



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria

Efecto de diferentes fuentes de fibra sobre la calidad de la canal en pollos de carne bajo sistemas de producción en altura

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Médica Veterinaria.

AUTORA:

Guisela Del Cisne Cañar Morocho

DIRECTORA:

Dra. Rocío Del Carmen Herrera Herrera. Mg.Sc

Loja – Ecuador

2023

Certificación

Loja, 18 de septiembre del 2023

Dra. Rocío Del Carmen Herrera Herrera Mg.Sc.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Efecto de diferentes fuentes de fibra sobre la calidad de la canal en pollos de carne bajo sistemas de producción en altura** de autoría de la estudiante **Guisela Del Cisne Cañar Morocho**, con cédula de identidad Nro. **1105306623** previo a la obtención del título de **MÉDICA VETERINARIA**. 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.



Firmado electrónicamente por:
**ROCIO DEL CARMEN
HERRERA HERRERA**

Dra. Rocío Del Carmen Herrera Herrera. Mg.Sc.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **Guisela Del Cisne Cañar Morocho**, declaro ser autora 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: 1105306623

Fecha: 13 de noviembre de 2023

Correo electrónico: guisela.canar@unl.edu.ec

Teléfono: 0980922766

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

Yo, **Guisela Del Cisne Cañar Morocho**, declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Efecto de diferentes fuentes de fibra sobre la calidad de la canal en pollos de carne bajo sistemas de producción en altura**, como requisito para optar por el título de **Médica Veterinaria**, 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, en la ciudad de Loja, a los trece días del mes de noviembre de dos mil veintitrés.

Firma:



Autora: Guisela Del Cisne Cañar Morocho

Cédula: 1105306623

Dirección: Ciudadela “Julio Ordoñez”

Correo electrónico: guisela.canar@unl.edu.ec

Teléfono: 0980922766

DATOS COMPLEMENTARIOS:

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

Dedicatoria

El presente Trabajo de Integración Curricular va dedicado primeramente a Dios por la vida y por haberme permitido llegar hasta esta instancia.

A mis padres Segundo y Graciela por ser mis pilares inquebrantables, su dedicación, esfuerzo y sacrificio es la razón por la que hoy estoy aquí, con su amor incondicional me enseñaron el valor de la perseverancia, humildad y respeto. Gracias por haber creído en mí y por nunca dudar de mi potencial.

A mis hermanos Efrén, Alexis y a mi hermana Evelyn mis tres pilares fundamentales en mi vida por ser un apoyo incondicional, agradezco cada gesto de aliento que me han brindado.

A mi sobrino un ser que me lleno de alegría y esperanza durante mi carrera universitaria, eres una luz en mi vida y quién me ha enseñado la importancia de nunca dejar de soñar.

A mis abuelitos Rosalina Quezada y Juan Morocho, que se encuentran en el cielo a quienes les dedico mi Trabajo de Integración Curricular con todo el amor llevándolos siempre en mi corazón, gracias por su sabiduría y amor.

Guisela Del Cisne Cañar Morocho

Agradecimiento

Agradezco primeramente a Dios por permitirme culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres Segundo y Graciela este logro no hubiera sido posible sin su apoyo incondicional tanto financiero y emocional a lo largo de estos años, ustedes han sido guía en cada paso de mi vida.

A mis hermanos Efrén, Alexis y mi hermana Evelyn gracias por sus palabras de ánimo y confianza han sido un impulso para continuar cuando las cosas se ponen difíciles.

A mi sobrino, a pesar de ser pequeño, tu presencia en mi vida ha sido una fuente inagotable de inspiración, ver tus ojos brillantes y tu sonrisa inocente me han dado fuerzas para cumplir este gran logro.

Con inmensa gratitud a mi Directora del Trabajo de Integración Curricular Dra. Rocío Herrera por haber sido mi guía y apoyo, su dedicación, paciencia, sabiduría han sido importantes para enfrentar los desafíos que se presentaron a lo largo de este proceso.

A mis distinguidos Docentes, especialmente al Dr. Rodrigo Abad, Dr. Galo Escudero, Dr. Luis Aguirre y a la Ing. Beatriz Guerrero, por su constante apoyo, por brindarme sus conocimientos y experiencias, por ser mis guías, gracias por su noble contribución durante esta investigación.

Mi sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja especialmente a la carrera de Medicina Veterinaria y a toda su planta Docente que contribuyeron en mi formación profesional y por el aporte de conocimientos.

A mis mejores amigos por su constante apoyo y cariño, gracias por brindarme una palabra de aliento necesario cuando la carga parecía pesada e imposible, por compartir sus sabios consejos y conocimientos y por creer en mí incluso cuando dudaba de mis propias habilidades.

Guisela Del Cisne Cañar Morocho

Índice de contenidos

Portada	ii
Certificación.....	ii
Autoría.....	iii
Carta de autorización.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas	x
Índice de figuras	xi
Índice de Anexos.....	xii
1. Título	1
2. Resumen.....	2
2.1.Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco Teórico	6
4.1. Fisiología Digestiva en Aves.....	6
4.2. La fibra	8
4.3. Componentes de la fibra	9
4.3.1. Celulosa.....	9
4.3.2. Hemicelulosa.....	9
4.3.3. Lignina	9
4.3.4. Pectinas.....	9
4.3.5. Polisacáridos no almidón	9
4.4. Tipos de fibra.....	10
4.4.1. Fibra soluble.....	10
4.4.2. Fibra insoluble.....	10

4.5.	Fuentes de fibra	10
4.5.1.	Afrecho de trigo	10
4.5.2.	Cascarilla de arroz.....	11
4.5.3.	Palmiste	11
4.6.	Importancia de la fibra en la alimentación de las aves	11
4.7.	Parámetros que definen la calidad de canal.....	12
4.7.1.	Rendimiento a la canal	12
4.7.2.	pH.....	12
4.7.3.	Pigmentación.....	13
4.7.4.	Capacidad de retención de agua (CRA)	14
4.8.	Factores que influyen en la calidad de carne	15
4.8.1.	Línea.....	15
4.8.2.	Sexo.....	15
4.8.3.	Edad.....	15
4.8.4.	Alimentación	15
5.	Metodología	16
5.1.	Área de estudio	16
5.2.	Procedimiento.....	16
5.2.1.	Animales e Instalaciones	16
5.2.2.	Diseño experimental.....	17
5.2.3.	Dietas Experimentales.....	17
5.2.4.	Tratamientos.....	19
5.2.5.	Manejo de animales.....	19
5.2.6.	Variables y toma de datos	20
5.2.7.	Procesamiento y análisis de información	21
5.2.8.	Consideraciones éticas	21
6.	Resultados.....	22
6.1.	Rendimiento a la canal.....	22

6.2. Pigmentación de la canal	22
6.3. pH y capacidad de retención de agua de la canal	23
7. Discusión	24
7.1. Rendimiento a la canal.....	24
7.2. Pigmentación de la canal	25
7.3. pH en pechuga	26
7.4. Capacidad de retención de agua (CRA).....	27
8. Conclusiones	29
9. Recomendaciones	30
10. Bibliografía	31
11. Anexos	39

Índice de tablas

Tabla 1. Ingredientes y composición química de la dieta de crecimiento (%).....	17
Tabla 2. Ingredientes y composición química de la dieta de engorde (%).....	18
Tabla 3. Cronograma de vacunación.....	20
Tabla 4. Peso vivo, rendimiento a la canal y peso de vísceras en pollos alimentados con diferentes fuentes de fibra (g).	22
Tabla 5. Pigmentación de la canal.....	23
Tabla 6. pH y retención de agua en pollos alimentados con diferentes fuentes de fibra.	23

Índice de figuras

Figura 1. Quinta Experimental Punzara (Google maps, 2023).	16
Figura 2. Encalado del piso y desinfección con amonio cuaternario del galpón.	39
Figura 3. Llegada y distribución en las diferentes unidades experimentales.	39
Figura 4. Elaboración de dietas con las diferentes fuentes de fibra.	39
Figura 5. Rendimiento a la canal.....	40
Figura 6. Medición de la pigmentación en pechuga (pectoralis major).	40
Figura 7. Toma de pH en el muslo de pechuga.	40
Figura 8. Trabajo de laboratorio para la capacidad de retención de agua (CRA).	40

Índice de Anexos

Anexo 1. Fotografías del trabajo de campo.	39
Anexo 2. Certificado de idioma de inglés.....	41

1. Título

Efecto de diferentes fuentes de fibra sobre la calidad de la canal en pollos de carne bajo sistemas de producción en altura.

2. Resumen

En la alimentación de pollos de carne, el uso de fibra es considerada como un nutriente de importancia ya que permite mejorar la respuesta inmune, parámetros intestinales y absorción de nutrientes, logrando mayores incrementos de peso y rendimiento a la canal. El objetivo de la presente investigación fue el uso de diferentes fuentes de fibra (afrecho de trigo, cascarilla de arroz y palmiste) en el alimento de pollos bajo sistemas de producción en altura sobre la calidad de la canal. Se emplearon 400 pollos de la línea Cobb 500 de 45 días de edad, divididos aleatoriamente en cuatro tratamientos T1(control), T2 (afrecho de trigo), T3 (cascarilla de arroz) y T4 (palmiste) en el alimento. Las dietas se formularon por etapa de producción teniendo en cuenta los requerimientos nutricionales publicados para Cobb 500. Se utilizó un diseño completamente al azar. Las variables evaluadas fueron rendimiento a la canal, pigmentación en el muslo de la pechuga (*pectoralis major*), pH y capacidad de retención de agua. Los datos fueron analizados en el programa estadístico SAS 2016, las medias se compararon mediante el test Tukey. Los resultados no presentaron diferencias estadísticas para variables como rendimiento a la canal $p=0,486$, L* pigmentación $p=0,876$; a* $p=0,666$ y b* $p=0,885$, pH $p=0,650$, y capacidad de retención de agua $p=0,177$, sin embargo, se presentan promedios de rendimiento a la canal de 71,73%, pigmentación de L* 28,15, a* 1,1 y b* 2,3, pH 6,1 y capacidad de retención de agua de 67,88 %. Se concluyó que las fuentes de fibra agregadas a la dieta no afectaron las variables estudiadas.

Palabras claves: Fibra, rendimiento a la canal, pigmentación, pH, retención de agua.

2.1. Abstract

In broiler feeding, the use of fiber is considered an important nutrient since it allows, it improves immune response, intestinal parameters and nutrient absorption, achieving greater weight gain and carcass yield. The objective of this research was the use of different fiber sources (wheat bran, rice husk and palm kernel) in the feed of broilers under high altitude production systems on carcass quality. They were employed four hundred chickens of the line Cobb 500 45-day-old, randomly divided into four treatments: T1 (control), T2 (wheat bran), T3 (rice husk) and T4 (palm kernel) in feed. The diets were formulated by stage of production taking into account the nutritional requirements published for Cobb 500. The variables evaluated were carcass yield, breast thigh pigmentation (pectoralis major), pH and water holding capacity. The data were analyzed in the statistical program SAS 2016, and the means were compared using the Tukey test. The results showed no statistical differences for variables such as carcass yield $p=0.486$, L* pigmentation $p=0.876$; a* $p=0.666$ and b* $p=0.885$, pH $p=0.650$, and water holding capacity $p=0.177$, however, carcass yield averaged 71.73%, pigmentation L* 28.15, a* 1.1 and b* 2.3, pH 6.1 and water holding capacity 67.88 %. It was concluded that the sources of fiber added to the diet did not affect the variables studied.

