



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria

Evaluación de diferentes fuentes de fibra en el depósito de grasa en pollos de carne, bajo sistemas de producción en altura.

Trabajo de Integración Curricular,
previo a la obtención del título de
Médico Veterinario.

AUTOR:

Bryan Patricio Herrera Pardo

DIRECTOR

Dra. Rocío Del Carmen Herrera Herrera Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2024

Certificación

Loja, 4 de marzo 2024

Dra. Rocío Del Carmen Herrera Herrera Mg.Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

C E R T I F I C O:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Evaluación de diferentes fuentes de fibra en el depósito de grasa en pollos de carne, bajo sistemas de producción en altura**, previo a la obtención del título de **Médico Veterinario** de la autoría del estudiante **Bryan Patricio Herrera Pardo**, con **cédula de identidad Nro.1150215562**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Dra. Rocío Del Carmen Herrera Herrera. Mg.Sc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **Bryan Patricio Herrera Pardo**, declaro ser autor del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula de identidad: 1150215562

Fecha: 25/05/2024

Correo electrónico: bryan.p.herrera@unl.edu.ec

Teléfono: 0961283889

Carta de autorización por parte del autor para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo del Trabajo de Integración Curricular.

Yo, **Bryan Patricio Herrera Pardo**, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Evaluación de diferentes fuentes de fibra en el depósito de grasa en pollos de carne, bajo sistemas de producción en altura**, como requisito para optar el título de **Médico Veterinario**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los veinticinco días del mes de abril del dos mil veinticuatro.

Firma:



Autor: Bryan Patricio Herrera Pardo

Cédula: 1150215562

Dirección: Loja - Ecuador

Correo electrónico: bryan.p.herrera@unl.edu.ec

Teléfono: 0961283889

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Integración Curricular: Dra. Rocío Del Carmen Herrera Herrera
Mg.Sc.

Dedicatoria

Primeramente, quiero dar gracias a Dios por dar una excelente madre quien, con su amor, esfuerzo, paciencia, me han permitido cumplir una meta más, gracias por siempre recalcar me que no hay que dejarse vencer, que hay que ser valiente en las duras batallas.

A mi abuelita que siempre que daba sus consejos, donde siempre me inculcó que hay que ser humilde, responsable en nuestra vida profesional. A todas mis tías, tíos por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañaron durante todo este proceso.

Gracias a mi amada novia Tatiana Cabrera por entenderme en todo, por la paciencia, su amor y por cada una de las palabras de aliento para seguir avanzando y hoy poder decir gracias por que junto a ti quien hizo parte de mi proceso de formación para alcanzar la meta trazada y llegar juntos, eres mi apoyo incondicional en mi vida, eres mi ingrediente perfecto para poder lograr alcanzar esta dichosa meta.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis amigos (David Martínez; Marlon Quizhpe) por apoyarme cuando más lo necesite, por extender su mano en momentos difíciles y por el apoyo brindado cada día, de verdad mil gracias, siempre los llevo en mi corazón.

Bryan Patricio Herrera Pardo

Agradecimiento

Agradezco a Dios y la Virgen del Cisne, por darme sabiduría, fortaleza para poder llevar a cabo una de las metas en mi vida. A todos los seres queridos mis por todo el sacrificio y dedicación que estuvieron conmigo durante todo el proceso de preparación académica, que a pesar de cualquier dificultad supieron guiarme y aconsejarme en todo momento.

A todos mis familiares y amigos que estuvieron brindándome su apoyo incondicional durante todo este proceso. Mi más sincero agradecimiento a la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, que junto a sus docentes brindaron conocimientos y experiencias valiosas para mi formación profesional con dedicación y responsabilidad.

Quiero expresar de manera muy especial mi agradecimiento a la Dra. Rocío Herrera, directora de tesis y sobre todo que fue como mi segunda mama que me brinda todo su apoyo y consejos en la realización de este trabajo.

Bryan Patricio Herrera Pardo

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas	ix
Índice de figuras.....	x
Índice de anexos.....	xi
1. Título	1
2. Resumen	2
Abstract.....	3
3. Introducción	4
4. Marco teórico	6
4.1. Fisiología Digestiva	6
4.2. Requerimientos Nutricionales en Aves.....	8
4.2.1. Carbohidratos	8
4.2.2. Grasas	9
4.2.3. Energía.....	9
4.2.4. Minerales	10
4.2.5. Proteína cruda (PC).....	10
4.2.6. Vitaminas	11
4.2.7. Agua	11
4.3. Importancia de Fibra en Aves	11
4.4. Fuentes de Fibra.....	12
4.4.1. Afrecho de trigo	12
4.4.2. Cascarilla de Arroz (CA)	12
4.4.3. Palmiste.....	13
4.5. Digestión de Lípidos en Aves	13
4.5.1. Formación de micelas	14
4.5.2. Absorción de lípidos.....	14
4.6. Metabolismos Lipídico	15
4.6.1. Metabolismo del colesterol de lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL).....	15
4.6.2. Metabolismo de las lipoproteínas de baja densidad intermedia (IDL) Y lipoproteínas lipasa (LDL)	16
4.6.3. Metabolismo del colesterol de lipoproteínas de alta densidad (HDL)	17
4.6.4. Metabolismo portomicrones (PM)	18

4.7.	Distribución de Tejido Adiposo en Aves	18
4.8.	Métodos de Determinación de Grasa	18
4.8.1.	<i>Método de soxhlet (SE)</i>	18
4.8.2.	<i>Preparación de muestra</i>	19
4.8.3.	<i>Hidrólisis</i>	19
4.8.4.	<i>Filtración</i>	19
4.8.5.	<i>Extracción</i>	20
5.	Metodología	21
5.1.	Área de estudio	21
5.2.	Procedimiento	21
5.2.1.	<i>Animales e Instalaciones</i>	21
5.2.2.	<i>Diseño Experimental</i>	22
5.2.3.	<i>Dietas experimentales</i>	22
5.2.4.	<i>Tratamientos</i>	25
5.2.5.	<i>Manejo de animal</i>	25
5.2.6.	<i>Variables de estudio y toma de datos</i>	26
5.3.	Análisis de la Información	26
5.4.	Consideraciones Éticas	26
6.	Resultados	27
6.1.	Deposición de Grasa Abdominal	27
6.2.	Grasa a Nivel de Hígado	27
7.	Discusión	28
7.1.	Grasa Abdominal (GA) y en Hígado (GH) en Pollos de Carne	28
8.	Conclusiones	32
9.	Recomendaciones	33
10.	Bibliografía	34
11.	Anexos	48

Índice de tablas

Tabla 1. Ingredientes y composición química de la dieta crecimiento (%)	23
Tabla 2. Ingredientes y composición química de la dieta de engorde.....	24
Tabla 3. Calendario de vacunación	25
Tabla 4. Porcentaje de grasa a nivel abdominal en pollos de carne alimentados con diferentes fuentes de fibra.....	27
Tabla 5. Grasa a nivel de hígado.....	27

Índice de figuras

Figura 1. Quinta Experimental Punzara (Google Earth, 2023).....	21
Figura 2. Encalado del piso y desinfección con amonio cuaternario del galpón.	48
Figura 3. Llegada y distribución en las distintas unidades experimentales.	48
Figura 4. Elaboración de dietas con las diferentes fuentes de fibra.	48
Figura 5. Depósito de grasa.	49
Figura 6. Trabajo de laboratorio para el deposito de grasa abdominal y a nivel de hígado.....	49

Índice de anexos

Anexo 1. Fotografías de trabajo de campo	48
Anexo 2. Certificado de idioma de inglés.....	50

1. Título

Evaluación de diferentes fuentes de fibra en el depósito de grasa en pollos de carne, bajo sistemas de producción en altura.

2. Resumen

La inclusión de fibra en la dieta se considera esencial por su contribución a la salud digestiva, mejorando la respuesta inmune, previene problemas metabólicos y incrementando la absorción de nutrientes. El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de las diferentes fuentes de fibra, en el depósito de grasa en pollos de carne bajo sistemas de producción en altura. Se utilizaron 400 pollos de la línea Cobb 500 de 45 días de edad con peso promedio de 1127,64g, distribuidos aleatoriamente en cuatro tratamientos: T1 (control), T2 (afrecho de trigo), T3 (cascarilla de arroz) y T4 (palmiste). Se aplicó un diseño completamente al azar. Las dietas se formularon de acuerdo con los requisitos nutricionales establecidos para la línea Cobb 500 en cada etapa de producción. Se evaluó la deposición de grasa abdominal y a nivel de hígado. El análisis de datos se realizó utilizando el programa estadístico SAS 2016, y las medias se compararon mediante la prueba Tukey. Los resultados muestran que la grasa abdominal no presentó diferencia $p=0,171$ entre los tratamientos con diferentes fuentes de fibra obteniendo promedios de 0,66%; la grasa a nivel de hígado presentó diferencia estadística $p<0,001$ determinando que la inclusión del 18% afrecho de trigo mostraron menor porcentaje de grasa con 7,45% y la máxima se evidenció con la inclusión de cascarilla de arroz obteniendo valores de 14,3%. Se concluye que la inclusión de fuentes de fibra no presentaron efecto significativo sobre la inserción de grasa abdominal; mientras que en hígado se observó impacto negativo con la cascarilla de arroz.

Palabras clave: afrecho de trigo, cascarilla de arroz, palmiste, deposición de grasa abdominal y a nivel de hígado.

Abstract

The inclusion of dietary fiber is considered essential due to its key role in promoting digestive health, boosting the immune response, alleviating metabolic disorders, and facilitating nutrient absorption. This study is designed to determine the effect of different dietary fiber sources on fat accumulation in broilers raised at altitude. Four hundred 45-day-old broilers of the Cobb 500 line, with an average weight of 1127.64 grams, are randomly allocated into four treatments: T1 (control), T2 (wheat bran), T3 (rice hulls), and T4 (palm kernels). A fully randomized design is employed, with diets formulated strictly to the established nutritional requisites for the Cobb 500 line throughout every production stage. The evaluation of abdominal fat and liver fat is performed. Statistical analysis is conducted using the SAS 2016 software, with means compared using the Tukey test. The results indicate that there is no significant difference ($p=0.171$) in abdominal fat among treatments utilizing different fiber sources, with an average value of 0.66%. However, a statistically significant difference ($p<0.001$) is observed in liver fat content. Specifically, the inclusion of 18% wheat bran resulted in a lower fat content of 7.45%, whereas the highest fat content is recorded with the inclusion of rice hulls, reaching values of 14.3%. It is concluded that the inclusion of fiber sources did not have a significant effect on the deposition of abdominal fat; however, a negative effect on liver fat deposition is observed with the inclusion of rice hulls.

Keywords: wheat bran, rice hull, palm kernel, fat, belly, liver.

3. Introducción

La avicultura en los últimos años ha incrementado a nivel mundial, por su alta rentabilidad y buena aceptación en el mercado (Moscoso et al., 2020). El consumo per cápita en Ecuador está entre 27 a 30 kg al año, la carne de pollo cuenta con un alto valor nutricional por lo que ocupa el segundo lugar después de la del cerdo; la avicultura en Ecuador se centra principalmente en dos sectores productivos: la cría de pollos para carne y la producción comercial de huevos, ambos sectores desempeñan un papel crucial al proporcionar una fuente accesible de proteínas en el mercado, satisfaciendo las necesidades de los consumidores (Intriago, 2023).

