre el diámetro de la jaula.

$$\text{Promedio de peso } m^2 = \frac{\text{Peso final (kg)}}{\text{Diámetro de la jaula}}$$

2.2.9. Promedio de gastos por unidad experimento (\$)

Variable de tipo cuantitativa que se obtiene al multiplicar el costo del alimento por el consumo de la dieta proporcionada.

$$\text{Prom gastos por UE} = \text{Costo del alimento (\$)} \times \text{Consumo de la dieta dada (g)}$$

2.2.10. Costo del Kg de carne en pie por metro cuadrado (\$)

Es una variable de tipo cuantitativa que se calcula mediante la sumatoria obtenida de los gastos de insumos como vitaminas, vacunas, aserrín, etc. Específicos para el mantenimiento de las aves de cada unidad experimental, adicionalmente el costo de los balanceados suministrados durante el proyecto y se expresa en dólares (\$).

2.2.11. Costo de carne en pie por kilogramo (\$)

Es una variable cuantitativa que se calcula a través de los valores obtenidos en la variable de costo del Kg de carne en pie por m² en relación con la variable de promedio de peso por metro cuadrado

$$\text{Costo de carne en pie por kg (\$)} = \frac{\text{Precio del kg de carne en pie por m}^2}{\text{Promedio de peso por m}^2 \text{ (kg)}}$$

2.3. Metodología

2.3.1. Metodología de campo

Este estudio se llevó a cabo de acuerdo con los procedimientos descritos en la Guía de Buenas Prácticas Avícolas (BPP). La instalación se limpió y desinfectó a fondo tanto en el interior como en el exterior, siguiendo un enfoque de vacío sanitario, que incluyó el piso de concreto, las paredes, las rejas metálicas y las cubiertas de zinc. También se limpiaron y desinfectaron materiales como ladrillos, bloques, bebederos, comederos y jaulas individuales. Las estructuras del galpón, incluido el piso y las paredes, se trataron con una mezcla de cal, caucho y agua. Después del secado y encalado, se aplicó una solución de formaldehído (20 ml de formaldehído al 37% por litro de agua). Se colocaron cortinas de plástico tanto en el interior como en el exterior del galpón para minimizar las fuertes corrientes de aire, y luego se utilizaron cortinas de cría para cubrir las unidades experimentales. Estas unidades consistieron en cuadrados individuales de malla metálica de 25 cm por 25 cm, que se mantuvieron en este tamaño durante dos semanas, después de

lo cual el tamaño se incrementó 25 cm de cada lado semanalmente hasta alcanzar 1m x 1m. Las bases de las unidades experimentales se cubrieron con plástico hasta una altura de 10 cm para evitar el cruzamiento entre tratamientos.

Para continuar con el proceso de adaptación, se esparció aserrín desinfectado a una profundidad de 10 cm para que sirviera como cama para las aves. Se instalaron bases para colocar bebederos y comederos para cada unidad experimental. Se instalaron dos criadoras como fuente de calor tres días antes de la llegada de las aves y se asperjó nuevamente una dilución de formaldehído para asegurar las condiciones sanitarias adecuadas. Previo a la llegada de los pollitos, se preparó alimento balanceado para cada tratamiento y se encendieron los calentadores 6 horas antes de la llegada de los pollitos para asegurar que la temperatura alcanzara los 31°C. A su llegada, se registró el peso de los pollitos en gramos y se asignaron aleatoriamente a las unidades experimentales, con 10 aves en cada unidad (sin sexar). Durante los primeros tres días, se proporcionó agua con vitaminas y electrolitos (Elektrovit) a una dosis de un gramo por litro. El alimento se ofreció inicialmente en platos y posteriormente se utilizaron tolvas. La estimulación del apetito se realizó de 4 a 5 veces al día, evitando el mediodía. El control sanitario siguió un programa básico de vacunación para Gumboro y Newcastle, con todos los horarios de vacunación y revacunación estrictamente respetados. A partir del día ocho, se controló la temperatura ajustando la altura de las cortinas interiores, comenzando con 20 cm y finalmente eliminándolas por completo. El mismo proceso se aplicó a las cortinas exteriores. La cama se cambió diariamente para evitar la acumulación de humedad y se reemplazó por completo el día 18 para evitar lesiones en las patas causadas por la alta humedad. Además, se reguló la duración de la luz para proporcionar a las aves luz las 24 horas.

2.3.2. Metodología para la elaboración del balanceado

Para la preparación de la dieta balanceada se usó el programa Microsoft Excel con la herramienta “Solver”, asegurando que se cubrieran las necesidades nutricionales de los pollos en cada etapa de crecimiento. El proceso implicó establecer niveles mínimos y máximos de inclusión de nutrientes clave como fibra, proteína, energía metabolizable, fósforo, calcio, sodio, metionina, treonina y lisina, con base en datos de la página web de FEDNA (33). Se utilizó un área designada en el galpón para almacenar el alimento, asegurando que no entrara en contacto directo con el piso para evitar la humedad,

exposición a la luz solar directa o contaminación por plagas. El alimento se colocó en recipientes que fueron etiquetados de acuerdo a cada tratamiento. Para evitar la contaminación cruzada, se utilizaron diferentes recipientes plásticos, asegurando que el tratamiento que contenía solo aceite de palma no se mezclara con los que contenían algún porcentaje de grasa amarilla.