Key words: Fiber, carcass yield, pigmentation, pH, water retention.

3. Introducción

La avicultura aporta un 60 % de la proteína de origen animal Quezada (2001), a nivel mundial, la producción de carne de pollo ocupa el segundo lugar, después de la de cerdo. Actualmente la producción avícola en el Ecuador es una de las actividades productivas más importantes de la economía ecuatoriana, esta actividad se basa principalmente en dos sectores productivos, la producción de pollos de carne y la producción comercial de huevos que representan una fuente proteica accesible en el mercado para la dieta del consumidor (Tapia, 2017).

La actividad avícola se considera un complejo agroindustrial que incluye la producción agrícola de maíz, soya, alimento balanceado, carne y huevos de aves Chang et al, (2004); sin embargo, se busca que los pollos consuman el alimento en el menor tiempo y absorban la máxima cantidad de nutrientes y los conviertan de manera eficiente; la inclusión de aditivos como los antibióticos promotores de crecimiento (AGP) han permitido tener rendimientos óptimos mejorando la salud intestinal y absorción de nutrientes Gaggia et al, (2010); sin embargo, en la actualidad la prohibición del uso en la alimentación animal por los efectos residuales que genera en el producto final ha conllevado a los productores a buscar alternativas que reemplacen el uso de los mismos como es el uso de probióticos, prebióticos, ácidos orgánicos y productos provenientes de materias primas convencionales (Suárez et al., 2016).

El uso de fuentes alternativas de fibra se considera de importancia en la alimentación de los pollos porque mejora la respuesta inmune, el desarrollo de vellosidades intestinales y absorción de nutrientes, logrando mayores incrementos de peso y rendimiento a la canal Torres (2022); para lo cual la cantidad y calidad de esta debe estar ajustada al requerimiento de la etapa productiva y en equilibrio con el resto de nutrientes de la ración Brand (2018). Las fuentes tradicionales de fibra, como el salvado de trigo y otros cereales como el pulido de arroz proporcionan fibra soluble e insoluble Bosse y Pietsch (2016); respecto a la FAO (2013) menciona que una dieta basada en cereales integrales mejora el rendimiento en pollos; se debe considerar que niveles altos a los rangos establecidos pueden causar retraso en el crecimiento y diarrea en aves (Avila, 2003).

La aceptabilidad de la carne de pollo en el mercado está ligado al rendimiento de la canal, características sensoriales Attia et al, (2016); otro factor de calidad importante es el pH de la carne, con esto se puede definir carnes PSE (Pálido, Suave, Exudativo) y DFD (Oscuro, Firme, Seca) Sanchis et al, (2011), esto se debe a la coloración de la piel de pollos lo cual

representa un factor importante en el momento de valorar el producto, debido a que los carotenoides son compuestos naturales que se encuentran en animales y plantas; además, son responsables de los colores amarillos, naranja y rojos, pues se sabe que los pollos no sintetizan carotenoides y deben ser incorporados en su dieta, así también, la zeaxantina afecta el color amarillo de los todos los tejidos, especialmente la grasa abdominal (Hamelin, 2013). Considerando lo anteriormente expuesto la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes fuentes de fibra (afrecho de trigo, cascarilla de arroz y palmiste) en la calidad de la canal en pollos bajo sistemas de producción en altura, para los cuales se plantearon los siguientes objetivos:

- Analizar el efecto de las fuentes de fibra sobre el rendimiento y pigmentación de las canales en pollos de carne.
- Determinar el pH y retención del agua en canales de pollos alimentados con diferentes fuentes de fibra.

4. Marco Teórico

4.1. Fisiología Digestiva en Aves

El sistema digestivo de las aves incluye el tracto digestivo y sus órganos accesorios: pico, lengua, hígado, bazo y páncreas, el tracto digestivo incluye la cavidad bucal, el esófago, el buche, el estómago glandular, la molleja o estómago muscular, el intestino delgado, el ciego, recto, cloaca y ano (Roa et al., 2012).

La digestión comienza en la cavidad bucal, la misma que está recubierto por vainas corneales de diferente dureza, la digestión comienza cuando los alimentos y el agua entran en contacto con la mucosa oral, así también, en la pared bucal hay glándulas salivales que producen gran cantidad de secreción de saliva que ayuda durante el proceso de deglución, la saliva contiene Pتيالina que puede hidrolizar el almidón y convertirlo en azúcar, la reacción casi siempre es ácida, por lo que el pH de la saliva es de 6,75 Gil, (2010). El alimento en aves es digerido sin ser procesado, luego de cumplir con ese proceso el alimento puede entrar al buche Svihus (2014) y presenta una elongación del esófago lo cual el pH es 4.6. Aquí, los alimentos se humedecen, maceran, almacenan y parte del almidón se hidroliza, proceso provocado por una leve fermentación microbiana (principalmente lactobacilos) (Shimada, 2003).

El estómago glandular o conocido como proventrículo constituye el canal de transporte del alimento desde el buche hasta la molleja, cuando el alimento pasa por este pequeño estómago provocará la secreción del jugo gástrico, no actúa en la molleja son a nivel del duodeno, pues las glándulas gástricas secretan jugo gástrico la misma que contiene pepsina, ácido clorhídrico, agua y mucina Rodríguez et al, (2017), por otro lado, el proventrículo tiene un mínimo inherente motilidad, por lo que el alimento pasa a través de él como resultado de la contracción del esófago Maynard et al (1981), y mantiene un pH entre 3,5 – 6,0, a pesar de la presencia de HCL y pepsina, la proteólisis en este órgano es moderada en aves (Shimada, 2003).

La función de la molleja es mezclar y moler los alimentos mecánicamente, ayudado por las piedrecillas (grit) que son pequeños granitos que se agregan con frecuencia en el alimento de las aves para mejorar la digestibilidad de los granos enteros o con mínimo proceso, los grit ayudan a la molleja con la motilidad y proporcionan una superficie para triturar Estrada (2014), de igual manera, la molleja tiene una capacidad de almacenamiento entre 5 – 10 kg de alimento Svihus (2014), la misma que tiene la función de diluir los minerales contenidos en el alimento, en su interior presenta un pH entre 2,2 y 4,0 (Shimada, 2003). Así

también, la pared de la molleja produce coilina, un complejo polisacárido-proteína con una composición de aminoácidos similar a la queratina que se endurece en presencia de ácido clorhídrico Maynard et al (1981). Por otro lado, la intensidad del movimiento de la molleja varía según la naturaleza de la dieta, es decir, los alimentos duros y bastos provocan contracciones más frecuentes e intensas que los alimentos blandos y molidos (Shimada, 2003).

El intestino delgado tiene tres funciones; 1) secreta jugos intestinales que contienen enzimas; estas a su vez completan la digestión de las proteínas y descomponen los azúcares en formas más simples en el ciclo duodenal; 2) extrae de los alimentos digeridos, absorbe los nutrientes y los transporta hacia el torrente sanguíneo, y 3) proporciona una acción peristáltica similar a una onda que pasa el material no digerido al ciego y al recto Gomes et al, (2022). Así también, un alimento rico en almidón acelera la producción de amilasa pancreática, similar a lo que sucede con un alimento rico en grasas que produce lipasa, y el factor de retención de nutrientes disminuye entre los 2 y los 6 días de edad, pero aumenta entre un 20% y un 25% entre los 8 y 14 días. Entonces, entre los 6 y 14 días de edad, la digestibilidad de las grasas aumenta de 68,5 % a 82,6 % y la digestibilidad de la materia orgánica aumenta de 63,4% a 84,7 % Mateos et al, (2007). En el duodeno se forma un asa intestinal, la misma que es llamada asa duodenal, tiene forma de "U", sus dos ramas están conectadas por restos mesentéricos. Entre las dos partes del asa hay un órgano alargado llamado páncreas, así también el contenido del duodeno por lo general casi siempre es ácido, con un pH de 6,31, lo que probablemente aquí los jugos gástricos jueguen la mayor parte de su acción Gomes et al, (2022). La función del yeyuno es llevar a cabo la absorción del material del quilo o bolo. En esta parte del intestino delgado, los jugos intestinales trabajan para degradar al mínimo los carbohidratos, las proteínas y los lípidos, el yeyuno presenta un pH de 7,04 Gomes et al, (2022); mientras que la función del íleon es absorber nutrientes y producir enzimas para completar el procesamiento de los alimentos. La vitamina B12 y la mayoría de las sales biliares se absorben aquí, así también, la mucosa del intestino delgado contiene acumulaciones de tejido linfóide llamadas placas de Peyer, que son más abundantes en el íleon, por otro lado, el íleon presenta un pH 7,59 (Gomes et al., 2022).

Por otro lado, el intestino grueso se subdivide en 2 porciones que son los ciegos y un colon corto el mismo que desemboca en la cloaca. En el ciego, donde el pH del quimo está entre 6,0 y 7,0, es en este órgano donde se despliega el 18 % de la celulosa y se sintetizan algunas vitaminas por fermentación microbiana. Los ácidos grasos volátiles producidos son

absorbidos y proporcionan así la energía utilizada por las aves, cuya cantidad se desconoce. En cuanto a las vitaminas, solo son útiles para animales capaces de ingerir heces Shimada (2003), el colón recibe productos de la digestión del intestino delgado e intermitentemente del ciego, en esta parte se absorbe el agua y las proteínas de los alimentos que llegan allí, tiene un pH de 7,38. Estas estructuras anatómicas son las dos últimas partes del intestino grueso y se comunican con la cloaca (Gomes et al., 2022).

En cuanto a la activación del sistema inmune en la fisiología digestiva de las aves, se menciona que alrededor del 75 % de las células defensivas del cuerpo se encuentran en el intestino en forma de tejido linfoide. Los anticuerpos IgA de la mucosa son un componente importante de la barrera inmunitaria intestinal y brindan protección al evitar la adhesión de bacterias o toxinas a las células epiteliales intestinales. Además, matan las bacterias a través de la citotoxicidad mediada por células dependiente de anticuerpos Tavernari et al, (2008). Por otro lado, el pH dentro de cada segmento del TGI es crucial para determinar el ambiente químico de la ingesta y la eficacia de las enzimas exógenas y endógenas, el pH es importante para que cada enzima tenga un pH óptimo en el que puedan mantener un cierto nivel de eficacia. Ciertos componentes de la dieta (como la fibra) y otros (como las partículas grandes) afectan a diferentes segmentos intestinales Barragán (2014); Angel et al (2013) manifiesta que el pH del tracto gastrointestinal cambia con la edad, describiendo el pH medio de la molleja a los 2, 8 y 15 días de edad como 3.49; 3.39 y 3.27, respectivamente, porque a los 8 días el ácido clorhídrico (HCl) rara vez se secreta hasta que son jóvenes, por lo que el pH aumenta.

