



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria

Efecto de las diferentes fuentes de fibra sobre los parámetros productivos de los pollos de carne criados en altura.

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

AUTOR:

Ronaldo Elizandro Agila Córdova

DIRECTOR:

Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez Mg Sc.

Loja – Ecuador

2023

Certificación

Loja, 21 de septiembre de 2023

Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez 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: **Efecto de las diferentes fuentes de fibra sobre los parámetros productivos de los pollos de carne criados en altura**, de autoría del estudiante **Ronaldo Elizandro Agila Córdova**, con cédula de identidad Nro.**1150756474** previo a la obtención del título de **Médico Veterinario** 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.



Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez Mg Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **Ronaldo Elizandro Agila Córdova**, 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: 1150756474

Fecha: 19 de octubre del 2023

Correo electrónico: ronaldo.agila@unl.edu.ec

Teléfono: 0988609177

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, **Ronaldo Elizandro Agila Córdova**, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Efecto de las diferentes fuentes de fibra sobre los parámetros productivos de los pollos de carne criados en altura**, como requisito para optar por 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, en la ciudad de Loja, a los diecinueve días del mes de octubre del dos mil veintitrés.



Firma:

Autor: Ronaldo Elizandro Agila Córdova

Cédula de identidad: 1150756474

Dirección: San José Alto

Correo electrónico: ronaldo.agila@unl.edu.ec

Teléfono: 0988609177

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Integración Curricular: Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez Mg
Sc

Dedicatoria

Agradezco a Dios sobre todas las cosas, por haberme acompañado en este largo caminar académico, por haberme protegido y darme su sabiduría e inteligencia para de esta forma comprender los contenidos que se me impartieron, por darme la fuerza necesaria en los momentos difíciles de mi vida como estudiante.

A mis padres Vicente Agila y Rosenia Córdova por sus consejos brindados a cada momento de mi vida por mantenerme en un camino del bien, por su apoyo económico incondicional en cada etapa de mi vida como estudiante y esfuerzo para hacer realidad mi meta de ser un profesional, sueño que comparto con ellos.

A mis hermanas Carolina, Yessenia, Nathaly, Erika, Bianca y Tía Tania Córdova por todo el tiempo que me apoyaron tanto económicamente, material y moralmente dándome muchos ánimos para culminar este trabajo.

A todas aquellas personas, profesores, amigos y amigas que de una u otra manera colaboraron conmigo para lograr una de las metas que me propuse alcanzar.

Ronaldo Elizandro Agila Córdova

Agradecimiento

Gracias Dios por brindarme la vida y permitirme conocer a personas de buena voluntad que me ayudaron en diversas actividades durante el transcurso de esta investigación y en la etapa universitaria, especialmente aquellas personas que contribuyeron a través de sus diferentes consejos, críticas y aportes a la realización de este Trabajo de Investigación.

Dr. Galo Escudero Sánchez gracias por la oportunidad de ser su tesista y por todo su apoyo incondicional durante el transcurso de todo este trabajo y por sus valiosos aportes, consejos y correcciones para así poder concluir este trabajo.

Dra. Roció Herrera gracias por su apoyo incondicional, así como la gentileza que tuvo de brindarnos su tiempo en el buen desarrollo del enfoque investigativo y por todo su apoyo en el levantamiento y el registro de la información, evaluaciones y correcciones que me hizo en su momento.

Dr. Rodrigo Abad gracias por su valiosa contribución en el análisis de los datos, por lo cual pude obtener una información más veraz.

A todos aquellos profesores que tuvieron la gentileza de ayudarme con sus aportes, consejos y correcciones para mejorar este trabajo de investigación gracias a todos ustedes.