- **Balanceado de iniciación (0-21 días):** para esta fórmula se utilizó macro ingredientes: L-lisina monoclóhidrato, DL metionina, L-treonina, maíz nacional, harina de soya, salvado de arroz, aceite de palma, grasa amarilla; la micromezcla; MIKRO-MX Prem broiler inicial Qsi, carbonato de calcio, fosfato bicálcico dihidrido, sal yodada, robavio max y oreganon. La fuente lipídica; el aceite de palma y la grasa amarilla, se añaden según el tratamiento respectivo. Una vez mezclado todo, se finaliza añadiendo la zeolita, cuya función es atrapar toxinas, se termina mezclando y unificando todos los ingredientes. Consiguiendo una fórmula era Isoproteica (19,0% de PB) e Isoenergética (2875 kcal/kg de EM).
- **Balanceado de crecimiento I (15-21 días):** su elaboración es similar a la fórmula inicial, obteniendo una fórmula isoproteica (19% de Proteína bruta) e isoenergética (2875 kcal/kg de Energía metabolizable).
- **Balanceado de crecimiento II (22-28 días):** su elaboración es similar a la fórmula inicial, obteniendo una fórmula isoproteica (19% de Proteína bruta) e isoenergética (2950 kcal/kg de Energía metabolizable).
- **Balanceado finalizador (29-35 días):** se realiza de manera similar al balanceado de crecimiento, pero consiguiendo fórmula isoproteica de 18,0% de Proteína bruta e isoenergética de 3000 kcal/kg de Energía metabolizable.

2.4. ANALISIS ESTADÍSTICO

Para el experimento se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) sobre una población de 200 pollos broilers; constituidos de cinco tratamientos, cuatro réplicas, y 10 aves por unidad experimental. Para el análisis de los datos se empleó el programa estadístico Statgraphics Centurión XV.I. ®, aplicando un análisis para un factor (ANOVA simple), previa comprobación de los supuestos de Normalidad y Homogeneidad de las variables, para aquellas que no se ajustaron se utilizó las pruebas de Kruskal- Wallis para establecer las diferencias. Para establecer la diferencia entre las medias se usó el

procedimiento de la diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher con un nivel del 95.0% de confianza.

Los tratamientos establecidos en la investigación fueron los siguientes:

- Tratamiento 1 (T1) o Testigo, inclusión del aceite de palma como fuente de energía en el balanceado.
- Tratamiento 2 (T2), inclusión de 0,25% de la grasa amarilla sustituyendo al aceite de palma en el balanceado.
- Tratamiento 3 (T3), inclusión de 0,50% de la grasa amarilla sustituyendo al aceite de palma en el balanceado.
- Tratamiento 4 (T4), inclusión de 0,75% de la grasa amarilla sustituyendo al aceite de palma en el balanceado.
- Tratamiento 5 (T5), inclusión de 1% de la grasa amarilla sustituyendo al aceite de palma en el balanceado.

2.4.1. Modelo matemático empleado

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + S_j + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = variable con efecto fijo, el valor de la variable respuesta de interés medida sobre la *J*ésima observación a la cual se le aplicó el *i*ésimo tratamiento.

μ= es la media de la población **T_i**= efecto de los tratamientos (1, 2, 3, 4 y 5).

S_j= efecto de las semanas de evaluación de las aves (1, 2, 3, 4 y 5)

ε_{ijk}= error del experimento sobre la *J*ésima de los tratamientos a la cual se le aplicó el *i*ésimo semanas.

2.4.2. Hipótesis

Según el modelo matemático, las hipótesis planteadas son:

H₀: los efectos de la inclusión de la grasa amarilla en el balanceado, no difieren estadísticamente en los parámetros productivos en comparación con el testigo.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu$$

H1: los efectos de la inclusión de la grasa amarilla en el balanceado, difieren estadísticamente en todos o en al menos uno de los parámetros productivos en comparación con el testigo.

$$H_1: \mu_i \neq \mu$$

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Parámetros productivos

3.1.1. Peso vivo semanal

En el presente trabajo se evaluó el efecto de la inclusión de la grasa amarilla en raciones alimenticias para pollos de engorde sobre los parámetros productivos y económicos, encontrándose los siguientes resultados:

Tabla 1: Peso semanal expresado en gramos de los tratamientos con su intervalo de confianza respectivo

SEMANA	T1	T2	T3	T4	T5	IC
1	181,60 ^a	175,35 ^a	162,49 ^b	178,9 ^a	172,85 ^a	4,50
2	467,43 ^a	447,53 ^a	445,15 ^a	464,87 ^a	452,50 ^a	13,59
3	910,55 ^a	882,56 ^a	880,44 ^a	936,62 ^a	912,67 ^a	29,12
4	1556,08 ^{ab}	1482,08 ^a	1543,59 ^{ab}	1630,23 ^b	1530,87 ^{ab}	51,49
5	2223,25 ^{ab}	2134,28 ^a	2154,26 ^a	2304,68 ^b	2191,38 ^{ab}	71,13

Semana=1,2,3,4 y 5, Semanas de experimento, T1= Tratamiento testigo sin grasa amarilla, T2, T3, T4, T5, tratamientos con inclusión de grasa amarilla al 0,25%, 0,50%, 0,75% y 1%, IC=intervalo de confianza.