La alimentación en las aves representa aproximadamente el 71 % del costo total de producción, siendo las materias primas las que representan valores significativos, es por ello que se necesita estudiar subproductos rentables, por lo que se debe indagar la inclusión de los ingredientes, donde hay que considerar los siguientes aspectos, como se mezclan, en qué condiciones y que aditivos se pueden agregar para su mejor digestibilidad (Orozco et al., 2009).

Es por ello que dentro de la producción se debe tomar en consideración la genética, nutrición, sanidad y un buen manejo, donde se evidencie los mejores crecimientos, índices de conversión, conformaciones (canal), entre otros (Arjona y Guevara, 2019); Sin embargo (Alpizar et al., 1993), menciona que el depósito de grasa en los animales que son para consumo humano es también un problema debido a que se predispone enfermedades cardiovasculares, por tal motivo se presente reducir la deposición de tejido adiposo y aumentar la producción de carne magra presentado una eficiencia productiva para su aceptación y demanda del consumidor.

La fibra es muy utilizada en la formulación de dietas, la misma que tiene un papel crucial en la labor intestinal, la digestión de nutrientes y la modulación de la microflora intestinal (Hao et al., 2021). En pollos de engorde, los niveles de fibra se correlacionan de una

manera directa con el crecimiento y el progreso del tracto gastrointestinal (Jiménez et al., 2009)

Además, (Sklan et al., 2003) menciona que la fibra se estima como un factor antinutricional en las dietas de los pollos; al afectar de una manera negativa sobre la palatabilidad, consumo del alimento, digestibilidad de los nutrientes (Leung et al., 2018); en los últimos años, se ha evidenciado que la inclusión varía dependiendo de las diferentes fuentes de fibra, donde presenta un desarrollo de los órganos digestivos e incrementa la secreción de ácido clorhídrico, ácidos biliares y enzimas (Giribaldi, 2022).

Sin embargo, las situaciones de crianza y alimentación de pollos de carne son sometidas a diversos problemas como es el aumento en la deposición de grasa. Esta grasa representa alrededor del 15% de su tejido total y 9 % se localiza principalmente en la piel y el abdomen (Muñoz et al., 2020), por lo que es necesario investigar fuentes que mejoren la calidad de canal y disminución de inserción de grasa a través del uso diferentes fuentes de fibra en el depósito de grasa en pollos de carne para los cuales se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar efecto de diferentes fuentes de fibra en el depósito de grasa abdominal.
- Analizar la concentración de grasa a nivel de hígado en pollos alimentados con diferentes fuentes de fibra.

4. Marco teórico

4.1. Fisiología Digestiva

Las aves poseen un sistema digestivo complejo, que incluye el pico, la lengua, la orofaringe, el esófago, el proventrículo, la molleja, el duodeno, el yeyuno, el íleon, un par de ciegos y el colon; el proceso digestivo culmina en la cloaca, que también forma parte del sistema urogenital (Dibner y Richards, 2004). Al igual que los mamíferos, el hígado y el páncreas aportan sus secreciones al intestino, lo que los convierte en componentes integrales del sistema digestivo aviar (Ravindran y Abdollahi, 2021).

Durante las primeras 3 a 8 semanas de vida de un pollo de engorde, los principales órganos digestivos experimentan un aumento significativo en el peso relativo. Esto da como resultado que el tracto gastrointestinal se desarrolle a un ritmo más rápido en comparación con el resto de los tejidos del cuerpo, asumiendo condiciones normales (Iji et al., 2001). Según Singh et al (2014), menciona que a los 4 días de edad, las microvellosidades del duodeno alcanzan su volumen relativo máximo, mientras que el yeyuno y el íleon alcanzan su volumen máximo cuando el pollo tiene 10 días de edad. Curiosamente, el hígado crece dos veces más rápido que el cuerpo en la primera semana de vida, mientras que el páncreas crece cuatro veces más rápido durante el mismo período. Estos cambios fisiológicos ocurren en las primeras etapas de desarrollo, el hígado comienza a formarse y la producción de bilis aumenta gradualmente (Juanchich et al., 2021). Sin embargo, existe una deficiencia en la producción de bilis durante la primera semana de vida, y es necesario hasta la cuarta semana de edad para que alcance el nivel adecuado de producción (Qaid et al., 2023).

La fisiología digestiva en la aves se inicia en cavidad bucal, consiste en la aprensión, selección y deglución de los alimentos (Erdoğan y Iwasaki, 2014) e ingestión del alimento, el mismo que recibe una acción rápida de secreciones salivales que sirve para humedecer el alimento en primera instancia, facilitando su deglución por gravedad, la saliva alberga

enzimas digestivas, incluida la amilasa, que inicia el proceso de degradación de carbohidratos (Hristov, 2021), el alimento se almacena temporalmente en la dilatación esofágica denominada buche el mismo que presenta un pH de 4,5 (Kierończyk et al., 2016) el mismo que facilita procesos de fermentación microbiana (lactobacilos) y ablandamiento del contenido, ocasionalmente pueden hidrolizarse parte del almidón (Clavijo y Flórez, 2018).

La ingesta ingresa gradualmente al proventrículo o estomago glandular donde se genera un proceso digestivo enzimático y químico por acción de secreciones del jugo gástrico que contiene ácido clorhídrico, mucina, pepsina y agua (Ma et al., 2021); por otro lado, el proventrículo tiende a una mínima motilidad, por lo que el alimento pasa a través de él como resultado de las contracciones esofágicas (Ribeiro et al., 2021), tiene un pH que oscila 3,5 – 6,0 a pesar de la presencia de la pepsina, ácido clorhídrico y la proteólisis es moderada en aves (Langlois, 2003).

Estómago muscular o molleja, también se le conoce como estómago mecánico, donde es el encargado de moler y mezclar los alimentos con la ayuda de piedrillas, con la finalidad de mejorar la digestibilidad de los granos enteros, también ayudan a la molleja con la motilidad (Sánchez et al., 2022); cuya función es diluir los minerales contenidos en el alimento donde presenta un pH de 2,2 y 4,0 (Turk, 1982).

El intestino delgado posee tres labores importantes; la primera es la encargada de secretar los jugos que contiene en su interior enzimas; la segunda es la de extraer los alimentos digeridos donde absorbe los nutrientes y los transporta al torrente sanguíneo, y la tercera es la de generar una acción peristáltica que se asemeja a una corriente que transporta los residuos no digeridos al ciego y al recto (Scanes, 2020).

Durante el proceso digestivo, se produce un movimiento retrogrado de la ingesta desde el duodeno hasta la molleja, ejerciendo influencia en la digestibilidad de las grasas:

la ingesta, junto con las enzimas digestivas y la bilis, se transportan entre la molleja y el duodeno con el objetivo de optimizar la acción de la digestión enzimática y mecánica (Duke, 1982). Este proceso de reflujo es constante, permitiendo la entrada de contenido duodenal en la molleja durante el periodo contráctil de la molleja (Sklan et al., 1978). Se ha observado que la concentración neta de lípidos en el duodeno puede incrementar debido al retorno de la digesta que contiene bilis y jugos digestivos desde la molleja (Tancharoenrat et al., 2014).

El duodeno tiene forma de un asa intestinal, que representa una “U” y consta de dos ramas las cuales se conectan por restos del mesentéricos; dentro de las dos partes del asa se encuentra un órgano alargado llamada páncreas por lo general, es ácida y su pH es de 6,31, esto es, posiblemente los jugos gástricos sean la gran parte de su efecto Turk (1982); el yeyuno es el encargado de realizar la absorción del material del quilo o bolo, presenta un pH de 7,04 (Langlois, 2003); mientras que el íleon absorbe nutrientes y produce enzimas para completar el procesamiento de los alimentos, por otro lado, el íleon exhibe un pH de 7,59 (Turk, 1982).

Por otro lado, el intestino grueso se divide en tres secciones, ciego, recto, cloaca; los dos ciegos característicos en esta especie cuentan con un pH de 7,38, cumplen con la función de absorber agua y minerales, generan una fermentación bacteriana de la fibra dando origen a pequeñas cantidades de ácidos grasos volátiles (Hussein et al., 2023).

4.2. Requerimientos Nutricionales en Aves

4.2.1. Carbohidratos

Los carbohidratos son necesarios en la alimentación de las aves, donde la energía es la encargada de almacenar glucógeno a nivel hígado y musculo, los cuales sirven para la formación de grasa a través de sustratos (Mattiello, 2010). Según Davidson y McDonald (1998), menciona que los carbohidratos están compuestos por una fibra

soluble, que se degradan fácilmente y generalmente se utilizan como fuentes de energía; Además, la fibra cruda insoluble no se pueden utilizar como fuente de energía; por lo tanto, grandes cantidades de fibra cruda es imposible que es ave pueda digerir, además de no cumplir con los requerimientos calóricos necesarios (Tejeda y Kim, 2021).

4.2.2. Grasas

Las grasas cumplen un papel muy importante ya que contienen el doble de energía que otros nutrientes, donde permite que sea una herramienta esencial para la formulación de dietas de iniciación y crecimiento; las grasas se encuentran asociadas con los ácidos grasos, los cuales se encuentran en diversas fuentes dietéticas (Bosco et al., 2022).

Los ácidos grasos esenciales tienen un interés importante durante el desarrollo del animal, así mismo cumpliendo sus funciones metabólicas como es en los diferentes sistemas (pulmonar, excretor, cardiovascular); si en el caso de existir una eficiencia de los ácidos grasos se presentarían problemas como el menor crecimiento del animal, asociado con vulnerabilidad a las enfermedades (Cabezas et al., 2016).

En la nutrición avícola, se debe suplementar el ácido graso esencial (linoleico), este ácido tiene la función de sintetizarse por medio de la elongación de cadena, por lo cual se debe implementar en la formulación de la dieta (Cachaldora et al., 2005).

4.2.3. Energía

La energía es necesaria para mantener la función metabólica y el desarrollo del peso corporal, funcionamiento del aparato digestivo, procesos bioquímicos en las aves (Torres, 2018). Sin embargo, la energía está disponible en la dieta a través de las grasas, carbohidratos y proteínas, donde se almacena en el organismo principalmente en forma de ATP (Thieme, 2013). Las dietas deben ser basadas en energía disponible para que no exista pérdidas de energía en las heces ni la orina (Bedford et al., 2016).

4.2.4. *Minerales*

Son importantes para la formación del sistema óseo, así mismo para la salud general del animal; por ende, algunos minerales como el calcio y el fósforo se utilizan en grandes cantidades; sin embargo, como cobre, zinc, azufre y el manganeso son utilizables en porciones pequeñas. Por otro lado, la deficiencia de los mismo minerales pueden llegar a presentar problemas graves de salud y en algunos casos hasta la muerte (Richards et al., 2010).

El magnesio es muy útil en la nutrición avícola ya tiene un rol importante dentro del metabolismo; dicho esto, se utiliza en las dietas como antioxidante para optimizar la longevidad de la carne (Fouad y Senousey, 2014).

4.2.5. *Proteína cruda (PC)*

Son biomoléculas compuestas de carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno que se añaden a la dieta para aportar aminoácidos (Yucel y Taskin, 2018). Un exceso de este nutriente implica el catabolismo de los aminoácidos como aporte energético en la dieta cuya característica no se recomienda debido a su alto costo como fuente de energía. Por lo tanto, los niveles de proteína en las dietas de las aves deben minimizar el uso de aminoácidos como fuente de energía (Torres, 2018). El exceso de energía y proteína se convierte en grasa, debido a que las aves tienen una alta capacidad para almacenar grasa y una baja capacidad para almacenar carbohidratos y proteína, por lo que los mecanismos genéticos que determinan la síntesis de proteína son más complejos que los de la síntesis de grasa (Tandalla, 2011).