4.2. La fibra

Es un componente clave para el alimento de las aves aparte que contribuye a que el ave tenga una mejor salud y bienestar, por otro lado, la adición de fibras se debe a una respuesta fisiológica que ayude a un mejor desarrollo del tracto gastrointestinal, el mismo que ayuda a controlar el crecimiento de la flora microbiana, aumentando así la productividad (Bosse y Pietsch, 2016).

Es importante mencionar que las principales propiedades de las fibras con influencia nutricional son la capacidad de intercambio catiónico e hidratación, la viscosidad y la capacidad de absorción de compuestos orgánicos. Así también, las propiedades de hidratación definen la solubilidad y la capacidad de retención de agua (Mateos et al., 2006).

Por otro lado, la evaluación de fuentes ricas en fibra incluye la determinación de su valor nutricional y la caracterización de su fracción de fibra. El valor nutritivo de un alimento depende del consumo del alimento en cuestión y de la medida en que aporta materia seca para aportar a la dieta energía, proteínas, minerales y vitaminas para satisfacer las necesidades del animal (Savón, 2002).

4.3. Componentes de la fibra

Se clasifica acorde a su grado de solubilidad en agua: fibra insoluble (celulosa, hemicelulosas y lignina) y fibra soluble (pectinas, polisacáridos y celulosa modificada) (FAO, 2013).

4.3.1. Celulosa

Es el componente principal de la fibra cruda (90 %), y también constituye la mayor parte de la parte insoluble de la fibra Mariño et al, (2021). La celulosa es también la parte no digerible de los alimentos (Torres, 2022).

4.3.2. Hemicelulosa

Las especies de plantas varían mucho en contenido de hemicelulosa en piensos, harina, pulpa (10 % a 25 % MS) y en menor medida en grano (2 % a 12 % MS). En las células maduras, las hemicelulosas se unen covalentemente a la lignina más fácilmente que otros polisacáridos, haciéndolas insolubles (Fernández, 2007).

4.3.3. Lignina

Es la parte intracelular de aquellas células fibrosas las cuales encierran a los carbohidratos solubles y además es usada para poder determinar la cantidad de fibra en el alimento (Torres, 2022).

Tiene una gran importancia en la alimentación animal puesto que presenta una gran resistencia a la degradación química, además las fibras vegetales en la lignina las vuelve inalcanzables a las enzimas que conseguiría digerirlas (Maynard et al., 1981).

4.3.4. Pectinas

Es una mezcla compleja de polisacáridos que constituyen aproximadamente un tercio de las paredes celulares de las plantas superiores. Además, sus aplicaciones han suscitado gran interés debido a sus parámetros fisicoquímicos y biodegradabilidad (Mariño et al., 2021).

4.3.5. Polisacáridos no almidón

Las dietas ricas en polisacáridos no almidón estimulan modificaciones en la morfología intestinal, como en la de cerdo como en las aves, así también, en dependencia de la fuente se

puede llegar a alterar la longitud, el número de vellosidades en el intestino y a su vez la velocidad de proliferación celular (Savón, 2002).

4.4. Tipos de fibra

4.4.1. Fibra soluble

Dos de las características más importantes que exhibe la fibra soluble en el tracto digestivo que determinan su efecto en los animales son su capacidad para aumentar la viscosidad de la digesta intestinal y la facilidad de fermentación Rodríguez y García (1998). Además, ayuda a reducir la digestión de grasas, proteínas y almidón este tipo de fibra presenta partes fermentables la misma que a su vez ayuda a reducir la materia seca en las heces y al final este tipo de fibra enlaza nutrientes (pectina) (Bosse y Pietsch, 2016).

4.4.2. Fibra insoluble

Mejora la fisiología y motilidad del sistema digestivo, reduciendo el riesgo de procesos intestinales, además, la fibra insoluble se compone principalmente de sustancias de la pared celular, incluidas la celulosa y la hemicelulosa y una cierta cantidad de sustancias de pectina, proteína ligada a la fibra y lignina (Mateos et al., 2006).

En las gallinas de postura, la fibra insoluble se acumula en la molleja para aumentar la retención de alimentos, moderar el flujo de alimentos y mejorar el desarrollo muscular, un efecto parecido tiene en los pollos de engorde ya que a los 21 días recibe 2,5 – 3 % de fibra insoluble, lo que permite el desarrollo del intestino delgado y reduce el pH de la molleja Hetland et al, (2004); así también, Donadelli et al, (2019) manifiesta que agregar el 3 % de fibra insoluble a las dietas de pollo de engorde aumenta la disponibilidad de energía metabolizable y mejora la digestión del almidón y la digestibilidad de los minerales en las gallinas de postura.

4.5. Fuentes de fibra

4.5.1. Afrecho de trigo

La composición química del afrecho de trigo presenta una proteína cruda de 17,29 %, fibra bruta del 11,1 % y una grasa verdadera (% EE) del 72% (Michael Lafore et al., 1999).

La regulación de la fisiología gastrointestinal, incluido el tiempo de tránsito intestinal y el tiempo de vaciado gástrico, es una función del afrecho de trigo y por lo tanto, influye en la función digestiva Shang et al (2020). Así también, tiene la capacidad de atrapar y retener agua, facilita el tránsito intestinal, aumenta el volumen de las heces y ayuda a que los alimentos pasen por el estómago y los intestinos con mayor rapidez (Piedra, 2015).

Según Jensen (1989) manifiesta que el afrecho de trigo tiene efectos de promoción del crecimiento en aves que no están directamente relacionados con su ingesta de fibra dietética, pero pueden deberse a cambios en la flora intestinal.

4.5.2. Cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz es un residuo difícil de biodegradar por su alto contenido en celulosa (37,2 – 43,4 % en peso) y su proceso de descomposición dura al menos cinco, por otro lado, en la composición química de la cascarilla de arroz se encuentra una proteína de un rango del 1,9 – 6,2 %, grasa del 0,4 – 1,5 % y una fibra de 47,57 %. (Franco et al, 2004).

La cascarilla de arroz no tiene propiedades nutricionales significativas, a diferencia del trigo o el salvado, cuya fibra es buena para la salud digestiva, la cascarilla de arroz no es comestible y no tiene propiedades nutricionales significativas. Además, tiene un alto contenido de sílice (29,38 %), debido a esta característica, el uso de la cascarilla de arroz es limitado, en Estados Unidos no se dispone de más del 5 % para alimentación animal, y también es aprovechado en baja proporción en México (Aguilar, 2009).

4.5.3. Palmiste

Es utilizado en la alimentación de rumiantes como en monogástricos (aves y cerdos) como una fuente proteica y energética, el palmiste fácilmente puede sustituir tanto al maíz y a su vez a la torta de soya Cadillo C. et al (2019). Para los pollos de engorde, se puede agregar hasta un 20 % de palmiste a su dieta sin afectar su eficiencia y rendimiento Zaharí et al, (2005). La composición química del palmiste es proteína bruta de 16,7 %, grasa verd. (EE) del 80% y una fibra bruta del 21 % (FEDNA, 2015).

4.6.Importancia de la fibra en la alimentación de las aves

La fibra dietética contribuye a mejorar el valor nutritivo de las dietas de las aves, como fuente de energía e indirectamente, a través de los efectos sobre los procesos digestivos y metabólicos Vries (2015). Algunos autores afirman que aportar fibra mayor a los 30 g/kg puede llegar a provocar un efecto perjudicial en la respuesta animal; sin embargo, esta respuesta dependerá de la composición de aquellos ingredientes de la dieta, la edad de las aves y sobre todo del tipo y el nivel de la fuente de fibra que sea utilizada (Ferreiros et al., 2020).

Es importante tomar en cuenta que una prueba de digestibilidad determina el grado de utilización de los alimentos, es decir, indica el porcentaje de alimentos que el sistema digestivo convierte en sustancias nutricionalmente útiles Mariño et al, (2021). Además, la

fibra mínima favorece el desarrollo y la actividad de la molleja, estimula los movimientos intestinales, el reflujo del quimo, la producción de ácido y enzimas digestivas (Mateos et al., 2014).

Por otro lado, la presencia de fibras dietéticas insolubles como la celulosa y la lignina también puede modular el tamaño del intestino delgado, el páncreas y el ciego, lo que puede conducir a mejoras en la retención aparente de nutrientes intestinales totales y la eficiencia alimenticia, además, la forma en que funciona la fibra dietética parece estar relacionada con los cambios en la morfología, el crecimiento de los órganos, la digestibilidad general de los nutrientes y la microbiota (Tejeda, 2021).

4.7. Parámetros que definen la calidad de canal

4.7.1. Rendimiento a la canal

La relación entre el peso de la canal fría y el peso vivo del animal se utiliza para describir el rendimiento de la canal en porcentajes, así también, se considera canales aquellas que no tienen cabeza, patas y vísceras (Gimenez, 2021).

Por otro lado, la canal también es considerada después de que es desplumada y sin vísceras, sin embargo, en algunas ocasiones puede contener patas, pescuezo, molleja y corazón los mismos que son órganos comestibles (Navarro, 2006).

4.7.2. pH

En el pH influyen algunos factores tales como: el ayudo, el transporte, sacrificio y el oreo Morales (2018), además se debe considerar al pH como un parámetro de vital importancia debido a que nos ayuda a verificar la calidad de la carne, esto debido a que afecta varias de sus cualidad (color, retención de agua, entre otras), el pH tiene una escala de 0 y 14, por lo tanto, un porcentaje que se encuentre por debajo de 7 se considera como ácido y un valor que se encuentre por encima de 7 es considerado alcalino (Mariana et al., 2017).

Es importante tomar en cuenta que caída del pH depende del músculo antes del sacrificio, predomine el tipo de fibra y la actividad muscular. Así, los músculos dominados por fibras de contracción rápida (blanco) alcanzan un valor final de 5,5, mientras que los músculos dominados por fibras de contracción lenta (rojo) no bajan de 6,3 (Zimmerman, 2005).

Además, el pH de la carne está determinado por los procesos bioquímicos post mortem que ocurren durante la transición de músculo a carne, lo que implica cambios continuos en el metabolismo y la estructura proteica de las células musculares Bautista et al, (2020). Así

también, el pH presenta ciertos parámetros indicadores de carnes pálidas, blandas y exudativas (PSE), carnes oscuras, firmes y secas (DFD)

El pH en diferentes momentos post – mortem (+0, +3, +24 horas), en la cual la medida más representativa es la de +3 horas post – mortem puesto que las carnes PSE no es directamente proporcional al pH inicial y final como es la velocidad del descenso durante las primeras horas (Viera, 2005).