Al analizar la **Tabla 1**, se puede observar que sí existe diferencia estadística entre los tratamientos en la semana 1, 4 y 5. En la semana 1, el tratamiento 3 (162,49 g) presenta menor peso que el tratamiento testigo (181,60 g). En la semana 4, el T4 (1630,23 g) presenta un mayor peso de los tratamientos, seguido del T1 (1556,08 g), T3 (1543,59 g) y T5 (1530,87 g), siendo el T2 (1482,08 g) el de menor peso. En la semana 5, el peso vivo final de los pollos del T4 (2304,68 g) es mayor que el Testigo (2223,25 g) y que el T5 (2191,38 g), siendo los tratamientos T3 (2154,26 g) y T2 (2134,28 g) los de menor peso obtenido. El tratamiento 4 ha obtenido los mejores pesos finales en comparación con el testigo mientras que el tratamiento 2 y 3, presentaron los pesos más bajos. Siendo completamente diferente a los resultados de *Moscoso et al. (2020)* en su trabajo de “Efecto de la fuente lipídica en la alimentación de pollos para carne en zona de trópicos” que nos indican que los pollos a los 21 días o semana 3, presentan mayores pesos si son alimentados con manteca de cerdo (951,70 g) y con la dieta de aceite reciclado (923,10 g), pero al medir ese mismo parámetro a los 42 días, se observa que no hay diferencias entre los pollos alimentados con aceite de soya (2786,00 g), manteca de cerdo (2895,00 g), aceite reciclado (2804,00 g) o dieta basal (2855,00 g), ya que los pollos presentan una maduración de su sistema digestivo y no importa el origen de la fuente lipídica, resultados contrarios a los obtenidos en este trabajo, pues vemos que a la semana 3 no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos, y a la semana 5 o día 35 de producción, el tratamiento con 0,75% de aceite reciclado presenta los mejores pesos en comparación con el testigo que presenta el 1% de aceite de palma.

En cambio, *Flores & Vásquez (2013)* en su trabajo titulado “Evaluación de la sustitución de grasa amarilla por aceite de palma durante las diferentes fases de alimento de pollos de engorde” no hallan diferencias significativas entre los tratamientos con aceite de palma o con grasa amarilla a lo largo de todas las semanas de producción (1,2,3,4,5).

3.1.2. Ganancia de peso vivo

Tabla 2: Ganancia de peso vivo semanal, acumulado, en gramos, de cada tratamiento, con su respectivo intervalo de confianza.

SEMANA	T1	T2	T3	T4	T5	IC
1	133,25 ^a	127,75 ^a	114,50 ^b	130,75 ^a	125,75 ^a	4,94
2	419,25 ^a	400,00 ^a	397,25 ^a	417,00 ^a	405,25 ^a	13,59
3	862,50 ^a	834,50 ^a	831,00 ^a	888,25 ^a	867,00 ^a	29,56
4	1508,00 ^{ab}	1433,00 ^a	1494,25 ^{ab}	1582,25 ^b	1488,75 ^{ab}	63,28
5	2175,00 ^a	2084,25 ^a	2106,25 ^a	2256,00 ^a	2143,00 ^a	87,18

Semana=1,2,3,4 y 5, Semanas de experimento, T1= Tratamiento testigo sin grasa amarilla, T2, T3, T4, T5, tratamientos con inclusión de grasa amarilla al 0,25%, 0,50%, 0,75% y 1%, IC=intervalo de confianza.

En la **Tabla 2**, observando los resultados obtenidos semanalmente, entre los tratamientos no hay diferencia estadística significativa, a excepción del T3 (114,50 g) que en la semana 1, presenta menor peso con respecto al Testigo. Y en la semana 4, el tratamiento T4 (1582,25 g) presenta la mayor ganancia de peso en comparación con el T1 (1508,00 g), siendo el tratamiento T2 (1433,00 g), el de la menor ganancia de peso. Resultados contrarios a los obtenidos en el 2020, por *Moscoso et al.* en su artículo de “*Efecto de la fuente lipídica en la alimentación de pollos para carne en zona de trópicos*”, en el cual nos indican que los pollos a los 21 días presentan mayores ganancias de peso si su fuente lipídica es la manteca de cerdo (906,30 g) o el aceite reciclado (874,70g) y sin diferencias cuando la dieta presenta aceite de soya (823,30 g) o una dieta basal (834,00 g). A la semana 6 de producción, no hay diferencias entre los pollos alimentados con aceite de soya (2740,00 g), manteca de cerdo (2846,30 g), aceite reciclado (2764,30 g) o con la dieta basal (2810,00 g), mientras que nosotros a la semana 4 sí obtuvimos una mejor ganancia de peso con el uso del 0,75% de grasa amarilla en comparación con el 1% de aceite de palma, pero no hubo diferencia en la semana 5.

Tomando en cuenta que la dieta suministrada al experimento fue una isoproteica e isoenergética, podemos decir que los resultados obtenidos concuerdan con los encontrados en “*Efecto de la sustitución de grasa de fritura por aceite vegetal y concentración energética en dietas para la producción de pollos de engorde*” realizado por *Orduña-Hernández et al.* en el 2016, ya que, estos autores comparan la sustitución de la grasa amarilla por el aceite vegetal en dietas estándar y dietas altas en energía, concluyendo que la fuente de lípidos no influye en la ganancia de peso (Semana 3: 671,00 g, aceite vegetal) y 641,00 g, grasa de fritura. Semana 6: 2301,00 g, aceite vegetal y 2243,00, grasa de fritura), pero si hay mejores resultados en las dietas altas en energía. Estos autores presentan resultados similares a los de *Flores & Vásquez (2013)* en “*Evaluación de la sustitución de grasa amarilla por aceite de palma durante las diferentes fases de alimento de pollos de engorde*” pues no se hallan diferencias significativas entre los tratamientos con aceite de palma o con grasa amarilla desde la semana 1 hasta la 5.