Por lo tanto, la reducción de los niveles de proteína reduce el tejido magro y aumenta la grasa abdominal; el alto contenido de grasa en la canal reduce el valor comercial y el rendimiento técnico del corte debido a la pérdida de partes del tejido (Bouwens y Savelkoul, 2019).

4.2.6. Vitaminas

Las vitaminas se agrupan en hidrosolubles (complejo B), que incluyen tiamina, riboflavina, niacina, ácido fólico, biotina, ácido pantoténico, piridoxina, vitamina B12 (Jain, 2021); y las liposolubles (A, D₃, E y K) que se disuelven en grasas y aceites y no son producidas por el organismo, por lo que forman depósitos a nivel del hígado (García et al., 2019). Las aves son capaces de proporcionar vitaminas hidrosolubles debido a la flora intestinal, todo depende del crecimiento o productividad de algunas líneas genéticas, siendo así muchas de las veces esos efectos no son suficientes para el requerimiento diario de las aves (Calislar, 2019).

4.2.7. Agua

El agua se considera uno de los nutrientes más importantes en la producción avícola, ya que la falta de suministro puede afectar gravemente la producción, a diferencia de las deficiencias de otros nutrientes; por eso es crucial tener un suministro adecuado de este nutriente, y el agua debe estar siempre limpia y fresca (Abarca, 2021). Por lo tanto, estos animales ingieren un 70 % de agua, la cual es vital que las aves beban la cantidad correcta de agua para satisfacer las necesidades de su cuerpo (Bodnar y Skobrák, 2020).

4.3. Importancia de Fibra en Aves

La fibra cumple un papel importante el cual es mejorar el valor nutritivo en las dietas como fuente de energía a través de los efectos sobre los procesos metabólicos y digestivos (Sánchez et al., 2022). Es fundamental tener en cuenta que una prueba de digestibilidad determina el grado de calidad de la utilización de los alimentos; además, la cantidad de fibra menor apoya el desarrollo y la actividad de la molleja, incentiva los movimientos del tracto intestinal, el reflujo del quimo, la elaboración de enzimas digestivas (Mahmood y Guo, 2020).

Por otro lado, la existencia de componentes dietéticos insolubles como la celulosa y la lignina además es posible que genere cambios en el tamaño del intestino delgado, el páncreas y el ciego, los cuales, pueden provocar mejoras en la retención de los nutrientes intestinales totales y la eficiencia alimentaria Jhan y Mishra, (2021); además, la manera en la que opera la fibra dietética parece estar ligada a los cambios en la morfología, el desarrollo de los órganos, la digestión general de los nutrientes y la microbiota (Tejeda y Kim, 2021).

4.4. Fuentes de Fibra

4.4.1. *Afrecho de trigo*

El afrecho de trigo, es un subproducto de trigo el cual es un proveedor rico en fibra insoluble, que principalmente existe arabinosilos y en mínima cantidad celulosa y β -glucanos (Shang et al., 2020); sin embargo Mora (2015), menciona que el afrecho de trigo se encuentra involucrado en la regularización gastrointestinal provocando lo que es un vacío gástrico, el cual favorece la saciedad y acelera el tránsito intestinal e aumenta la masa fecal.

Por lo tanto, el afrecho de trigo tiene altos niveles anti-nutricionales; por ende, es una buena alternativa de utilidad en dietas bajas de proteína como es en pollos de engorde. Sin embargo, su alto contenido de fibra y baja densidad física pueden limitar sus tasas de inclusión (Ledvinka et al., 2022).

4.4.2. *Cascarilla de Arroz (CA)*

La materia prima CA, tiene un alto contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina; la cual presenta capas estructurales, fibrosas, esponjosas; las mismas que contiene un peso de sílice hidratada que es 95% y un 98% (Zambrano et al., 2021). La composición de la CA es la siguiente: proteína 13.2% – 18.6%; fibra 20.5% - 33.3%; grasa 9.5% - 22.9%; ceniza 9.2% - 13.9% (Dang y Vasanthan, 2019).

La CA en la alimentación de pollos de engorde, aumenta su significancia por el contenido de sílice en la dieta, por tal razón produce fuertes irritaciones en el tracto gastrointestinal; así mismo presenta un efecto de dilución de energía metabolizable en las que las aves consumen más alimento y su ganancia de peso es menos (Rodríguez et al., 1994).

4.4.3. Palmiste

Este producto tiene un alto contenido de fibra que no es muy usado en algunos sectores avícolas; además de ello, este alimento posee anti nutrientes como ese el ácido tánico, ácido fítico y oxalato, los cuales son capaces de interferir los procesos de digestión, limitando así su utilización (Koranteng et al., 2022). La composición de palmiste es la siguiente; proteína 16.12%; grasa 7.94%; fibra cruda 16.87%; ceniza 3.83% (Cadillo et al., 2019).

Esto se debe primariamente al origen y diferenciaciones en el contenido de aceite; sin embargo, en los pollos de engorde pueden tolerar hasta 15% del palmiste en la dieta sin que se afecte su eficiencia y rendimiento (Alshelmani et al., 2021).

4.5. Digestión de Lípidos en Aves

En las aves, el proceso de digestión de lípidos se distingue de otros animales; a diferencia de estos, las aves no cuentan con la acción de las lipasas lingual y gástrica; por lo tanto, es el intestino el responsable de emulsionar los lípidos, formar micelas y absorberlos eficientemente (Osorio y Flórez, 2011); sin embargo, dicha emulsificación es responsable de los ácidos biliares y del jugo pancreático, cuyos componentes más importantes son las sales biliares y la lipasa pancreática, respectivamente (Krogdahl, 1985).

En las sales biliares, el ácido tauro-cólico se encuentra en gran proporción, y es uno de los ácidos de dichas sales que inhibe la lipasa pancreática (LP) y este efecto es

contrarrestado por la colipasa (Bosc et al., 1984); los lípidos hidrolizados que se encuentran en el intestino son devueltos a la molleja a través del reflejo gastroentérico antes de ser absorbidos en el duodeno y en la parte anterior del yeyuno (Osorio y Flórez, 2011).

4.5.1. Formación de micelas

La formación de micelas son pequeñas estructuras formadas por moléculas que en su núcleo contiene productos de la digestión lipídica (colesterol, monoglicéridos y ácidos grasos) y el exterior está recubierto de sales biliares que funcionan como emulsionante que desnaturaliza las grasas en gotitas donde facilita la interacción de la lipasa con la grasa (Mulet y Wilde, 2023). La lipasa hidroliza las grasas, que luego se forman en micelas para atravesar el intestino para su absorción (Chen et al., 2019).

Sin embargo, en aves jóvenes tienen limitaciones fisiológicas para absorber grasa debido al bajo nivel de producción de lipasa natural y una baja tasa de producción de sales biliares, lo que conduce a una mayor necesidad de fuentes de energía (Upadhaya et al., 2017).

4.5.2. Absorción de lípidos

El transporte de lípidos se da a través de la membrana de la célula intestinal, donde se da mediante un proceso de difusión pasiva, especialmente a nivel del yeyuno (Rodríguez et al., 2019).

El sitio de captación de lípidos tiene lugar de forma pasiva a través de los cilios de la membrana celular, donde se forman las lipoproteínas encargadas del transporte de lípidos; por lo tanto, las sales biliares se absorben por el yeyuno e íleon en similares cantidades, las sales llegan al hígado a través del sistema porta-hepático y se secretan nuevamente en la bilis, donde las sales perdidas se reemplazan por síntesis de novo en el hígado (Osorio y Flórez, 2011).

4.6. Metabolismos Lipídico

En las aves el acetil-CoA se produce en la mitocondria por descarboxilación oxidativa del piruvato que se forma por glucolisis, este proceso tiene lugar en el citosol, puede dividirse en dos partes carboxilación de acetil-CoA para formar malonil-CoA, una serie de reacciones de condensación, reducción y deshidratación que empiezan con el acetil-CoA y malonil-CoA, catalizadas por un complejo enzimático (Vielma et al., 2021).

Los ácidos grasos se transportan en la sangre como ácidos grasos libres (AGL), en un estado no esterificado, donde el plasma y AGL se combinan con albumina y en la célula están fijados a una proteína de unión. Los ácidos grasos se activan antes de ser catabolizados por acción de la enzima acil-CoA sintetasa llamada 3 β tiocinasa; la oxidación de los ácidos grasos en las mitocondrias conduce a la producción de grandes cantidades de ATP, un proceso llamado β -oxidación, que escinde secuencialmente las unidades de acetil-CoA de las cadenas de ácidos grasos; también ocurre la formación de cuerpos cetónicos en las mitocondrias hepáticas, cuando hay un alto índice de oxidación de ácidos grasos (Pacheco et al., 2021).

4.6.1. Metabolismo del colesterol de lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL)

El VLDL se sintetiza en el hígado y se libera a la circulación que contiene triglicéridos, colesterol, fosfolípidos y apolipoproteínas correspondientes (Emami et al., 2021). Es bien sabido que el hígado es el sitio principal de síntesis de ácidos grasos en los pollos, por lo que la acumulación de grasa corporal depende en gran medida de la secreción de VLDL y de los niveles plasmáticos; de hecho, existe una clara correlación entre los niveles de VLDL en plasma y la grasa corporal en pollos (Osorio y Flores, 2018a).

En cuanto a la secreción VLDL, los factores que controlan este proceso son menos comprendidos; sin embargo, Legrand y Hermier (1992), indican que la enzima 9 desaturasa desempeña un papel crucial, la novena desaturasa introduce un doble enlace en el carbono 9 de los ácidos grasos, generando ácido oleico y palmitoleico a partir de esteárico y palmítico, respectivamente; la introducción de este doble enlace resulta en una disminución del punto de fusión del ácido graso, lo que podría facilitar su incorporación a las lipoproteínas (Dixon et al., 1991). Además, existe la posibilidad de que el ácido oleico prevenga la degradación intracelular de Apo B, una apoproteína esencial para la síntesis de VLDL (Lin et al., 2022).

De manera similar que los portomicrones, las VLDL sirven como sustrato para la lipoproteína lipasa (LPL). Después de la hidrólisis de los triglicéridos (TG), una porción del colesterol, fosfolípidos y Apo-C se transfiere a las lipoproteínas de alta densidad (HDL). Las VLDL descompuestas evolucionan para convertirse en lipoproteínas de densidad intermedia (IDL) y lipoproteínas de baja densidad (LDL), que poseen una densidad superior a las VLDL debido a su mayor contenido proteico (Dixon et al., 1991).

4.6.2. Metabolismo de las lipoproteínas de baja densidad intermedia (IDL) Y

lipoproteínas lipasa (LDL)

Las IDL exhiben un mayor contenido de colesterol y ésteres de colesterol. Al carecer de Apo-C, dejan de actuar como sustrato para la (LPL), permitiendo su captación por el hígado o su transformación en (LDL); en mamíferos, la conversión de IDL a LDL parece ser facilitada principalmente por la lipasa hepática (LH) en lugar de la LPL, aunque se ha observado que la actividad de este enzima es menor en aves (Griffin et al., 1989). Durante este proceso, se realiza nuevamente la hidrólisis de

triglicéridos y fosfolípidos, resultando en partículas con un alto contenido de colesterol (Sato y Akiba, 2002).

Las LDL pueden ser captadas por diversos tejidos, representando una fuente crucial de colesterol para el mantenimiento de la integridad de las membranas celulares y la síntesis de hormonas esteroides; la eliminación de las IDL y LDL de la circulación ocurre mediante endocitosis mediada por receptor, seguida de su degradación en los lisosomas (Sato et al., 1998).