Estas carnes PSE se producen a través de la glucólisis post mortem acelerada, donde el pH cae rápidamente mientras la carne aún está caliente, lo que provoca la desnaturalización de las proteínas que afecta el color y la textura. Entre otros factores, este tipo de carne se caracteriza por una baja capacidad de retención de agua, lo que significa falta de jugosidad y requiere más aditivos en la preparación de alimentos procesados (Sanchis et al., 2011).

Los animales digieren sus reservas de glucógeno, la misma que provoca que alcance una menor concentración de ácido láctico en el proceso de glucólisis post – mortem, la cual conlleva a un pH final que llega a ser elevado (pH 6.0 – 6.5) Bautista (2017). Por otro lado, la apariencia de la carne DFD se caracteriza por un color oscuro, alta capacidad de retención de agua, superficie seca y textura firme, lo que afecta negativamente su apariencia (Zimmerman, 2005).

4.7.3. Pigmentación

El color de la carne cruda varía del blanco azul al amarillo, estos colores son normales y varían según la especie, la edad, la dieta y el ejercicio, los pollos jóvenes tienen menos grasa subcutánea lo que puede provocar una piel azul y amarilla, los ranúnculos se incluye en la dieta, pero actualmente también se añaden pigmentos amarillos económicamente importantes a los piensos para pollos, tres tipo de carotenoides Luteína, Zeaxantina y el Etil – ester del ácido apocarotenóico (Fernández, 2015)

La pigmentación en la calidad de la canal en pollos de engorde son un atributo importante Castañeda (2011). Es por esto que la intensidad del color amarillo en las aves depende íntegramente de la cantidad de pigmento que se incluye en la dieta y que es depositada en la piel, por otro lado, los factores que influyen en la pigmentación son aquellas características genéticas de las aves (gene de la pata amarilla) (Choque, 2008).

El CIELAB es el sistema que representa el color adecuado de la carne, es decir, presenta coordenadas tricromáticas L* (luminosidad), a* (índice rojo) y b* (índice amarillo), de tal

manera que las relaciones entre ellas se pueden obtener dichas coordenadas colorimétricas, la intensidad de color o saturación y el tono (Bautista, 2017).

La coordenada L^* se encuentra vinculado con la valoración visual del consumidor Murray (1989). Por otro lado, la coordenada a^* (eje rojo – verde) se enlaza con el contenido de mioglobina mientras que la coordenada b^* (eje amarillo – azul) se lo ha asociado con los distintos estados de mioglobina Vargas (2008). Sin embargo, Converter (2019) menciona que L^* es un componente de luminosidad que va de 0 a 100 (negro a blanco), a^* se torna de color verde (si es negativo) a rojo (si es positivo) y b^* es considerado azul (si es negativo) a amarillo (si es positivo).

En un estudio realizado por Bautista et al, (2020) ha informado que los valores del índice L^* del color del músculo de la pechuga de pollo varían de 49,26 a 65,50, b^* de 5,77 a 16,40, a^* de -1,23 a 2,53, los valores del índice L^* , los valores superiores a 51 clasifican la carne como PSE, mientras que valores menores a 48 corresponden a carne DFD.

4.7.4. Capacidad de retención de agua (CRA)

La CRA es un parámetro físico – químico muy importante para la calidad de la carne y a su vez a sus productos derivados. Así también la CRA se encuentra relacionada con la textura, terneza, color de la carne cruda, jugosidad y la firmeza de la carne cocinada, aquella retención de agua se produce a nivel de las cadenas de actino – miosina (Morales, 2018).

La mayor parte de los músculos post – rigor abarca aproximadamente un 75% de agua en rigor, además la adición de agua a la carne y a la hidratación de carne después del procesamiento o la cocción se encuentran estrechamente relacionado con el sabor, color y jugosidad (Warner, 2017).

Los métodos más utilizados para poder calcular la CRA es el método donde se utiliza la presión en un papel filtro, es decir, se basa en la medida del agua desplazada por una muestra cuando se le aplica alta presión medio de dos hojas de vidrio o metacrilato (Fuentes et al., 2012).

Por otro lado, se habla sobre el flavor que es aquel conjunto de impresiones olfativas y gustativas, esto se debe a la presencia de compuestos volátiles (olor) y solubles (gusto), también puede analizarse mediante métodos químicos o fisicoquímicos, así mismo el sabor de la carne cocida es más pronunciado que el de la carne cruda y fresca, produciendo aromas propios del tipo de cocción (Bianchi, 2018).

4.8. Factores que influyen en la calidad de carne

La calidad de la carne depende de muchos factores y entre los que más influyen encontramos:

4.8.1. Línea

Las diferentes líneas comerciales de pollos de engorde, han demostrado que en el rendimiento a la canal, existe una variación del rendimiento tanto en canal como por pieza Melgar (2014). Sin embargo; el pollo broiler tiene características de resistencia a enfermedades, mantenimiento de un buen peso y una buena distribución física, además tiene una excelente adaptabilidad a la crianza de galpones y el tiempo para su desarrollo es más corto que el de otras líneas de aves, el pollo broiler contiene menos grasa y más ácidos grasos insaturados solubles que la carne de otros animales (Tapia, 2017).

4.8.2. Sexo

En diversos estudios han demostrado que, con respecto al sexo, la tasa de crecimiento de musculatura, estructura esquelética y tejido adiposo en machos y hembras observaron que, a igual peso en cuanto a las canales evisceradas, los machos en cortes comerciales de anca y muslo pesan más que las hembras, y las hembras tienen pesos de corte más altos de pechuga y mayor deposición de grasa (Melgar, 2014).

4.8.3. Edad

La edad de los pollos influye en la calidad de la carne esto ocurre en ambos sexos, en las cuales han reportado un 75.5 % a las cuatro semanas y un 78.1 % en las ocho semanas Perez (2007). Por otro lado, la edad del animal tiene una cierta relación con el peso esto debido a que los animales más viejos tienen a ser más grasosos, así como también los animales que tienen mayor edad tienden a tener una composición distinta en las piezas cárnicas, tal es el caso de la pechuga, ya que presenta mayor contenido de proteínas que la carne de muslo (Melgar, 2014).

4.8.4. Alimentación

La alimentación es uno de los principales factores más importantes porque el alimento es precisamente el estímulo para impulsar el crecimiento del TGI, por tal motivo, cuando el alimento presenta problemas influirá directamente en la absorción de nutrientes, por tal motivo es necesario tomar en cuenta algunos aspectos: forma del alimento, niveles de energía metabolizable y proteína; los alimentos en forma de pellets tienen la ventaja de reducir el tiempo consumo y ahorra energía metabólica, por otro lado, los alimentos más densos estimulan mejor el crecimiento en el tracto gastrointestinal aunque sean de menos tamaño (Afifah et al., 2017).

5. Metodología

5.1. Área de estudio

La presente investigación se realizó en el Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación de Nutrición Animal (CIDiNA/AVES) perteneciente a la Facultad Agropecuaria de Recursos Naturales y Renovables ubicado en la Quinta Experimental Punzara de la Universidad Nacional de Loja situado en la parte sur de la Hoya de Loja, presenta las siguientes características climatológicas:

- Temperatura promedio anual: 16,5 °C
- Altitud: 2 135 msnm
- Precipitación: 750 mm
- Humedad relativa: 75%



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

5.2. Procedimiento

5.2.1. Animales e Instalaciones

El presente trabajo de investigación tuvo una duración de 42 días y se llevó a cabo en un galpón avícola con área de 200 m². Se trabajó con 400 pollos de línea Cobb 500 de un día de edad los mismos que no fueron sexados, se alojaron aleatoriamente en jaulas experimentales de madera y malla galvanizada de 2,25 m² y 0,70 m de altura, cada una con su respectivo bebedero automático tipo niple y comedero tipo plato durante la primera semana, posteriormente tipo tolva. Se colocó cama de viruta con un diámetro de 10 cm.

Las instalaciones, equipos y materiales se desinfectaron con amonio cuaternario en una dilución de 5 ml/lit de agua, se realizó un encalado de piso con cal viva de toda el área experimental.

5.2.2. *Diseño experimental*

En la presente investigación se aplicó un diseño completamente al azar, con diez unidades experimentales y con diez unidades observacionales para cada una respectivamente.

5.2.3. *Dietas Experimentales*

Se formularon cuatro dietas experimentales tomando en cuenta los requerimientos nutricionales para cada etapa emitidos por las tablas Cobb 500, en las cuales se evaluaron cuatro fuentes de fibra (control, afrecho de trigo, cascarilla de arroz y palmiste) (Tabla 1).

Tabla 1. Ingredientes y composición química de la dieta de 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
Arrocillo	0,00	0,00	0,00	0,00
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	11,45	11,45	11,45
Fosfato monocalcico	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 Coccidiostato (Diclazulil)	0,02	0,02	0,02	0,02
³ ProBioenzyme (complejo enzimatico)	0,05	0,05	0,05	0,05
⁴ Premix	0,15	0,15	0,15	0,15

Composición química formulada

Energía Metabolizable (EM)	3050	2626,08	2446,08	2687,08
Proteína Bruta (PB)	21,03	19,02	16,72	22,11
Extracto Estéreo (EE)	10,16	13,21	18,94	17,16
Fibra bruta (F)B	3,03	3,68	10,12	5,27

Composición química analizada

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

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

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

³ Proteasa ácida 2800 U, Amilasa 45 000 U, Mananasa 23 000 U, Xilanasa 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.

⁴ Vitamina 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 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 Coccidiostato (Diclazulil)	0,02
³ ProBioenzyme	0,05
⁴ Premix engorde aves	0,15
<i>Composición química formulada</i>	
Proteína (PB)	18,78
Energía Metabolizable (EM)	3071
Fibra bruta (FB)	3,64

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

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

³ Proteasa ácida 2800 U, Amilasa 45 000 U, Mananasa 23 000 U, Xilanasa 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.

⁴ Vitamina 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 aplicados en el siguiente estudio se detallan a continuación:

T1: 5 % afrecho de trigo (control)

T2: 18% afrecho de trigo

T3: 18 % cascarilla de arroz

T4: 18 % palmiste

5.2.5. Manejo de animales

Los pollos de 1 días de nacidos fueron recibidos en la instalación a una temperatura entre 30 y 32 °C, se pesaron en una balanza digital comercial (SB32001) se distribuyeron aleatoriamente en las diferentes unidades experimentales para cada tratamiento. Durante los primeros 7 días a todos los animales se les administró una dieta inicial, a partir del día 7 hasta los 24 días se suministró las dietas con diferentes fuentes de fibra y durante los últimos 11 días se realizó la colocación del alimento de engorde para todas las unidades experimentales.

Además, todos los animales fueron vacunados contra enfermedades de Newcastle y Gumboro como se detalla a continuación Tabla 3.

Tabla 3. Cronograma de vacunación.