3.1.3. Consumo de alimento

Tabla 3: Promedio de consumo de alimento semanal acumulado de los tratamientos, medido en gramos, y su intervalo de confianza

Semana	T1	T2	T3	T4	T5	IC
1	1710,00 ^a	1725,00 ^a	1664,75 ^a	1772,75 ^a	1719,75 ^a	57,63
2	5049,00 ^{ab}	4945,50 ^a	4747,00 ^a	5349,00 ^b	5102,75 ^{ab}	182,40
3	10296,80 ^a	9963,75 ^a	9884,25 ^a	10772,00 ^a	10638,80 ^a	520,10
4	18139,80 ^a	17885,50 ^a	17645,80 ^a	19179,50 ^a	18663,00 ^a	1142,30
5	29286,00 ^a	26867,00 ^a	28161,00 ^a	30099,00 ^a	28794,00 ^a	1761,80

Semana=1,2,3,4 y 5, Semanas de experimento, T1= Tratamiento testigo sin grasa amarilla, T2, T3, T4, T5, tratamientos con inclusión de grasa amarilla al 0,25%, 0,50%, 0,75% y 1%, IC=intervalo de confianza.

En la **Tabla 3**, podemos ver que no existe diferencias estadísticas entre los tratamientos a lo largo de las semanas, excepto en la semana 2, en la podemos observar que el tratamiento T4 (5349,00 g) presenta un mayor consumo en comparación con el T1 o testigo (5049,00 g), y los T2 (4945,50 g) y T3 (4747,00 g), son los de menor consumo de alimento. Coincidiendo con los resultados obtenido por *Moscoso et al. (2020)* el cual no presenta diferencias estadísticas entre los consumos de alimento de los tratamientos. A la semana 6 nos dicen que aumenta el consumo en la dieta basal o control (4790,00 g) en comparación con las otras dietas; aceite de soya (4310,00 g), manteca de cerdo (4370,00 g) o aceite reciclado (4210,00 g), esto se debe a que la dieta basal contenía soya integrada lo cual disminuía el nivel energético de la dieta por lo cual, los pollos consumían mayor cantidad para compensar la disminución de la energía de la dieta.

Orduña-Hernández et al. (2016), en su artículo “Efecto de la sustitución de grasa de fritura por aceite vegetal y concentración energética en dietas para la producción de pollos de engorde” presenta resultados similares al experimento realizado, pues nos dicen que la fuente de lípidos (aceite vegetal o grasa amarilla) no influye en el consumo de alimento. Este hecho coincide también con los resultados de *Flores & Vásquez (2013)* que nos dicen que no hay diferencias significativas entre las dietas con grasa amarilla o aceite de palma.

3.1.4. Consumo de agua

Tabla 4: Promedio de consumo de agua semanal acumulado de los tratamientos, medido en gramos, y su intervalo de confianza

Semana	T1	T2	T3	T4	T5	IC
1	4021,25 ^{ab}	4044,75 ^{ab}	3876,50 ^a	4382,50 ^c	4341,75 ^{bc}	165,54
2	11091,50 ^a	10727,50 ^a	20649,30 ^b	11101,00 ^a	11461,80 ^a	426,60
3	21692,00 ^{ab}	20741,00 ^a	20649,30 ^a	21870,30 ^{ab}	22484,30 ^b	693,50
4	39196,30 ^a	36325,80 ^b	36609,30 ^{ab}	38296,30 ^{ab}	38859,80 ^{ab}	1391,90

5	64851,30 ^a	59538,80 ^b	59680,50 ^{ab}	61168,00 ^{ab}	60753,50 ^{ab}	2606,00
---	-----------------------	-----------------------	------------------------	------------------------	------------------------	---------

Semana=1,2,3,4 y 5, Semanas de experimento, T1= Tratamiento testigo sin grasa amarilla, T2, T3, T4, T5, tratamientos con inclusión de grasa amarilla al 0,25%, 0,50%, 0,75% y 1%, IC=intervalo de confianza .

En la **Tabla 4** podemos observar que hay diferencias estadísticas entre los tratamientos a lo largo de las semanas de experimento. En la semana 1, el tratamiento T4 (4382,50 g) presenta un mayor consumo de agua en comparación del T1 (4021,25 g), el cual presenta poca diferencia con el T2 (4044,75 g), T3 (3876,50 g) y T5 (4341,75 g). En la semana 2, el tratamiento 3 (20649,30 g) tiene mayor consumo de agua que el testigo (11091,50 g). En la semana 3, el tratamiento T5 (22484,30 g) presenta un ligero consumo más elevado que el tratamiento testigo (21692,00 g). En la semana 4, al comparar los consumos con el tratamiento testigo (39196,30 g), se observa un menor consumo en el T2 (36325,80 g). En la semana 5, el tratamiento 2 (59538,80 g) presenta un menor consumo de agua que el testigo (64851,30 g).

Un estudio realizado por *Flores & Vásquez (2013)* en “*Evaluación de la sustitución de grasa amarilla por aceite de palma durante las diferentes fases de alimento de pollos de engorde*” en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, comparó dietas suplementadas con grasa amarilla y aceite de palma en pollos de engorde. Los resultados indicaron que no hubo diferencias significativas en el consumo de alimento entre las dietas evaluadas. Aunque el estudio no reporta específicamente datos sobre el consumo de agua, la ausencia de diferencias en el consumo de alimento sugiere que el consumo de agua podría no haberse visto afectado significativamente por la inclusión de grasa amarilla en la dieta.

Orduña-Hernández et al. (2016), en su artículo “*Efecto de la sustitución de grasa de fritura por aceite vegetal y concentración energética en dietas para la producción de pollos de engorde*” nos dicen que la adición de grasa amarilla no presentó efectos significativos en parámetros como peso vivo, índice de conversión alimenticia, consumo de alimento y consumo de agua acumulado. Esto indica que la inclusión de grasa amarilla en la dieta no afecta negativamente el consumo de agua en pollos de engorde.

