



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS VETERINARIAS MODALIDAD: PROYECTO DE DESARROLLO

Título

Niveles de inclusión de *Tithonia diversifolia* en pollos de carne como fuente de fibra y pigmento.

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de magíster en Ciencias Veterinarias

Autor:

Ing. Zoot. Elgie Rubén López Herrera

Tutor:

Dra. Rocío Del Carmen Herrera Mg,Sc.

LATACUNGA - ECUADOR

2023

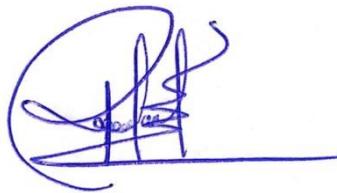
APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutora del Trabajo de Titulación “*Niveles de inclusión de Tithonia diversifolia en pollos de carne como fuente de fibra y pigmento*”, presentado por Rubén López. Para optar por el título de Magister en Ciencias Veterinarias.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y se considera que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación para la valoración por parte del Tribunal de Lectores que se designe y su exposición y defensa pública.

Latacunga, junio, 23, 2023



.....

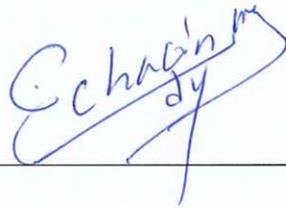
Dra. Rocío Del Carmen Herrera Herrera Mg.Sc.

CI: 1103813265

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El Trabajo de Titulación: **NIVELES DE INCLUSIÓN DE *TITHONIA DIVERSIFOLIA* EN POLLOS DE CARNE COMO FUENTE DE FIBRA Y PIGMENTO**, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magíster en Ciencias Veterinarias; el presente trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la exposición y defensa.

Latacunga, julio, 28, 2023



DMV. Edilberto Chacón Marcheco, Ph.D.

CI: 1756985691

Presidente del Tribunal

Lector 1



Ing. Lucia Monserrat Silva Déley, Mg.

CI: 0602933673

Lector 2



Dr. Rafael Alfonso Garzón Jarrin, Ph.D.

CI: 0501097224

Lector 3

DEDICATORIA

Quiero dedicarle a Dios que es esa fuerza que siempre me ha levantado en los momentos más difíciles.

A mi esposa y mis hijos por haberme ayudado a cumplir juntos esta meta.

Elgie Rubén

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero agradecer. a Dios que me ha guiado en este duro camino para alcanzar esta meta.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi y su personal docente por impartir los conocimientos precisos y necesarios para conseguir culminar este programa de maestría.

A mi Tutora por ser la guía no solo docente sino también personal que con su entrega a logrado sembrar en mi persona los conocimientos necesarios para llegar a finalizar mi trabajo de titulación.

Elgie Rubén

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Quien suscribe, declara que asume la autoría de los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación

Latacunga, junio, 10, 2023



Ing. Zoot.: ELGIE RUBEN LÓPEZ HERRERA
CI: 1710154012

RENUNCIA DE DERECHOS

Quien suscribe, cede los derechos de autoría intelectual total y/o parcial del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Latacunga, junio, 10, 2023

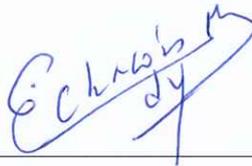


Ing. Zoot.: Elgie Ruben López Herrera
CI: 1710154012

AVAL DEL VEEDOR

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: *Niveles de inclusión de Tithonia diversifolia en pollos de carne como fuente de fibra y pigmento*, contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los lectores en sesión científica del tribunal en la predefensa.

Latacunga, julio, 28, 2023



DMV. Edilberto Chacón Marcheco, Ph.D.

CI: 1756985691

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO.
MAESTRÍA EN CIENCIAS VETERINARIAS.

Título: “Niveles de inclusión de *Tithonia diversifolia* en pollos de carne como fuente de fibra y pigmento”.

Autor: Elgie Rubén López Herrera

Tutor: Dra. Rocío del Carmen Herrera Herrera, Mg.Sc

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la nave avícola experimental del Centro de Nutrición Animal I+D+i de la Universidad Nacional de Loja, con el objetivo de evaluar los niveles de inclusión de *Tithonia diversifolia* en pollos de carne como fuente de fibra y pigmento, para el desarrollo de la presente investigación se aplicó un diseño de bloques completamente al azar, con un población de 300 pollos de la línea Cobb 500 de un día de edad con peso homogéneos, se utilizaron 3 tratamientos el T1 (con inclusión de 0 %), el T2 y T3 (con inclusión de 5 y 10 % de botón de oro). El mismo comportamiento se observó para la integridad intestinal con valores de longitud de la vellosidad 773 μm y altura del epitelio 52,5 μm ; profundidad de la cripta 70,0 μm y ancho muscular 134,9 μm en el T2. No obstante, en la pigmentación de los pollos se apreció que la luminosidad del tarso (66,54) y el musculo (50,71) fue mayor para el tratamiento testigo. Mientras que el mayor peso (2550,01 g) y rendimiento a la canal (83,0%) se obtuvo al aplicar 5% de botón de oro. Se concluye que, la aplicación de botón de oro (*Tithonia diversifolia*), puede utilizarse como suplemento en las dietas de las aves de engorde, con un rango no sobrepasado del 10%, para no alterar los parámetros de producción, teniendo en cuenta los aportes nutricionales que esta contiene. Se recomienda, aplicar el uso de forraje de botón de oro en la alimentación de aves de carne debido a que uno de sus beneficios es aportar al rendimiento productivo.

PALABRAS CLAVE: pollos de carne; fibra; pigmento; conversión alimenticia; ganancia de peso; parámetros productivos; rendimiento a la canal.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO MAESTRÍA EN CIENCIAS
VETERINARIAS.

Título: “Niveles de inclusión de *Tithonia diversifolia* en pollos de carne como fuente de fibra y pigmento”

Autor: Elgie Rubén López Herrera

Tutor: Dra. Rocío del Carmen Herrera Herrera, Mg. Sc

ABSTRACT

This research was carried out in the experimental poultry house of the Animal Nutrition Center I+D+i of the National University of Loja, with the objective of evaluating the inclusion levels of *Tithonia diversifolia* in broilers as a source of fiber and pigment. For the development of the present investigation, a completely randomized block design was applied, with a population of 300 one-day-old Cobb 500 chickens of homogeneous weight. Three treatments were used: T1 (with 0 % inclusion), T2 and T3 (with 5 and 10 % inclusion of buttercup). The results obtained for productive parameters such as feed conversion and weight gain were higher when the inclusion level was 5%. The same behavior was observed for intestinal integrity with values for villus length 773 μm and epithelium height 52.5 μm ; crypt depth 70.0 μm and muscle width 134.9 μm in T1. However, in chick pigmentation, it was appreciated that tarsus (66.54) and muscle (50.71) brightness was higher for the control treatment. The highest weight (2550.01 g) and carcass yield (83.0%) was obtained when 5% buttercup was applied. It is concluded that the application of buttercup (*Tithonia diversifolia*) can be used as a supplement in the diets of fattening birds, with a range not exceeding 10%, in order not to alter the production parameters, taking into account the nutritional contributions that it contains. It is recommended to apply the use of buttercup fodder in the feeding of meat birds because one of its benefits is to contribute to the productive performance.

KEY WORDS: broilers; fiber; pigment; feed conversion; weight gain; productive parameters; carcass yield.

Yo, **SÁNCHEZ PÉREZ MARÍA VIVIANA**, con cédula 1803988136, Licenciada en Ciencias de la Educación Mención Inglés, con registro de la **SENESCYT 1010-14-1278097**, **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma inglés del resumen del trabajo de investigación con el título "*Niveles de inclusión de Thitonia diversifolia en pollos de carne como fuente de fibra y pigmento*" de Elgie Ruben López Herrera con cedula de ciudadanía 1710154012 aspirante a Magister en Ciencias Veterinarias.



LIC. MARÍA VIVIANA SÁNCHEZ PÉREZ
C.C. 1803988136

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INFORMACIÓN GENERAL.....	1
INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	5
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos:	5
CAPITULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.	6
MARCO TEÓRICO.....	6
1.1. FISIOLOGÍA DIGESTIVA DE LAS AVES.....	6
1.2. GENERALIDADES DE LA FIBRA	6
1.2.1. Fibra cruda (FC).....	7
1.2.2. Fibra soluble (FS).....	7
1.2.3. Fibra Insoluble (FI)	7
1.3. COMPOSICIÓN FÍSICA QUÍMICA DE LA FIBRA	8
1.3.1. Celulosa.....	8
1.3.2. Hemicelulosa.....	9
1.3.3. Lignina	9
1.4. <i>TITHONIA DIVERSIFOLIA</i>	9
1.4.1. Importancia de <i>Tithonia diversifolia</i> en la alimentación animal... 10	
1.5. RELACIÓN FIBRA Y MICROBIOTA INTESTINAL DE LAS AVES	11
1.6. MODULACIÓN DEL MICROBIOTA INTESTINAL DE LAS AVES POR EL USO DE FIBRA	12
1.7. PIGMENTACIÓN DE CANAL EN POLLOS DE CARNE	13
1.8. PIGMENTANTE	14
1.9. TÉCNICAS DE COLORIMETRÍA EN AVES	14
1.10. ABANICOS Y ESCALAS COLORIMÉTRICAS	15
1.11. FOTO COLORIMETRÍA DE REFLECTANCIA.....	15
CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16

MATERIALES Y MÉTODOS.	16
2.1. UBICACIÓN DEL ESTUDIO.....	16
2.2. POBLACIÓN E INSTALACIONES.....	17
2.3. DIETAS EXPERIMENTALES.	17
2.4. ALIMENTACIÓN INICIAL.	18
2.4.1. Alimentación en la fase de crecimiento.	19
2.4.2. Alimentación de finalización.	21
2.5. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.	21
2.6. DISEÑO EXPERIMENTAL.	21
2.7. MATERIALES.	21
2.7.1. Materia prima.....	21
2.7.2. Insumos.	22
2.7.3. Instrumentos.....	22
2.7.4. Equipos.....	23
2.8. MÉTODOS.	23
2.8.1. Parámetros productivos.....	23
2.8.2. Parámetros digestivos.....	24
2.8.3. Calidad de canal.	25
CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE LOS POLLOS DE CARNE.....	26
3.1. GANANCIA DE PESO SEMANAL Y MEDIA DIARIA	26
3.2. CONSUMO DE ALIMENTO.....	28
3.3. CONVERSIÓN ALIMENTICIA.....	29
3.4. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DIGESTIVOS EN POLLOS DE CARNE ALIMENTADOS CON LA INCLUSIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE BOTÓN DE ORO.	32
3.5. EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA HISTOLÓGICA DE LOS POLLOS DE CARNE ALIMENTADOS CON LA INCLUSIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE BOTÓN DE ORO.	38
3.6. PIGMENTACIÓN DEL TARSO, PIEL Y MUSLO DE LOS POLLOS DE CARNE.....	40
3.7. RENDIMIENTO A LA CANAL DE LOS POLLOS DE CARNE	43

3.7.1. Rendimiento a la canal	44
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	46
4.1. CONCLUSIONES.	46
4.2. RECOMENDACIONES.	47
V BIBLIOGRAFÍA.....	48
ANEXOS.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de <i>Tithonia diversifolia</i>	10
Tabla 2. Dieta para fase inicial en pollos de carnes	18
Tabla 3. Dieta para la fase de crecimiento en pollos de carne	19
Tabla 4. Dieta para la fase de engorde en pollos de carne	20
Tabla 5. Ganancia de peso semanal en los pollos de carne alimentados con la inclusión de diferentes niveles de <i>Tithonia diversifolia</i>	26
Tabla 6. Ganancia de peso media diaria de pollos de carne alimentados con la inclusión de diferentes niveles de <i>Tithonia diversifolia</i>	27
Tabla 7. Consumo de alimento semanal de pollos de carne alimentados con la inclusión de diferentes niveles de <i>Tithonia diversifolia</i>	29
Tabla 8. Conversión alimenticia en pollos de carne alimentados con la inclusión de diferentes niveles de <i>Tithonia diversifolia</i>	30
Tabla 9. Parámetros digestivos en pollos de carne alimentados con la inclusión de diferentes niveles de <i>Tithonia diversifolia</i>	33
Tabla 10. Efecto del nivel de <i>Tithonia diversifolia</i> en la estructura histológica de la mucosa intestinal yeyunal de los pollos de carne.....	38
Tabla 11. Pigmentación de tarso, piel y muslo de pollos carne alimentados con la inclusión de diferentes niveles de <i>Tithonia diversifolia</i>	40
Tabla 12. Rendimiento a la canal de pollos alimentados con <i>Tithonia diversifolia</i>	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa del cantón Loja sector Argelia.....	17
Figura 2. Organización.....	59
Figura 3. Organización del trabajo de campo	59
Figura 4. Muestreo de animal.....	59
Figura 5. Pesajes de animales.....	60
Figura 6. Pesaje de animales 21 días.....	60
Figura 7. Desangre de animales	60
Figura 8. Escaldado del animal	61
Figura 9. Pelado manual.....	61
Figura 10. Toma de un animal para un oreo	61
Figura 11. Oreo de animales para toma de muestra de pH	62
Figura 12. Calibración de peachimetro	62
Figura 13. Toma de la muestra de color de la piel.....	62
Figura 14. Medición del pH de la carne.....	63

INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:	Niveles de inclusión de <i>Tithonia diversifolia</i> en pollos de carne como fuente de fibra y pigmento.
Proyecto de Investigación:	Maestría en Ciencias Veterinarias, Aportes de la Conservación de la Biodiversidad y al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la Seguridad Alimentaria.
Línea de investigación:	Producción y biotecnología animal.

INTRODUCCIÓN

Los pollos de engorde más eficientes del mundo son de la línea Cobb 500, puesto que tienen los índices de conversión del alimento más altos, las mejores tasas de crecimiento y pueden prosperar con alimentos más baratos y de baja densidad. Juntas, estas características le dan al Cobb 500 una ventaja competitiva al producir el menor costo por unidad kilogramos o libras de peso vivo, lo que hace que exista una creciente base de clientes en todo el mundo (1).

El aumento en la producción de pollos de engorde presenta un efecto positivo para la industria avícola a nivel mundial, ya que las diversas empresas pueden vender a nivel nacional y exportar a otro país con buenos rendimientos financieros, puesto que el producto final que es la carne de pollo tiene un consumo alto a nivel mundial. Las grandes industrias de producción de aves en confinamiento producen cantidades enormes de desechos que son arrojados al ambiente, por ejemplo, la explotación comercial de un millón de pollos de engorde genera anualmente

excretas que contienen 750 toneladas de nitrógeno y 150 de fósforo, lo cual ha sido criticado por la sociedad y los investigadores conservacionistas (2).

El desempeño de los pollos de engorde varía de un país a otro, las tasas de crecimiento que se muestran los pollos de engorde que están adecuadamente alimentados son las metas para lograr un desempeño con una buena relación costo-beneficio, de manera que las granjas avícolas se puedan mantener en forma competitiva (3).

El consumo de carne de pollo presenta diversas ventajas frente a otros productos alimenticios, destacando su alto valor biológico, fácil procesamiento, múltiples formas de preparación y combinación con otros productos alimenticios, así como su bajo costo. Hoy en día los productores avícolas no solamente quieren tener pollos que crezcan eficientemente, sino también quieren aves de carne que tengan buena viabilidad y características de bienestar animal, para evitar sanciones y mejorar su producción (4).