4.6.3. Metabolismo del colesterol de lipoproteínas de alta densidad (HDL)

Las HDL pueden originarse a partir de la síntesis hepática o mediante la hidrólisis de lipoproteínas que contienen una alta concentración de triglicéridos (Real y Ascaso, 2021). Estas HDL sirven como portadoras de colesterol, transportándolo tanto hacia los tejidos periféricos como de regreso al hígado (transporte inverso de colesterol), en los mamíferos cumplen una función crucial en el metabolismo de quilomicrones y lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), transfiriendo Apo C y E, y capturando colesterol y fosfolípidos después de la hidrólisis de estas lipoproteínas; en aves, las HDL parecen ser el principal depósito de Apo-C (Griffin et al., 1989).

En mamíferos, las HDL constituyen el principal sustrato de la lecitín-colesterol acil-transferasa (LCAT), activada por la Apo-AI, que esterifica el colesterol con la lecitina, facilitando su incorporación en el centro de la lipoproteína (porción hidrofóbica) y permitiendo su posterior captación (Griffin et al., 1982). En aves, la Apo-AI también está presente en las VLDL, IDL y LDL, lo que implica que todas estas lipoproteínas actúan como sustrato para la esterificación del colesterol (Griffin et al., 1989).

4.6.4. Metabolismo portomicrones (PM)

En las aves, las lipoproteínas (PM), se denominan así por su modo de transporte, ya que después de que los lípidos son absorbidos por la luz intestinal y forman (LPL) se transportan al hígado; esta LPL, es la enzima limitante de la velocidad involucrada en la hidrólisis de los triglicéridos (TG) circulantes, así mismo las lipoproteínas son de baja densidad donde existe la liberación de ácidos grasos libres, monoglicéridos (Papah y Abasht, 2019).

Estas lipoproteínas recorren la vía sanguínea en lugar de la linfática, atravesando vesículas endoteliales intracitoplasmáticas, llegando directamente al hígado y por la vena porta; sin embargo, debido a su gran tamaño, no se metabolizan en dicho órgano y, por tanto, deben perder los triglicéridos que transportan para así finalmente sean metabolizados en los hepatocitos (Osorio y Flores, 2018).

4.7. Distribución de Tejido Adiposo en Aves

En las aves, la grasa corporal total consta de un 15- 20% del total de peso vivo, la misma que se distribuye en distintas partes del organismo en formación de depósitos lipídicos (abdominal, molleja, cuello, hígado) (Cahaner et al., 1986). Según Saleh y Alzawqari (2021), los depósitos de grasa forman parte de la fracción lipídica presente en varios lugares del cuerpo de las aves, como el tejido adiposo del muslo, pechuga, pericardio, proventrículo, buche, Bolsa de Fabricio, perirrenal y espalda.

4.8. Métodos de Determinación de Grasa

4.8.1. Método de soxhlet (SE)

El método (SE), nos ayuda para la determinación de grasas, donde es aplicable para determinar lípidos biológicos, hidrocarburos entre otros (López y Luque, 2020). El término "grasas" incluye cualquier material recuperado como sustancia soluble en un solvente (n-hexano). Esto incluye otras sustancias extraídas por el solvente de las

muestras acidificadas, como compuestos de azufre, algunos colorantes orgánicos y clorofila (Ochoa, 2017).

4.8.2. Preparación de muestra

Si la carne se refrigera, se espera que la muestra alcance la temperatura ambiente. Si la muestra ya está a temperatura ambiente, se la divide en pedazos pequeños, que sean homogéneos y se pesa (Bojaca, 2007).

4.8.3. Hidrólisis

Se realiza un pesaje de 6 g de la muestra establecida en un matraz Erlenmeyer, donde se añade 70 ml de una solución (agua destilada) y 60 ml de ácido clorhídrico concentrado grado técnico. Después, se encarga de realizar la hidrólisis mediante un proceso de calentamiento durante 30 minutos desde de que comience a hacer ebullición (Bojaca, 2007).

4.8.4. Filtración

Después de la hidrólisis, esperar que se emita el vapor y que se filtre la muestra, sobre el papel filtro debidamente plegado y humedecido previamente para evitar la pérdida de la muestra. Los matraces Erlenmeyer se deben lavar con agua caliente para evitar la pérdida de muestra; lavar las muestras retenidas en el papel filtro hasta que estén completamente libres de ácido clorhídrico técnico (con unos 400 ml de agua caliente), retirar con cuidado el papel filtro y ponerlo en una cápsula, identificar cada uno con el código correspondiente a la muestra, se pone en la estufa con una temperatura de 130 °C durante 20 minutos. Cuando el papel esté seco y frío, introducirlo con cuidado en los dedos de celulosa, y limpiar cuidadosamente la cápsula contenedora con un algodón empapado en hexano, para que no se pierda la grasa adherida a la cápsula (Bojaca, 2007).

4.8.5. Extracción

Calcular el peso de un balón, posteriormente lavarlos y secarlos a una temperatura de 130 °C durante al menos una hora. Encender el extractor de grasa y abrir el flujo de agua al condensador, colocar los dedales de celulosa que contiene la muestra en el sifón Soxhlet, agregar el solvente a los balones aproximadamente 200 ml, montar el dispositivo encajando el balón con el sifón, estos a su vez en el condensador. La parte superior del condensador se tapa con un desecante envuelto en algodón (sulfato de sodio anhidro) para evitar que el vapor de agua entre y se condense, y comienza la extracción. Verificar el rango de reflujo adecuado, después de lo cual se retira los dedales y se destila la mayor cantidad de solvente posible hasta lograr una sequedad aparente (Bojaca, 2007).

Saque el globo del extractor de grasa, colóquelo en un dispositivo de liposucción, complete la evaporación del solvente a baja temperatura y luego coloque el globo directamente en un horno a 130 ° C durante 30 minutos para eliminar el solvente residual y la humedad residual. de. Transfiera los globos con grasa a un desecador, enfríe a temperatura ambiente y pese (Bojaca, 2007).

Sacar los balones del extractor de grasa, colocar un dispositivo de liposucción para realizar la evaporación del solvente a baja temperatura y luego llevar los balones a la estufa a 130 ° C durante 30 minutos para eliminar el solvente residual y la humedad residual; transferir los balones con grasa a un desecador, enfríe a temperatura ambiente y pesar (Bojaca, 2007).

5. Metodología

5.1. Área de estudio

La presente investigación se realizó en CIDiNA/ aves ubicado en la Quinta Experimental Punzara, (Figura 1), de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, ubicada al sur – oeste de la Hoya de Loja, en el sector “La Argelia”, que presenta las siguientes características meteorológicas:

- Altitud: 2 160 metros sobre el nivel del mar.
- Temperatura: oscila de 12 a 22° C con un promedio de 15,5°C
- Precipitaciones: 759,7 mm anuales.
- Humedad relativa: media de aproximadamente el 70 %

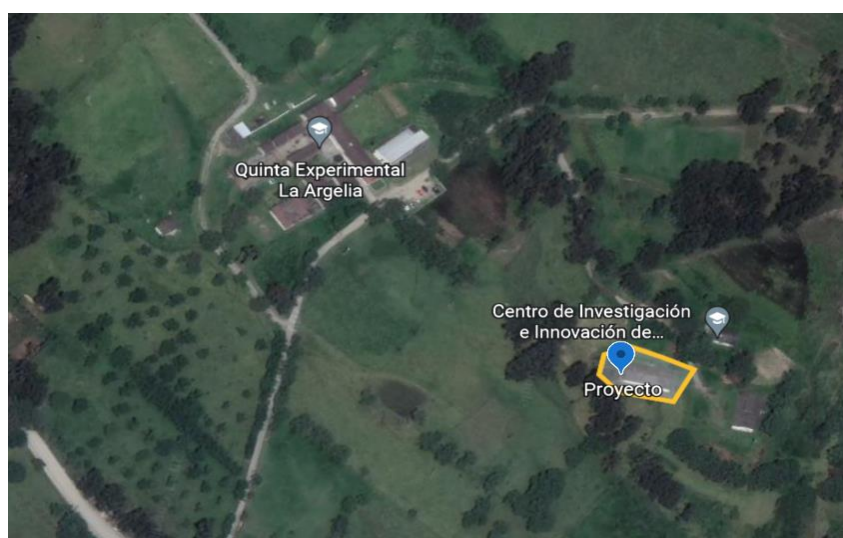


Figura 1. Quinta Experimental Punzara (Google Earth, 2023).

5.2. Procedimiento

5.2.1. Animales e Instalaciones

Se utilizaron 400 pollos de la línea genética Cobb 500 de 42 días edad con un peso promedio de 1127,64g; fueron distribuidos al azar en diez unidades experimentales con 10 unidades observacionales respectivamente para cada tratamiento.

El estudio se desarrolló en un galpón avícola de 200 m², se emplearon jaulas experimentales de madera y malla galvanizada de 2,25 x 0,70 con sus respectivos bebederos tipo niple automáticos y comedero para las primeras semanas tipo plato y finalmente tipo tolva; para la cama se utilizó viruta con una densidad de 0,10 m.

La desinfección de equipos, materiales e instalaciones se la realizó 15 días previo la llegada de los pollos con amonio cuaternario en relación de 5ml/lt de agua, el piso fue impermeabilizado mediante un encalado a base de cal viva.

5.2.2. Diseño Experimental

Se aplico un diseño experimental completamente al azar

5.2.3. Dietas experimentales

Las dietas se formularon considerando los requerimientos nutricionales establecidos de la línea Cobb (2022) para la etapa de crecimiento, engorde; donde se incluyeron cuatro fuentes de fibra (control, afrecho de trigo, cascarilla de arroz y palmiste) Tabla 1 y 2.

Tabla 1. Ingredientes y composición química de la dieta crecimiento (%)

Materias Primas	Niveles de Inclusión de Fibra (%)			
	Control	Afrecho de trigo	Cascarilla de arroz	Palmiste
Maíz	60,55	45,44	45,44	45,44
Afrecho de trigo	5,00	18,00	0,00	0,00
Cascarilla de arroz	0,00	0,00	18,00	0,00
Palmiste	0,00	0,00	0,00	18,00
Torta de soya	26,23	19,67	19,67	19,67
Aceite de palma	1,27	1,48	1,48	1,48
Aceite de girasol	0,50	0,50	0,50	0,50
Carbonato de calcio	3,40	11,15	11,15	11,15
Fosfato monocálcico	0,70	0,71	0,71	0,71
Sal	0,20	0,20	0,20	0,20
Bicarbonato de Na	0,51	0,57	0,57	0,57
HCL - Lisina	0,49	0,67	0,67	0,67
DL - Metionina	0,40	0,47	0,47	0,47
Treonina	0,24	0,33	0,33	0,33
Pigmento	0,10	0,10	0,10	0,10
¹ Atrapador de toxinas	0,20	0,20	0,20	0,20
² Diclazulil (Coccidiostato)	0,02	0,02	0,02	0,02
³ ProBioenzyme (complejo enzimático)	0,05	0,05	0,05	0,05
⁴ Premix	0,15	0,15	0,15	0,15
<i>Composición química formulada</i>				
Proteína Bruta (PB)	21,03	19,02	16,72	22,11
Extracto Estéreo (EE)	10,16	13,21	18,94	17,16
Fibra Bruta (FB)	3,03	3,68	10,12	5,27
<i>Composición química analizada</i>				
Materia seca	88,82	86,6	84,8	88,1
Ceniza	6,43	6,06	14,98	11,28
Grasa cruda	5,05	3,94	3,77	5,21
Proteína Bruta	17,23	18,96	17,93	19,83

¹Pared Celular de Levadura 300000 mg, Clinoptiloite 350000 mg, Bentonita 350000 mg.