3.1.5. Índice de conversión Alimenticia

Tabla 5: Promedio Índice de conversión de los tratamientos y su intervalo de confianza respectivo.

Semana	T1	T2	T3	T4	T5	IC
1	1,28 ^a	1,35 ^a	1,50 ^b	1,36 ^a	1,37 ^a	0,05
2	1,20 ^a	1,24 ^a	1,23 ^a	1,32 ^b	1,26 ^{ab}	0,04
3	1,19 ^a	1,23 ^a	1,22 ^a	1,25 ^a	1,26 ^a	0,03
4	1,20 ^a	1,28 ^b	1,21 ^a	1,24 ^{ab}	1,29 ^b	0,03
5	1,35 ^a	1,32 ^a	1,37 ^{ab}	1,37 ^{ab}	1,46 ^b	0,05

Semana=1,2,3,4 y 5, Semanas de experimento, T1= Tratamiento testigo sin grasa amarilla, T2, T3, T4, T5, tratamientos con inclusión de grasa amarilla al 0,25%, 0,50%, 0,75% y 1%, IC=intervalo de confianza.

En la **Tabla 5**, vemos que sí existe diferencias estadísticas entre los tratamientos con respecto al índice de conversión alimenticia en todas las semanas a excepción de la semana 3, la cual no presenta diferencias estadísticas. En la semana 1, el tratamiento T3 (1,50) presenta un mayor índice de conversión con respecto al testigo (1,28). En la semana 2 se observa un mayor índice de conversión en T4 (1,32) respecto al T1 (1,20). En la semana 4, los tratamientos T5 (1,29) y T2 (1,28) presenta mayor ICA que el testigo (1,20). Y en la semana 5, es el T5 (1,46) el que presenta mayor índice conversión comparado con el T1 (1,35). Indicándonos que el tratamiento T1 es el mejor en cuanto conversión alimenticia. *Moscoso et al. (2020)* nos dicen que las dietas con aceites reciclados (1,30) y manteca de cerdo (1,28) presentan mejores ICA a la 3 semana de producción en comparación con el aceite de soya (1,38) o la dieta basal (1,38). A las 6 semana, siguen destacando las dietas con aceite reciclado (1,50), la manteca de cerdo (1,51), aumentado la dieta con aceite de soya (1,55), frente a la dieta control (1,68), explicando qué es debido a una mayor eficiencia de la digestión de los ácidos grasos presentes en los aceites y la manteca de cerdo. Además, las dietas con mayor cantidad de lípidos mejoran el ICA al reducir el incremento calórico y la producción de calor. Estos resultados son diferentes a los hallados por *Orduña-Hernández et al. (2016)*, en su artículo “Efecto de la sustitución de grasa de fritura por aceite vegetal y concentración energética en dietas para la producción de pollos de engorde” y *Flores & Vásquez* en “Evaluación de la sustitución de grasa amarilla por aceite de palma durante las diferentes fases de alimento de pollos de engorde” (2013) pues los primeros nos comentan que no hay diferencias estadísticas entre los pollos alimentados con aceite vegetal o grasa amarilla y los segundos, que nos dicen que no hay diferencias significativas entre las dietas con grasa amarilla o aceite de palma.

3.2. Parámetros económicos

Tabla 6: Datos económicos de los tratamientos y su intervalo de confianza

	T1	T2	T3	T4	T5	IC
Mort (%)	0,00 ^a	0,25 ^{ab}	0,25 ^{ab}	0,25 ^{ab}	0,75 ^b	0,34
FEP	510,08 ^a	449,05 ^b	453,25 ^{ab}	484,65 ^{ab}	437,43 ^b	30,41
kgpesm	22,23 ^a	20,81 ^a	21,01 ^a	21,90 ^a	20,27 ^a	1,25
GastosUE	76,61 ^a	75,29 ^c	76,04 ^{abc}	76,20 ^{ab}	75,64 ^{bc}	0,44
Kgpollpie	0,82 ^a	0,81 ^a	0,84 ^a	0,81 ^a	0,85 ^a	0,04

Mort= mortalidad (%), FEP=Factor de eficiencia productiva, Kgpesm= kilos de peso por metro cuadrado, Gastos UE=costos de producción por unidad experimental, Kgpollpie= kilos de pollo en pie, Semanas de experimento, T1= Tratamiento testigo sin grasa amarilla, T2, T3, T4, T5, tratamientos con inclusión de grasa amarilla a 0,25%, 0,50%, 0,75% y 1%, IC=intervalo de confianza.

En la **Tabla 6**, podemos ver el análisis de varias variables económicas medidas a lo largo del experimento.

Con respecto a la **Mortalidad** podemos ver diferencias estadísticas entre los tratamientos; el tratamiento 5 (0,75%), presentó mayor mortalidad en comparación con el testigo (0,00%). Datos que contrastan con los hallados por *Orduña-Hernández et al.* en el 2016 con su estudio titulado “*Efecto de la sustitución de grasa de fritura por aceite vegetal y concentración energética en dietas para la producción de pollos de engorde*”, en donde la tasa de mortalidad general fue del 3% en todos los tratamientos. De esta cifra, el 2% corresponde a la dieta con aceite vegetal y alta energía, y el 1% a la dieta con grasa de fritura y energía estándar, aunque, la mortalidad no se puede vincular a los efectos de ningún tratamiento específico debido al bajo índice de mortalidad que se presentó. *Flores & Vásquez* en “*Evaluación de la sustitución de grasa amarilla por aceite de palma durante las diferentes fases de alimento de pollos de engorde*” (2013) tampoco halló diferencias significativas entre las dietas suplementadas con grasa amarilla o aceite de palma, pero sí tuvo altas mortalidades, siendo del 15,43% para la grasa amarilla y 15,67% para el aceite de palma, creyéndose que incrementaron por las altas temperaturas.