Una consideración importante para la población ecuatoriana es la pigmentación de la canal y productos para la venta en el mercado, la cual es importante y se consigue con la adición de carotenoides en la alimentación de las aves, por lo que es necesario explorar fuentes alternativas de pigmentos a las que ya se utilizan en la industria avícola como es el estudio del botón de oro, que es una alternativa viable a los carotenoides (5).

En la actualidad se busca en nutrición avícola un alimento que sea de fácil acceso y que bajen los costos de producción, por eso el uso de materias primas no convencionales aplicada en la alimentación es de gran utilidad. El botón de oro es un alimento que tiene un alto contenido proteico y con un poder pigmentante muy elevado y es considerado su uso en bajas cantidades si se trata de la harina (6).

La práctica busca utilizar el mayor potencial que tiene la región en cuanto a la producción de plantas leguminosas, forrajeras como es el *Tithonia diversifolia* que es una planta herbácea muy ramificada que alcanza alturas hasta de cinco metros; se reconoce fácilmente por sus grandes flores amarillas con fuerte olor a miel y por sus hojas simples y alternas, con tres a cinco lóbulos (7).

Esta especie forrajera tanto de manera económica como productiva, tiene un gran valor ecológico como fuente de néctar y otros recursos para la fauna silvestre de las regiones donde se cultiva y debido a que las materias primas convencionales utilizadas en la fabricación de alimentos balanceados para las aves de corral son costosas y de baja disponibilidad, los pequeños productores se han visto en la necesidad de desarrollar estrategias alimenticias donde utilicen recursos disponibles en la región, reduciendo el costo de la alimentación y mejoren la rentabilidad de la producción (8).

Por lo tanto, el botón de oro se usa específicamente en la avicultura para la alimentación de ponedoras puesto que existe una influencia directa sobre la pigmentación de la yema, y también se usa como fuente de proteína para las aves de crecimiento, pero se dice que no debe incluirse en más de 10 % del menú, debido a que esta materia prima contiene taninos, que pueden afectar el sabor del producto, en este caso huevos, por lo que el ave se debe dar generalmente en pequeñas cantidades (9).

JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se justifica desde el ámbito académico porque mediante la aplicación de conocimientos adquiridos durante la formación profesional e indagación de investigaciones científicas previas sobre la problemática de estudio permitirá establecer criterios técnicos que sirvan de sustento para ofertar alternativas viables en la producción avícola, cuyos resultados serán impartidos mediante publicación de resultados a medianos y pequeños productores creando un vínculo con la sociedad, desde el punto de vista productivo contribuirá a mejorar la producción y productividad en aves de carne con la inclusión de materia prima no convencional asequible, cuyo nivel de inclusión permitirá reducir costos de producción en la elaboración de dietas; así mismo obtener un producto con características organolépticas (pigmentación) deseables para los consumidores (10).

La producción de dietas balanceadas para pollos de carne que cubran el perfil nutricional de acuerdo a su etapa productiva en la actualidad genera altos costos debido a su escases e importaciones de materias primas como soya, trigo y maíz, a

ello se suma el desconocimiento de fuentes convencionales que se puedan incorporar a alimentación animal y que aporten con nutrientes para que garanticen un buen desarrollo corporal y tamaño de órganos, la fibra cruda es un nutrientes de gran importancia en la dieta de esta especie con tendencia a mejorar estos parámetros, el deficiente tamaño de tracto digestivo total, alteraciones de pH, un desequilibrio en la microbiota, microvellosidades poco desarrolladas generan escasa absorción de nutrientes (12). Y consigo una deficiente interacción entre el desarrollo intestinal, las funciones digestivas y la dieta convirtiéndose un punto crítico para la producción evitando expresar el potencial genético hasta la fase de finalización. En virtud de los antecedentes expuestos en la presente investigación se pretende dar respuesta a la problemática planteada (5).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción avícola en el Ecuador según CONAVE (Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador) en el 2012 representó el 13% del PIB (Producto Interno Bruto) agropecuario y el 4.6% del PEA (Población Económicamente Activa), estos datos indican que la avicultura se ha convertido en una de las actividades pecuarias más importantes del país tanto por los ingresos económicos que genera, a la vez por su importancia alimenticia y nutricional para el ser humano (2).

La alimentación en aves según constituye un costo de la producción que esta alrededor del 70% del costo total, donde las materias primas representa valores significativos ya que muchas de ellas están en franca competencia con la alimentación humana por lo que se hace impostergable, investigar con subproductos que bajen costos y por los tanto se debe indagar sobre las inclusiones de materias primas no tradicionales, su procesamiento, bajo qué condiciones, formas de mezclados, que aditivos adicionar para mejorar su digestibilidad (8). En la producción avícola la salud intestinal juega un rol importante, el desequilibrio de los ecosistemas intestinales por diferentes factores de manejo, ha conllevado al uso de aditivos (13).

La fibra tiene un efecto positivo en la salud y en el rendimiento productivo de los pollos, el uso moderado de fibra estimula positivamente sobre tracto gastrointestinal y consigo el aumento de la longitud de las vellosidades intestinales, en

consecuencia, la actividad de ciertas enzimas digestivas mejora la digestibilidad de los alimentos y la asimilación de nutrientes (5).

Por otra parte, el aporte de pigmentantes como aditivo para mejorar la presentación de canal y atender la demanda del mercado se ha convertido en un problema debido a que las fuentes comerciales son de costos elevados que inciden en el valor del precio final (14). La *Tithonia diversifolia* es una de las plantas no leguminosas promisorias para su empleo en la alimentación de diferentes especies animales (15). Su valor nutricional, alta digestibilidad de la materia seca, la presencia de aceites, y productos que dan coloración a la carne, además de la alta producción de biomasa con su porcentaje de proteína que varía entre 14,8 % y 28,5 % de proteína, niveles de fibra viables la convierte una de las alternativas en la alimentación animal para bajar costos de producción (8).

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿La inclusión de diferentes niveles de *Tithonia diversifolia*, en la alimentación de pollos de carne como fuente de fibra y pigmentación influye sobre parámetros productivos, digestivos, morfometría intestinal y calidad de canal?

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

Objetivo general.

Evaluar los niveles de inclusión de *Tithonia diversifolia* en pollos de carne como fuente de fibra y pigmento.

Objetivos específicos:

- Estimar el nivel óptimo de *Tithonia diversifolia* sobre parámetros productivos en pollos de carne.
- Determinar el efecto de *Tithonia diversifolia* sobre parámetros digestivos en pollos de carne.
- Estudiar la estructura histológica y la calidad de la canal de pollos de carne alimentados con *Tithonia diversifolia*.

CAPITULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

MARCO TEÓRICO.

1.1. FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DE LAS AVES

La fisiología digestiva se relaciona con las actividades de digerir los alimentos, transformando en nutrientes asimilables para ser distribuidas a los diversos tejidos del organismo y garantizar crecimiento y producción. En la digestión a nivel de cavidad bucal es influenciada por la secreción de saliva rica en moco que permite al alimento humedecerlo, además de exponerlo a pequeñas cantidades de enzima como amilasa (12). Este se conduce por el esófago para almacenarse en su invaginación denominada buche donde existe un proceso de ablandamiento del alimento por los procesos fermentativos generados por lactobacilos, producción de ácido láctico (1).

La fase de digestión a nivel de estómagos está determinada en primera instancia a nivel de proventrículo que mediante la secreción de células especializadas con la producción de jugos gástricos permiten que el bolo alimenticio alcance el desdoblamiento, el estómago muscular en aves es desarrollado con función trituradora y genera la denominada masticación involuntaria en estas especies, sus contracciones permite el tránsito del quimo al intestino delgado la acción enzimática digestiva, pancreática y biliar regulada por la actividad hormonal de la secretina, colecistocinina permite la partición de nutrientes a molecular simples para la absorción a través del endotelio a torrente sanguíneo (2).

La parte de intestino grueso de gran importancia en procesos digestivos de aves son los ciegos, su desarrollo está en función del tipo de dieta, los procesos fermentativos en esta instancia facilitan la digestión de celulosa y su producto final los ácidos grasos volátiles son el aporte energético de interés, además de la absorción de agua que facilitan (3).

1.2. GENERALIDADES DE LA FIBRA

La calidad de la fibra se modifica considerablemente por sus propiedades físicas, las que pueden ser independientes de su composición química. Factores como el tamaño de partículas, volumen, solubilidad, absorción de agua, capacidad tampón

e intercambio catiónico, viscosidad y fermentabilidad pueden influir en los procesos biológicos de consumo y digestión de nutrientes; así la estructura y composición química de los ingredientes afectará las propiedades de la ingesta, y el crecimiento del microbiota en el intestino de los pollos (4).

Se corrobora, que la fibra puede afectar de diferentes maneras el desarrollo y estado de salud del tracto gastrointestinal (TGI), en la utilización de los nutrientes, estimulación de la peristalsis, estructura y función de la mucosa intestinal, costos de la dieta, deposición de grasa y colesterol en las aves. Los tipos de fibra se describen a continuación en los siguientes apartados (5).

1.2.1. Fibra cruda (FC)

Diferentes materiales estructurales vegetales insolubles en ácidos diluidos y forma un grupo diverso de constituyentes alimenticios pobremente digeribles o indigestibles. También, son referidos como carbohidratos estructurales, compuestos de celulosa, hemicelulosa y materiales indigestibles (lignina). Únicamente las bacterias intestinales pueden digerirla a través de la fermentación, con la formación de ácidos grasos de cadena corta. La porción de celulosa y lignina en la fracción de la fibra cruda (FC), determina su digestibilidad o solubilidad en el intestino (15).

1.2.2. Fibra soluble (FS)

Corresponde con polisacáridos extraíbles con agua y que precipitan en soluciones de alcohol o acetona; como los glucanos de cebada y avena, los arabinoxilanos de trigo y centeno, las pectinas de frutas y pulpa de remolacha y los galactomananos de las leguminosas, la fibra soluble (FS), mediante diversos mecanismos regula el peso corporal (16).

1.2.3. Fibra Insoluble (FI)

Incluye de la pared celular y está estructurada por celulosa, la hemicelulosa y ciertas cantidades de sustancias pépticos y lignina, su función es estimular la motilidad intestinal, mejorar el tránsito, equilibrar el microbiota intestinal, este tipo de fibra es poco fermentable por las bacterias potencialmente patógenas, disminuye la probabilidad de problemas bacterianos (8).

1.3. COMPOSICIÓN FÍSICA QUÍMICA DE LA FIBRA

La fibra dietética o alimentaria es un componente importante de la dieta de los pollos de engorde y se define químicamente como la suma de polisacáridos no amiláceos (NSP) y lignina, debe consumirse en cantidades adecuadas, está constituida por celulosa, lignina, hemicelulosa, pectina, inulina, agar, quitina, gomas y silicatos; inclusive algunos autores incluyen como parte algunos compuestos fenólicos, el ácido fítico y otros compuestos anti nutricionales presentes en muy pequeñas cantidades en los alimentos (17).

Bajo el nombre de fibra dietética comprende cualquier polisacárido y lignina que no se degrada por las enzimas endógenas en el tracto digestivo y, por lo tanto, llega al intestino posterior se incluyen un amplio grupo de sustancias que forman parte de la estructura de las paredes celulares de los vegetales, entre los principales componentes se encuentran los polisacáridos no amiláceos como son la celulosa, hemicelulosas, pectinas, gomas y mucílagos y algunos componentes no polisacáridos, entre los que destaca la lignina, la celulosa y a la hemicelulosa a los cuales les corresponden los mayores porcentajes en la constitución de la fibra, las siguen la lignina y las pectinas que poseen en algunos alimentos porcentajes relativamente altos. El resto de los componentes no tienen especial importancia nutricional y no representan cuantitativamente cifras elevadas (18).

1.3.1. Celulosa

Está formada por moléculas de glucosa unidas por mediante enlaces tipo β . En los rumiantes, la celulosa suele digerirse mejor que la hemicelulosa, la celulosa, aunque es insoluble, tiene la capacidad de absorber agua, aumentando el volumen de las heces y actuando como un laxante (19).

La celulosa es transcendental para las plantas, ya que forma parte de sus tejidos, se ubica en las paredes de las células vegetales, un ejemplo es la madera que contiene un 50 % de celulosa; el algodón más del 90 %. La adición de alimentos fibrosos diluye la energía de la dieta y puede mejorar la movilidad y la función del tracto gastrointestinal, por lo tanto, la dieta con inclusión de fibra no comprometió el crecimiento de los pollos de engorde (20).

1.3.2. Hemicelulosa

Engloba a un grupo de polisacáridos solubles en soluciones básicas y capaces de unirse a la celulosa a través de puentes de hidrógeno. En las gramíneas la mayoría de la hemicelulosa son xilenos que presentan ramificaciones de arabinosa y ácidos glucurónicos. En los monogástricos, la hemicelulosa suele ser más digestible que la celulosa (pues la celulosa apenas se digiere en los monogástricos), pero en los rumiantes la celulosa suele ser más digestible que la hemicelulosa (6).

1.3.3. Lignina

Se ha sugerido que la mejora de la función intestinal y la mejora de la digestibilidad de los nutrientes son responsables de los efectos beneficiosos observados, la lignina es un polímero que se diferencia notablemente de las otras macromoléculas constituyentes de la pared celular; es un polímero aromático tridimensional que rodea las microfibrillas de celulosa y a la hemicelulosa, con algunas uniones covalentes a la hemicelulosa, la fisiología digestiva de los nutrientes pueden verse afectadas, lo que lleva a un mejor rendimiento del crecimiento (21).

1.4. *TITHONIA DIVERSIFOLIA*

La *Tithonia diversifolia*, llamada también botón de oro, es una gramínea arbórea que es empleada para la alimentación de diversas especies domésticas, varios estudios señalan niveles de proteína de 18,26%, fibra detergente neutra 32,62% y hemicelulosa 14,62%: así mismo se puede reportar cantidades moderadas de taninos, flavonoides, alcaloides y niveles bajos de Antocianidinas, Triterpenos y Sapininas (22).

Es una planta muy promisoriosa para la producción de forraje con destino a la alimentación animal en nuestro caso de pollos de engorde, aporta buena cantidad de proteína, excelente producción de biomasa, precocidad al corte entre 60 y 75 días de germinación, el botón de oro perteneciente a la familia Asterácea y al género *Tithonia diversifolia*, ha sido reconocida entre los productores como una planta con un importante valor nutricional, su composición puede presentar variaciones en función de las condiciones del suelo donde se cultive, así como de otros factores ambientales (23).

Tabla 1. Composición química de *Tithonia diversifolia*

Análisis	g/100 alimento	g/100 MS
Materia seca	89,63	
Ceniza	15,26	17,02
Proteína cruda	19,85	22,15
Carbohidratos no estructurales	25,45	28,40
Extracto etéreo	1,26	1,41
Fibra Detergente Acida	18,85	21,03
Fibra Detergente Neutro	27,80	31,02
Lignina	5,92	6,60

Fuente: (24).

Las características y bondades hacen que esta especie sea una alternativa forrajera para incursionarla en la dieta de rumiantes y monogástricos, la sustitución del 10 al 20 en balanceado de cerdos han demostrado incrementar el nivel proteico del mismo y no se ha demostrado efectos negativos en la digestibilidad de materia seca ni en el tamaño y forma de tracto digestivo (24).