²Clopido 25g, Excipientes c.s.p 100g.

³Proteasa ácida 2800 U, Amilasa 45 000 U, Mananasa 23 000 U, Xilanas 192 000 U, Glucanasa 46 000 U, Celulasa 6500 U, Pectinasa 4800 U, Fitasa 1500 U, Inulina 5.50 mg, Fructooligosacáridos (FOS) 10 mg, Probióticos 1.05 Billones UFC, excipientes 1g.

⁴Vitamina A 6000000 UI, Vitamina D3 1100000 UI, Vitamina E 7500 UI, Vitamina K3 1250 mg, Vitamina B1 1500 mg, Vitamina B2 3500 mg, Vitamina B 1750 mg, Vitamina B12 6,5 mg, Ácido nicotínico 17500 mg, Biotina H2 25 mg, Ácido Pantoténico 6000 mg, Ácido Fólico 500 mg, Colina 125000 mg, Antioxidante 1000 mg, Magnesio 40000 mg, Zinc 25000 mg, Hierro 15000 mg, Cobre 1500 mg, Yodo 750 mg, Cobalto 100 mg, Selenio 100 mg, Excipiente c.s.p. 3000 mg.

Tabla 2. Ingredientes y composición química de la dieta de engorde

Materias Primas	Niveles de Inclusión (%)
Maíz	58,36
Afrecho de trigo	15,60
Torta de soya	18,19
Aceite de palma	3,00
Carbonato de calcio	1,32
Fosfato de monocalcico	0,71
Sal	0,03
Bicarbonato de Na	0,69
HCL – Lisina	0,70
DL - Metionina	0,46
Treonina	0,33
Pigmento	0,10
¹ Atrapador de toxina	0,20
² Diclazulil (Coccidiostato)	0,02
³ ProBioenzyme (complejo enzimático)	0,05
⁴ Premix (engorde)	0,15
<i>Composición química formulada</i>	
Proteína	18,78
Energía Metabolizable	3071
Fibra bruta	3,64

¹Pared Celular de Levadura 300000 mg, Clinoptiloite 350000 mg, Bentonita 350000 mg.

²Clopidol 25g, Excipientes c.s.p 100g.

³Proteasa ácida 2800 U, Amilasa 45 000 U, Mananasa 23 000 U, Xilanas 192 000 U, Glucanasa 46 000 U, Celulasa 6500 U, Pectinasa 4800 U, Fitasa 1500 U, Inulina 5.50 mg, Fructooligosacáridos (FOS) 10 mg, Probióticos 1.05 Billones UFC, excipientes 1g.

⁴Vitamina A 6000000 UI, Vitamina D3 1100000 UI, Vitamina E 7500 UI, Vitamina K3 1250 mg, Vitamina B1 1500 mg, Vitamina B2 3500 mg, Vitamina B 1750 mg, Vitamina B12 6,5 mg, Ácido nicotínico 17500 mg, Biotina H2 25 mg, Ácido Pantoténico 6000 mg, Ácido Fólico 500 mg, Colina 125000 mg, Antioxidante 1000 mg, Magnesio 40000 mg, Zinc 25000 mg, Hierro 15000 mg, Cobre 1500 mg, Yodo 750 mg, Cobalto 100 mg, Selenio 100 mg, Excipiente c.s.p. 3000 mg.

5.2.4. Tratamientos

Los tratamientos que se aplicó en esta investigación se detallan a continuación:

Tratamientos	Porcentaje de Inclusión de las Fuentes de Fibra
T1	5% Afrecho de trigo (control)
T2	18% Afrecho de trigo
T3	18 % Cascarilla de arroz
T4	18 % Palmiste

5.2.5. Manejo de animal

Los pollos de un día edad se recibieron con una temperatura de 30 a 32 °C, se pesaron en una balanza digital comercial (SB32001) y se distribuyeron aleatoriamente de acuerdo a cada tratamiento.

A todos los animales de experimentación durante los primeros siete días se administró la dieta inicial, posteriormente del día octavo al día 26 de edad se aplicó las dietas establecidas en cada tratamiento; mientras que en el agua de bebida (*ad libitum*) se suministró vitaminas, electrolitos en dosis de 0,5g/litro. Por último, se realizó la vacunación para las enfermedades como son Newcastle y Gumboro, tomando en cuenta el calendario establecido (Tabla 3).

Tabla 3. Calendario de vacunación

Edad (días / semanas)	Vacuna	Cepa vacunal	Vía de aplicación
1 semana y 5 días (12 días)	Gumboro y Newcastle	Gumboro cepa Lukert intermedia del virus vivo de Gumboro $\geq 10^5$ DIEP 50%. Newcastle cepa la Sota Tipo B1 con título mayor a $>1 \times 10^{5.5}$ DIEP 50%, origen embrión de pollo SPF.	Intranasal, intraocular y oral
2 semana	Revacunación Gumboro Y Newcastle	Gumboro cepa Lukert intermedia del virus vivo de Gumboro $\geq 10^5$ DIEP 50%. Newcastle cepa la Sota Tipo B1 con título mayor a $>1 \times 10^{5.5}$ DIEP 50%, origen embrión de pollo SPF.	Intranasal, Intraocular y oral

5.2.6. Variables de estudio y toma de datos

Las variables evaluadas en el presente fueron:

- **Grasa abdominal**

Se extrajo toda la deposición de grasa de la parte abdominal de cada pollo y se pesó en una balanza digital comercial (Sb32001).

- **Grasa a nivel del hígado**

Se inicio extrayendo los hígados de cada animal, donde se pesaron con ayuda de una balanza digital comercial (Sb32001), posteriormente se liofilizaron (Labotec01JLG/LGJ-12) por un lapso de 72 horas las muestras; para luego determinar cantidad de grasa con la AOAC (948.22) se la llevo a cabo por el método soxleht, el mismo que tuvo una duración de 8 horas para su determinación.

5.3. Análisis de la Información

Para analizar los resultados en este presente estudio se utilizó el programa estadístico SAS 2016, el examen del procedimiento GML del SAS en el que va incluir únicamente como factor principal de variación son las fuentes de fibra y para comparar las medias se empleó el Test de Tukey.

5.4. Consideraciones Éticas

El proyecto se establecerá de acuerdo con el ordenamiento de normas bioéticas internacionales de bienestar animal como se establece en el “Código Orgánico del Ambiente” (ROS N. ° 983, Ecuador).

6. Resultados

6.1. Deposición de Grasa Abdominal

En la tabla 4, se puede evidenciar los valores absolutos y relativos de la deposición de grasa abdominal.

Tabla 4. Porcentaje de grasa a nivel abdominal en pollos de carne alimentados con diferentes fuentes de fibra.

Fuentes de fibra	Peso vivo (g)	Grasa Abdominal	
		(g)	(%)
Control	1282	12,3	0,90
Afrecho de trigo	1061	6,60	0,61
Cascarilla de arroz	1077	6,83	0,56
Palmiste	1090	6,22	0,58
<i>EE</i>	94,75	1,75	0,12
<i>P – valor</i>	0,324	0,062	0,171

El porcentaje de grasa abdominal no presentó diferencia estadística $p=0,171$ entre tratamientos obteniendo promedios de 0,66%.

6.2. Grasa a Nivel de Hígado

En la tabla 5, se evidencia los porcentajes de grasa a nivel de hígado en pollos evaluados con diferentes fuentes de fibra.

Tabla 5. Grasa a nivel de hígado.

Fuentes de fibra	Peso Hígado (g)	Grasa Hígado	
		(g)	(%)
Control	34,36	3,48 ^c	10,4 ^a
Afrecho de trigo	28,58	2,04 ^a	7,45 ^a
Cascarilla de arroz	27,41	3,50 ^d	14,3 ^b
Palmiste	29,10	2,90 ^b	10,3 ^a
<i>EE</i>	2,15	0,01	1,00
<i>P – valor</i>	0,125	<0,001	0,003

El porcentaje de grasa en hígado presentó diferencia estadística $p=<0,001$ entre tratamientos, los pollos alimentados con la fuente de inclusión del 18% afrecho de trigo mostraron menor inserción de grasa con 7,45% y la máxima se evidenció con la inclusión de cascarilla de arroz obteniendo valores de 14,3%.

7. Discusión

7.1. Grasa Abdominal (GA) y en Hígado (GH) en Pollos de Carne

En la presente investigación el porcentaje de GA promedio obtenido fue de 0,66%, datos que son inferiores a los reportados por (Taheri et al., 2016), que al incluir una dieta a base de salvado de trigo en pollos Ross 308 de 45 días con una inclusión de 4% y 8%; reportan un porcentaje de GA 1,39 % y 1,47 %; mientras que (Ali et al., 2007), en el estudio con pollos Cobb 500 42 días con una inclusión de 30 % obtuvo un valor de 0,94 % de GA; y (Shirzadegan et al., 2017), con la adición de 40 % de salvado de trigo en pollos Ross 308 de 42 días el 1,86% de GA; al respecto (Ali et al., 2018), mencionan que las dietas de salvado de trigo solas o con aditivos naturales disminuye numéricamente el porcentaje de GA; debido que el salvado de trigo está compuesto por fenólicos (ácido ferúlico) donde la lignina actúa como inhibidor de enzimas generando efectos beneficiosos sobre la capacidad antioxidantes.

Estudios muestran resultados de pollos de carne alimentados con inclusión de cascarillas de cereales como es el caso de (Rezaei y Hajati, 2010) quienes con una inclusión de 2 % y 4% de cascarilla de arroz en pollos de la línea Cobb 500 de 42 días obtuvieron un porcentaje de GA 2,50% y 2,25% respectivamente; y de (Janocha et al., 2020), en cascarilla de cebada con un inclusión de 30 % en pollos Ross 308 45 días obtuvieron 1,92 % de GA; mientras que (Teymouri et al., 2018), con la inclusión de 0, 25, 50, 75, 100 de cascarilla de cebada en pollos Cobb 500 42 días reportan porcentajes de GA de 2,02; 1,57; 1,71; 1,28; 1,51% según corresponde, demostrando la importancia de la inclusión de la fuente de fibra sobre la inserción de grasa en esta especie; al respecto (Davood et al., 2012), mencionan que dietas con raciones a base de cebada sin cascara generan un mayor contenido de GA en las canales de pollos.

Mientras que investigaciones de dietas con inclusión de palmiste en pollos como la de (Chinajariyawong y Muangkeow, 2011), quienes adicionaron raciones con palmiste con la inclusión de 30 % solo (PKM) y fermentado (FPKM) con *Arpergillus wentii* en pollos Ros 308, obteniendo un porcentaje de grasa abdominal de 1,06 y 0,97 % para cada tratamiento, según Alimón (2004) menciona, que más del 60 % del PKM incluyen polisacáridos sin almidón (NSP) en la pared celular, la disminución de inserción de grasa abdominal en este estudio estiman los autores que es por la adición de *A. wentii*, ya este hongo durante el proceso de fermentación del palmiste utiliza el extracto libre de nitrógeno como fuente de energía, generando una baja energía metabolizable del FPKM en comparación de PKM que no fue procesado.

Finalmente otras investigaciones suministraron harina de coco, harina de hojas de yuca y palmiste con enzimas, con una adición de 200g/kg en pollos Cobb 500, donde obtuvieron 1,7; 1,0; 1,3 %, siendo así la harina de hojas de yuca que contiene lisina, la misma que permite una reducción de inserción de GA debido al modo de acción de la lisina dietética en la GA la cual inhibe la actividad de la lipogénesis (Diarra et al.,2023).