En el **factor de eficiencia productiva (FEP)**: podemos ver que existe diferencia estadística entre los tratamientos, siendo el T5 (437,43) y T2 (449,05), los tratamientos con menor eficiencia productiva al compararlos con el testigo (510,08), siendo el T4 (484,65) y el T3 (453,25), los siguientes con mejor eficiencia productiva. Al contrario que *Orduña-Hernández et al.* (2016) en su estudio “*Efecto de la sustitución de grasa de fritura por aceite vegetal y concentración energética en dietas para la producción de pollos de engorde*” y *Flores & Vásquez* (2013) en su trabajo de “*Evaluación de la*

sustitución de grasa amarilla por aceite de palma durante las diferentes fases de alimento de pollos de engorde”, nos indican que no hay diferencias significativas en el peso corporal, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia, ganancia de peso diaria y mortalidad entre las dietas evaluadas con respecto a la fuente lipídica. Estos hallazgos sugieren que la grasa amarilla puede ser una alternativa viable al aceite de palma sin afectar negativamente los parámetros productivos de los pollos, pues la FEP es una métrica integral que evalúa el rendimiento de los pollos de engorde, considerando parámetros como ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad y edad al sacrificio. Se debe señalar que todos los tratamientos fueron de calidad excelente, superando el estándar de 300 según lo presentado por *Itzá- Ortiz (2020)* en su artículo *“Parámetros productivos en la avicultura”*.

Kilogramos de carne en pie por metro cuadrado (kgpesm): en este parámetro no observamos diferencias estadísticas entre los tratamientos. Sin embargo, es evidente que todos los tratamientos del experimento son efectivos, ya que superan los resultados reportados por *Yucailla et al. (2017)*, quienes en su artículo *“Evaluación de parámetros productivos de pollos Broilers Coob 500 y Ross 308 en la Amazonía del Ecuador”* encontraron que la línea Ross 308 produjo aproximadamente 19,18 kg de carne por metro cuadrado en un periodo de evaluación de 49 días.

Con respecto a los **Gastos económicos por unidad experimental (GastosUE)** se observan diferencias estadísticas entre los tratamientos T2 (75,29 \$) y T5 (75,64 \$), con respecto al testigo, presentando estos, menores gastos que el T1 (76,61 \$). El gasto por unidad experimental es inferior al reportado por *Sánchez-Quinche et al. (2023)* en su artículo titulado *“Use of Plectranthus amboinicus in chickens and its effect on productive and economic parameters”*, donde los costos oscilaron entre 89,86 \$ y 91,12 \$, considerando 10 pollitos por unidad experimental y un periodo de tratamiento de 5 semanas. *González et al. (2022)* en su estudio *“Use of Moringa oleifera in chickens and its effect on Productive and economic parameters”* también informan mayores gastos en su experimento, con un rango de 92,03 \$ a 93,43 \$ por tratamiento, considerando 40 pollitos por tratamiento.

En el parámetro de **Kilos de pollo en pie (Kgpollpie)** se ve que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos. Siendo el costo del kilo de pollo en pie, menor que, el reportado por *Sánchez-Quinche et al. (2023)* en su estudio *“Use of Plectranthus*

amboinicus in chickens and its effect on productive and economic parameters” donde los costos variaron entre 1,42 \$ y 1,52\$.

IV. CONCLUSIONES

Según la investigación experimental llevada a cabo, se concluye que la incorporación de grasa amarilla como reemplazo del aceite de palma no tiene un impacto negativo en el rendimiento productivo ni económico de los pollos de engorde.

El nivel de inclusión del 0,75% de grasa amarilla fue la más eficiente en términos de peso final, ganancia de peso y Factor de Eficiencia Productiva (FEP), superando al testigo. No se encontraron diferencias significativas en el consumo de alimento, consumo de agua ni conversión alimenticia entre los tratamientos, lo que sugiere que la grasa amarilla puede ser utilizada sin alterar el comportamiento alimenticio de los pollos.

El uso de grasa amarilla permitió reducir los costos de producción en comparación con el aceite de palma, haciendo que el producto final sea más rentable sin comprometer su calidad. El tratamiento al 0,75% de grasa amarilla representó el mejor equilibrio entre rendimiento productivo y costo de producción, siendo la mejor alternativa para sustituir el aceite de palma en la alimentación de pollos de engorde.

Estos hallazgos son de gran relevancia para la industria avícola, ya que demuestran que la grasa amarilla puede ser una alternativa viable y sostenible al aceite de palma, contribuyendo a la reducción de costos sin comprometer la eficiencia productiva. No se observaron efectos negativos en la conversión alimenticia ni en la mortalidad, lo que indica que la grasa amarilla puede incorporarse en la alimentación de pollos sin comprometer su salud.

V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con estudios que evalúen el impacto a largo plazo del uso de grasa amarilla en la calidad de la carne y la aceptabilidad del consumidor.
- Se recomienda realizar estudios adicionales para analizar cómo la inclusión de grasa amarilla afecta la textura, color y perfil lipídico de la carne, ya que el tipo de grasa utilizada puede influir en estos parámetros.
- Como subproducto de la industria alimentaria, la grasa amarilla debe ser recolectada y tratada adecuadamente para evitar contaminación ambiental. Se recomienda implementar alianzas con empresas procesadoras que garanticen un suministro de grasa amarilla de calidad.
- Para evitar problemas de oxidación y rancidez de la grasa amarilla, se recomienda utilizar grasa amarilla estabilizada con antioxidantes y almacenarla en condiciones adecuadas para preservar su calidad.