Edad días/semanas	Vacuna	Cepa vacunal	Vía de aplicación
2 semanas	Newcastle	Newcastle cepa La Sota tipo B1 con título mayor a $>1 \times 10^{5.5}$ DIEP 50%, origen embrión de pollo SPF	Intranasal, intraocular, oral o en aerosol.
	Gumboro	Cepa Lukert intermedia del virus vivo de Gumboro $\geq 1 \times 10^5$ DIEP 50%	Intranasal, intraocular, oral o en aerosol.
3 semanas (refuerzo)	Newcastle	Newcastle cepa La Sota tipo B1 con título mayor a $>1 \times 10^{5.5}$ DIEP 50%, origen embrión de pollo SPF	Intranasal, intraocular, oral o en aerosol.
	Gumboro	Cepa Lukert intermedia del virus vivo de Gumboro $\geq 1 \times 10^5$ DIEP 50%	Intranasal, intraocular, oral o en aerosol.

5.2.6. Variables y toma de datos

Las variables y toma de datos de la presente investigación son descritas a continuación:

- **Rendimiento a la canal.**

Para el rendimiento a la canal se tomó en cuenta el peso vivo, peso al desplume y peso al oreo, así también en esta variable se presenta los pesos absolutos (g) y relativos (%) de órganos consumibles (molleja, hígado y corazón), para la toma de datos de los pesos absolutos se realizó el pesaje por separado de cada órgano utilizando una balanza digital comercial (SB32001), mientras que para el peso relativo se utilizó la siguiente fórmula:

$$PR = (\text{Peso de cada órgano} / \text{Peso vivo}) * 100$$

- **Calidad de canal.**

- ✓ **Valoración de pH**

Se utilizó un peachímetro de la marca IQ el mismo que fue calibrado con soluciones buffer pH7 y pH4, luego se tomó los respectivos valores.

✓ **Pigmentación en pechuga**

Se empleo un colorímetro FRU, sistema CIELAB que presenta parámetros de L*, a* y b* utilizando el muslo de la pechuga para sus respectivos valores.

✓ **Capacidad de retención de agua**

Se realizó mediante el método de prensado descrito por Fuentes et al, (2012), la misma que se basó en la colocación de dos papeles de filtro previamente desecados, seguidamente la muestra con el papel se pone entre las dos placas acrílicas sobre las que se aplica una presión de 10 kg durante 15 min, al pasar este tiempo se retira el peso y se procede a separar la muestra del papel filtro, seguidamente se pesa el papel y se lo lleva a una estufa a 60 °C donde se dejará secar 24 horas, después de realizar el secado, se vuelve nuevamente a pesar el papel filtro.

$$\text{CRA (gH}_2\text{O retenida/100gH}_2\text{O)} = x \frac{(\text{m1} \times \text{H}) - (\text{m2} - \text{m3})}{(\text{m1} \times \text{H})}$$

donde:

m1 = masa de la muestra (g).

m2 = masa del papel de filtro húmedo (g).

m3 = masa del papel de filtro seco (g).

H = contenido en humedad de la muestra (g de H₂O /g de muestra).

5.2.7. Procesamiento y análisis de información

Se realizará un análisis de varianza utilizando el programa estadístico SAS,2016 el examen del procedimiento GLM del SAS en el que se va a incluir únicamente como principal factor de variación son las fuentes de fibra y para comparar medias se empleó el test Tukey.

5.2.8. Consideraciones éticas

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

6. Resultados

6.1. Rendimiento a la canal

En la tabla 4 se evidencia el rendimiento a la canal y pesos relativos y absolutos de vísceras en pollos evaluados con cuatro fuentes de fibra

Tabla 4. Peso vivo, rendimiento a la canal y peso de vísceras en pollos alimentados con diferentes fuentes de fibra (g).

Variables	Fuentes de fibra				EEM	P. valor
	Control	Afrecho trigo	Cascarilla arroz	Palmiste		
<i>Peso vivo, g</i>	1282,3	1061,5	1077,1	1089,7	94,75	0,324
<i>Rendimiento a la canal</i>	73,2	72,3	73,7	67,7	2,99	0,486
<i>Pesos absolutos, g</i>						
Molleja	29,3	25,8	29,7	25,7	2,29	0,444
Hígado	34,5	28,6	31,4	28,9	2,61	0,360
Corazón	10,1	10,6	10,4	9,8	0,74	0,754
<i>Pesos relativos %</i>						
Molleja	2,4	2,4	2,9	2,3	0,15	0,083
Hígado	2,8	2,7	2,1	2,7	0,18	0,685
Corazón	0,9	1,0	1,0	0,9	0,06	0,413

No se encontró diferencia estadística ($p=0,754$) en las variables evaluadas; entre tratamientos, se evidencia un promedio de 1127,65 g para peso vivo, 71,73% de rendimiento a la canal y peso absoluto de molleja, hígado y corazón de 27,63g, 30,85g, 10,23g; y relativos de 10,3 y 3,8% según corresponde, se muestra una tendencia ($p=0,083$) en el peso relativo de molleja 2,9% con el tratamiento cascarilla de arroz.

6.2. Pigmentación de la canal

En la tabla 5 se evidencia la pigmentación de la canal en pechuga en pollos evaluados con cuatro fuentes de fibra

Tabla 5. Pigmentación de la canal.

Variables	Fuentes de fibra				EEM	P. valor
	Control	Afrecho. Trigo	Cascarilla. Arroz	Palmiste		
L*	28,7	28,6	27,1	28,2	1,49	0,876
a*	0,5	1,9	0,8	1,2	0,80	0,666
b*	2,4	1,5	2,3	3,0	1,33	0,885

La pigmentación de la canal no se presentó diferencia estadística ($p=0,885$) entre tratamientos en las variables para determinación de color; alcanzando promedios para la luminosidad L* de 28,15, a* 1,1(rojo intenso) y b* 2,3 (amarillenta).

6.3. pH y capacidad de retención de agua de la canal

En la tabla 6 se evidencia el pH y retención de agua de la canal en pechuga en pollos evaluados con cuatro fuentes de fibra

Tabla 6. pH y retención de agua en pollos alimentados con diferentes fuentes de fibra.

VARIABLES	Fuentes de fibra				EEM	P. valor
	Control	Afrecho trigo	Cascarilla arroz	Palmiste		
pH pechuga	6,1	6,1	6,2	6,2	0,06	0,650
Retención de agua	61,76	63,25	68,68	65,63	2,09	0,177

El pH y la retención del agua no se encontró una diferencia estadística ($p=0,650$); sin embargo, se evidencian promedios de 6,1, 67,88% según corresponde.

7. Discusión

7.1. Rendimiento a la canal

En la presente investigación se aplicó una dieta con una inclusión de fuente de fibra del 18 % en pollos de carne por un lapso de 42 días, para considerar el rendimiento a la canal también se tomó en cuenta el peso de órganos que son comestibles como son como la molleja, hígado y corazón los cuales tuvieron un peso absoluto de 27,63 g, 30,85 g, 10,23 g y un peso relativo de 2,5, 10,3 y 3,8 %, se obtuvo un promedio de 1127,65 g para peso vivo y 71,73 % de rendimiento a la canal (RC), datos que son inferiores a los de Rodríguez Zelaya et al. (1994), quienes en su estudio adicionando cascarilla de arroz con una inclusión en la dieta del 5 % en aves Indian River de 42 días de edad obtuvieron un 75,10 % RC; y a los de Flórez Delgado & Velásquez Prada (2022), con la inclusión del 5 % de harina de cáscara de cacao en la dieta de pollos Ross 308 de 62 días , presentan resultados del 81,66 %; así mismo otros resultados publicados por Silva (2016), en su investigación con 300 pollos con la inclusión del 15 % de cáscara de cacao en el alimento durante 60 días, reporta un rendimiento a la canal de 76,71 % respectivamente.

Se pudo evidenciar que el uso del afrecho de trigo en la dieta con la inclusión del 5 % y 18 % en la investigación presentó un rendimiento a la canal de 73,2 y 72,3 %, según Serrano (1998) en un estudio de 700 pollos de engorde Piterson hubbard de 40 días suplementados con 25 % de afrecho de trigo logró un rendimiento a la canal de 69% siendo inferior al obtenido en esta investigación; de igual manera Gallardo (2021) en su artículo en pollos de la línea Cobb500 usando una dieta de salvado de trigo con la inclusión del 2 % con una duración de 56 días expuso valores de peso vivo 3302,91 g, rendimiento a la canal 89,95 % observando un mejor rendimiento que esta investigación, siendo valores superiores al de esta investigación; mientras que Ferreyros Quiñones y Granda Dominguez (2020) determinaron un rendimiento a la canal de 68,22 % en pollos Cobb 500 MV x Cobb 500 FF de aceite de palma + salvado de trigo en el alimento y una duración de 31 días, por otro lado, Alfaro (2021) en su investigación realizada en pollos Cobb 500 durante un lapso de 45 días con una inclusión del 7,5% forraje de maíz y 7,5 % de forraje de sorgo en la cual obtuvieron resultados de 79,0 % siendo valores mayores al obtenido en esta investigación con una inclusión de 5% de maíz (tratamiento control) en alimento presentando resultados del 73,2% respectivamente, de igual manera, Vivar (2023) en su estudio agregaron la inclusión de 6% de la harina de gluten de maíz en pollos Cobb 500 presentando resultados de un rendimiento a la canal del 84,06% siendo mayor a la de esta investigación aplicando maíz.

7.2. Pigmentación de la canal

De acuerdo a Allen et al, (1998), Fletcher (1999) y Fletcher et al, (2000) reportan que la pigmentación en pechuga de pollo se la puede clasificar en rangos de muy claro $L^* > 50$, $a^* < 2,3$ y $b^* < 3,7$; claro $L^* < 50,8$, $a^* 2,3 - 3,2$, $b^* 3,71 - 8,5$; normal $L^* 45 - 50$, $a^* 3,7 - 4$, $b^* 4 - 6,8$; oscuro $L^* 43,1 - 45,4$, $a^* 4 - 5$ y $b^* 2 - 6,7$; en la presente investigación en la valoración de pigmentación de pechuga en pollos alimentados con diferentes fuentes de fibra a los 42 días presentaron valores promedio L^* de 28,15, a^* 1,1 y b^* 2,3 considerándola como una carne muy clara; resultados que son similares a los estudios realizados por Melorose et al, (2015) y Fletcher (1999) que caracterizaron el color de la pechuga (pectoralis major) incluyendo pulpa de cítricos en un 7% a las 24 horas post sacrificio y en muestras de filete de pollo deshuesado sin piel obtenidas en planta de procesamiento en pollos de carne quienes reportan datos de $L^* 46,0$, $a^* 1,6$ y $b^* 23,5$ y $L^* 48,8$, $a^* 1,6$ y $b^* 2,4$ clasificándola como una pechuga de color muy claro, mientras que Sanchis et al, (2011) a las 6 horas del sacrificio obtiene valores de $L^* 57,48$, $a^* 0,43$, $b^* 5,77$ catalogándola como rosa pálido y ligeramente amarillenta.