1.4.1. Importancia de *Tithonia diversifolia* en la alimentación animal.

La *Tithonia diversifolia*, tiene su distribución en zonas secas a moderadamente húmedas y también puede plantarse en suelos degenerados como protección contra la erosión. En el manejo de los pollos de carne se ha incluido hasta el 10% no reportando alteraciones en la producción (4). Se ha podido evidenciar incremento de peso y buena conversión alimenticia, logrando rendimientos productivos óptimos (3). El perfil de la bioquímica sanguínea y la respuesta inmune no se ve afectada por la adición en el mismo porcentaje (8).

De la misma manera algunos datos señalan que incluir botón de oro (*Tithonia diversifolia*), hasta el 15% en ponedoras mejora el comportamiento productivo y la calidad del huevo, evidenciando que a mayor nivel de inclusión incrementa la pigmentación de la yema. La fibra de esta especie forrajera es de interés en la dieta de aves, este nutriente provoca cambios morfológicos en el tracto intestinal, microvellosidades del intestino, peso y longitud de órganos se ven influenciados de acuerdo con el porcentaje de adición (24).

1.5. RELACIÓN FIBRA Y MICROBIOTA INTESTINAL DE LAS AVES

El mejoramiento intenso de los programas genéticos, en las últimas décadas, ha llevado al pollo de engorde a convertir el alimento en masa muscular con mayor eficiencia que sus antecesores. Paralelamente, los requerimientos de nutrientes del pollo también se han estimado mejor con el fin de lograr el máximo potencial genético en el mínimo tiempo posible. Por lo tanto, las líneas de pollo actuales tienen la capacidad de digerir el alimento de manera más eficiente y absorber los nutrientes necesarios para un máximo potencial de crecimiento. La clave para preservar la salud intestinal de las aves destinadas a la producción de carne comprender la compleja interacción que existe entre el animal y su microbioma/microbiota intestinal. El tracto gastrointestinal (TGI) de los polluelos recién nacidos no es estéril, ya que para ese momento, el microbiota se ha implantado a través de diferentes vías como son: la transmisión desde la madre en el oviducto y desde el medio ambiente (12).

Las líneas de pollo de carne tienen la capacidad de convertir el alimento de manera más eficiente con procesos de digestión y absorción necesarios para un máximo potencial de crecimiento. La compleja interacción que existe entre el ave y su microbioma/microbiota intestinal debe ser entendida dentro del contexto fisiológico, cualquier alteración puede iniciar una serie de reacciones que provoquen un desequilibrio e inflamación del intestino, que altere los procesos de digestión, absorción y metabolismo de los nutrientes (15).

La fibra dietética tiene el potencial de cambiar la población microbiana en el tracto intestinal; por lo tanto, podrían ser una buena opción para modularla y favorecer el crecimiento de microorganismos benéficos y que estos se encarguen de generar un ambiente inhóspito para los posibles patógenos, cuando existe cualquier alteración en el equilibrio de la misma, puede iniciar una cascada de reacciones que conducirán a la inflamación del intestino y comprometerá todo el proceso de digestión, absorción y metabolismo de los nutrientes del huésped (20).

Las características específicas de la fibra dietética (FD) sobre la calidad y cantidad de microorganismos de las aves se encuentran: tipo, grado de polimerización y el tamaño de partícula. De este último, se ha reportado que un tamaño de partícula

pequeño (280 μm) en el caso del salvado de trigo se relaciona con una fermentación rápida y por lo tanto, una mayor producción de Ácidos grasos de cadena corta (AGCC) que podría ser un equilibrio más ventajoso de nutrientes (9).

En conclusión el uso de fibra dietética (FD) en la alimentación de aves debe seguirse estudiando para poder tener el conocimiento necesario del nivel óptimo de inclusión, el tipo y el balance con el que se deben formular las dietas, así como definir cuál será el mejor tamaño de partícula que en conjunto dé como resultado el desarrollo de un microbiota benéfico (1).

1.6. MODULACIÓN DEL MICROBIOTA INTESTINAL DE LAS AVES POR EL USO DE FIBRA

Durante la fase de la engorda o crecimiento de los pollos la dieta podría considerarse el principal factor de recambio del microbiota intestinal. A los 21 d se da la proliferación y dominancia de *Lactobacillus* a lo largo del intestino y en la fase final, un aumento de los diferentes *Clostridium* en la parte distal del intestino y ciegos (22).

La salud intestinal de las aves involucra diferentes funciones fisiológicas, microbiológicas, químicas y físicas que permita mantener un equilibrio u homeostasis intestinal, los procesos de digestión y la absorción de nutrientes, las funciones de barrera y el mantenimiento de un sistema inmune efectivo, aparte el intestino al ser considerado un órgano neuroendocrino que en conjunto y por sus interacciones promueven la salud y mejoras productivas (5).

La inclusión de fibra dietética (FD) se ha estimado como un componente que no es nutricional para las dietas de los monogástricos porque se le ha relacionado con un aumento en las pérdidas endógenas, que conlleva a una disminución de la digestión de nutrientes y energía, esta tiene el potencial de cambiar la población microbiana en el tracto intestinal; por lo tanto, algunas de ellas podrían ser una buena opción para modularla y favorecer el crecimiento y desarrollo de microorganismos benéficos, que generar un ambiente inhóspito para patógenos (20).

La utilización de la fibra por parte del microbiota intestinal depende de que estas tengan las enzimas correctas para romper los enlaces químicos que forman su estructura puesto que hoy en día, se ha reconocido que su uso en bajas cantidades

estimula el crecimiento de bacterias intestinales que promueven la salud. Por lo tanto, esta habilidad de su ruptura depende del contenido genético de las bacterias y otros microorganismos presentes, implica que entre más diversos los microorganismos más amplia será la capacidad para descomponer y utilizarla (7).

1.7. PIGMENTACIÓN DE CANAL EN POLLOS DE CARNE

Actualmente gracias al desarrollo de la nutrición y la genética, las aves comen entre un 40 % y un 50 % menos de alimento y no tienen acceso a fuentes naturales de pigmentación, pero debido a la competencia en el mercado, los productores de pollos están comenzando a agregar pigmentos a los alimentos para aves, en este caso el consumidor final avícola la salud y frescura del producto, así como el agradable asociará el sabor con la buena pigmentación de la piel del ave (21).

La pigmentación de la canal en pollos es una característica organoléptica importante que limita en el mercado la compra del producto final para el consumo, se encuentra sujeta a varios factores como tipo y calidad pigmentos en la dieta. Entre 60 y 90% de impresión representa la aprobación o rechazo de los consumidores (11).

Para lograr alcanzar un producto atractivo en coloración en el mercado utilizan pigmentos sintéticos, los mismo que por impulso de consumidor viene siendo reemplazados por naturales; sin embargo, estos su acción se ve limitada por la deficiente capacidad de color, interacción entre alimentos de las dietas y quizá por no lograr alcanzar la tonalidad en la canal deseada (15). Estudios aplican estrategias para estandarizar fuentes de alimentos verdes para valorar su absorción, metabolismo y excreción de estos (11).

La pigmentación en la apariencia del cuerpo del pollo es considerada un factor diferenciador en el mercado, lo que se puede lograr brindando un alimento balanceado con un alto nivel de pigmento en su composición, lo cual está directamente relacionado con el tono “dorado” del pollo y producto percibido, más saludable, de mayor calidad, mejor sabor y asociado a animales criados en condiciones naturales. De esta forma, el color juega un papel crucial en el apetito natural del pollo (25). Lo más importante en la crianza de pollos es tener en cuenta su capacidad pigmentante que en la actualidad es muy útil puesto que comúnmente los consumidores de este tipo de carne asocian el color del alimento como por

ejemplo la carne de pollo y los huevos a su calidad entre la cual se debe manifestar la frescura, el sabor el valor nutritivo entre otras (26).

Lo más importante al referirnos al tema de pigmentación es lograrlo de forma natural ya sea esta como forma única de pigmentación o por complemento en la dieta suministrada a los pollos ya que se debe buscar nutrientes que contengan fuente de carotenoides para conseguir con un buen manejo de estos, la pigmentación adecuada (18).

1.8. PIGMENTANTE

Los pigmentos son compuestos químicos que absorben luz en el rango de longitud de onda de la región visible. La producción de color se debe a la estructura específica del compuesto (que lleva el color), esta estructura recibe energía y la excitación la produce un electrón del orbital exterior al orbital más grande, energía no absorbida serán reflejados y refractados para ser captados por los ojos y los impulsos nerviosos generados serán transmitidos al cerebro del donde pueden ser interpretados como colores (66).

1.9. TÉCNICAS DE COLORIMETRÍA EN AVES

El procedimiento indirecto se basa en la concentración y perfil de xantofilas presentes en la muestra analizada, estos métodos se consideran indirectos porque pueden "correlacionarse" con el valor de color previsto y observado, pero esta correlación nunca será 11 una estimación, y a menudo está muy lejos del color esperado, las muestras que se pueden analizar son: pienso, suero, piel de pechuga, piel de pierna y yema de huevo. Los procedimientos directos incluyen la evaluación directa del color de la piel de las gallinas o las yemas de huevo, por descomposición del haz de (reflectividad) o comparación con un color conocido (abanico de ROCHE). Prueba de calificación es una observación donde se comparan entre sí, se clasifican de más a menos pigmentados, una de las desventajas de este método es que la evaluación solo es útil para 1 por muestra, y los datos obtenidos no pueden usarse para una evaluación distinta porque no hay un estándar (67).

1.10. ABANICOS Y ESCALAS COLORIMÉTRICAS

Son ayudas visuales, han sido inventadas por empresas que trabajan en la industria avícola. Como se señaló, estos son estándares de color de abanico o regla.

- A. Abanico ROCHE (RCF).
- B. Abanico Basf (ovo color).
- C. Abanico Prodemex para yema.
- D. Abanico Prodemex para pollo.
- E. Escala Hoechst para pollo.

1.11. FOTO COLORIMETRÍA DE REFLECTANCIA

Es la medida matemática de la reflexión de un haz de luz, de intensidad conocida, por un fotómetro que divide la luz refractada en 3 dimensiones, en rojos, amarillos y grados de intensidad. Permite proporcionar un valor numérico para cada color, independiente de la reflexión humana.

L^* = Luminosidad, la cual varía de cero, que sería negro absoluto, hasta 100 que correspondería a blanco absoluto.

a^* = Enrojecimiento y enverdecimiento que oscila entre -60 a +60, donde los valores con tendencia negativa corresponden a colores verdes y aquellos con tendencia positiva a colores rojos.

b^* = amarillamiento y azulamiento, el cual varía de -60 a +100, siendo los tonos azules los que caen en los valores negativos, mientras que los amarillos arrojan cifras positivas (67).

Para el análisis de la pigmentación en pollos de brioler se lo realiza mediante el equipo colorímetro de reflectancia (L); luminosidad es una escala que califica la presencia o no de luz, comprendiendo desde 0 negro a 100 blanco; siendo así, que para la piel de pollo en esta variable es entre 64 a 72, (a) rojo intenso que va desde -60 verde a +60 rojo, un mínimo de 2, y (b) amarillamiento que va desde -60 azul hasta +60 amarillo, un mínimo de 41 (68).

CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIALES Y MÉTODOS.

La investigación fue de tipo cuantitativo- experimental, puesto que se la realizo con un enfoque científico y que se manipularon intencionalmente una o más variables para analizar las consecuencias sobre las variables dependientes es decir los supuestos efectos de la adición de diferentes niveles de *Tithonia diversifolia* (botón de oro), en la alimentación de pollos boiler en sus diferentes etapas de desarrollo.

2.1. UBICACIÓN DEL ESTUDIO.

La investigación se desarrolló en Punzara en la Finca Experimental Punzara de la Universidad Nacional de Loja, en el Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación de Nutrición Animal (CIDiNA/aves), ubicada al sur oeste de la provincia de Loja, en el sector “La Argelia”, que cuentan con las siguientes características meteorológicas:

- 04°02'11" de latitud sur.
- 79°12'4" de latitud este.
- Temperaturas: 9 a 19°C temperatura media 15,8°C.
- Precipitación anual: 1066mm.
- Humedad relativa media: 75%.
- Formación ecológica: Bosque seco-montañoso bajo (Estación Meteorológico la Argelia, 2014).

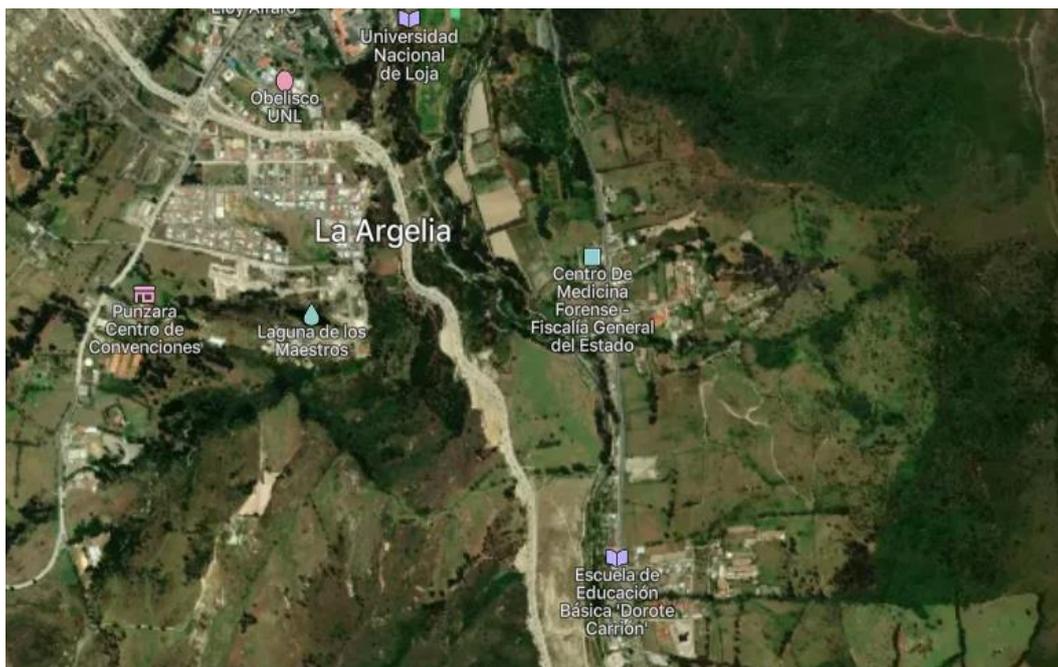


Figura 1. Mapa del cantón Loja sector Argelia
Fuente (27)

2.2. POBLACIÓN E INSTALACIONES.

El tamaño de la población para la presente investigación fue de 300 pollos de la línea Cobb 500 de un día de edad mixtos con peso promedio inicial de 45,5gramos se colocaron aleatoriamente en jaulas de madera y malla metálica de 1,25 x 1,25x 0,60 de alto con su respectico comedero y bebederos automáticos tipo niple. Las instalaciones, equipos y materiales se desinfectaron con solución de amonio cuaternario.

2.3. DIETAS EXPERIMENTALES.

Se formularon y elaboraron las dietas experimentales con niveles de inclusión del 0, 5 y 10% de *Tithonia diversifolia* considerando los requerimientos nutricionales. Formulados para los pollos Cobb 500 para la etapa inicial, crecimiento y finalización, las mismas que se detallan a continuación.