VI. BIBLIOGRAFÍA

1. FAO. Revisión del desarrollo avícola. [Online].; 2013. Available from: <https://www.fao.org/4/i3531s/i3531s.pdf>.
2. Tenías Campos J, Alfaro Escalon M, Rivas Nichorzon M, Cárdenas Ramírez L, Silva-Acuña R. Características productivas en pollos de engorde utilizando harina de orégano como promotor de crecimiento. Revista ESPAMCIENCIA. 2021; 12(2).
3. Villarreal Villarreal E. Evaluación de diferentes niveles de 1,2-Propadiol como fuente de energía en dietas de pollos broiler. [Online].; 2022. Available from: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17126/1/17T01747.pdf>.
4. Orduña-Hernández H, Salinas-Chavira J, Montaña-Gómez M, Infante-Rodríguez F, Manríquez-Núñez O, Vázquez-Sauceda MdL, et al. Efecto de la sustitución de grasa de fritura por aceite vegetal y concentración energética en dietas para la producción de pollos de engorde. CienciaUAT. 2016; 10(2).
5. Moscoso J, Tocre C, Arjona M, Olazabal J. Efecto de la fuente lipídica en la alimentación de pollos para carne en zonas de trópico. Revista Investigaciones Agropecuarias. 2020; 2(2).
6. Flores Gonzalez G. Respuesta productiva de pollos de carne alimentados con aceite de palma (elaeis. [Online].; 2024. Available from: http://www.repositorio.unaaa.edu.pe/bitstream/handle/UNAAA/52/FLORES_GONZALES_GENNER_GENGIS_1261801106.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
7. Villabona Ortíz Á, Iriarte Pico R, Tejada Tovar C. Alternativas para el aprovechamiento integral de residuos grasos de procesos de fritura. Teknos revista científica. 2017; 17(1): p. 21-29.
8. Andrade-Yucailla V, Toalombo P, Andrade-Yucailla S, Lima-Orozco R. Evaluación de parámetros productivos de pollos Broilers Coob 500 y Ross 308 en la Amazonia de Ecuador. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria. 2017 Febrero; 18(2): p. 1-8.

9. Sánchez–Quinche A, IA, & DD. Use of Plectranthus amboinicus in chickens and its effect on productive and economic parameters. *Revista Científica*. 2023; 33(2).
- 1 Aguilar Barrera J. Análisis económico de pollo de engorde de la avícola San Bernardo parroquia 0. San Joaquín cantón Triunfo provincia del Guayas. [Online].; 2022. Available from: <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/17085/1/17T01721.pdf>.
- 1 Alvarado Álvarez H, Guerra Casas L, Montes de Oca R, Ceró Rizo Á, Gómez Villalva J, Gallón 1. Valverde E. Comportamiento de indicadores productivos en dos líneas de hembras Broilers con dos sistemas de alimentación en condiciones ambientales del trópico. *Revista de Producción Animal*. 2018; 30(3).
- 1 Sánchez-Quinche A, León-Armijos E, Dean-Gutiérrez D. Effect of Plectanthis amboinicus on 2. carcass and visceral parameters of Cobb 500 chicken. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias*. 2024 January; 34(1): p. 1-5.
- 1 Retes R, Salazar E. Evaluación de parámetros productivos en pollos de engorde de la línea Arbor 3. Acres® Ross® con restricción de 5 y 10 por ciento en la alimentación desde el día 11 al 28. [Online].; 2014. Available from: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3504/1/CPA-2014-069.pdf>.
- 1 Sánchez-Quinche Á, Muñoz-Izquierdo C, Jurado-Correa J, León-Armijos E, Pimbosa-Ortiz D. Efecto 4. de una dieta sin antibióticos, coccidiostatos y aminoácidos sintéticos en pollos sexados Cobb 500. *Revista Ciencia y Agricultura*. 2021; 18(2): p. 63-77.
- 1 Jarrín Pico N. Evaluación de indicadores productivos y ácidos grasos en pollos broiler alimentados 5. con harina de sacha inchi (Plukenetia volubilis l). Master's thesis, Universidad Estatal Amazónica. [Online].; 2023. Available from: <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/1131/1/PROYECTO%20NADIA%20JARRIN.pdf>.
- 1 Gil Hernandez A. Tratado de Nutrición, Tomo II: Composición y calidad nutritiva de los alimentos. 6. Segunda edición ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2010.
- 1 Bonilla Guailacela J. Evaluación en los parámetros productivos en aves de engorde utilizando 7. zeolita y fitasa a nivel de altura. [Online].; 2018. Available from: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16313/1/UPS-CT007936.pdf>.
- 1 Schroeder M, Yfran M, Bóbeda G, Rodríguez S, De Asmundis C. Calidad de agua para aves en 8. granjas de Corrientes. *Revista Veterinaria*. 2024; 35(2).
- 1 Osorio J, Flórez J. Diferencias bioquímicas y fisiológicas en el metabolismos de lipoproteínas de 9. aves comerciales. *Biosalud*. 2011; 10(1): p. 88-98.
- 2 Ferreyros Quiñones A, Granda Dominguez S. Efecto de fuentes lipídicas y salvado de trigo en los 0. indicadores biológicos de pollos de engorde. [Online].; 2020. Available from: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/a17f2003-2eb8-4947-a220-fe69643c7163/content>.