En lo referente a grasa en hígado (GH) en el presente estudio se pudo evidenciar que los pollos alimentados con inclusión del 18% de afrecho de trigo obtuvieron un menor porcentaje de inserción con 7,45%; (Ali et al., 2018) obtuvo resultados inferiores de 2,52% en pollos Cobb, alimentados con afrecho de trigo con el 30% de adición, menciona que al aplicar afrecho de trigo con enzimas a base de xilanasa en las dietas para pollos de engorde con bajo contenido energético mejora su rendimiento, debido que la xilanasa reduce la población bacteriana y a su vez disminuye la viscosidad digestiva, aumenta la velocidad de paso del mismo y mejora la digestión y la absorción de nutrientes.

Por otra lado, la inclusión de cascarilla de arroz en la presente investigación obtuvo mayor porcentaje de grasa en el hígado con 14,3 %; dato que es superior al de (Alabi et al., 2014), quienes reporta 2,90% GH al adicionar el 25 % con la adición de enzimas en pollos Abor Acres de 42 días de edad; la inclusión de enzimas sobre fuentes fibrosas aceleran las reacciones químicas ayudando a descomponer los alimentos eficientemente para mejor la digestión y la absorción de nutrientes, disminuyen problemas de origen metabólico.

El porcentaje de grasa a nivel de hígado oscila entre el 1 al 5% en aves en estado de salud normal, sin embargo, este puede variar según la edad, genética, sexo y alimentación de esta especie; para garantizar una eficiencia en la producción se debe mantener la grasa hepática en rangos bajos. Los porcentajes altos de grasa hepática con la inclusión de diferentes fuentes de fibra en las dietas para pollos de engorde se puede atribuir a la presencia de metabolitos fúngicos en el alimento (Ravindran et al., 2016).

Según Fouad et al.,(2019), la calidad de materias primas para la elaboración de dietas para aves es de gran importancia, un manejo inadecuado puede conllevar a afecciones de salud animal, subproductos como las cascarillas son utilizados en la alimentación de aves como fuente de fibra y energía, pero pueden ser propensas a contaminación con micotoxinas que son uno de los factores que genera pérdidas en la producción avícola; ya que la interacción entre micotoxinas y nutrientes se llevan a cabo en procesos digestivos, metabólicos y transporte de nutrientes afectando la disponibilidad de los mismos.

Por otro lado Del Valle Díaz et al (2015) menciona, que entre las micotoxinas frecuentes se puede citar a las aflatoxinas producidas por especies de hongo del género *Aspergillus*, poseen un efecto hepatotóxico, generan una disminución marcada de los lípidos en sangre e inhiben su transporte contribuyendo al almacenamiento de grasa

hepática comprometiendo la actividad de los sistemas de microsomal y citosol afectando la síntesis de los ácidos grasos, además pueden causar estrés oxidativo y daño celular en el hígado y consigo la esteatosis hepática, asimismo las fumonisinas y las toxinas T-2 del género *Fusarium* afectan el metabolismo de los lípidos, inhiben la síntesis de esfingolípidos provocando el acumulo de triglicéridos provocando trastornos hepáticos.

El daño hepático generado por las micotoxinas interfiere también en el metabolismo normal de la glucosa, disminuyen los niveles de glucógeno hepático debido a la inhibición de enzimas como la glucógeno sintetasa, además producen un aumento de la actividad de las enzimas metabólicas de los precursores del glucógeno como por ejemplo la NADP que reduce la enzima 6 – fosfato deshidrogenasa (Yarru et al., 2009).

Las aflatoxinas generan un daño hepatocelular donde conlleva la proliferación y osbtsrucion de los conductos biliares, así mismo existe una degeneración lipídica con vacuolación de grasa del citoplasma de los hepatocitos y necrosis (Perusia y Rodríguez , 2001). Esta obstrucción impide que la bilis producida por los hepatocitos pueda fluir hacia la vesícula biliar y, eventualmente afecta la función del sistema digestivo (Quezada et al., 2000); generando una esteatorrea la cual se produce por una malabsorción de lípidos, donde la enzima lipasa pancreática disminuye debido a los niveles de aflatoxinas para inhibir el crecimiento, cuya sintomatología se manifiesta como heces sueltas, blandas, grasosas o con un olor desagradable debido a la presencia de grasas no absorbidas (Osborne & Hamilton, 1981).

8. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir:

- La inclusión de diferentes fuentes de fibra no presentó efecto significativo sobre el porcentaje de inserción de grasa abdominal en de pollos de carne.
- La cascarilla de arroz presento el mayor porcentaje de grasa a nivel de hígado a diferencia del afrecho de trigo y palmiste que fueron menores.

9. Recomendaciones

- Evaluar en futuras investigaciones la incorporación de otras fuentes y niveles de fibras no convencionales sobre la deposición de grasa abdominal y a nivel de hígado en pollos de carne.
- Analizar la calidad sanitaria de las materias primas previo la elaboración de dietas para aves.
- Realizar estudios y pruebas para evaluar el daño hepático causado por micotoxinas con la finalidad de proteger la salud pública, garantizar la seguridad alimentaria, promover el bienestar animal, facilitar el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades hepáticas

10. Bibliografía

- Abarca alulema, I. A. (2021). Efectos de las enzimas digestivas en la producción de pollos de engorde. [Http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/15644](http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/15644)
- Alabi, O. O., Atteh, J. O., & Ogunniyi, P. T. (2014). Effect of dietary inclusion of rice husk supplemented with commercial enzymes on performance, nutrient retention and gastrointestinal tract characteristics of Arbor Acres broilers. *American journal of experimental agriculture*, 4(5), 575-583.
- Ali, M. N., El-Moustafa, K. E.-K. M., Shata, R. F. H., & Youssef, S. F. (2018). Using xylanase, fresh or whey powder alone or in combination for improving low energy broiler diet containing wheat bran. *Egyptian journal of nutrition and feeds*, 21(1), 217-227. <https://doi.org/10.21608/ejnf.2018.75457>
- Ali, M. N., Sekken, M. S. A., & Mostafa, K. E.-K. M. El. (2007). Incorporation of wheat bran in broilers diets. *International journal of poultry science*, 7(1), 6-13. <https://doi.org/10.3923/ijps.2008.6.13>
- Alimon, A. (2004). The nutritive value of palm kernel cake for animal feed. *Palm oil developments*, 40.
- Alpizar Salas, O., Pérez-Gil Romo, F., Avila González, E., Valles Sánchez, V., López Coello, C., & Ocampo Camberos, I. (1993). Efecto de un agonista beta-adrenérgico en la alimentación de pollos de engorda. *Veterinaria México*, 24(1), article 1.
- Alshelmani, M. I., Kaka, U., Abdalla, E. A., Humam, A. M., & Zamani, H. U. (2021). Effect of feeding fermented and non-fermented palm kernel cake on the performance of broiler chickens: a review. *World's poultry science journal*, 77(2), 377-388. <https://doi.org/10.1080/00439339.2021.1910472>
- Arjona-Smith, M., & Guevara, V. (2019). Efecto de diferentes niveles de densidad de nutrientes sobre el comportamiento productivo y metabolismo energético de pollos de engorde.

- Revista investigaciones agropecuarias, 2(1), article 1.
- Bedford, m. R., choct, m., & o'neill, h. V. M. (eds.). (2016). Nutrition experiments in pigs and poultry: a practical guide (1.^a ed.). Cabi. <https://doi.org/10.1079/9781780647005.0000>
- Bodnar, k., & skobrák bodnár, e. (2020). A short overview of broiler chickens' drinking water supply. 22, 25-32.
- Bosc-bierne, i., rathelot, j., perrot, c., & sarda, l. (1984). Studies on chicken pancreatic lipase and colipase. *Biochimica et biophysica acta (bba) - lipids and lipid metabolism*, 794(1), 65-71. [https://doi.org/10.1016/0005-2760\(84\)90298-4](https://doi.org/10.1016/0005-2760(84)90298-4)
- Bouwens, m., & savelkoul, h. F. J. (2019). 5: animal nutrition and immunity in pigs and poultry. En *poultry and pig nutrition* (pp. 105-127). Wageningen academic publishers. https://doi.org/10.3920/978-90-8686-884-1_5
- Cabezas zabala, c., hernández-torres, b., & vargas-zarate, m. (2016). Aceites y grasas: efectos en la salud y regulación mundial. *Revista de la facultad de medicina*, 64, 761. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v64n4.53684>
- Cachaldora, p., garcía-rebollar, p., álvarez, c., méndez, j., & blas, j. C. D. (2005). Effect of conjugated linoleic acid, high-oleic sunflower oil and fish oil dietary supplementation on laying hen egg quality. *Spanish journal of agricultural research*, 3(1), article 1. <https://doi.org/10.5424/sjar/2005031-126>
- Cadillo c, j., cumpa g, m., & galarza f, j. (2019). 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*, 30(2), 682-690. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i2.16079>
- Cahaner, a., nitsan, z., & nir, i. (1986). Weight and fat content of adipose and nonadipose tissues in broilers selected for or against abdominal adipose tissue¹. *Poultry science*, 65(2), 215-222. <https://doi.org/10.3382/ps.0650215>

- Çalışlar, s. (2019). The important of beta carotene on poultry nutrition. *Selcuk journal of agriculture and food sciences*, 33(3), article 3.
- Chen, c., jung, b., & kim, w. K. (2019). Effects of lysophospholipid on growth performance, carcass yield, intestinal development, and bone quality in broilers. *Poultry science*, 98(9), 3902-3913. <https://doi.org/10.3382/ps/pez111>
- Chinajariyawong, c., & muangkeow, n. (2011). Carcass yield and visceral organs of broiler chickens fed palm kernel meal or aspergillus wentii tistr 3075 fermented palm kernel meal. *Walailak journal of science and technology (wjst)*, 8(2), article 2.
- Clavijo, v., & flórez, m. J. V. (2018). The gastrointestinal microbiome and its association with the control of pathogens in broiler chicken production: a review. *Poultry science*, 97(3), 1006-1021. <https://doi.org/10.3382/ps/pex359>
- Dal bosco, a., cartoni mancinelli, a., vaudo, g., cavallo, m., castellini, c., & mattioli, s. (2022). Indexing of fatty acids in poultry meat for its characterization in healthy human nutrition: a comprehensive application of the scientific literature and new proposals. *Nutrients*, 14(15), article 15. <https://doi.org/10.3390/nu14153110>
- Dang, t. T., & vasanthan, t. (2019). Modification of rice bran dietary fiber concentrates using enzyme and extrusion cooking. *Food hydrocolloids*, 89, 773-782.
- Davidson, m. H., & mcdonald, a. (1998). Fiber: forms and functions. *Nutrition research*, 18(4), 617-624. [https://doi.org/10.1016/s0271-5317\(98\)00048-7](https://doi.org/10.1016/s0271-5317(98)00048-7)
- Davood sharifi, s., shariatmadari, f., & yaghobfar, a. (2012). Effects of inclusion of hull-less barley and enzyme supplementation of broiler diets on growth performance, nutrient digestion and dietary metabolisable energy content. *Journal of central european agriculture*, 13(1), 193-207. <https://doi.org/10.5513/jcea01/13.1.1035>
- Del valle díaz, s., piñera martínez, m., sanchez vega, j. A., & díaz fondén, j. (2015). Enfermedad hepática por depósito de grasa. *Medisan*, 19(7), 886-896.