Tabla 2. Dieta para fase inicial en pollos de carnes

Ingredientes	Porcentaje
Maíz	40,39
Arrocillo	19,55
Torta de Soya	31,10
Aceite de girasol	3,63
Carbonato de calcio	1,22
Fosfato monocálcico	1,71
Sal	0,39
Premix ¹	0,24
Lisina	0,68
Metionina	0,60
Treonina	0,34
Cropidol ²	0,02
Micromix ³	0,03
Celmanax ⁴	0,10
<i>Composición química calculada</i>	
Proteína Cruda (PC)	22,00
Energía Metabolizable (EM)	2900
<i>Composición química analizada</i>	
Cenizas	7,14
Extracto etéreo	5,52
Proteína	22,43

2.4. ALIMENTACIÓN INICIAL.

En la tabla 2, se muestran los valores nutricionales a tomar en cuenta durante los primeros días o la etapa inicial del pollo, se debe mencionar que el peso del ave en el futuro es proporcional con el crecimiento de la primera semana del pollo de engorde, sin embargo, también es vulnerable a las enfermedades y la adaptación del medio que le rodea, el éxito del desarrollo correcto del ave se encamina a la importancia de tener una buena iniciación (71).

La etapa inicial de alimentación del pollo comenzó desde el día 0 al día 7, el desempeño biológico del ave depende de la correcta formulación del alimento inicial, causando una excelente rentabilidad para la producción avícola en la que se deseaba mejorar (72).

Tabla 3. Dieta para la fase de crecimiento en pollos de carne

Ingredientes	Control	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Maíz	29,24	33,52	37,91
Arrocillo	10,00	10,00	10,00
Afrecho de trigo	28,56	18,22	7,59
Cono de arroz	5,00	5,00	5,00
Torta de soya	19,62	21,02	22,50
<i>Tithonia diversifolia</i>	-	5,00	10,00
Aceite de palma	3,00	3,00	3,00
Carbonato de calcio	1,42	1,15	0,88
Fosfato monocálcico	1,36	1,43	1,52
Sal	0,36	0,37	0,38
Premix ¹	0,30	0,30	0,30
Lisina	0,41	0,38	0,35
Metionina	0,31	0,30	0,29
Treonina	0,17	0,16	0,15
Coocidiostato ²	0,02	0,02	0,02
Enzimas ³	0,03	0,03	0,03
Bicarbonato de Na	-	-	-
Pigmento ⁴	0,10	-	-
Atrapador ⁵	0,10	0,10	0,10
<i>Composición química calculada</i>			
Proteína cruda (PC)	20,00	20,00	20,00
Energía Metabolizable (EM)	2950	2950	2950
<i>Composición química % en base seca</i>			
Cenizas	8,47	8,43	7,60
Extracto etéreo	6,49	7,04	5,99
Proteína	20,93	19,38	21,33

2.4.1. Alimentación en la fase de crecimiento.

Durante esta fase el crecimiento del ave se desarrolló de manera rápida, mientras esto ocurría a los pollos se los motivo para que tengan una excelente ingesta de alimento y con eso conseguir el óptimo desarrollo biológico puesto que se les suministro buena densidad nutricional de manera adecuada en aminoácidos y energía. Fue importante señalar que el cambio del alimento de la fase inicial a la fase de crecimiento se manejó con sumo cuidado, pues gracias a esto se evitó caídas en el crecimiento adecuado del ave o el consumo bajo del mismo (74).

Con la alimentación administrada adecuadamente, los pollos llegaron a tener una buena composición corporal en términos de músculo, hueso y grasa. Los nutrientes

suministrados soportaron el cuerpo y las funciones vitales y además se utilizaron para producir carne. Para mantener saludable y productiva, la fase de crecimiento en pollos de engorde, el alimento debió contener suficiente energía y proteínas, nutrientes apropiados para un desarrollo correcto.

Las fuentes de energía utilizadas incluyeron: cereales y azúcares. Los alimentos protéicos utilizados satisficieron las necesidades nutricionales de los pollos de engorde en esta fase de crecimiento, incluyendo alimentos granulados (alimentos preparados comercialmente).

Tabla 4. Dieta para la fase de engorde en pollos de carne

Ingredientes	Control	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Maíz	49,93	43,18	34,20
Arrocillo	-	10,00	19,62
Afrecho de trigo	11,59	2,38	-
Cono de arroz	5,00	5,00	-
Torta de soya	23,88	25,19	23,59
<i>Tithonia diversifolia</i>	-	5,00	9,81
Aceite de palma	6,00	6,00	5,89
Aceite de girasol	-	-	0,98
Carbonato de calcio	1,08	0,81	0,54
Fosfato monocálcico	1,13	1,21	3,10
Sal	0,38	0,38	0,37
Premix ¹	0,30	0,30	0,30
Lisina	0,21	0,18	0,89
Metionina	0,22	0,20	0,51
Treonina	0,06	0,04	0,07
Coocidiostato ²	-	-	-
Enzimas ³	0,02	0,03	0,02
Bicarbonato de Na	-	-	-
Pigmento ⁴	0,10	-	-
Atrapador ⁵	0,10	0,10	0,10
<i>Composición química calculada</i>			
Proteína Cruda (PC)	18,00	18,00	18,00
Energía Metabolizable (EM)	3050	3050	3050
<i>Composición química analizada</i>			
Cenizas	6,66	6,76	6,37
Extracto etéreo	9,75	9,34	9,19
Proteína	21,11	22,09	21,68

2.4.2. Alimentación de finalización.

La fase de finalización inició a partir del día 25, aumentando el rendimiento de las aves, fue una de las más costosas por el alimento que consumen las aves, se realizó un adecuado régimen alimenticio para esta etapa, aumentando el retorno económico de una manera óptima (75).

Al cumplir la fase final, los pollos estuvieron listos para el sacrificio al cumplir seis semanas de edad, etapa de alimentación con plena satisfacción de las necesidades nutricionales del lote de pollos. Los requerimientos nutricionales en esta etapa fueron suficientemente satisfechos. A más de la dieta, se suministró pienso concentrado elaborado a base de maíz (49% de la fórmula) como principal fuente de energía), soya y otros elementos en dosis menores que aportaron a los animales las proteínas, aminoácidos y minerales indispensables para la generación de músculo y producción de carne.

2.5. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.

Se evaluaron tres tratamientos, que consistieron en los diferentes niveles de *Tithonia diversifolia*.

T1: 0 % de *Tithonia diversifolia*.

T2: 5 % de *Tithonia diversifolia*.

T3: 10 % de *Tithonia diversifolia*.

2.6. DISEÑO EXPERIMENTAL.

Para el desarrollo de la presente investigación se aplicó un diseño completamente al azar, los datos fueron analizados en el paquete estadístico SAS, 2016 (SAS University Edition), y para la comparación de medias se utilizó un T-test protegido: mientras que para calidad de la canal se aplicó un análisis de varianzas, las medias se compararon a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.01$; $p \leq 0.05$).

2.7. MATERIALES.

300 pollos de engorde línea Cobb 500.

2.7.1. Materia prima.

- Harina de botón de oro (*Tithonia diversifolia*).

2.7.2. Insumos.

- Balanceado.
- Vitaminas (Trolvit).
- Vacunas (Newclaste – Gumboro).
- Agua.
- Complejo B.
- Desinfectantes (fulltrex).
- Cascarilla de arroz.

2.7.3. Instrumentos.

- Bebederos.
- Comederos.
- Focos.
- Mesa.
- Malla.
- Materiales de oficina.
- kit quirúrgico.
- Cinta métrica.
- Hojas de registro.
- Gas.
- Pediluvio.
- Pala.
- Libreta.
- Estilete.
- Botas.
- Alambre.

- Pinzas.

2.7.4. Equipos.

- Termómetro ambiental.
- Peachimetro marca HANNA(HI99163).
- Balanzas.
- Colorímetro marca FRU (WR10QC).
- Bomba de fumigar.
- Energía eléctrica.
- Criadora a gas.
- Computador.

2.8. MÉTODOS.

La investigación fue de tipo experimental puesto que el investigador manipuló una o más variables de estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas (variables productivas del pollo broiler). Dicho de otra forma, el experimento consistió en efectuar un cambio en el valor de una variable (niveles de botón de oro) y observar su efecto en otra variable (peso, conversión alimenticia, longitudes, entre otras).

Esto se llevó a cabo en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produjo una situación o acontecimiento particular.

Los métodos experimentales fueron los adecuados para poner a prueba hipótesis de relaciones causales por lo tanto se desarrolló procedimientos mediante los objetivos específicos planteados, considerando las variables de estudio.

2.8.1. Parámetros productivos.

- **Ganancia de peso diario y ganancia de peso semanal (g):** Para el cálculo de la ganancia media diaria se pesó a los animales semanalmente y el resultado se dividió para siete días, mientras tanto que para el cálculo de la ganancia de peso semanal se sumó cada peso diario y el resultado se dividió para siete días.

$$\text{Ganancia de peso diario} = \frac{\text{Ganancia media semanal}}{7}$$

- **Consumo diario de alimento (g):** Se calculó pesando el consumo de alimento ofrecido cada día a los pollos, así como el sobrante y luego se realizó la resta con la que se consiguió el valor del consumo diario.

Consumo de alimento diario

$$= \text{alimento ofrecida cada dia} - \text{sobrante de alimento}$$

- **Conversión alimenticia:** Se calculó realizando la relación entre ganancia de peso y consumo de alimento.

$$\text{Conversion alimenticia} = \frac{\text{Ganancia de peso}}{\text{Consumo de alimento}}$$

2.8.2. Parámetros digestivos.

A los 21 días de consumo de la dieta se sacrificó al azar diez unidades observacionales (pollos broiler), por cada tratamiento considerando las normas de bienestar animal.

- **Pesos y longitudes absolutas (g):** Se tomó el peso (g) del tracto digestivo total, en una balanza digital (SB32001) con un error ± 1 gramo, donde se incluyó molleja, intestino delgado, y ciegos; mientras que para las longitudes absolutas se midió cada una de las vísceras utilizando una cinta métrica (cm).
- **Pesos y longitudes relativas (%):** Se calcularon mediante las siguiente formulas:

$$\text{Pesos relativos} = \frac{\text{Peso de cada órgano}}{\text{Peso vivo}} * 100$$

$$\text{Longitud relativa} = \frac{\text{Longitud de cada órgano}}{\text{Peso vivo}} * 100$$

- **Integridad intestinal:** Se tomó una muestra de 1 cm, de la parte caudal del yeyuno y se colocó en un frasco y se fijaron las muestras en solución de formol bufferado al 10%, y se envió a laboratorio para realizar los cortes histológicos transversales de la mucosa intestinal y se realizó una tinción con hematoxilina

- eosina. En un microscopio de luz con objeto 4x con cámara para proyectar imágenes de microscopía en directos de alta resolución se valoraron las siguientes variables:

- **Longitud de las vellosidades (μm):** Se midió del ápice de la vellosidad hasta el ápice de la entrada a la cripta.
- **Ancho de las vellosidades (μm):** Se evaluó en la parte media vertical de la vellosidad seleccionada.
- **Profundidad de la cripta (μm):** Se midió desde la entrada a la cripta hasta la zona basal de la misma.
- **Ancho de la capa muscular (μm):** Para realizar la medición del ancho de la capa muscular de los pollos broiler se trazó una línea vertical desde el inicio del cuerpo hasta la parte trasera, específicamente donde se puede palpar la parte externa y la parte interna permita medir el ancho de la capa muscular.

2.8.3. Calidad de canal.

- **Rendimiento a canal:** Se pesó en una balanza digital (SB32001) con un error de ± 1 g, a cada unidad observacional antes y después del sacrificio para obtener el rendimiento a la canal, los parámetros tomados en cuenta fueron peso vivo, pesos absolutos (g), molleja vacía hígado y corazón y peso relativo (%), peso a la canal (g), porcentaje a la canal (%).
- **pH de la carne:** Se empleó un pH metro marca HANNA HI99163 previamente calibrado en soluciones buffer pH7 y pH4, se utilizó 10 unidades observacionales por tratamiento se midió los valores del pH en la parte central del contenido de la molleja y cecal derecho e izquierdo.
- **Pigmentación de tarso, piel y musculo:** Se determinó mediante un colorímetro digital de 4mm marca FRU WR10QC se midió la coloración a mitad del tarso, en la piel y parte superficial media del muslo. Se valoró los parámetros de color: L*= claro (Luminosidad), a*=rojizo (coordenada rojo-verde), y b*=amarillento (coordenada amarillo-azul).

CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE LOS POLLOS DE CARNE.

3.1. GANANCIA DE PESO SEMANAL Y MEDIA DIARIA

La ganancia de peso semanal y ganancia media diaria entre los tratamientos con la inclusión del 0, 5 y 10% de *Tithonia diversifolia* durante las seis semanas de estudio no presentó diferencias estadísticas ($P>0.05$), sin embargo, se observó que al incluir el 5% de *Tithonia diversifolia*, alcanzó un mayor peso con valores medios de 2691g. y 97,1g. respectivamente.

Tabla 5. Ganancia de peso semanal en los pollos de carne alimentados con la inclusión de diferentes niveles de *Tithonia diversifolia*

Semanas	Niveles de <i>Tithonia diversifolia</i> (%)			EEM	P-valor	Sign
	0%	5%	10%			
PI (g)	45	46	46			
1	172a	176a	181a	3,72	0,225	ns
2	422a	427a	429a	9,29	0,873	ns
3	842a	837a	833a	16,4	0,922	ns
4	1426a	1375a	1397a	33,7	0,568	ns
5	2014a	2011a	2230a	43,3	0,981	ns
6	2682a	2691a	2645a	50,6	0,0794	ns

EEM: Error estadístico de las medias

P-valor: Valor de la probabilidad

Sign: Significancia

Al analizar la utilización de la harina de forraje de *Tithonia diversifolia* en el comportamiento productivo de pollos camperos con 60 días de crianza con cuatro niveles de inclusión (5, 10 y 15%) y el testigo, en lo que refiere a la ganancia semanal por cada tratamiento detalla, que el T1 (dieta control) alcanzó mayor peso final engorde con 4.468g, resultados que son superiores a los encontrados en la presente investigación (28).

El comportamiento productivo de pollos de engorde alimentados con harina de forraje de *Tithonia diversifolia*, con respecto a la ganancia de peso reportó valores de 2116g; utilizando 10% de harina de forraje de *Tithonia diversifolia*, puede ser

incorporado en la dieta como una opción viable para los productores a pequeña y mediana escala en sustitución de los alimentos convencionales (29).

Tabla 6. Ganancia de peso media diaria de pollos de carne alimentados con la inclusión de diferentes niveles de *Tithonia diversifolia*

Semanas	Niveles de <i>Tithonia diversifolia</i> (%)			EEM	P-valor	Sign
	0	5	10			
1	18,10a	18,50a	19,31a	0,38	0,078	ns
2	35,71a	35,81a	35,41a	1,07	0,951	ns
3	60,00a	59,01a	58,01a	1,89	0,688	ns
4	83,00a	76,91a	80,70a	3,88	0,495	ns
5	84,11a	90,80a	89,41a	4,36	0,515	ns
6	95,30a	97,10a	88,80a	3,91	0,296	ns

EEM: Error estadístico de las medias

P-valor: Valor de la probabilidad

Sign: Significancia

De acuerdo con los resultados encontrados de ganancia media diaria de peso de los pollos de engorde, se puede apreciar que después de la primera semana al suministrar 10% de *Tithonia diversifolia* los pollos tienden a disminuir la ganancia diaria, lo que significa que la suplementación de la harina de botón de oro no afecta el desempeño productivo de los animales de cierta manera ya que la ganancia de peso en este estudio se vio afectada debido posiblemente a un cambio en la palatabilidad del alimento generado por altos porcentajes de inclusión de harina de botón de oro.