- 2 Ye X, Yu Y, Chen J, Zou Y, Liu S, Tan H, et al. Evaluation of lipid sources and emulsifier addition on 1. fat digestion of yellow-feathered broilers. *Journal of Animal Science*. 2022 June; 100(6).
- 2 González Sepúlveda C, Giraldo Mejía Á, Oviedo Álvarez E. Evaluation of the inclusion of three oils 2. on productive parameters and carcass characteristics in broiler. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. 2024; 77(1).
- 2 Garcia de Oliveira M, Sousa da Silva J, Monteiro Batista J, Barcellos Café M, De Carvalho Mello H, 3. Freitas de Oliveira H, et al. Evaluation of the effects of an emulsifier and two lipid sources on growth performance and intestinal morphology of broiler chickens. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2024; 53(e20230087).
- 2 Piedra Quezada C. Efecto de la inclusión de ácidos grasos en la alimentación inicial de pollos de 4. engorde sobre los parámetros productivos. [Online].; 2020. Available from: <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15521/1/TTUACA-2020-MV-DE00006.pdf>.
- 2 Najera Pedraza O, Mellado-Bosque M, García-Martínez J, Mellado-Bosque J, Encina-Domínguez J, 5. Olvera-Ramírez Y, et al. Efecto de grasas granuladas de aceite de palma (grasas encapsuladas y jabones de calcio) en dietas sobre el comportamiento productivo de pollos de engorde. *Engormix*. 2022.
- 2 Cevallos Samaniego A, Jimenéz García A. Aprovechamiento de aceites usados de frituras para la 6. biorremediación. [Online].; 2023. Available from: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/26110/4/UPS-GT004625.pdf>.
- 2 Tacias Pascacio V, Rosales Quintero A, Torrestiana Sánchez B. Evaluación y caracterización de 7. grasas y aceites residuales de cocina para la producción de biodiésel: un caso de estudio. *Revista internacional de contaminación ambiental*. 2016; 32(3).
- 2 Londoño Zapata J. Doctoral dissertation, Universidad Santo Tomás. [Online]. 8.
- 2 González Canal I, González Ubierna J. Aceites usados de cocina. Problemática ambiental, 9. incidencias en redes de saneamiento y coste del tratamiento en depuradoras. *Aguasresiduales. Info*. 2015;; p. 1-8.
- 3 Moya-Salazar M, Moya-Salazar J. Biodegradación de residuos de aceite usado de cocina por 0. hongos lipolíticos: en estudio in vitro. *Revista internacional de contaminación ambiental*. 2020; 36(2): p. 351-359.
- 3 Cabrera-Blanco O, Olgún-Jiménez V, Bernal-Villavicencio C, Montañó- Roldan L, Cuello-Pérez M. 1. Obtención de bio-grasa lubricante a partir del aceite vegetal usado en la cocina. *Revista de Tecnología Química*. 2023; 23(1).
- 3 Pisfil Barranzuela D. Sustitución parcial del aceite vegetal por Lipofeed en la dieta de pollos 2. durante la fase de inicio y crecimiento. [Online].; 2021. Available from: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/10664>.

- 3 FEDNA. Grasas elaboradas, técnicas o industriales. [Online].; 2019. Available from:
3. http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/grasas-elaboradas-t%C3%A9cnicas-o-industriales.
- 3 Najera Pedraza O. Efecto de diferentes fuentes de lípidos en dietas de pollos de engorda sobre el
4. comportamiento productivo y características fisicoquímicas de la carne. [Online].; 2023. Available from:
<https://repositorio.uaaan.mx/bitstream/handle/123456789/49597/Tesis%20mar%20Gpe.%20Najera%20Pedraza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- 3 Luraschi Somers. Producto domisanitario elaborado con aceite vegetal usado de Ciudad del Este.
5. FPUNE Scientific. 2020 Jul 19;(14).
- 3 Londoño Zapata J. Propuesta para la elaboración de un plan de manejo ambiental de residuos de
6. aceites de cocina generados en la fritura de alimentos en el municipio de Medellín. [Online].
- 3 Moscoso J, Tocre C, Arjona M, Olazabal J. Efecto de la fuente lipídica en la alimentación de pollos
7. para carne en zona de trópico. Revista Investigaciones Agropecuarias. 2020 Abril; 2(2): p. 31-48.
- 3 Flores Gutiérrez A, Vásquez Munguía E. Evaluación de la sustitución de grasa amarilla por aceite
8. de palma durante las diferentes fases de alimento de pollos de engorde. [Online].; 2013.
Available from: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/dc486d79-79a9-43dc-9eae-19f09bbdcb2f/content>.
- 3 Itzá–Ortiz M. Parámetros productivos en la avicultura. [Online].; 2020. Available from:
9. <https://bit.ly/3ZqPFk5>.
- 4 González Eras G, Vargas González O, Sánchez Quinche Á. Use of Moringa oleifera in chickens and
0. its effect on Productive and economic parameters. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias. 2022 Noviembre; XXXII: p. 1-7.

VII. ANEXOS



Imagen 1: Limpieza de la nave: techo, paredes y suelo.



Imagen 2: Desinfección con cal.



Imagen 3: Unidades experimentales.



Imagen 4: Pollito con ombligo largo sin cicatrizar



Imagen 5: Recibimiento del pollito bebé.



Imagen 6: Vacunación ocular de Gumboro en Ojo derecho.



Imagen 7: Peso del agua suministrada a cada UE.



Imagen 8: Pesaje de los aminoácidos sintéticos para el balanceado



Imagen 9: Pesaje de los microelementos del balanceado



Imagen 10: Mezcla de macroelementos para el balanceado



Imagen 11: Pesaje individual de cada pollo.