- Diarra, s., anand, s., lemuelu, t., areta, f., mathew, e., lehi, e., hoponoa, s., kava, f., mafi, j., & taliauli, f. (2023). Commercial feed diluted with different fiber sources and enzyme product for broilers: growth performance, carcass and gut health. *Brazilian journal of poultry science*, 25(1), erbca-2021-1546. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2021-1546>
- Dibner, j. J., & richards, j. D. (2004). The digestive system: challenges and opportunities. *Journal of applied poultry research*, 13(1), 86-93. <https://doi.org/10.1093/japr/13.1.86>
- Dixon, j. L., furukawa, s., & ginsberg, h. N. (1991). Oleate stimulates secretion of apolipoprotein b-containing lipoproteins from hep g2 cells by inhibiting early intracellular degradation of apolipoprotein b. *The journal of biological chemistry*, 266(8), 5080-5086.
- Duke, g. E. (1982). Gastrointestinal motility and its regulation. *Poultry science*, 61(7), 1245-1256. <https://doi.org/10.3382/ps.0611245>
- Emami, n. K., jung, u., voy, b., & dridi, s. (2021). Radical response: effects of heat stress-induced oxidative stress on lipid metabolism in the avian liver. *Antioxidants*, 10(1), article 1. <https://doi.org/10.3390/antiox10010035>
- Erdoğan, s., & iwasaki, s. (2014). Function-related morphological characteristics and specialized structures of the avian tongue. *Annals of anatomy - anatomischer anzeiger*, 196(2-3), 75-87. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2013.09.005>
- Fouad, a. M., & el-senousey, h. K. (2014). Nutritional factors affecting abdominal fat deposition in poultry: a review. *Asian-australasian journal of animal sciences*, 27(7), 1057-1068. <https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13702>
- Fouad, a. M., ruan, d., el-senousey, h. K., chen, w., jiang, s., & zheng, c. (2019). Harmful effects and control strategies of aflatoxin b1 produced by *aspergillus flavus* and *aspergillus parasiticus* strains on poultry: review. *Toxins*, 11(3), article 3.

<https://doi.org/10.3390/toxins11030176>

- García-maldonado, e., gallego-narbón, a., vaquero, m. P., garcía-maldonado, e., gallego-narbón, a., & vaquero, m. P. (2019). ¿son las dietas vegetarianas nutricionalmente adecuadas? Una revisión de la evidencia científica. *Nutrición hospitalaria*, 36(4), 950-961. <https://doi.org/10.20960/nh.02550>
- Giribaldi rivera, e. A. (2022). Efecto de la goma de tara y la goma de guar sobre la morfometría intestinal y la respuesta productiva de pollos de carne. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5467>
- Griffin, h., acamovic, f., guo, k., & peddie, j. (1989). Plasma lipoprotein metabolism in lean and in fat chickens produced by divergent selection for plasma very low density lipoprotein concentration. *Journal of lipid research*, 30(8), 1243-1250. [https://doi.org/10.1016/s0022-2275\(20\)38281-x](https://doi.org/10.1016/s0022-2275(20)38281-x)
- Griffin, h. D., whitehead, c. C., & broadbent, l. A. (1982). The relationship between plasma triglyceride concentrations and body fat content in male and female broilers—a basis for selection? *British poultry science*, 23(1), 15-23. <https://doi.org/10.1080/00071688208447925>
- Hao, y., ji, z., shen, z., wu, y., zhang, b., tang, j., hou, s., & xie, m. (2021). Effects of total dietary fiber on cecal microbial community and intestinal morphology of growing white pekin duck. *Frontiers in microbiology*, 12, 727200. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.727200>
- Hristov, h. (2021). Avian stomach anatomy – a mini review. *Bulgarian journal of veterinary medicine*, 24(4), 461-468. <https://doi.org/10.15547/bjvm.2311>
- Hussein, d., hadi, k., & waad, s. (2023). Review of the anatomical structures and roles of the bird's digestive system (p. 150). <https://doi.org/10.47832/minarcongress7-11>
- Iji, p. A., saki, a., & tivey, d. R. (2001). Body and intestinal growth of broiler chicks on a

- commercial starter diet. 1. Intestinal weight and mucosal development. *British poultry science*, 42(4), 505-513. <https://doi.org/10.1080/00071660120073151>
- Intriago zambrano, m. E. (2023). *Parámetros productivos de pollos parrilleros en pastoreo utilizando balanceado comercial* [bachelorthesis, calceta: espam mfl]. [Http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/2170](http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/2170)
- J. Tejada, o., & k. Kim, w. (2021). Role of dietary fiber in poultry nutrition. *Animals : an open access journal from mdpi*, 11(2), 461. <https://doi.org/10.3390/ani11020461>
- Jain, a. (2021). Advances in poultry nutrition. *Indian journal of animal sciences*, 91, 616-622. <https://doi.org/10.56093/ijans.v91i8.115917>
- Janocha, a., milczarek, a., pietrusiak, d., & łaski, k. (2020). The effect of rations containing hulled or hull-less barley on the slaughter parameters and the quality of broiler chicken meat. *Journal of central european agriculture*, 21(3), 508-516. <https://doi.org/10.5513/jcea01/21.3.2699>
- Jha, r., & mishra, p. (2021). Dietary fiber in poultry nutrition and their effects on nutrient utilization, performance, gut health, and on the environment: a review. *Journal of animal science and biotechnology*, 12(1), 51. <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00576-0>
- Jiménez-moreno, e., gonzález-alvarado, j. M., de coca-sinova, a., lázaro, r., & mateos, g. G. (2009). Effects of source of fibre on the development and ph of the gastrointestinal tract of broilers. *Animal feed science and technology*, 154(1), 93-101. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.06.020>
- Juanchich, a., urvoix, s., hennequet-antier, c., narcy, a., & mignon-grasteau, s. (2021). Phenotypic timeline of gastrointestinal tract development in broilers divergently selected for digestive efficiency. *Poultry science*, 100(2), 1205-1212. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.11.013>

- Kierończyk, b., rawski, m., długosz, j., świętkiewicz, s., & józefiak, d. (2016). Avian crop function – a review. *Annals of animal science*, 16(3), 653-678.
<https://doi.org/10.1515/aoas-2016-0032>
- Koranteng, a. A.-a., gbogbo, k. A., adjei-mensah, b., bouassi, t., aïna, c. T. F., glago, j., & kokou, t. (2022). Impact of palm kernel cake with or without multi-blend enzyme on the growth performance and carcass traits of sasso broilers. *International journal of veterinary science and medicine*, 10(1), 80-89.
<https://doi.org/10.1080/23144599.2022.2125735>
- Krogdahl, a. (1985). Digestion and absorption of lipids in poultry. *The journal of nutrition*, 115(5), 675-685. <https://doi.org/10.1093/jn/115.5.675>
- Langlois, i. (2003). The anatomy, physiology, and diseases of the avian proventriculus and ventriculus. *Veterinary clinics: exotic animal practice*, 6(1), 85-111.
[https://doi.org/10.1016/s1094-9194\(02\)00027-0](https://doi.org/10.1016/s1094-9194(02)00027-0)
- Ledvinka, h. D., toghyani, m., tan, d. K. Y., khoddami, a., godwin, i. D., & liu, s. Y. (2022). The impact of drought, heat and elevated carbon dioxide levels on feed grain quality for poultry production. *Agriculture*, 12(11), article 11.
<https://doi.org/10.3390/agriculture12111913>
- Legrand, p., & hermier, d. (1992). Hepatic delta 9 desaturation and plasma vldl level in genetically lean and fat chickens. *International journal of obesity and related metabolic disorders*, 16(4), 289-294.
- Leung, h., arrazola, a., torrey, s., & kiarie, e. (2018). Utilization of soy hulls, oat hulls, and flax meal fiber in adult broiler breeder hens. *Poultry science*, 97(4), 1368-1372.
<https://doi.org/10.3382/ps/pex434>
- Lin, h., wang, l., liu, z., long, k., kong, m., ye, d., chen, x., wang, k., wu, k. K., fan, m., song, e., wang, c., hoo, r. L., hui, x., hallenborg, p., piao, h., xu, a., & cheng, k. K. (2022).

- Hepatic mdm2 causes metabolic associated fatty liver disease by blocking triglyceride-vldl secretion via apob degradation. *Advanced science* (weinheim, baden-wuerttemberg, germany), 9(20), e2200742. <https://doi.org/10.1002/advs.202200742>
- López-bascón, m. A., & luque de castro, m. D. (2020). Chapter 11—soxhlet extraction. En c. F. Poole (ed.), *liquid-phase extraction* (pp. 327-354). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-816911-7.00011-6>
- Ma, j., mahfuz, s., wang, j., & piao, x. (2021). Effect of dietary supplementation with mixed organic acids on immune function, antioxidative characteristics, digestive enzymes activity, and intestinal health in broiler chickens. *Frontiers in nutrition*, 8, 673316. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.673316>
- Mahmood, t., & guo, y. (2020). Dietary fiber and chicken microbiome interaction: where will it lead to? *Animal nutrition*, 6(1), 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2019.11.004>
- Mattiello, r. (s. F.). *Alimentación y nutrición en aves de jaula*.
- Mora, b. R.-r. C. De. (2015). Beneficios para la salud digestiva del salvado de trigo; evidencias científicas. *Nutrición hospitalaria*, 32(1), 41-45.
- Moscoso-muñoz, j. E., gomez-quispe, o., guevara-carrasco, v., moscoso-muñoz, j. E., gomez-quispe, o., & guevara-carrasco, v. (2020). Contenido de energía metabolizable y energía neta del maíz, subproducto de trigo, harina de soya, harina de pescado y aceite de soya para pollos de carne. *Scientia agropecuaria*, 11(3), 335-344. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.05>
- Mulet-cabero, a.-i., & wilde, p. J. (2023). Role of calcium on lipid digestion and serum lipids: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 63(6), 813-826. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1954873>
- Muñoz, j. E. M., tocre, c., arjona-smith, m., & olazabal, j. (2020). Efecto de la fuente lipídica en la alimentación de pollos para carne en zona de trópico. *Revista investigaciones*

- agropecuarias, 2(2), article 2. <https://doi.org/10.48204/j.ia.v2n2a3>
- Ochoa alejandro, d. P. (2017). Efecto de la inclusión de diferentes niveles de omega 3 sobre la deposición de grasa y tamaño de vísceras en ratones [*mus musculus*]. [bachelorthesis, loja: universidad nacional de loja]. <https://dspace.unl.edu.ec//handle/123456789/18469>
- Orozco campo, r., meleán romero, r., & rodríguez medina, g. (2009). Costos de producción en la cría de pollos de engorde. *Revista venezolana de gerencia*, 9(28). <https://doi.org/10.31876/revista.v9i28.9800>
- Osborne, d. J., & hamilton, p. B. (1981). Steatorrhea during aflatoxicosis in chickens^{1,2,3}. *Poultry science*, 60(7), 1398-1402. <https://doi.org/10.3382/ps.0601398>
- Osorio, j. H., & flores, j. D. (2018a). Comparación de lípidos sanguíneos entre pollos de engorde y gallinas ponedoras. *Revista de la facultad de medicina veterinaria y de zootecnia*, 65(1). <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v65n1.72021>
- Osorio, j. H., & flores, j. D. (2018b). Comparación de lípidos sanguíneos entre pollos de engorde y gallinas ponedoras. *Revista de la facultad de medicina veterinaria y de zootecnia*, 65(1), 27-35.
- Osorio, j. H., & flórez, j. D. (2011). Diferencias bioquímicas y fisiológicas en el metabolismo de lipoproteínas de aves comerciales. *Biosalud*, 10(1), 88-98.
- Pacheco-gómez, v., caballero-zamora, a., martínez-gonzález, s., prado-rebolledo, o., garcía-casillas, a., pacheco-gómez, v., caballero-zamora, a., martínez-gonzález, s., prado-rebolledo, o., & garcía-casillas, a. (2021). Bioquímica y vías metabólicas de polisacáridos, lípidos y proteínas. *Abanico veterinario*, 11. <https://doi.org/10.21929/abavet2021.47>
- Papah, m. B., & abasht, b. (2019). Dysregulation of lipid metabolism and appearance of slow myofiber-specific isoforms accompany the development of wooden breast myopathy in modern broiler chickens. *Scientific reports*, 9, 17170. <https://doi.org/10.1038/s41598->