Los resultados obtenidos en la presente investigación son similares a los encontrados por, quien al evaluar el uso de harina de follaje de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de pollos de engorde, los tratamientos que registraron la mejor ganancia de peso fueron al utilizar Dieta + Botón 45-5% con valores de 78,5g, manifestando que estos resultados se pueden atribuir a que la dieta balanceada y

con botón de oro a los 45 días, presentaron contenido adecuado de energía y proteína, similares al concentrado comercial (7).

En la evaluación del comportamiento productivo de pollos camperos en crecimiento-ceba alimentados con diferentes niveles de inclusión de harina de forraje de *Tithonia diversifolia*, la ganancia de peso, se obtuvo un mayor rendimiento en T1 (0%) con 42,6g. (13).

3.2. CONSUMO DE ALIMENTO.

Para la variable consumo de alimento semanal de los pollos broiler se presentó diferencias estadísticas ($p= 0,049$), por efecto de la inclusión de diferentes niveles de *Tithonia diversifolia*, apreciándose que en la primera semana de desarrollo que los pollos alimentados con 10% de botón de oro , se presentó un mayor consumo y que fue de 25,7g; con respecto al tratamiento control que obtuvo un promedio de 25,4g; así como el tratamiento donde se aplicó 5% de *Tithonia diversifolia* el cual registró un consumo de alimento de 25,3g.

Mientras que a partir de la semana dos a la sexta semana no se reportan diferencias estadísticas ($p= 0,742$), sin embargo, se evidencia que el tratamiento con la inclusión del 10% de botón de oro se presentó un menor consumo y que fue de 213,6g.

Los resultados obtenidos en la presente investigación muestran que, con el transcurso del tiempo, los pollos alimentados con 10% de *Tithonia diversifolia*, consumen menor cantidad de alimento por que se podría afirmar que se requiere niveles más bajos de inclusión de harina de *Tithonia diversifolia* para mejorar los índices productivos en pollos de carne.

Lo que puede relacionarse con el estudio que al evaluar el efecto de la harina de *Tithonia diversifolia* sobre las variables productivas en gallinas ponedoras, muestra como el consumo de alimento aumentó de la dieta Testigo a la dieta con 5% HTD, con un posterior descenso conforme aumentó el porcentaje de inclusión de HTD en las dietas, ya que reportaron un menor consumo conforme aumentaba su inclusión, llegando a ser menores a 100g/ave/día;, señalando que lo anterior podría deberse a la presencia de factores antinutricios, como los taninos; ya que estos pueden formar complejos con las proteínas, almidón y enzimas digestivas,

causando reducción en el valor nutritivo de los alimentos; influyendo en crecimiento, digestibilidad de proteínas y disponibilidad de aminoácidos (18).

Tabla 7. Consumo de alimento semanal de pollos de carne alimentados con la inclusión de diferentes niveles de *Tithonia diversifolia*

Semanas	Niveles de <i>Tithonia diversifolia</i>			EEM	P-valor	Sign
	(%)					
	0 T1	5 T2	10 T3			
1	25,40b	25,30b	25,70a	0,24	0,049	*
2	51,21a	52,31a	52,00a	0,78	0,562	ns
3	96,90a	95,81a	98,60a	1,63	0,492	ns
4	145,22a	134,30a	148,00a	5,51	0,180	ns
5	185,20a	176,81a	174,20a	6,59	0,477	ns
6	223,71a	223,30a	213,60a	10,40	0,742	ns

EEM: Error estadístico de las medias

P-valor: Valor de la probabilidad

Sign: Significancia

Al evaluar el consumo de alimento indica que no hubo diferencia numérica entre los tratamientos, consumiendo todos los tratamientos 105g de alimento, lo que significa que la variabilidad que existe en la ganancia de peso entre los tratamientos es netamente resultado de la inclusión de harina de *Tithonia diversifolia* al 0, 5, 10 y 15% (13).

3.3. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Para la variable conversión alimenticia se determinó diferencias estadísticas ($p=0,033$), por efecto de la inclusión de diferentes niveles de *Tithonia diversifolia*, a la quinta semana de evaluación por efecto de la inclusión a la dieta de diferentes niveles de *Tithonia diversifolia*, siendo el valor mayor en los pollos del tratamiento control ya que las medias fueron de 2,23; en segundo lugar se ubicaron los resultados obtenidos en los pollos alimentados con 10% de *Tithonia diversifolia* con conversiones de 1,98 como se indica en la tabla 8.

Tabla 8. Conversión alimenticia en pollos de carne alimentados con la inclusión de diferentes niveles de *Tithonia diversifolia*

Semanas	NIVELES DE <i>TITHONIA DIVERSIFOLIA</i>			EEM	p-valor	Sign
	0%	5%	10%			
	T1	T2	T3			
1	1,41a	1,37a	1,33a	0,04	0,327	ns
2	1,44a	1,47a	1,49a	0,05	0,740	ns
3	1,63a	1,66a	1,72a	0,06	0,440	ns
4	1,74a	1,81a	1,84a	0,07	0,570	ns
5	2,23a	1,96b	1,98b	0,08	0,033	*
6	2,38a	2,31a	2,41a	0,12	0,830	ns

EEM: Error estadístico de las medias

P-valor: Valor de la probabilidad

Sign: Significancia

Mientras tanto que la menor conversión alimenticia y que fue de 1,96 se registró, para el grupo de pollos alimentados con la adición de 5% de *Tithonia diversifolia*, mientras que, desde la semana uno hasta la cuatro y sexta no se registró diferencias estadísticas ($P > 0.05$) en los tratamientos aplicados, se aprecia que la mejor conversión alimenticia fue al incluir en la dieta 5% de *Tithonia diversifolia* con valores medios de 2,31.

En el presente estudio al incluir en la dieta 5% de *Tithonia diversifolia* (T2), se presentó la mayor ganancia de peso y que fue 2691g. mayor ganancia media diaria de peso con valores medios de 97,1g. y la mejor conversión alimenticia que fue de 2,31), datos que son superiores, a los registrados por (10), quien en la evaluación del uso del botón de oro como complemento nutricional en el proceso de producción de pollo de engorde, reporta una ganancia semanal de peso de 2249,85g. Con una ganancia media diaria de 40,7g. la conversión alimenticia de 1,58 y en el consumo de alimento se reportó una leve reducción por parte del tratamiento que recibió un 10% de suplementación con la harina de botón de oro, ya que registró valores medios de 100,30g.

Afirmando que, los niveles de inclusión de 0, 5, 10, 15 y 20% mostraron poco deterioro en los criterios de conversión alimenticia y ganancia diaria. Además sugiere que este recurso se puede incluir hasta en un 15% en dietas para pollos de engorde a partir de los 7 días de edad, sin comprometer el rendimiento productivo

y la salud, donde el comportamiento selectivo se debió principalmente a que, para el mayor nivel de inclusión de la harina, no se lograba obtener una mezcla homogénea entre el concentrado comercial y la harina, ya que esta se compactaba y formaba pequeños grumos que facilitaban la selección por parte de los animales, considerando que en el periodo experimental no se tuvo ningún signo de problemas digestivos, estrés o comportamiento anormal que puedan indicar una razón adicional para un mayor rechazo del alimento.

Al adicionar 5% de harina de follaje de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de pollos de engorde, registró una ganancia media diaria de 78,5g. por el contrario, el mejor comportamiento en la variable consumo de alimento (189,20g.) y conversión alimenticia (1,62) fue registrada en el lote de pollos del tratamiento testigo (0%) (22).

El efecto de la harina de *Tithonia diversifolia* (HTD) sobre las variables productivas en gallinas ponedoras, muestra como el consumo de alimento aumentó de la dieta Testigo a la dieta con 5% HTD, con un posterior descenso conforme aumentó el porcentaje de inclusión de HTD en las dietas, ya que reportaron un menor consumo conforme aumentaba su inclusión, llegando a ser menores a 100g/ave/día (19).

Además, en pollos camperos en crecimiento-ceba alimentados con diferentes niveles de inclusión de harina de forraje de *Tithonia diversifolia*, obtuvo una ganancia media diaria de 42,6g. en el tratamiento testigo (0%) (14). En el consumo de alimento indica que no hubo diferencia numérica entre los tratamientos, consumiendo todos los tratamientos 105g. de alimento, lo que significa que la variabilidad que existe en la ganancia de peso entre los tratamientos es netamente resultado de la inclusión de harina de botón de oro al 0, 5, 10 y 15% (20).

En un estudio *Tithonia diversifolia* en el comportamiento productivo de pollos camperos con 60 días de crianza con inclusiones (0, 4, 5 y 6%), detalla, que el T3 (6%) alcanzó un peso final de 3201g, y una ganancia media diaria de 47,72g. observando la mejor conversión de 1,00 en el tratamiento testigo (0%) (28).

Estos resultados se pueden atribuir a que excesos de fibra en la ración pueden causar efectos negativos sobre la productividad en monogástricos jóvenes, relacionados con la palatabilidad, reducción de digestibilidad de los nutrientes y sensación de

saciedad, haciendo que el pollo sea incapaz de consumir la cantidad de alimento necesaria, para cubrir sus necesidades energéticas. También podría deberse a la presencia de factores antinutritivos, como los taninos; ya que estos pueden formar complejos con las proteínas, almidón y enzimas digestivas, causando reducción en el valor nutritivo de los alimentos, influyendo en crecimiento, digestibilidad de proteínas y disponibilidad de aminoácidos (38).

Los resultados obtenidos en peso final evidencian que el uso de harina de follaje de botón de oro se puede constituir, como una alternativa en la alimentación del pollo de engorde por lo menos hasta la proporción de 10% en la dieta para las fases de desarrollo y permite reemplazar parcialmente la fuente de proteína aportada por una materia prima costosa como lo es la harina de soya, siendo mejor las raciones con la harina de 60 días de corte (20.2 de proteína).

Este resultado se explica debido a que las aves al no presentar dientes, los alimentos digeridos son descompuestos de forma mecánica y química en el aparato digestivo y el proceso digestivo hace posible la liberación de nutrientes contenidos en los alimentos, así mismo, hace posible la absorción y distribución uniforme de estos nutrientes en el cuerpo del ave (66).

3.4. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DIGESTIVOS EN POLLOS DE CARNE ALIMENTADOS CON LA INCLUSIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE BOTÓN DE ORO.

Al realizar el análisis de peso vivo de los pollos de carne las medias no presentaron diferencias significativas ($p=0,884$), por efecto de la inclusión de diferentes niveles de *Tithonia diversifolia* en la alimentación, determinándose el mayor peso en los pollos del tratamiento testigo con medias de 912,11g. Seguido de los pollos del T3 donde se incluyó 10% de botón oro que obtuvieron un peso de 895,31g. Mientras que el menor peso de 892,2g. se registró en los pollos del T2 al incluir en la dieta 5% de *Tithonia diversifolia*.

Tabla 9. Parámetros digestivos en pollos de carne alimentados con la inclusión de diferentes niveles de *Tithonia diversifolia*

PARÁMETROS INTESTINALES	Niveles de <i>Tithonia diversifolia</i> (%)			EEM	P-valor	Sign
	0%	5%	10%			
	T1	T2	T3			
Peso vivo (g).	912,11a	892,2a	895,31a	30,30	0,884	ns
Pesos absolutos del tracto digestivo (g).						
Tracto digestivo total	148,80a	141,00a	144,20a	10,31	0,850	ns
Intestino delgado	72,21a	60,41a	62,14a	3,88	0,086	ns
Molleja	39,30a	36,30a	36,51a	2,38	0,633	ns
Ciegos	7,05a	7,45a	6,29a	0,67	0,467	ns
Pesos relativos % PV.						
Tracto digestivo total	16,3a	16,00a	16,10a	0,86	0,863	ns
Intestino delgado	7,91a	6,81a	6,93a	0,36	0,075	ns
Molleja	4,30a	4,06a	4,07a	0,21	0,666	ns
Ciegos	0,77a	0,85a	0,71a	0,07	0,335	ns
Medida absoluta del tracto digestivo (cm).						
Intestino delgado	151,00a	140,6a	140,1a	4,13	0,130	ns
Ciego derecho	14,01a	14,2a	13,1a	0,38	0,204	ns
Ciego izquierdo	15,10a	14,2a	14,00a	0,39	0,093	ns
Medida relativa del tracto digestivo % PV.						
Intestino delgado	16,6a	16,00a	15,60a	0,52	0,443	ns
Ciego derecho	1,54a	1,51a	1,47a	0,05	0,626	ns
Ciego izquierdo	1,66a	1,62a	1,57a	0,06	0,499	ns
pH.						
Molleja	2,80a	2,71a	2,68a	0,10	0,654	ns
Ciego derecho	5,74a	5,87a	6,14a	0,135	0,109	ns
Ciego izquierdo	5,81a	6,13a	5,92a	0,139	0,249	ns

EEM: Error estadístico de las medias

P-valor: Valor de la probabilidad

Sign: Significancia

Con respecto a los pesos absolutos del tracto digestivo de los pollos, se aprecia que las medias no fueron estadísticamente significativas por efecto de la de la inclusión de diferentes niveles de *Tithonia diversifolia* en la dieta, sin embargo, se observa que los pollos del grupo control mostraron superioridad en los pesos del tracto digestivo total (148,8g.); intestino delgado (72,21g.) y molleja (39,30g), mientras

que, el mayor peso absoluto de los ciegos se observó en el grupo de pollos del tratamiento T2, es decir, donde se incluyó 5% *Tithonia diversifolia*.

En cuanto al análisis realizado de los pesos relativos las medias no presentaron estadísticamente significativas, observándose que los pollos del grupo testigo alcanzaron los mayores pesos relativos de tracto digestivo total con medias de 16,3%, así como también en el intestino delgado y la molleja con valores de 7,91 y 4,70% en su orden respectivamente; en tanto que los pesos relativos de los ciegos fueron superiores en el lote de pollos del T2 al incluir un nivel de 5% de *Tithonia diversifolia* a la dieta con medias de 0,85%.

Por su parte, al evaluar las medidas absolutas del tracto digestivo, no existió diferencias significativas entre tratamientos, evidenciándose que los pollos del grupo control presentaron los valores más altos en el intestino delgado (151,00cm) y ciego izquierdo (15,10cm) respecto a los pollos del tratamiento T2 donde se incluyó 5% de botón de oro que presentaron los valores más altos en el ciego derecho con 14,2cm.

Para el análisis de las medidas relativas del tracto digestivo, no se presentaron diferencias significativas, entre tratamientos por efecto de la inclusión a la dieta de los pollos de carne de diferentes niveles de *Tithonia diversifolia*, registrándose los valores más altos de intestino delgado (16,6%); ciego derecho (1,54%) y ciego izquierdo (1,66%) en los pollos del tratamiento testigo, es decir, los que no fueron alimentados con botón de oro.