Datos diferentes muestran en estudios de color de musculo de pechuga como es el caso de Fletcher et al, (2000) quienes tomaron muestras en filetes de pechugas de pollos broiler en centros de faenamiento entre 4 a 6 horas del sacrificio con resultados de $L^* 50,8$, $a^* 3,2$, $b^* 8,5$ y los de Allen et al, (1998) quienes realizaron en su estudio una comparación de las propiedades físicas y microbiológicas de filetes de pechuga de pollo crudo recolectados por el lapso de 12 días en el área de empaque de una planta comercial mostrando una $L^* 51,13$, $a^* 2,32$, $b^* 3,71$ estimado como una carne clara; mientras que con la mismas variables y en estudios antes mencionados por Fletcher (1999) y Fletcher et al, (2000) clasifican de acuerdo a los parámetros a la carne de pechuga (filete) como normal con $L^* 45,6$, $a^* 1,7$, $b^* 1,6$ y $L^* 47,6$, $a^* 3,7$, $b^* 6,8$ y oscura $L^* 43,1$, $a^* 3,3$ y $b^* 0,9$ y $L^* 45,4$, $a^* 4,5$ y $b^* 6,7$ según corresponde.

Según Cori et al, (2014) los consumidores destacan que el color de la carne es uno de los factores básicos que inciden en la aceptación de la carne fresca, entre los cuales el contenido de hemoglobina y mioglobina es el determinante de su color; Badui (2006) menciona que los pigmentos más importantes son la mioglobina, puesto que la hemoglobina se elimina cuando se sangra a los animales durante el sacrificio.

En el estado químico de la mioglobina tenemos la desoximioglobina (Mb), en la que hay poco oxígeno y toma un color púrpura, y en presencia de alto oxígeno forma oximioglobina (MbO₂) adquiriendo un color rojo brillante y mioglobina alta en hierro (MMb)

se produce debido a la presencia generalizada de oxígeno y presenta un color pardo característico que es rechazada por los consumidores (Horcada Ibañez y Polvillo Polo, 2010).

Para determinar la cantidad de mioglobina, se utiliza el parámetro a^* tendencia rojo – verde; para estimar el estado químico de la mioglobina, el valor b^* (que representa amarillo – azul) y el parámetro L^* (que determina el grado de luminosidad), además se encuentra relacionada con el estado, tamaño y posición de fibras musculares Chamorro (2010). Por otro lado, Moreira (2005) indica que los altos valores de luminosidad corresponden principalmente a los valores bajos de pH, mientras que Teira (2004) indica que el bajo pH se encuentra relacionado a una disminución de CRA y un aumento de b^* mostrándose una carne más amarilla.

En un estudio previo realizado por Miranda (2023), se investigó el efecto de diferentes niveles de pigmentantes naturales en la dieta de pollos sobre la pigmentación de la carne de pechuga. Los resultados de dicho estudio sugieren que la inclusión de ciertos pigmentantes naturales, como la luteína y la zeaxantina, puede mejorar significativamente la pigmentación de la carne de pollo en pechuga. Estos pigmentantes naturales, presentes en ciertos alimentos como maíz amarillo y marigold, actúan como precursores de los pigmentos carotenoides en los tejidos de los pollos, lo que contribuye a un color más intenso y atractivo en la carne.

7.3. pH en pechuga

En la presente investigación el pH a las 5 horas post mortem en pollos de carne a los 42 días fue de 6,2 resultados que son similares a un estudio realizado por Núñez-Torres et al, (2020) quienes emplearon trigo tropical con una inclusión del 30 % en el alimento en pollos de línea Cobb 500 durante 42 días obtienen un pH de 6,02; de igual manera Leiva et al, (2022) en pollos criollos mejorados añadiendo subproductos de cacao con un 7,5 % de inclusión en el alimento durante 90 días a las 4 horas post mortem en muestras de pechuga 5,7; mientras que Barbut et al, (2005) en filetes de pollos deshuesado en pollos de engorde muestreados en planta de faenamiento entre 14 y 16 horas post mortem reportan un pH de 5,72 definiendo como una carne PSE, 6,02 normal y 6,27 como una carne DFD.

Por otro lado, Bautista et al, (2016) en su investigación sobre el efecto del estrés ante mortem utilizando pollos Ross 308 con 2 y 8 horas de espera a la matanza sin estrés calórico y 2 horas con estrés calórico, con la toma de muestras de pechuga a las 24 horas post mortem se obtuvieron datos de 6,05, 6,34 y 5,64 respectivamente; Gomez et al, (2016) recolecto muestras

de 23 establecimientos comerciales tomando 500 g de pechuga en donde obtuvo un pH entre 5,5 – 6,18.

El valor de pH presentados en esta investigación fue de 6,2 considerándolo como un pH ácido, la misma que a su vez categoriza a la carne como DFD (oscura, firme y seca), estimando que este resultado puede verse afectado por factores de estrés ante mortem, como temperatura ambiente, tiempo de espera en el sacrificio, transporte, manipulación previa al sacrificio, que pueden afectar el desarrollo de la carne PSE Sams (2000). El pH afecta la calidad de la carne y un pH más bajo da como resultado valores de L* más altos (Zhang et al., 2009).

Barbut et al, (2005) menciona que un pH mayor a 6,1 tiende a ser una carne DFD (oscura, firme y seca) y un pH menor a 5,7 es una carne PSE (pálida, suave y exudativo), así también que un pH menor de 5,7 y menor a 6,1 es considerada un tipo de carne normal, de igual manera Baéza et al, (2022) estudió los atributos de calidad de la canal en aves de corral, manifiesta que valores de pH mayores a 6,1 son clasificados como carne DFD y pH menores a 5,7 son valores característicos de una carne PSE.

Zimmerman (2005) manifiesta que, si las reservas de glucógeno se agotan antes del sacrificio, la acidificación post mortem será limitada porque no hay glucógeno muscular para convertir en ácido láctico, por lo que el pH del músculo no descenderá a los valores normales, lo que resultará en un pH superior a 6, esto puede provocar la aparición de carne DFD caracterizada por un color oscuro, alta capacidad de retención de agua, una superficie seca y una textura firme, lo que afecta negativamente a su apariencia. Los tiempos de espera más prolongados antes del sacrificio dan como resultado menos glucógeno muscular y una menor producción de ácido láctico postmortem, lo que causa una menor caída del pH (Y. Bautista et al., 2016).

7.4. Capacidad de retención de agua (CRA)

De acuerdo (Qiao et al., 2001) y Qiao et al, (2017) reportan que la CRA en pechuga para muestras claras 51,73 %, muestras normales 43,77 % y muestras oscuras de 38,50 %, en la presente investigación en la CRA de pechuga en pollos alimentados con diferentes fuentes de fibra a los 42 días fue de 64,83 % considerándola como una CRA para muestras muy claras; en un estudio realizado por Núñez-Torres et al, (2020) empleando trigo tropical con una inclusión del 30 % en el alimento en pollos de línea Cobb 500 durante 42 días alcanzó una CRA del 46,48 % considerándola normal.

Los resultados presentados en esta investigación puede deberse a diferentes factores como los que menciona Barbut (2020) que la CRA se ve afectada por factores como el tipo de músculo, las condiciones de *rigor mortis* (carne blanda y exudativa), las condiciones de procesamiento (tiempo y temperatura de almacenamiento, congelación y agitación) y aditivos administrados (fosfatos alcalinos y sales).

Además, Gomez et al, (2016) menciona que uno de los principales factores que altera la CRA es el pH, puesto a que pH se aleja del punto isoeléctrico de la proteína, la CRA aumenta y mejora la capacidad de la carne para retener más jugo en su interior, haciéndola más jugosa después de la cocción; mientras que Sams (2000) manifiesta que CRA es otro atributo importante de la calidad de la carne y puede evaluarse mediante la pérdida por cocción, ya que el metabolismo postmortem afecta la función de las proteínas de la carne responsables de la CRA.

En relación con los resultados presentados en este estudio, una investigación realizada por Caicedo (2021) también examinó el efecto de diferentes fuentes de fibra en la calidad de la carne de pollo, centrándose en la retención de agua. Los hallazgos de su estudio mostraron que la inclusión de cascarilla de arroz en la dieta de pollos mejoró significativamente la capacidad de retención de agua en comparación con otras fuentes de fibra, lo que respalda los resultados obtenidos en este estudio.

Se ha observado que la cascarilla de arroz es una fuente de fibra con una alta capacidad de absorción de agua debido a su estructura porosa y su composición rica en celulosa y hemicelulosa Caicedo (2021). Esta característica puede ser beneficiosa para mejorar la jugosidad y textura de la carne de pollo durante el proceso de cocción y, potencialmente, contribuir a una mayor satisfacción del consumidor con el producto final.

Además, en un estudio reciente realizado por Rivera et al, (2022), sugirió que la capacidad de retención de agua en la carne de pollo está directamente relacionada con el contenido de fibra dietética soluble e insoluble. Sería interesante considerar un análisis más detallado de la composición de la fibra para comprender mejor cómo diferentes tipos de fibra pueden influir en la retención de agua en la carne de pollo.

8. Conclusiones

- El uso de las diferentes fuentes de fibra como afrecho de trigo, cascarilla de arroz y palmiste en la dieta de pollos de carne no mejoraron en el rendimiento a la canal.
- La adición de las fuentes de fibra no tuvo un efecto positivo sobre la variable de pigmentación en pechuga.
- La retención de agua y pH en esta investigación muestran un tipo de carne clara en pollos alimentados con diferentes fuentes de fibra.

9. Recomendaciones

- Evaluar fuentes de fibra alternativas con diferentes niveles de inclusión previo análisis microbiológicos en pollos de carne.
- Incluir pigmentos naturales en dietas de pollos alimentados con diferentes fuentes de fibra que mejoren las características organolépticas en el mercado.
- Estandarizar el método de sacrificio en pollos de carne con la finalidad de disminuir el estrés y garantizar la calidad de la canal.