019-53728-8

- Perusia, o. R., & rod r guez a, r. (2001). Micotoxicosis. Revista de investigaciones veterinarias del per , 12(2), 87-116.
- Qaid, m. M., albatshan, h. A., hussein, e. O. S., & al-garadi, m. A. (2023). Effect of housing system and housing density on performance, viability, and gastrointestinal tract growth of broiler chicks during the first 2 wk of age. Poultry science, 102(7), 102752. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102752>
- Quezada, t., cu llar, h., jaramillo-ju rez, f., valdivia, a. G., & reyes, j. L. (2000). Efectos de la aflatoxina b 1 en el h gado y ri n de pollos de engorde durante el desarrollo. Comparative biochemistry and physiology part c: pharmacology, toxicology and endocrinology, 125(3), 265-272. [https://doi.org/10.1016/s0742-8413\(99\)00107-3](https://doi.org/10.1016/s0742-8413(99)00107-3)
- Ravindran, v., & abdollahi, m. R. (2021). Nutrition and digestive physiology of the broiler chick: state of the art and outlook. Animals, 11(10), article 10. <https://doi.org/10.3390/ani11102795>
- Ravindran, v., tancharoenrat, p., zaefarian, f., & ravindran, g. (2016). Fats in poultry nutrition: digestive physiology and factors influencing their utilisation. Animal feed science and technology, 213, 1-21. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.01.012>
- Real, j. T., & ascaso, j. F. (2021). Metabolismo lip dico y clasificaci n de las hiperlipemias. Cl nica e investigaci n en arteriosclerosis, 33, 3-9. <https://doi.org/10.1016/j.arteri.2020.12.008>
- Rezaei, m., & hajati, h. (2010). Effect of diet dilution at early age on performance, carcass characteristics and blood parameters of broiler chicks. Italian journal of animal science, 9(1), e19. <https://doi.org/10.4081/ijas.2010.e19>
- Ribeiro, a. G., rabello, c. B. V., santos, m. J. B. Dos, nascimento, j. C. Dos s., silva, d. A. Da, oliveira, h. S. De h., macambira, g. M., santos, a. C. F. Dos, maciel, m. Dos s., carvalho,

- c. B. De m., mota, m. A. A., pessoa, d. V., silva, g. D., siqueira, m. A., souza, d. M. M. P. De, marinho, j. B. M., silva, l. A. L. Da, & miranda, v. M. De m. C. (2021). Hábitats da microbiota residente e aditivos equilibradores intestinais para aves de produção: revisão. *Research, society and development*, 10(10), article 10. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i10.18800>
- Richards, j. D., zhao, j., harrell, r. J., atwell, c. A., & dibner, j. J. (2010). Trace mineral nutrition in poultry and swine. *Asian-australasian journal of animal sciences*, 23(11), 1527-1534. <https://doi.org/10.5713/ajas.2010.r.07>
- Rodríguez zelaya, j., aguirre rosales, d., & rodríguez sibaja, d. (1994). Efecto de la sustitucion del maiz por citropulpa y cascarilla de arroz en la alimentacion de pollos de engorde. *Uniciencia*, 11(1), 17-25.
- Rodriguez-sanchez, r., tres, a., sala, r., guardiola, f., & barroeta, a. C. (2019). Evolution of lipid classes and fatty acid digestibility along the gastrointestinal tract of broiler chickens fed different fat sources at different ages. *Poultry science*, 98(3), 1341-1353. <https://doi.org/10.3382/ps/pey458>
- Saleh, a., & alzawqari, m. (2021). Effects of replacing yellow corn with olive cake meal on growth performance, plasma lipid profile, and muscle fatty acid content in broilers. *Animals*, 11(8), article 8. <https://doi.org/10.3390/ani11082240>
- Sánchez-torres, l., macias-flores, m., gutiérrez-arenas, d., arredondo-castro, m., valencia-posadas, m., & avila-ramos, f. (2022). Fibra como prebiótico para aves de producción: una revisión. *Abanico veterinario*, 12, e2022-16.
- Sánchez-torres, l., macias-flores, m., gutiérrez-arenas, d., arredondo-castro, m., valencia-posadas, m., avila-ramos, f., sánchez-torres, l., macias-flores, m., gutiérrez-arenas, d., arredondo-castro, m., valencia-posadas, m., & avila-ramos, f. (2022). Fiber as a prebiotic for poultry: a review. *Abanico veterinario*, 12.

<https://doi.org/10.21929/abavet2022.24>

- Sato, k., & akiba, y. (2002). Lipoprotein lipase mrna expression in abdominal adipose tissue is little modified by age and nutritional state in broiler chickens. *Poultry science*, 81(6), 846-852. <https://doi.org/10.1093/ps/81.6.846>
- Sato, k., suzuki, k., & akiba, y. (1998). Species differences in substrate specificity of lipoprotein lipase purified from chickens and rats. *Comparative biochemistry and physiology part a: molecular & integrative physiology*, 119(2), 569-573. [https://doi.org/10.1016/s1095-6433\(97\)00468-6](https://doi.org/10.1016/s1095-6433(97)00468-6)
- Scanes, c. G. (2020). Avian physiology: are birds simply feathered mammals? *Frontiers in physiology*, 11. <https://www.frontiersin.org/journals/physiology/articles/10.3389/fphys.2020.542466>
- Shang, q., wu, d., liu, h., mahfuz, s., & piao, x. (2020). The impact of wheat bran on the morphology and physiology of the gastrointestinal tract in broiler chickens. *Animals*, 10(10), article 10. <https://doi.org/10.3390/ani10101831>
- Shirzadegan, k., & taheri, h. R. (2017). Insoluble fibers affected the performance, carcass characteristics and serum lipid of broiler chickens fed wheat-based diet. *Iranian journal of applied animal science*, 7(1), 109-117.
- Singh, y., amerah, a. M., & ravindran, v. (2014). Whole grain feeding: methodologies and effects on performance, digestive tract development and nutrient utilisation of poultry. *Animal feed science and technology*, 190, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.01.010>
- Sklan, d., shachaf, b., baron, j., & hurwitz, s. (1978). Retrograde movement of digesta in the duodenum of the chick: extent, frequency, and nutritional implications. *The journal of nutrition*, 108(9), 1485-1490. <https://doi.org/10.1093/jn/108.9.1485>
- Sklan, d., smirnov, a., & plavnik, i. (2003). The effect of dietary fibre on the small intestines

- and apparent digestion in the turkey. *British poultry science*, 44(5), 735-740.
<https://doi.org/10.1080/00071660310001643750>
- Taheri, h. R., tanha, n., & shahir, m. H. (2016). Effect of wheat bran inclusion in barley-based diet on villus morphology of jejunum, serum cholesterol, abdominal fat and growth performance of broiler chickens. *Journal of livestock science and technologies*, 4(1), 9-16. <https://doi.org/10.22103/jlst.2016.1374>
- Tancharoenrat, p., ravindran, v., zaefarian, f., & ravindran, g. (2014). Digestion of fat and fatty acids along the gastrointestinal tract of broiler chickens. *Poultry science*, 93(2), 371-379. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03344>
- Tandalla tandalla, r. I. (2011). Evaluación de diferentes niveles de proteína bruta y lisina en dietas para pollos parrilleros [bachelorthesis, escuela superior politécnica de chimborazo]. <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/1185>
- Teymouri, h., zarghi, h., & golian, a. (2018). Evaluation of hull-less barley with or without enzyme cocktail in the finisher diets of broiler chickens. *Journal of agricultural science and technology*, 20(3), 469-483.
- Thieme, o. (s. F.). Revisión del desarrollo avícola.
- Torres, d. M. (2018). Exigencias nutricionales de proteína bruta y energía metabolizable para pollos de engorde. *Riaa*, 9(1), 6.
- Turk, d. E. (1982). The anatomy of the avian digestive tract as related to feed utilization. *Poultry science*, 61(7), 1225-1244. <https://doi.org/10.3382/ps.0611225>
- Upadhaya, s. D., park, j. W., park, j. H., & kim, i. H. (2017). Efficacy of 1,3-diacylglycerol as a fat emulsifier in low-density diet for broilers. *Poultry science*, 96(6), 1672-1678. <https://doi.org/10.3382/ps/pew425>
- Vielma guevara, j. R., buelvas jimenez, n., vielma guevara, j. R., & buelvas jimenez, n. (2021). Metabolismo intermediario de *blastocystis* spp. *Revista eugenio espejo*, 15(2), 115-136.

<https://doi.org/10.37135/ee.04.11.10>

Yarru, I. P., Settivari, R. S., Gowda, N. K. S., Antoniou, E., Ledoux, D. R., & Rottinghaus, G. E. (2009). Effects of turmeric (*Curcuma longa*) on the expression of hepatic genes associated with biotransformation, antioxidant, and immune systems in broiler chicks fed aflatoxin. *Poultry Science*, 88(12), 2620-2627. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00204>

Yucel, B., & Taskin, T. (2018). *Animal husbandry and nutrition*. Bod – books on demand.

Zambrano Zambrano, G. A., García Macías, V. L., Cedeño Palacios, C. A., & Alcívar Cedeño, U. E. (2021). Aprovechamiento de la cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) para la obtención de fibras de celulosa. *Polo del conocimiento: revista científico - profesional*, 6(4), 415-437.

11. Anexos

Anexo 1. Fotografías de trabajo de campo



Figura 2. Encalado del piso y desinfección con amonio cuaternario del galpón.



Figura 3. Llegada y distribución en las distintas unidades experimentales.



Figura 4. Elaboración de dietas con las diferentes fuentes de fibra.



Figura 5. Depósito de grasa.



Figura 6. Trabajo de laboratorio para el depósito de grasa abdominal y a nivel de hígado.

Anexo 2. Certificado de idioma de inglés.

CERTIFICADO DE TRADUCCIÓN

Yo, Eduardo Alexander Vargas Romero, con número de cédula 1104605454 y con título de Licenciado en Ciencias de la Educación, Mención Inglés, registrado en el SENESCYT con número 1031-15-1437415

CERTIFICO:

Que he realizado la traducción de español al idioma Inglés del resumen del presente trabajo de integración curricular denominado **“EVALUACIÓN DE DIFERENTES FUENTES DE FIBRA EN EL DEPÓSITO DE GRASA EN POLLOS DE CARNE, BAJO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN ALTURA”** de autoría **Bryan Patricio Herrera Pardo**, portador de la cédula de identidad, número **1150215562**, estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria, Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, siendo el mismo verdadero y correcto a mi mejor saber y entender.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando al interesado hacer uso del presente en lo que se creyera conveniente.



Firmado digitalmente por:
EDUARDO ALEXANDER
VARGAS ROMERO

Mgtr. Eduardo Alexander Vargas Romero

C.I. 1104605454

Registro del SENESCYT: 1031-15-1437415