Finalmente al realizar la evaluación del pH como parámetro digestivo en pollos de carne alimentados con la inclusión de diferentes niveles de *Tithonia diversifolia*, se aprecia que no existió diferencias significativas, determinándose que los pollos del tratamiento testigo presentaron el pH más alto de la molleja con medias de 2,80. A diferencia del pH del ciego derecho que fue superior en los pollos del T3 donde se incluyó 10% de botón de oro con medias de 6,14; mientras que el pH del ciego izquierdo fue más alto en los pollos que recibieron en la dieta una dosis de 5 % de *Tithonia diversifolia* con un promedio de 6,13.

Los pesos relativos encontrados en la presente investigación son superiores a los reportados por quien al evaluar el peso de órganos internos en pollos de engorde,

reportó valores de 14,03 % (tracto digestivo); 3,79 % (molleja) y 0,68 % (ciego), indicando que el uso de diferentes aditivos influye sobre la calidad nutricional de la dieta, el desarrollo y la funcionalidad de los órganos digestivos que se reflejará sobre el metabolismo, el nivel de producción y la salud animal (30).

Encontró valores inferiores al analizar el crecimiento y desarrollo intestinal de aves de engorde alimentadas con botón de oro, para la variable de peso del tracto intestinal, molleja y ciego, reportó valores de 14,6; 3,98; 0,64% en su orden (30).

El efecto de la suplementación de pollos de engorde alimentados con botón de oro y un derivado de paredes celulares de levadura *Saccharomyces cerevisiae* (PCL-glucano) de producción nacional observó un incremento progresivo y significativo de los pesos relativos de la molleja (3.4%) e intestino delgado (4.4%), que se traduce en un incremento de la superficie de absorción, lo que puede propiciar un mayor aprovechamiento de los nutrientes presentes en el alimento, contribuyendo al mejoramiento en los indicadores productivos de las aves (peso vivo, peso de la canal y rendimiento de la canal (31).

El crecimiento y desarrollo intestinal de aves de engorde alimentadas con cepas probióticas encontró valores inferiores al analizar el crecimiento y desarrollo intestinal de aves de engorde alimentadas con cepas probióticas, para la variable de peso del tracto intestinal, molleja y ciego, reportó valores de 14,6; 3,98; 0,64% en su orden, manifestando que, cuando se añaden a la dieta componentes que mejoran la disponibilidad de nutrientes, como en este caso los probióticos, se estimula el crecimiento y desarrollo de molleja, también proporciona una microflora intestinal más estable, la cual mejora las condiciones para la vida útil de los enterocitos, disminuye la renovación celular intestinal y demanda de nutrientes, e influencia el estado inmune y salud general del animal (30).

Se evaluó el rendimiento de la canal y morfometría del tracto gastrointestinal de pollos de carne suplementados con pared celular de levadura y fuentes de energía, observó un incremento progresivo y significativo de los pesos relativos de la molleja (3,4%) e intestino delgado (4,4%), que se traduce en un incremento de la superficie de absorción, lo que puede propiciar un mayor aprovechamiento de los nutrientes presentes en el alimento, contribuyendo al mejoramiento en los

indicadores productivos de las aves , peso vivo, peso de la canal y rendimiento de la canal (31).

Se evaluó diferentes niveles de harina de plátano para la pigmentación de la carne de pollo Cobb 500, registró diferencias estadísticas ($P < 0.05$), en las medias relativas del intestino delgado (14,6%) y en los ciegos derecho e izquierdo, con valores de 1,45 y 1,52%, señalando que el intestino delgado aumenta de tamaño como efecto de la presencia de la fibra en las dietas (32).

Por su parte quien evaluó el efecto de la edad en el peso relativo de los órganos, rasgos cecales y parámetros bioquímicos de los pollos Sasso, al medir el peso relativo de los órganos inmunes y viscerales encontró que algunos de los órganos como el intestino delgado y los ciegos incrementaron su peso relativo a 8.01 y 1,88 % respectivamente, concluyendo que, un aumento del peso relativo de estos órganos en las aves se lo relaciona con una mayor actividad funcional, importante en la asimilación de nutrientes en los primeros días de vida del pollito (33).

Para secciones del sistema digestivo de los pollos fueron 4.4 para la molleja, 6,4 y 6,3 para los ciegos derecho e izquierdo, señalando que el intestino recibe el contenido gástrico proveniente de la molleja con un pH de 3,5 a 4,5 y debe ajustarse a un pH de 6 a 7 para que las enzimas actúen eficientemente (34).

El sistema digestivo de las aves es el conjunto de secciones (cavidad oral, esófago, buche, proventrículo, molleja, intestino delgado, ciegos, intestino grueso y termina en la cloaca) y glándulas anexas (páncreas e hígado), que tiene la función de prensar, deglutir y digerir los alimentos transformándolos en nutrientes asimilables para que éstos sean transportados por la sangre a los tejidos del cuerpo. Por su tamaño, representa una superficie de interacción muy extensa entre el medio ambiente externo y el ave ya que es el punto de entrada para una gran variedad de agentes etiológicos de gran impacto de salud, inmunológico y económico en la avicultura, por ello el ave destina cerca del 75% de su inmunidad al tracto gastrointestinal (16).

En las aves, la ingesta puede tener un doble sentido de tránsito entre el proventrículo, la molleja y duodeno; normalmente no pasa hacia el resto del tubo digestivo hasta que la ingesta es reducida a una sustancia cremosa y se alcanza el

pH adecuado. Las alteraciones en el pH o una reducción en la absorción neta del agua son factores que ocasionan un rápido pasaje de la ingesta que, como consecuencia, afectará la posterior digestión y absorción (19).

El desarrollo y salud del tracto gastrointestinal son la clave de la productividad de todos los animales de granja, incluyendo a las aves de corral. El intestino es un órgano complejo que forma parte del tracto gastrointestinal y es el paso obligado de los nutrientes que sirven de base para el metabolismo, crecimiento y mantenimiento. Además, aportan los recursos para el sistema inmunológico, sistema esquelético y nervioso (4).

Cabe señalar que cuando se desarrolla la molleja, mejora la motilidad del tracto gastrointestinal, se favorece el reflujo gastroduodenal y se estimula la secreción de enzimas pancreáticas, que pueden cambiar el tamaño y el peso de este órgano. El ciego es el responsable de la salud intestinal, fermentación de nutrientes y la regulación de la microflora intestinal; siendo este la primera porción del intestino grueso, la microflora en el ciego crece rápidamente a partir del día 1 al 11 después del nacimiento, y a partir de entonces se mantiene estable, es por ello que en las primeras 24 horas de vida del pollito, la alimentación juega un papel importante en el ciego, lo que causa variaciones o cambios de la microbiota cecal de estos animales (16).

Los ciegos tienen la función de continuar la desintegración de los principios nutritivos y la absorción de agua, además de realizar la digestión de las fibras y la síntesis de vitaminas del grupo B, al comparar los ciegos de los pollos de engorda y gallinas con las de otras especies, se identifica que la cantidad de microorganismos no es demasiado alta permaneciendo más tiempo las heces cecales para excretarse una vez al día, aquí se efectúa la fermentación, paso previo a la digestión de una pequeña cantidad de fibra que el pollo es capaz de utilizar (21).

Un estado vital perfecto es imprescindible mantener una integridad intestinal adecuada se debe garantizar el acceso temprano al alimento ya que estimula el crecimiento y el desarrollo del tracto intestinal, además de facilitar la ingesta de yema del vitelo y de estimular de forma vital el desarrollo del sistema inmune con una más rápida formación de los tejidos linfoides asociados al intestino (35).

Probablemente el tracto intestinal sea el órgano más importante del cuerpo, con un 5 % de su peso corporal, con un consumo del 30% del oxígeno necesario por el ave y responsable de la absorción de los nutrientes necesarios para la vida del animal.

3.5. EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA HISTOLÓGICA DE LOS POLLOS DE CARNE ALIMENTADOS CON LA INCLUSIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE BOTÓN DE ORO.

Tabla 10. Efecto del nivel de *Tithonia diversifolia* en la estructura histológica de la mucosa intestinal yeyunal de los pollos de carne

Parámetros	Niveles de <i>Tithonia diversifolia</i> (%)			EEM	P-valor	Sign
	0	5	10			
Longitud de vellosidad, μm	758,01a	773,1a	770,01a	43,80	0,078	ns
Altura del epitelio, μm	50,7a	52,50a	50,01a	2,87	0,823	ns
Profundidad de la cripta, μm	61,11a	70,01a	58,70a	5,66	0,351	ns
Long. de vell./ prof. de la cripta, μm	14,01a	12,3a	16,41a	1,06	0,036	*
Ancho de la muscular, μm	112,4a	134,91a	115,2a	9,94	0,381	ns

EEM: Error estadístico de las medias

P-: Valor de la probabilidad

Sign: Significancia

En los parámetros histológicos, se observa que para la variable relación longitud de vellosidades/ profundidad de la cripta se aprecian diferencias estadísticas ($P=0,036$), afirmándose que la inclusión del 10% de harina de *Tithonia diversifolia* reportó el mayor valor y que fue de 16,41 μm , sin embargo para la longitud de la vellosidad se aprecian los valores medios más altos y que fueron de 7731 μm ; altura del epitelio (52,5 μm); profundidad de la cripta (70,01 μm) y ancho de la muscular (134,91 μm), con la adición del 5% de *Tithonia diversifolia* sin observarse diferencias estadísticas ($P>0.05$), entre medias.

Se obtuvo valores inferiores a los encontrados en la presente investigación, al evaluar la variable longitud de las vellosidades intestinales, reportando el mayor valor y que fue de 765 micras con el tratamiento T2 siendo este tratamiento el que

mostró la respuesta fisiológica más favorable, ya que, al aumentar el largo de las vellosidades aumenta la superficie de absorción de la misma (36).

Al evaluar la *Tithonia diversifolia* en la alimentación de pollos de engorde, observó un aumento específicamente en la altura del epitelio, con medias de 49,1 μm . Mientras que, (36), indicó que, en el parámetro de altura del epitelio, fue de 48,41 μm frente al grupo control que presentó 33,12 μm (30).

En cuanto a los resultados del estudio histológico, reportó que longitud promedio de las vellosidades de yeyuno fue de 744,52 μm , señalando que, la longitud de las vellosidades intestinales decrece a partir del duodeno y hacia el íleon (26).

Cada vellosidad está recubierta de un epitelio celular compuesto de enterocitos que poseen funciones diferentes de acuerdo a su localización dentro de cada vellosidad: los enterocitos localizados en el ápice de las vellosidades absorben líquidos y nutrientes, mientras que los de las zonas laterales y las criptas de Lieberkühn secretan electrolitos y líquidos. El mantenimiento óptimo de su estructura y funcionamiento es esencial para una mayor productividad de las parvadas.

En la última década, la producción de engorde de pollos tiene un gran impacto, ya que ha ido creciendo con rapidez en el mercado, es decir, los avances en las diferentes áreas de investigación como: genética, alimentación y manejo sanitario. En este momento la actividad avícola en tan solo de 42 a 50 días, los animales adquieren el peso ideal para el sacrificio con un peso de 2,5 kg y un índice de conversión 1,6 kg de alimento/kg de carne.

Estudios indican la avicultura deberá enfocarse en la alimentación tempranas posteriores al nacimiento, especialmente a los 21 días para mejorar la secreción hormonal, la morfología intestinal y el rendimiento del crecimiento al modular el microbiota intestinal (76).

También mencionaron que la inclusión de harina de laritaco (*Vernonanthura patens*) en pollos Cobb 500 (machos, 42 días) desarrolló un incremento en la variable la longitud de los segmentos del intestino, permitiendo una gran capacidad de absorción, necesario para un mejor aprovechamiento de los nutrientes. Además, el suplemento generó un efecto positivo sobre las vellosidades (más anchas) y las criptas (menos profundas) de pollos de engorde, indicando una mayor integridad y

salud intestinal, mostrando que la inclusión de compuestos fitogénicos no afectan el crecimiento de las aves (77).

3.6. PIGMENTACIÓN DEL TARSO, PIEL Y MUSLO DE LOS POLLOS DE CARNE.

La variable pigmentación de tarso no presentó diferencia estadística ($P > 0.05$), por efecto de la inclusión de diferentes niveles de *Tithonia diversifolia* en el alimento de los pollos de engorde apreciándose el mayor promedio y que fue de L^* 66,55 en los pollos del grupo control mientras que si se determinó diferencia estadísticas ($P < 0.05$), para las variables a^* y b^* ($p = 0,021$), sin embargo, se puede evidenciar en pigmentación de piel un promedio de a^* igual a b^* de 37,21 como se indica en la tabla 11.

La diferenciación del producto, así como la relación del color con la salud del pollo, definitivamente constituye una ventaja comercial, que se traduce en mejor precio de venta y preferencia por pollos que tengan la piel y los tarsos pigmentados, que aquéllos que no las tienen o presentan una coloración más clara.

Tabla 11. Pigmentación de tarso, piel y muslo de pollos carne alimentados con la inclusión de diferentes niveles de *Tithonia diversifolia*

PARÁMETROS	Niveles de <i>Tithonia diversifolia</i> (%)			EEM	P-valor	Sign
	0% T1	5% T2	10% T3			
Pigmentación de tarso.						
L^*	66,55a	66,29a	66,25a	0,781	0,958	ns
a^*	6,95a	5,53b	5,27c	0,238	0,0001	**
b^*	37,21a	31,88b	34,76b	1,256	0,021	*
Pigmentación de piel.						
L. piel.	58,80a	54,19a	60,40a	3,63	0,464	ns
a. piel.	4,90a	4,42a	3,97a	0,646	0,602	ns
b. piel.	4,55a	2,92a	3,88a	0,685	0,258	ns
Pigmentación muslo.						
L musculo.	50,72a	49,37a	49,44a	0,85	0,459	ns
a. musculo.	2,38a	2,40a	2,12a	0,31a	0,775	ns
b. musculo.	-1,31a	-2,81a	-1,04a	0,62	0,110	ns

EEM: Error estadístico de las medias

P-valor: Valor de la probabilidad

Sign: Significancia

Los valores de Luminosidad del tarso proporcionados por el parámetro L* han variado en un rango de 49,26 y 65,50, resultados que son inferiores a los encontrados en el presente estudio (37).

La avicultura el color de la piel total del pollo juega un rol fundamental para la comercialización y aceptación del producto, por esta razón, para satisfacer los requerimientos del mercado las industrias avícolas adicionan carotenoides o pigmentantes artificiales (canthaxanthin, apo-éster entre otros) y/o naturales a la dieta del pollo, mientras que, los pequeños productores prefieren suministrar maíz amarillo, residuos de cocina, forrajes, subproductos ricos en carótenos y xantofilas (14).

Al realizar el análisis de varianza de los tratamientos con relación al valor de L*(brillantez), observa que mayor valor de 60,96 lo presentó el T3, indicando que, al adicionar a la mezcla de apo-éster y cantaxantina, oleorresina saponificada de marigold, para evaluar si con mayor cantidad de luteína de la misma se logra una óptima pigmentación de la piel la luteína se absorbe en el tejido adiposo (35).