Ronaldo Elizandro Agila Córdova

Índice de contenidos

Portada.....	i
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	xi
1. Título.....	1
2. Resumen	2
2.1. Abstract	3
3. Introducción.....	4
4. Marco Teórico.....	6
4.1. Producción avícola	6
4.2. Producción avícola en el Ecuador	6
4.3. Producción de pollos de Engorde.....	7
4.4. Parámetros productivos de la crianza Avícola	7
4.5. Requerimientos nutricionales de los pollos de engorde	7
4.5.1. Carbohidratos y grasas.....	9
4.5.2. Proteínas	9
4.5.3. Agua	10
4.5.4. Vitaminas	10
4.5.5. Minerales	10
4.5.6. Aditivos en los alimentos	11

4.6. Uso de fibra en la alimentación de pollos de engorde.....	11
4.6.1. <i>Fibra soluble</i>	12
4.6.2. <i>Fibra Insoluble</i>	12
4.6.3. <i>Impacto de las fuentes de fibra soluble e insoluble en la nutrición avícola</i>	13
4.7. Diferentes tipos de fibra en la nutrición animal	14
4.7.1. <i>Fibra dietética</i>	14
4.7.2. <i>Fibra cruda</i>	15
4.8. Fibra y la respuesta productiva en pollos de carne.....	15
4.9. Fuentes de fibra no convencionales	16
4.9.1. <i>Afrecho de trigo</i>	16
4.9.2. <i>Cascarilla de arroz</i>	18
4.9.3. <i>Palmiste</i>	21
5. Materiales y Métodos	24
5.1. Área de estudio.....	24
5.2. Procedimiento.....	25
5.2.1. <i>Animales e Instalaciones</i>	25
5.3. Factores en estudio	25
5.4. Tratamientos.....	25
5.4.1. <i>Diseño experimental</i>	26
5.5. Dietas experimentales	26
5.6. Descripción de la unidad experimental	29
5.7. Manejo de los animales	29
5.8. Recolección de datos	29
5.9. Variables de estudio	30
5.9.1. <i>Peso vivo (PV), g</i>	30
5.9.2. <i>Consumo medio diario (CMD), g</i>	30
5.9.3. <i>Ganancia media diaria (GMD), g</i>	30

5.9.4.	<i>Conversión alimenticia (CA).</i>	30
5.9.5.	<i>Mortalidad (%).</i>	31
5.10.	Procesamiento y análisis de la información	31
5.11.	Consideraciones éticas	31
6.	Resultados	32
6.1.	Peso vivo semanal (PVS) g.	32
6.2.	Consumo medio diario (CMD), g.	32
6.3.	Ganancia media diaria (GMD), g.	33
6.4.	Conversión alimenticia (CA).	33
6.5.	Mortalidad (M) %	34
7.	Discusión	35
8.	Conclusiones	44
9.	Recomendaciones	45
10.	Bibliografía	46
11.	Anexos	63

Índice de Tablas

Tabla 1. Necesidades nutricionales recomendadas en distintas etapas de pollos Cobb 500...	8
Tabla 2. Composición química del afrecho de trigo (%).	16
Tabla 3. Valor Energético del afrecho de trigo (kcal/kg).	17
Tabla 4. Valor proteico del afrecho de trigo.	17
Tabla 5. Límites máximos de incorporación del afrecho de trigo en la avicultura.	17
Tabla 6. Composición química de la cascarilla de arroz.	19
Tabla 7. Valor proteico de la cascarilla de arroz.	20
Tabla 8. Límites máximos de incorporación de la cascarilla de arroz en la avicultura.	20
Tabla 9. Composición química del palmiste.	22
Tabla 10. Valor Energético del palmiste (kcal/kg).	22
Tabla 11. Valor proteico del palmiste.	22
Tabla 12. Límites máximos de incorporación del palmiste en la avicultura.	22
Tabla 13. Condiciones climáticas de la Argelia.	24
Tabla 14. Descripción de los tratamientos de la investigación.	25
Tabla 15. Tratamientos de dietas experimentales durante el proceso investigativo.	26
Tabla 16. Ingredientes y composición química de la dieta de crecimiento (%).	27
Tabla 17. Ingredientes y composición química de la dieta de engorde (%).	28
Tabla 18. Cronograma de vacunación del lote.	29
Tabla 19. Peso semanal en pollos de carne alimentados con fuentes de fibra (g).	32
Tabla 20. Consumo medio diario en pollos de carne alimentados con fuentes de fibra (g).	32
Tabla 21. Ganancia media diaria en pollos de carne alimentados con fuentes de fibra (g).	33
Tabla 22. Conversión alimenticia en pollos de carne alimentados con fuentes de fibra (g).	33
Tabla 23. Mortalidad en pollos de carne alimentados con diferentes fuentes de fibra.	34