10. Bibliografía

- Afifah, I., y Sopiany, H. M. (2017). Evaluación de la restricción alimenticia y su efecto en la ascitis aviar en dos líneas genéticas de pollos en la sabana de Bogotá. *87(1,2)*, 149–200.
- Aguilar, J. S. (2009). Alternativas de aprovechamiento de la cascarilla de arroz en Colombia. *American Journal of Research Communication*, *5*(August), 12–42. http://downloads.esri.com/archydro/archydro/Doc/Overview_of_Arc_Hydro_terrain_preprocessing_workflows.pdf <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.11.003> <http://sites.tufts.edu/gis/files/2013/11/Watershed-and-Drainage-Delineation-by-Pour-Point.pdf>
- Alfaro, E. C. R. (2021). Alimentación de pollo de engorde (*Gallus gallus domesticus* L .) en fase final con concentrado comercial y forraje de maíz (*Zea mays* L .) y sorgo [*Sorghum bicolor* (L) Moench], Santa Clara , San Vicente , 2018. L.
- Allen, C. D., Fletcher, D. L., Northcutt, J. K., y Russell, S. M. (1998). The Relationship of Broiler Breast Color to Meat Quality and Shelf-Life. *Poultry Science*, *77(2)*, 361–366. <https://doi.org/10.1093/ps/77.2.361>
- Angel, R., Kim, S. W., Wenting, L., y Jimenez-Moreno, E. (2013). Velocidad de paso y pH intestinal en aves: Implicaciones para la digestión y el uso de enzimas. XXIX Curso de Especialización FEDNA, 14. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/05-13CAP_VIIItrad.pdf
- Attia, Y. A., Al-harhi, M. A., y Korish, M. A. (2016). Evaluación de la calidad de la carne de pollo en el mercado minorista: efectos del tipo y origen de las canales. *7(155)*, 321–339. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v7n3/2448-6698-rmcp-7-03-00321.pdf>
- Aviagen, B. (2018). Manual de manejo del pollo de engorde Arbor Acres Prefacio. 1–162. https://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_Tech_Docs/AA-BroilerHandbook2018-ES.pdf
- Avila, E. (2003). Fuentes De Energía Y Proteínas Para La Alimentación De Las Aves. *Ciencia Veterinaria*, *2*, 325–358.
- Badui, S. (2006). Química de los alimentos. In *Química de los alimentos*.
- Baéza, E., Guillier, L., y Petracci, M. (2022). Production factors affecting poultry carcass and meat quality attributes. *Animal*, *16*. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100331>
- Barbut, S. (2020). Evaluación de la retención de agua/grasas y del color.
- Barbut, S., Zhang, L., y Marcone, M. (2005). Effects of pale, normal, and dark chicken breast meat on microstructure, extractable proteins, and cooking of marinated fillets. *Poultry Science*, *84(5)*, 797–802. <https://doi.org/10.1093/ps/84.5.797>

- Barragán, J. I. C. (2014). Tamaño de partícula como factor de calidad en alimentos de pollos de carne.
- Bautista, Y., Cruz, A., y Granados, L. (2020). Calidad de la carne de las especies domésticas. *Sustentabilidad, Turismo y Educación TII*, 158–174. https://www.ecorfan.org/handbooks/Handbooks_Sustentabilidad_Turismo_y_Educacion_TII/Handbooks_Sustentabilidad_Turismo_y_Educacion_TII_9.pdf
- Bautista, Y. M. (2017). Efecto de estrés ante - mortem en características bioquímicas que afectan la calidad de carne de pollo. *Modelos Bayesianos Para La Distribución de Especies Con Registros de Solo Presencias*, 120. http://www.biblio.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/256/Sanchez_Borja_M_DC_Fitosanidad_2010.pdf?sequence=1
- Bautista, Y., Narciso, C., Pro, A., Hernández, A. S., Becerril, C. M., Sosa, E., y Velasco, J. (2016). Effect of heat stress and holding time ante-mortem on the physicochemical and quality characteristics of chicken meat. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 48(1), 89–97.
- Bianchi, G. (2018). La calidad de la carne y grasa.
- Bosse, A., y Pietsch, M. (2016). La fibra en la nutrición animal. In *Agripedia* (Vol. 1). <https://eliasnutri.files.wordpress.com/2021/01/la-fibra-en-la-nutricion.pdf>
- Cadillo C., J., Cumpa G., M., y 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 xilanasas. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 30(2), 682–690. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i2.16079>
- Castañeda, M. del P. (2011). Factores involucrados en la calidad de la carne de pollo. *Nacameh*, 5(1), 84–95.
- Chamorro, D. F. H. R. (2010). Mioglobina Factor Principal del cual Depende el Color de la Carne. *Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco*, 2009, 1–9.
- Chang, S., Verdesoto, A., y Estrada, L. (2004). Análisis de la avicultura ecuatoriana. *Respositorio Digital ESPOL*, 10. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/743/1/1392.pdf>
- Choque, R. (2008). Evaluación de la adición de cuatro niveles de cúrcuma (*Curcuma longa* L.) y achiote (*Bixa Orellana*) en la ración para la pigmentación de la carne de pollos parrilleros. 89. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=cidab.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=012210>
- Converter, T. F. (2019). El efecto de Digestarom® en la calidad de la carne de

ave. 1–59.

- Cori, M. E., Michelangeli, C., De Basilio, V., Figueroa, R., y Rivas, N. (2014). Solubilidad proteica, contenido de mioglobina, color y pH de la carne de pollo, gallina y codorniz. *Archivos de Zootecnia*, 63(241), 133–143. <https://doi.org/10.4321/s0004-05922014000100013>
- Donadelli, R. A., Stone, D. A., Aldrich, C. G., y Beyer, R. S. (2019). Effect of fiber source and particle size on chick performance and nutrient utilization. *Poultry Science*, 98(11), 5820–5830. <https://doi.org/10.3382/ps/pez382>
- Estrada, M.ónica M. P. (2014). Anatomía y fisiología aviar. *Zootecnia General*, Primera ed, 20–22. https://www.academia.edu/33327975/Anatomia_y_fisiologia_aviar_documento
- Fao. (2013). Revisión del Desarrollo Avícola. In *Revisión del desarrollo avícola*. <http://www.fao.org/docrep/019/i3531s/i3531s.pdf>
- Fernández, A. (2007). La calidad de los alimentos y su efecto sobre la producción de carne y leche. *Centro Regional Buenos Aires Sur*, 496–501. http://nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/nutriciondebovinos_com_ar/Archivos/Valoración_de_alimentos_%28profesionales%29.pdf
- Ferreyros Quiñones, A., y Granda Dominguez, S. A. (2020). Efecto de fuentes lipídicas y salvado de trigo en los indicadores biológicos de pollos de engorde. 40.
- Fletcher, D. L. (1999). Broiler breast meat color variation, pH, and texture. *Poultry Science*, 78(9), 1323–1327. <https://doi.org/10.1093/ps/78.9.1323>
- Fletcher, D. L., Qiao, M., y Smith, D. P. (2000). The relationship of raw broiler breast meat color and pH to cooked meat color and pH. *Poultry Science*, 79(5), 784–788. <https://doi.org/10.1093/ps/79.5.784>
- Flórez Delgado, D. F., y Velásquez Prada, Y. M. (2022). Efecto de la harina de cáscara de cacao (theobroma cacao) sobre el desempeño productivo de pollo de engorde. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 13(2), 165–174. <https://doi.org/10.22490/21456453.4480>
- Fuentes, A., García Matínez, E., y Fernández Segovia, I. (2012). Determinación de la capacidad de retención de agua (CRA). Método de prensado. Ed. Universidad Politécnica de Valencia, 1–6. [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/29835/Determinación CRA_método_prensado.pdf?sequence=3](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/29835/Determinación_CRA_método_prensado.pdf?sequence=3)
- Gaggia, F., Mattarelli, P., y Biavati, B. (2010). Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. *International Journal of Food Microbiology*, 141(SUPPL.), S15–S28. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.02.031>

- Gallardo, D. C. A. (2021). “Utilización de 2 niveles de inclusión de salvado de trigo (*triticum* spp) en sustitución del maíz en dieta para pollos de engorde.” Universidad Técnica de Cotopaxi, 1, 101. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf>
- García, M. A. C. (2021). Obtención de una fuente de fibra dietaria a partir de residuos agroindustriales de pasifloras.
- Gil Cano, F. (2010). Anatomía Específica De Aves: Aspectos Funcionales Y Clínicos. <http://www.um.es/anatvet/interactividad/aaves/indexc.htm>
- Gimenez, M. S. (2021). Algunas consideraciones sobre el rendimiento de canal de pollos broiler.
- Gomes, I. C. L., Oliveira, K. O. L., Sales, L. P. R. de, Costa, L. O., Leitão, P. L., y Cardoso, S. S. da S. (2022). Avicultura. In *Comunicação na extensão rural*, Coletânea, Vol.2. <https://doi.org/10.47242/978-65-87959-07-8-7>
- Gomez-Portilla, M., Gomez, N., y Martínez-Benavides, J. (2016). Evaluación de las características organolépticas, físicas y químicas de pechuga de pollo, en San Juan de Pasto (Nariño). *Veterinaria y Zootecnia*, 10(2), 62–71. <https://doi.org/10.17151/vetzo.2016.10.2.6>
- Hamelin, C. (2013). Pollos amarillos : los factores que influyen la calidad de la canal. CCPA Group, 41–42. https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/17222_pollos_amarillos,_los_factores_que_influyen_en_la_calidad_de_la_canal_catherine_hamelin.pdf
- Hetland, H., Choct, M., y Svihus, B. (2004). Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. 60(December), 415–422. <https://doi.org/10.1079/WPS200325>
- Horcada Ibañez, A., y Polvillo Polo, O. (2010). Conceptos Básicos Sobre La Carne. La Producción de Carne En Andalucía, 113–140.
- J Tejada, O., y K Kim, W. (2021). Role of dietary fiber in poultry nutrition. *Animals*, 11(2), 461.
- Javier, V. G. F. (2023). Indicadores zootécnicos en la crianza de pollos parrilleros alimentados con harina de gluten de maíz (*Zea mays*). *Aleph*, 87(1,2), 149–200. <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/167638/341506.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttps://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/8314/loeblein%2c>
- Lucinea Carla.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttps://antigo.mdr.gov.br/saneamento/proees
- Jensen, C. y. (1989). Commercial Poultry Nutrition. In *British Library Cataloguing in Publication Data* (Vol. 3).
- Leiva, Y., Salvador-Tasayco, E., Yoplac, I., y Zamora-Huamán, S. J. (2022). Effect of feeding