Los resultados obtenidos son inferiores a los encontrados en la investigación de (35), quien al realizar el análisis de varianza de los tratamientos con relación al valor a* el mayor valor lo tuvo el tratamiento 3 con 8,90 indicando que esto se debe a que el tratamiento 3 fue el único que utilizó además del pigmento amarillo, un pigmento rojo (cantaxantina) ya que la mezcla de pigmentantes rojos y amarillos aumenta el grado de pigmentación de la piel en las aves.

La evaluación sobre la pigmentación en la carne de pollo Cobb 500, en base al uso de colorantes naturales harinas de achiote, ají panca y azafrán, en la dieta diaria determinando que la harina de ají panca al 1% logra mejor pigmentación en la carne del pollo Cobb con medias de 4,72 (41).

El color del músculo está en relación a la concentración de pigmentos propios como son la mioglobina y la hemoglobina. Estas son proteínas de naturaleza y comportamiento similares denominadas cromoproteínas. Contienen en su estructura un grupo porfirínico conjugado con un metal de transición, principalmente el hierro (metal porfirinas), que forma complejos de coordinación (grupo hemo), siendo este el responsable de la coloración.

En cuanto a la investigación realizada por sobre la sustitución parcial de maíz por harina integral de cucurbita moschata y su efecto sobre las variables productivas de pollos Cobb 500, señala que conforme aumentó la concentración de harinas, los pollos presentaron mayor luminosidad del musculo con valores de 48,25 (41).

El color de la carne es influenciado por la edad del animal, las especies de animales, el sexo, la dieta y aún el tipo de ejercicio que realiza el animal. La carne de un animal más viejo será más oscura en color, porque el nivel de mioglobina aumenta con la edad. Los músculos ejercitados serán siempre más oscuros en color, lo cual significa que, dentro del mismo animal, puede haber variaciones en el color de sus músculos.

Según la evaluación de sobre la pigmentación de la piel en pollos de engorda, los resultados promedio de la coordenada de color a^* del musculo fueron de 2,07, señalando que con la adición de pigmento en la dieta se mejora la pigmentación de la piel al mismo nivel que si la alimentación se proporcionara con un nivel de 60 ppm (13).

Para la variable pigmentación en piel y musculo los resultados emitidos por el equipo, colorímetro de reflectancia, de la marca FRU, no muestran diferencia estadística en ninguno de los tratamientos mencionados anteriormente, es importante señalar que los datos arrojados por el equipo no llegan a los rangos requeridos como mínimos para una pigmentación óptima.

Sin embargo, en el caso de pigmentación de tarsos el tratamiento control presento diferencia significativa para los factores de tonalidad a ($p < 0,0001$) y b (p-valor 0,021) con 6,95 y 37,22 se corresponde resultados que son similares a los reportados en el que indica valores en aves el colorímetro de reflectancia CIELAB de brillantez (L); en el caso de la piel de pollo el rango aceptable para esta variable es entre 64 a 72. (a), se necesita un mínimo de 2, y (b), se requiere de un mínimo de (78).

3.7. RENDIMIENTO A LA CANAL DE LOS POLLOS DE CARNE

Tabla 12. Rendimiento a la canal de pollos alimentados con *Tithonia diversifolia*

Parámetros	Niveles de <i>Tithonia diversifolia</i> (%)			EEM	P-valor	Sign
	0 T1	5 T2	10 T3			
Peso vivo (g).	2978,4a	3080,9a	3042,8a	109,4	0,643	ns
Pesos absolutos (g).						
Molleja vacía.	40,1a	52,0a	50,2a	173,1	0,094	ns
Hígado.	52,9a	55,1a	56,1a	262	0,455	ns
Corazón.	17,7a	19,3a	19,5a	0,97	0,146	ns
Pesos relativos % PV.						
Molleja vacía.	1,6a	1,7a	1,7a	0,05	0,382	ns
Hígado.	1,8a	1,8a	1,8a	0,06	0,572	ns
Corazón.	0,6a	0,6a	0,6a	0,2	0,248	ns
Rendimiento a la canal.						
Peso a la canal (g).	2458,1a	2550a	2479,3a	89,13	0,572	ns
Porcentaje a la canal (%)	82,5b	82,8a	81,4c	0,53	0,042	*

EEM: Error estadístico de las medias

P-valor: Valor de la probabilidad

Sign: Significancia

En la evaluación de rendimiento de la canal, no se presentaron diferencias estadísticas ($P=0,643$), sin embargo, se aprecia que en el peso vivo (3042,8g.); así como en los pesos absolutos y relativos de los órganos hígado (56,14g.; 1,84%) y corazón (19,53g.; 0,64%); al incluir 10% de botón de oro (T3), se presentó las mejores dimensiones a excepto del peso absoluto de la molleja vacía, donde existió una tendencia ($P=0,094$) con un promedio de 47,43g. y un peso relativo de 1,65%. Es decir, cuando se añaden a la dieta componentes que mejoran la disponibilidad de nutrientes, como en este caso del botón de oro, se estimula el crecimiento y desarrollo de molleja, hígado y corazón, lo que significa que puede ser utilizado en la alimentación de aves durante todo el ciclo productivo como promotor de crecimiento (30).

El peso del hígado podría deberse al agregado de *Tithonia diversifolia*, el cual ofrecería protección contra el estrés oxidativo y el contenido de ácidos grasos saturados, los cuales promueven procesos de esteatosis y aumento de peso de este órgano, considerando que, El hígado es un órgano que desempeña funciones físicas, fisiológicas e inmunológicas en las aves, además funciona como glándula endocrina y exocrina (12).

Los resultados obtenidos en la presente investigación son superiores en comparación el estudio de quien al utilizar 15% de harina de forraje de *Tithonia diversifolia*, obtuvo un peso vivo final de 2171g, mientras que para molleja, hígado y corazón obtuvo los resultados siguientes: 49,59 g. (molleja); 51,76g. (hígado) y 17,19g. (corazón). Expresando que, el empleo de este alimento no afecta la salud de los pollos, sin embargo, los parámetros productivos fueron estrechamente relacionados con el nivel de *Tithonia diversifolia* en la dieta (36).

La variable de la canal conformada por hígado, corazón y molleja obtuvo pesos absolutos de 55,76g.; 17,20 g y 50,65g. en su orden al mismo tiempo, (38), con respecto a los pesos absolutos obtuvo promedios de 51,97g. (Molleja), 19,74g. (Corazón) y 51,44g. (hígado). Finalmente alcanzó pesos absolutos 49,45g. (molleja); 44,76g. (hígado) y 20,70g. (corazón) (39).

El peso relativo de la molleja, hígado y corazón presentó valores de 1,60; 1,96 y 0,62% en su orden, manifestando que estos resultados pudieron deberse a las restricciones que se estaban aplicando ya que el metabolismo de las aves dadas las restricciones comparadas con alimentación a voluntad pudo afectar el peso relativo de estos órganos. Reportó un promedio de 0,77% (corazón); 1,54% (molleja) y 1,85% (hígado). El peso relativo de la molleja fue de 1,76 %; 1,96% (hígado) y 0,67 % (corazón). Estableció pesos relativos de 0,69% 1,68 y 1,87% para corazón, molleja e hígado, en su orden (40).

3.7.1. Rendimiento a la canal

En la tabla 12, se puede observar los resultados de la variable rendimiento a la canal, los cuales no presentaron diferencias estadísticas ($P=0,572$), sin embargo, se aprecia que en el peso a la canal (2550,01g.) cuando se incluye en la dieta 5% de botón de oro registra el mejor valor a excepción del porcentaje a la canal, donde existió

diferencias estadísticas ($P=0,042$), estableciéndose un promedio de 82,40% en los pollos alimentados con el 10% de *Tithonia diversifolia*.

Lo que indica que los niveles de botón de oro analizados tienen diferente efecto en las aves, por consiguiente se obtiene un mayor peso a la canal al incluir en la dieta de los pollos de engorde 5% de *Tithonia diversifolia*, ya que permite optimizar el aprovechamiento del alimento por parte de las aves para convertirlo en masa corporal, brindando características nutricionales que son aprovechadas eficientemente por las aves, evidenciándose en el peso a la canal frente a las aves que fueron alimentadas sin inclusión de botón de oro.

La variable peso a la canal, indica que el T1 obtuvo el mayor rendimiento con promedio de 21,82%, siendo este el tratamiento base de (Dieta + 10% de harina de botón de oro y Dieta + 15% de harina de *Tithonia diversifolia*), los datos obtenidos se pueden atribuir a que la dieta a base de este alimento cumple con todos los requerimientos nutricionales (14).

Mientras que en la investigación sobre el uso de la harina botón de oro como fuente de proteína en la dieta de pollos parrilleros alimentados en cuatro niveles el testigo 4%, 5%, y 6% se obtuvo como resultado, que el mayor rendimiento a la canal fue de 18,68% para el T4 con inclusión del 6% (28). Al respecto en el rendimiento en canal obtuvo un promedio de 66,5% al incluir 5% de *Tithonia diversifolia* en dietas para pollos de engorde (42).

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. CONCLUSIONES.

- Se afirma que con la inclusión de 5% de harina de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de pollos de la línea Cobb 500 hasta los 42 días de edad se presentaron los mejores resultados para los parámetros productivos como conversión alimenticia y ganancia de peso.
- Para la integridad intestinal se determinaron los valores más altos de longitud de la vellosidad 773,19µm y altura de epitelio 52,5µm, profundidad de la cripta 70,01µm y ancho muscular 134,91µm para el T2, es decir donde se usó el (5%) de inclusión de harina de botón de oro.
- Por otro lado, al evaluar la pigmentación de los pollos se apreció que la luminosidad del tarso 166, 6 y el musculo 50,71 fue mayor para el tratamiento testigo T1 (0%) por el contrario la luminosidad de la piel fue mayor para el T3(10%) de la inclusión de harina de *Tithonia diversifolia* (60,40).
- En la evaluación de la canal y rendimiento a la canal se obtuvo los mayores pesos absolutos, de hígado con 156,1g y molleja vacía 50,2g, corazón con 19,5g fue mayor para el T3(10%), de harina de botón de oro. Mientras que el mayor peso 2550,01g y rendimiento a la canal 82,8% se obtuvo al aplicar el (5%) de inclusión de *Tithonia diversifolia*, lo que se atribuye al contenido alto de fibra que ayuda a la digestión y desarrollo de los animales desde la fase inicial hasta el acabado.

4.2. RECOMENDACIONES.

- Impulsar futuras investigaciones evaluando diferentes niveles de inclusión de harina de *Tithonia diversifolia* administrado al alimento en las diferentes fases de desarrollo de los pollos Cobb 500, para corroborar si los resultados de parámetros productivos en diferentes condiciones de estudio de los pollos parrilleros son similares.
- Evaluar nuevas fuentes de pigmentos naturales y porcentajes de inclusión que mejoren la presentación de la canal en pollos de carne.
- Replicar la presente investigación, pero en condiciones de estudio diferentes a las mencionadas para conocer la eficacia de la harina de *Tithonia diversifolia*, en el levante de pollos de carne.

V BIBLIOGRAFÍA

1. Abad R., et al. Cambios en el microbiota intestinal de las aves y sus implicaciones prácticas. Centro de Biotecnología, 2018; 6 (1): 98-108.
2. Apajalahti J., et al. Microbios del tracto gastrointestinal de pollo. Función intestinal aviar en salud y enfermedad, 2006; 28:124-137.
3. Flores R. Fibra dietaria: una alternativa para la alimentación. Ingeniería Industrial, 2019, no 37, p. 229-242. García, idalmis rodríguez. potencialidades de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en la alimentación animal. Development, 2017; 29(4).
4. Soler F. DM, Fonseca C. JA. Producción sostenible de pollo de engorde y gallina ponedora campesina: revisión bibliográfica y propuesta de un modelo para pequeños productores. Rev Investig Agrar Ambient [Internet]. 2011 [citado el 22 de julio de 2023];2(1):29. Disponible en: **<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3901984>**
5. Niveles de inclusión de *Tithonia diversifolia* en pollos de carne como fuente de fibra y pigmento, Norton safe search [Internet]. Nortonsafe.search.ask.com. [citado el 22 de julio de 2023]. Disponible en:
<https://nortonsafe.search.ask.com/web?omnisearch=yes&q=NIVELES+DE+INCLUSI%C3%93N+DE+TITHONIA+DIVERSIFOLIA+EN+POLLOS+DE+CARNE+COMO+FUENTE+DE+FIBRA+Y+PIGMENTO&annot=false&vendorConfigured=ask&o=APN12174&prt=SSS&ver=3.19.0.4&tpr=111&chn=store&guid=2c12d548-d>
6. González C et al.,. Características botánicas de *Tithonia diversifolia* (Asterales: Asteraceae) y su uso en la alimentación animal. Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural, 2014; 18(2): 45-58.
7. Bucardo E. Pérez J. Inclusión de harina de hojas de Marango (*Moringa oleífera*) en la alimentación de pollos de engorde y su efecto en el comportamiento productivo. Universidad Nacional Agraria, UNA; 2015.

8. Cadillo C. J, Cumpa G. M, Galarza F. J. Rendimiento productivo y calidad de huevo en gallinas ponedoras alimentadas con torta de palmiste (*Elaeis guineensis*) y enzimas β -glucanasa y xilanasa. *Rev Investig Vet Peru* [Internet]. 2019 [citado el 22 de julio de 2023];30(2):682–90. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S160991172019000200017&script=sci_arttext
9. Ñíguez F., et al. Uso de probióticos y ácidos orgánicos como estimulantes del desarrollo de aves de engorde: artículo de revisión. *Revista Alfa*, 2021, 5(14):166–172.
10. ha, R., et al. Fibra dietética y salud intestinal de animales monogástricos. *Fronteras en la ciencia veterinaria*, 2019; 6: 48
11. Importancia de la microbiota intestinal de las aves y su posible regulación con el uso de fibras [Internet]. *Avicultura.mx*. [citado el 22 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.avicultura.mx/destacado/importancia-de-la-microbiota-intestinal-de-las-aves-y-su-posible-regulacion-con-el-uso-de-fibras>
12. Martínez M. Evaluación de tres niveles de pigmento de flor decempasúchil (*Tagetes erecta*) sobre la pigmentación de la piel en pollos de engorda. [Online].; 2004;42(1):105-111
13. Floreano R. Evaluación del comportamiento productivo de pollos camperos en crecimiento-ceba alimentados con diferentes niveles de inclusión de harina de forraje de *Tithonia diversifolia*. [Online]. *La Libertad*; 2021;Oct:26
14. Brito ab. Interacción de la fibra dietética y el microbioma de las aves: ¿dónde nos llevará esto? [internet]. *linkedin.com*. 1589553562000 [citado el 22 de julio de 2023]. disponible en: <https://www.linkedin.com/pulse/interacci%3%b3n-de-la-fibra-diet%3%a9tica-y-el-microbioma-alexandre/?originalsubdomain=es>
15. Benavides AHJ, Chacon AP. Evaluacion de la restriccion alimenticia y su efecto en la ascitis aviar en dos lineas geneticas de pollos en la