Índice de Figuras

Figura 1. Consumo per cápita de pollo en Ecuador en los últimos siete años.....	6
Figura 2. Ubicación de la Quinta Experimental Punzara.....	24
Figura 3. Distribución de los tratamientos y unidades experimentales.	26
Figura 4. Adecuación y renovación de la instalación	63
Figura 5. Arreglo y recepción de los animales.	63
Figura 6. Proceso de adaptación y distribución aleatorizada de los animales.	63
Figura 7. Proceso de la toma de las variables en estudio.....	64
Figura 8. Elaboración de las dietas con las diferentes fuentes de fibra.	64
Figura 9. Aplicación de los tratamientos en las unidades experimentales.....	64
Figura 10. Toma y registro de datos de las variables en estudio.	65
Figura 11. Culminación de la toma y registro de los datos.....	65
Figura 12. Culminación del trabajo en campo con el equipo de investigación.	65

Índice de Anexos

Anexo 1. Fotografías del trabajo de campo	63
Anexo 2. Certificación de traducción de resumen.....	66

1. Título

Efecto de las diferentes fuentes de fibra sobre los parámetros productivos de los pollos de carne criados en altura.

2. Resumen

La alimentación en aves constituye alrededor del 65 y 70 % de los costos de producción, bajo esta premisa surge la necesidad de evaluar alternativas alimenticias que cubran los requerimientos nutricionales, incrementen los parámetros productivos y minimicen los costos. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de las diferentes fuentes de fibra sobre parámetros productivos de los pollos de carne criados en altura. Se emplearon 400 pollos de un día de edad, sin sexar y de la línea genética Cobb 500, con un peso promedio de 43 g; los tratamientos se aplicaron desde el día ocho al día 28 y consistieron en: T1 (5 %), T2 (18 %), T3 (18 %), T4(18 %) con la inclusión de las diferentes fuentes de fibra como el salvado de trigo, cascarilla de arroz y palmiste. Las variables evaluadas fueron PVS, CMD, GMD, conversión alimenticia y mortalidad. El análisis estadístico se realizó con el programa SAS, modelo mixto de medidas repetitivas, para determinar la diferencia de promedios entre tratamientos se realizó la prueba de Tukey y para la mortalidad se realizó a través del procedimiento GENMOD del programa estadístico SAS. Los resultados presentaron diferencias estadísticas para las variables estudiadas, con un índice más bajo en el T3 y T4 con respecto a los demás tratamientos. Por la cual se concluye, que la inclusión del 5 % del afrecho de trigo generó mejores resultados que las otras fuentes de fibra, debido a una mejor asimilación del alimento, obteniendo un mejor desempeño productivo en las aves.

Palabras clave: fibras no convencionales, pollos, altura, producción, rentabilidad.

2.1. Abstract

Feeding in poultry constitutes around 65 to 70% of production costs; under this premise arises the need to evaluate feed alternatives that cover nutritional requirements, increase productive parameters and minimize expenses; the objective of the present research was to estimate the effect of different fiber sources on the productivity parameters of broilers raised at altitude, we used four hundred one-day-old, unsexed broilers of the Cobb 500 genetic line, with an average weight of 43 g; treatments were applied from day eight to day 28 and consisted of T1 (5 %), T2 (18 %), T3 (18 %), T4(18 %) with the inclusion of the different fiber sources such as wheat bran, rice husk and palm kernel, the variables evaluated were PVS, CMD, GMD, feed conversion and mortality, we conducted the statistical analysis with the SAS program, a mixed model of repetitive measures, to determine the difference of averages between treatments we performed the Tukey test, and for mortality, we used the GENMOD procedure of the SAS statistical program. The results showed statistical differences for the variables studied, with a lower index in T3 and T4 concerning the other treatments. Therefore, we concluded that the inclusion of 5% wheat bran generated better results than other sources of fiber due to better assimilation of the feed, obtaining a better productive performance in the birds.