- cocoa bean by-products (*Theobroma cacao* L) on productive performance in improved creole chickens. *Livestock Research for Rural Development*, 34(10), 1–15.
- M. Qiao, D. L. Fletcher, D. P. Smith, and J. K. N. (2017). The Effect of Broiler Breast Meat Color on pH, Moisture, Water-Holding Capacity, and Emulsification Capacity. 676–680.
- Mariana, L. C., Ana, O. C., y Magaly, V. C. (2017). Composición Físicoquímica De La Carne De Ovejo, Pollo, Res Y Cerdo Physicochemical Composition of Meat of Sheep, Chicken, Res and Pork. @Limentech Ciencia Y Tecnología Alimentaria, 2, 62–75.
- Mariño- Guerrero, I. E., y Roa-Vega, M. L. (2021). Parámetros productivos y digestibilidad de pollos, utilizando cayeno (*Hibiscus rosa-sinensis*) y probiótico (*Lactobacillus acidophilus*) más pectina. *Orinoquia*, 25(1), 35–46. <https://doi.org/10.22579/20112629.654>
- Mateos, G., Cámara, L., Pérez-Bonilla, A., García, J., y Lázaro, R. (2014). Alimentación y nutrición práctica de pollitas y ponedoras: Normas FEDNA. 61–88. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/132-2014_CAP_V.pdf
- Mateos, G. G., R., L., González-Alvarado, J. M., Jiménez, E., Vicente, B., y Alvarado, J. M. G. (2006). Efectos De La Fibra Dietética En Piensos De Iniciación Para Pollitos Y Lechones. Departamento de Producción Animal. Universidad Politécnica de Madrid, 1997, 39–66. http://www.produccionbovina.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/54-fibra_piensos_iniciacion.pdf
- Mateos, G., Jimenez, E., Gonzales, J., y Valencia, D. (2007). Estrategias De Alimentación En La Primera Semana De Vida Del Pollito. *Fedna*, 65–92.
- Maynard, L. A., Loosli, J. K., Hintz, H. F., Warner, R. G., y Said, A. O. (1981). *Nutricion Animal* (p. 640).
- Melgar, J. D. F. (2014). Determinación del rendimiento en canal (%) y rendimiento por pieza (%) en pollos de engorde de la línea cobb, según sexo y diferentes pesos al momento del faenado en un proceso no tecnificado.
- Melrose, J., Perroy, R., y Careas, S. (2015). Efecto Del Expeller De Citrus En El Crecimiento Y Calidad De Carne Del Pollo Parrillero. *Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015*, 1, 15.
- Michael Lafore, A., Felipe San Martín, H., Custodio Bojórquez, R., Teresa Arbaiza, F., y Fernando Carcelén, C. (1999). Diagnóstico alimenticio y composición químico nutricional de los principales insumos de uso pecuario del valle del mantaro. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 10(2), 74–78.
- Milena Franco Galán, M., y Carolina Hernández Velásquez, M. (2004). Aprovechamiento de

cascarilla de arroz en compostaje y como lecho filtrante para aguas residuales domésticas, como alternativa para minimizar su impacto ambiental.
https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria

- Miranda, C. F. A. (2023). Efecto de la harina de zanahoria (*daucus carota*) sobre el crecimiento y pigmentación de pollos broiler en la granja agropecuaria de yauris de la UNCP – Huancayo – Región Junín. Universidad Nacional Del Centro De Perú, 10–11.
<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5992>
- Morales, C. (2018). Capacidad de retención de agua (CRA). Universidad de Córdoba, 1–12.
http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/lapb/micro_carnes.pdf
- Murray, A. C. (1989). Factors Affecting Beef Color At Time of Grading. *Canadian Journal of Animal Science*, 69(2), 347–355. <https://doi.org/10.4141/cjas89-039>
- Navarro Rojas, E. E. (2006). Análisis del rendimiento productivo de las líneas de pollos de engorde hubbard isa mpk y hubbard isa ultra yield en propokodusa. eduardo enrique navarro rojas.
- Núñez-Torres, Ó. P., Pilatuña-Gualaceo, J. G., y Almeida-Secaira, R. I. (2020). Comportamiento productivo y calidad de la carne en pollos de engorde utilizando trigo tropical (*Coix Lacryma Jobi*). *Ciencias Agropecuarias*, 6(1), 35–50.
<https://doi.org/10.36436/24223484.315>
- Perez, L. (2007). Evaluacion del rendimiento de la canal de pollos de engorda y sus partes secundarias adicionando un promotor de crecimiento (nucleotido) en la fase de iniciacion. Universidad Autonoma Agraria “Antonio Narro,” 1–65.
- Piedra, M. (2015). Evaluación de tres niveles de inclusión de subproductos a base de cáscara de maracuyá y afrecho de trigo de la alimentación de cuyes criollos en etapa de recría I. 110. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7546/1/UPS-CT004480.pdf>
- Qiao, M., Fletcher, D. L., Smith, D. P., y Northcutt, J. K. (2001). The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity, and emulsification capacity. *Poultry Science*, 80(5), 676–680. <https://doi.org/10.1093/ps/80.5.676>
- Quezada Tristán, T. (2001). La Avicultura: su crecimiento, importancia económica, retos y perspectivas. In *Investigación y ciencia* (pp. 1–10).
- Rivera-De Alba, J. A., y Flores Girón, D. E. (2022). La fibra dietética como un ingrediente funcional en la formulación de productos cárnicos. *Tecnociencia Chihuahua*, 16(1), 40–54. <https://doi.org/10.54167/tecnociencia.v16i1.892>
- Roa, I., y Meruane, M. (2012). Desarrollo del Aparato Digestivo. *International Journal of Morphology*, 30(4), 1285–1294. <https://doi.org/10.4067/s0717-95022012000400006>

- Rodríguez Fernández, C., Waxman, S., y Lucas Burneo, J. J. (2017). Particularidades anatómicas, fisiológicas y etológicas con repercusión terapéutica, en medicina aviar/(II): aparato digestivo, aparato cardiovascular, sistema músculo-esquelético, tegumento y otras características. *Portalfarma*, *Ii*, 18. <https://botplusweb.portalfarma.com/documentos/2017/3/10/113722.pdf>
- Rodríguez, P., y García, B. (1998). Fibra Soluble Y Su Implicación En Nutrición Animal: Enzimas Y Probióticos. XIV Curso de Especialización Avances en nutrición y alimentación animal, 17. <http://www.uco.es/servicios/nirs/fedna/capitulos/98CAPXIV.pdf>
- Rodríguez Zelaya, J., Aguirre Rosalles, D., y Rodríguez Sibaja, D. (1994). Efecto de la sustitución del maíz por citropulpa y cascarilla de arroz en la alimentación de pollos de engorde. In *Uniciencia* (Vol. 1, Issue 8, pp. 17–25).
- Sams, C. O. y A. (2000). La influencia del transporte en la calidad de la carne de pavo. *Ciencias Avícolas* 79:1204–1207, 1204–1207.
- Sanchis, S. M., Otero, M. M., García, S. E., Romero, S. P., y Narro, G. C. (2011). Caracterización del color y relación con el pH de pechuga de pollo durante el procesado dSanchis, S. M., Otero, M. M., García, S. E., Romero, S. P., & Narro, G. C. (2011). Caracterización del color y relación con el pH de pechuga de pollo durante el proce. XLVIII Simposio Científico De Avicultura, 3. https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/1_caracterizacion_del_color_y_relacion_con_el_ph_de_pechuga_de_pollo_durante_el_procesado_de_las.pdf
- Savón, L. (2002). Alimentos altos en fibra para especies monogástricas . Caracterización de la matriz fibrosa y sus efectos en la fisiología digestiva. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 36(2), 91–102. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193018119001%5Cn>
- Sergio R., y Fernández. (2015). Pigmentación en pollo de engorde. 1–5.
- Serrano, I. M. A. (1998). Disminución del síndrome de muerte súbita en pollos de engorde a través de diferentes niveles de afrecho de trigo incluido en el alimento iniciador.
- Shang, Q., Wu, D., Liu, H., Mahfuz, S., y Piao, X. (2020). The impact of wheat bran on the morphology and physiology of the gastrointestinal tract in broiler chickens. *Animals*, 10(10), 1–12. <https://doi.org/10.3390/ani10101831>
- Shimada, A. (2003). *Nutrición animal* (pp. 1–220).
- Silva, A. (2016). Consumo voluntario y rendimiento a la canal en pollos de engorde alimentados con residuos pos cosecha de theobroma cacao L. *Semanticscholar.Org*, 58. http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23701/1/tesis_003_Ingeniería

Agropecuaria - Alberto Silva - cd 002.pdf

- Suárez-Machín, C., Garrido-Carralero, N. A., y Guevara-Rodríguez, C. A. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. *ICIDCA. Sobre Los Derivados de La Aña de Azúcar*, 50(1m), 20–28.
- Svihus, B. (2014). Adaptación De Las Prácticas De Manejo Para Utilizar La Funcionalidad Del Tracto Digestivo En Aves. *Fedna*, 31–41.
- Tapia, R. S. (2017). Estudio de Mercado Avícola enfocado a la Comercialización del Pollo en Pie. 1–14.
- Tavernari, F., Salguero, S., Albino, L. F., y Rostagno, H. (2008). Nutrición, Patología Y Fisiología Digestiva En Pollos: Aspectos Prácticos. *Xxiv Curso De Especializacion Fedna*, 31–45. https://produccion-animal.com.ar/produccion_aves/enfermedades_aves/87-nutricion.
- Torres, L. S. (2022). Fibra como prebiótico para aves de producción. *Abanico Veterinario*, 12, 1–12. <https://doi.org/10.21929/abavet2022.24>
- Vargas, O. L. T. (2008). Puesta a Punto De Métodos No Destructivos Y De Análisis Rápidos Utilizables En El Proceso De Elaboración De Jamón Curado. *Universidad Politécnica de Valencia. Tecnología de Alimentos*, 1–102. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/1984/tesisUPV2756.pdf>
- Vieira, S. L. (2005). La calidad de carne de pollo. *Avicultura Profesional*, 17(7), 20–23.
- Vries, S. De. (2015). Fiber in Poultry Nutrition : Bonus or Burden ? 20th European Symposium on Poultry Nutrition, August, 1–8.
- Warner, R. D. (2017). The Eating Quality of Meat-IV Water-Holding Capacity and Juiciness. In *Lawrie's Meat Science: Eighth Edition*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100694-8.00014-5>
- Zaharí, M. W., y Alimon, A. R. (2005). Use of Plam Kernel Cake and Oil Palm By-Products in Compound Feed Palabras clave. *Palmas*, 26(1), 57.
- Zhang, L., Yue, H. Y., Zhang, H. J., Xu, L., Wu, S. G., Yan, H. J., Gong, Y. S., y Qi, G. H. (2009). Transport stress in broilers: I. Blood metabolism, glycolytic potential, and meat quality. *Poultry Science*, 88(10), 2033–2041. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00128>
- Zimmerman, M. (2005). pH de la carne y factores que lo afectan. *Aspectos Estratégicos Para Obtener Carne Ovina de Calidad En El Cono Sur Americano*, 141–152. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_carne/146-carne.pdf

11. Anexos

Anexo 1. Fotografías del trabajo de campo.



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



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



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



Figura 5. Rendimiento a la canal.



Figura 6. Medición de la pigmentación en pechuga (*pectoralis major*).



Figura 7. Toma de pH en el muslo de pechuga.



Figura 8. Trabajo de laboratorio para la capacidad de retención de agua (CRA).

Anexo 2. Certificado de idioma de inglés.

Loja, 30 de Octubre de 2023

CERTIFICA:

Yo, Lic. Jennifer Michelle Quezada Aguilar, con cedula de identidad 1104131121, docente del área de inglés, con registro 1031-2023-2692899 doy fe que el documento aquí compuesto es fiel traducción del idioma español al idioma inglés del trabajo de titulación denominado: **EFFECTO DE DIFERENTES FUENTES DE FIBRA SOBRE LA CALIDAD DE LA CANAL EN POLLOS DE CARNE BAJO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN ALTURA**, de la estudiante Guisela Del Cisne Cañar Morocho, con cedula de identidad N° 1105306623, egresada de la carrera: Medicina Veterinaria.

Lo certifico en honor a la verdad y autorizo a la interesada hacer uso de la presente en lo que a sus intereses convenga.



Jennifer Quezada Aguilar
Licenciada en Ciencias de la Educación Mención Inglés
1104131121