- sabana de Bogotá [Internet]. Engormix. 2019 [citado el 22 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/evaluacionrestriccion-alimenticia-efecto-t43434.htm>
16. Jiménez, E. et al. Fuentes de fibra insoluble en dietas en puré o pellets parapollos de engorde jóvenes. 2. Efectos sobre el desarrollo del tractogastrointestinal y la digestibilidad de los nutrientes. *Ciencia avícola*, 2019; 98 (6):2531-2547
 17. Pérez A; et al. M. Development of an accurate and direct method for the green food colorants detection. *Food Res Int.* 2020 Oct;136:109484
 18. Fuente-Martínez B, Carranco-Jáuregui M, Barrita-Ramírez V, Ávila-González E, Sanginés-García L. Efecto de la harina de *Tithonia diversifolia* sobre las variables productivas en gallinas ponedoras. *Abanico Vet [Internet]*. 2019 [citado el 22 de julio de 2023];9(1)
 19. Clara I, Ríos K. *Tithonia diversifolia* (hemsl.) Gray, una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico. En: M.D. Sánchez y M. Rosales Méndez, editores. *Agroforestería para la producción animal en América Latina*. Animal Production and Health Division. Roma: FAO; 1999.p 217-230.
 20. Pigmentación en pollo de engorde [Internet]. El sitio Avícola. [citado el 22 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.elsitioavicola.com/articles/2658/pigmentacion-en-pollo-de-engorde/>
 21. Gutiérrez-Castro LL, Hurtado-Nery VL. Uso de harina de follaje de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de pollos de engorde. *Orinoquia [Internet]*. 2019;23(2). Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v23n2/0121-3709-rori-23-02-56.pdf>
 22. Rodríguez B, Savón L, Vázquez Y. Comportamiento productivo de pollos de engorde alimentados con harina de forraje de *Tithonia diversifolia*. *Livestock Research for*

- RuralDevelopment. Volume32, Article#22. from: <http://www.lrrd.org/lrrd32/2/brod32022.html>.
23. Rico J, Bernal J. Evaluación del uso del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) como complemento nutricional en el proceso de producción de pollo de engorde. 2022 [citado el 22 de julio de 2023]; Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.co/items/247279c0-e309-4f1b-b039-6ddf3615145f/full>
 24. Itálico. La Pigmentación del pollo de engorde [Internet] [citado el 22 de julio de 2023]. Disponible en: <https://italcol.com/otros/la-pigmentacion-del-pollo-de-engorde/>
 25. Pérez A; et al. M. Development of an accurate and direct method for the green food colorants detection. Food Res Int. 2020; Oct;136:109484.
 26. INAMHI. Generacion de geoinformacion para la gestion del territorio a nivel del terirorio del Cantón Loja, Clima e Hidrologia. [Online].; 2022. Available from: <https://nortonsafe.search.ask.com/web?omnisearch=yes&q=georeferenciacion+del+canton+Loja&annot=false&vendorConfigured=ask&o=APN12174&prrt=SSS&ver=3.19.0.4&tpr=111&chn=store&guid=2c12d548-d0ad-451a-f173-e1df6a58bfc8&doi=2022-04-17#:~:text=teniendo%20como%20>
 27. Pérez A; et al. M. Development of an accurate and direct method for the green food colorants detection. Food Res Int. 2020; Oct;136:109484.
 28. Cóccharo A, Salerno HDC-MI, Piñeiro C-MIA. “Evaluación del peso y tamaño de órganos en pollos parrilleros adicionando a la dieta harina de chía (*Salvia hispánica* L.) e hidroxitirosol” [Internet]. Edu.ar. [citado el 22 de julio de 2023]. Disponible en: <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/4923/C%20C3%B3ccaro%20Dardo%20Trabajo%20de%20intensificaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

29. Rodríguez B, et al. Evaluación de la harina de forraje de *Tithonia diversifolia* para la alimentación de gallinas ponedoras. *Energía*, 2018; 17(17):17
30. Reyes-Sánchez N, Piad-Barreras R, González-Núñez HD, Ríos M. Carcass performances and morphometric of gastrointestinal tract of broiler supplemented with different levels of yeast cell wall [Internet]. *Camjol.info*. [citado el 22 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.camjol.info/index.php/CALERA/article/download/2654/2405/8828>
31. Almeida M. “Efectos en la morfometría de pollos cuello desnudo en pastoreo, alimentados con harina de hoja de plátano (*Musa paradisiaca* L) incluida en el balanceado”. [Online].; 2021:90
32. Sánchez N. Efecto de la edad en el peso relativo de los órganos, rasgos cecales y parámetros bioquímicos de los pollos SASSO. [Online].; 2021;Nov:34
33. Ayala M. Evaluación de parámetros zootécnicos y sistema digestivo utilizando programas de alimentación modulada en pollo de engorda”. [Online].; 2021;Sept:78
34. Avipecuaria A. Alternativas de pigmentos sintéticos para uso en dietas de pollos [Internet]. *Actualidad Avipecuaria*. 2019 [citado el 22 de julio de 2023]. Disponible en: <https://actualidadavipecuaria.com/alternativas-de-pigmentos-sinteticos-para-uso-en-dietas-de-pollos/>
35. Galvis R, César J. respuesta morfométrica intestinal de pollos alimentados con diferentes niveles de Morera (*Morus alba*) Morphometric intestinal response of chickens fed different levels of Mulberry (*Morus alba*) [Internet]. *Edu.co*. [citado el 22 de julio de 2023]. Disponible en: <https://revistas.unipaz.edu.co/index.php/revcitecsa/article/download/26/23>

36. Soler R, Garcés N. Caracterización del color y relación con el pH de pechuga de pollo durante el procesado de las canales en matadero [Internet]. Wpsa-aeca.es. [citado el 22 de julio de 2023].
37. Silva A. Consumo voluntario y rendimiento a la canal en pollos de engorde alimentados con residuos poscosecha de *Theobroma cacao* L. [Online]. Ambato – Ecuador; 2020;(3):5-13
38. Savón L, et al. Immune response and blood biochemistry in broilers fed tithonia forage meal at the finishing stage. Cuban Journal of Agricultural Science, 2022; 56(2).
39. Sáez, A. Evaluación de niveles de inclusión con harina de hojas de moringa (*moringa oleífera*) y botón de oro (*Tithonia diversifolia*), en dietas para pollos de engorde en el municipio de Turbo-Antioquia. 2019. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/26496>.
40. Mendoza F. Sustitución parcial de maíz por harina integral de *Cucurbita moschata* y su efecto sobre las variables productivas de pollos Cobb 500. [Online].; 2020;21(2)
41. Vermeulen K, et al. El salvado de trigo de tamaño de partícula reducido es butirogénico y reduce la colonización de *Salmonella* cuando se agrega al alimento para aves. Microbiología veterinaria, 2017; 198:64-71.
42. Grashorn M. Requerimientos nutricionales de los pollos de engorde con diferente capacidad. Sel Avícolas. 2017;21:24–8
43. Vilcanqui, F, et al. Propiedades funcionales in-vitro y efectos fisiológicos in-vivo sobre ratas Holtzman de dietas con nuevas fuentes de fibra. Revista chilena de nutrición, 2018;45 (3):223-231.
44. Viera I, et al. Green Natural Colorants. Molecules. 2019 Jan 2;24(1):154
45. Orrala R. Evaluación del comportamiento productivo de pollos camperos en crecimiento-ceba alimentados con diferentes niveles de

- inclusión de harina de forraje de *Tithonia diversifolia*. La Libertad. UPSE, Matriz. Facultad de Ciencias Agrarias.; 2021: 26p
46. Sigurdson G, Tang P, et al. Natural Colorants: Food Colorants from Natural Sources. *Annu Rev Food Sci Technol*. 2017 Feb 28;8:261-280
 47. Rogel, V. Facultad De Ciencias Agropecuarias Carrera De Medicina Veterinaria Y Zootecnia Machala 2020. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15524>
 48. Maecha L, Rosales M. Valor Nutricional del Follaje de Botón de Oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, en la Producción Animal en el Trópico. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 17, Article #100. <http://www.lrrd.org/lrrd17/9/mahe17100.htm>.
 49. Vicente SJL. Alternativas prácticas en el control de la enteritis necrótica de los pollos. *Los Avicultores y su entorno*. 2007;54:98-102.
 50. Medina RNM, González S. CA, Matute T.G. y Barahona RR. Morfología intestinal en pollos de engorde con o sin suministro de biomasa de levaduras de la producción de etanol combustible. *Zootecnia Trop*. 2015;33(2):107-116
 51. Sanabria E, Avila Y. Producción de follaje de la especie botón de oro (*Tithonia diversifolia*) utilizando 5 técnicas de siembra con fines de alimentación animal. Vol. 151, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD; 2015
 52. Itzá–Ortiz MF, López–Coello C, Ávila–González E, Gómez–Rosales S, Arce–Menocal J, Velásquez–Madrado PA. Efecto de la fuente energética y el nivel de energía sobre la longitud de vellosidades intestinales, la respuesta inmune y el rendimiento productivo en pollos de engorda. *Vet*. 2008; Oct./dic;34(4)
 53. Cala D, Santos M, Ortiz L, Yunis J. Avances de investigación en medicina veterinaria y producción animal. Universidad cooperativa de Colombia. Bogota; 2017. 117-119 p

54. Wang H, et al.. Effect of chilling methods on the surface color and waterretention of yellow-feathered chickens. *Poult Sci.* 2020 Apr;99(4):2246-2255
55. Fenavi. Información Estadística en Producción de carne de pollo. 2020. p. 1. Available from: <https://fenavi.org/informacion-estadistica>.
56. Avila E. Fuentes de energía y proteínas para la alimentación de las aves. *Ciencia Veterinaria.* 2003;2:325–58.
57. Mendoza F, Vargas P, Arturo WF, Valencia N, Verduga C, Dueñas A. Sustitución parcial de maíz por harina integral de Cucurbita moschata y su efecto sobre las variables productivas de pollos Cobb 500. *Corpoica Cienc Tecnol Agropecu* [Internet]. 2020;21(2). Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v21n2/0122-8706-ccta-21-02-e1298.pdf>
58. Aviagen. Manual de manejo del pollo de engorde Arbor Acres Prefacio. 2018.
59. Soler P, Garcés C. Caracterización del color y relación con el pH de pechuga de pollo durante el procesado de las canales en matadero [Internet]. *Wpsa-aeca.es*. [citado el 22 de julio de 2023].
60. González C, Hessberg H, Narváez W. Características botánicas de *Tithonia diversifolia* (Asterales: Asteraceae) y su uso en la alimentación animal. 2014;18(2):45–58. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84930249132&partnerID=40&md5=6ec0f2c34fd5b86701da6c50039fbe43>.
61. Gutiérrez L, Castro L, Hurtado N. Uso de harina de follaje de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de pollos de engorde. *Orinoquia.* 2019;23(2):56-62p
62. Comportamiento productivo de pollos de engorde alimentados con harina de forraje de *Tithonia diversifolia* [Internet]. *Lrrd.org*. [citado el

- 22 de julio de 2023]. Disponible en:
<http://www.lrrd.org/lrrd32/2/brod32022.html>
63. Calle C, Estrada M, Barrios D, Agudelo G. Construcción de un índice de competitividad para el sector avícola colombiano. *Lect Econ.* 2017;(86):193–228
 64. Grashorn M. Requerimientos nutricionales de los pollos de engorde con diferente capacidad. *Sel Avícolas.* 2017;21:24–8
 65. Girón D, Cubides Y. 2018. Evaluación de ganancia de peso y conversión alimenticia en pollo campesino bajo manejo de estabulación sustituyendo el 25 y 50% de la ración comercial por *Tithonia diversifolia*, *Gliricidia Sepium* y *Zea* maíz. Tesis, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD
 66. Evaluación de Pigmentación en Aves de Pollo de Engorde de las Unidades de Producción de Grupo Pecuario San Antonio, Zona Chiapas, Mediante la Técnica de Colorimetría. Recuperado el 2022;06.:<http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/3393/MDRPIBQ2019013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 67. La Pigmentación de Huevos y Pollos de engorda. *Alcosa Biotec.* Recuperado 2022;06-06: <https://bmeditores.mx/avicultura/la-pigmentacion-de-huevos-y-pollos-de-engorda-1254/>
 68. Evaluación de tres niveles de pigmento de flor de cempasúchil (*Tagetes erecta*) sobre la pigmentación de la piel en pollos de engorde 2004 : <https://www.redalyc.org/pdf/613/61342109.pdf>
 69. Ramírez H. ¿De qué hablan cuando dicen materia seca? [Online].; 2011. Available from: https://www.produccionanimal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/42-Materia_Seca.pdf.

70. Botello A, Ortega M, Franco M, Chacón E. Caracterización nutricional del palmiste (*Elaeis guineensis* jacq.) procedente de dos extractoras de aceite. *ResearchGate*. 2022; 5(1).
71. Rajabi M, Rouzbehan Y, Rezai J. A strategy to improve nitrogen utilization, 53 reduce environmental impact, and increase performance and antioxidant capacity of fattening lambs using pomegranate peel extract. *Journal Of Animal Science*. 2017; 9(1).
72. Martínez Y, Bonilla J, Sevilla M, Matamoros I, Botello A, Valdivié M. Efecto de la harina de palmiste (*Elaeis guineensis*) en la puesta, calidad del huevo y factibilidad económica de gallinas ponedoras viejas. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 2021; 55(2).
73. Palacios R. Morfometría del tracto gastrointestinal, y sus órganos anexos en pollos de engorde alimentados parcialmente con harina de palmiste (*Elaeis guineensis*). Jipijapa: Universidad Estatal del Sur de Manabí; 2022.
74. Manríquez J. La digestibilidad como criterio de evaluación de alimentos - su aplicación en peces y en la conservación del medio ambiente. [Online].; 2018. Available from: <https://www.fao.org/3/ab482s/ab482s08.htm#:~:text=La%20digestibilidad%20es%20una%20forma,sustancias%20%C3%BAtiles%20para%20la%20nutrici%C3%B3n>.
75. Composición Bromatológica de La Harina de Kernel de Palma Según Su Origen y Periodos de Producción Uso Potencial de La Harina de Kernel de Palma. (n.d.). Scribd. Retrieved August 30, 2022, from <https://es.scribd.com/document/514354754/ARTICULO-1>.
76. Li D.L., Wang J.S., Liu L.J., Li K., Xu Y.B., Ding X.Q., Wang Y.Y., Zhang Y.F., Xie L.Y., Liang S., Wang Y.X., Zhan X.A., (2022). Effects of early post-hatch feeding on the growth performance, hormone secretion, intestinal morphology and intestinal microbiota structure in broilers, *Poultry Science*. 102133. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102133>

77. Efecto de los niveles de harina de laritaco (*Vernonanthura patens*) sobre la respuesta productiva y morfometría intestinal en pollos de engorde. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 2021;32(2), e18385. <https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i2.1838>
78. Cadillo C., J., Cumpa G., M., & Galarza F., J. Rendimiento productivo y calidad de huevo en gallinas ponedoras alimentadas con torta de palmiste (*Elaeis guineensis*) y enzimas β -glucanasa y xilanasa. *Revista de investigaciones veterinarias del Perú*, 2019; 30(2), 682–690. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i2.16079>

ANEXOS

Figura 2. Organización



Figura 3. Organización del trabajo de campo



Figura 4. Muestreo de animal



Figura 5. Pesajes de animales



Figura 6. Pesaje de animales 21 días



Figura 7. Desangre de animales



Figura 8. Escaldado del animal



Figura 9. Pelado manual



Figura 10. Toma de un animal para un oreo



Figura 11. Oreo de animales para toma de muestra de pH



Figura 12. Calibración de peachimetro



Figura 13. Toma de la muestra de color de la piel



Figura 14. Medición del pH de la carne