Keywords: non-conventional fibers, broilers, height, production, profitability.

3. Introducción

En Ecuador la avicultura es una de las actividades de gran importancia, debido a que tiene una gran demanda de sus productos, como son la carne y los huevos. La producción de pollos parrilleros ha tenido un desarrollo significativo durante los últimos años y está muy difundida a nivel global, ya que sus productos de carne y huevos tienen buena aceptación en el mercado (Loja, 2017). Lo cual contribuye de gran manera en el desarrollo de la economía nacional, ya que genera fuentes de trabajo e ingresos para muchas familias, pero al igual que otras explotaciones pecuarias presentan dificultades que no permiten una buena performance y desarrollo de la producción (Romero, 2018).

Existe una necesidad imperiosa de estar preparado para enfrentar desafíos constantes; uno de ellos es la elevación constante en los precios de las materias primas (Corzo, 2008). Sería obligatorio para las entidades que hacen investigación-desarrollo la búsqueda de ingredientes alternativos que cumplan fisiológicamente con las necesidades nutritivas para un óptimo y buena salud en las aves, de la misma forma que ayuden en la disminución de costos de alimentación y genere rentabilidad el sector avícola (Ravindran, 2013).

La identificación adecuada de las propiedades nutricionales de los ingredientes altamente energéticos y proteicos derivados de dietas bajas en fibra (Bonilla et al., 2020). Savon (2002) señala que agregar fibra a las raciones de aves y cerdos generalmente aumenta el consumo de alimento para mantener el consumo de energía digerible. Sin embargo, el efecto conocido de limitar el consumo con altas concentraciones de fibra se debe a la voluminosidad de estas raciones y la capacidad de retener agua de las porciones solubles de fibra.

El efecto de las fracciones de fibra en la dieta de aves se encuentra en un periodo intenso de investigación, pues si bien en el pasado se observó que reducía el desempeño productivo de las aves, hoy en día las recientes investigaciones han demostrado que las dietas altas en fibra provocan un desarrollo pobre en el tracto gastrointestinal (TGI) (González et al., 2007). Por otra parte, las dietas bajas en fibra cruda mejoran el rendimiento de las aves. Sin embargo, la inclusión de cantidades moderadas de fibra podría beneficiar la fisiología digestiva en cerdos y aves (Mateos et al., 2006; Jimenes et al., 2009).

En la crianza de aves, uno de los diferentes factores que reemplazan los costos de producción, es la alimentación que tiene una participación del 65 y el 70 % (Shimada, 2003 & Hoyos, 2017). En este sentido, es necesario estudiar y evaluar las diferentes alternativas

alimenticias que se encuentran accesibles en nuestro medio. El afrecho de trigo, cascarilla de arroz y palmiste, pueden ser una alternativa viable en la sustitución parcial en la dieta para pollos de engorde, al ser incluida como materia prima no convencional, por sus excelentes posibilidades de adaptación a nuestro medio (Ravindran, 2013). Es por ello que el creciente aumento del costo de las materias primas importantes en la formulación de la dieta, tales como el maíz y la torta de soya repercutirá en un aumento de los costos de producción para los pollos; por lo cual urge la necesidad de evaluar nuevas alternativas en los sistemas de alimentación que garanticen la máxima productividad con el menor costo posible (Casamachin et al., 2007).

Los resultados de la presente investigación permitieron determinar el efecto de las diferentes fuentes de fibra sobre los parámetros productivos de los pollos de carne criados en altura y pueden servir de base para futuras investigaciones; además, se pueden difundir a pequeños, medianos y grandes productores. Por lo expuesto anteriormente, los objetivos fueron:

- Comparar las diferentes fuentes de fibra entre el peso semanal y sobre la ganancia media diaria.
- Determinar el consumo medio diario entre las diferentes fuentes de fibra.
- Calcular la conversión alimenticia y porcentaje de mortalidad entre las diferentes fuentes de fibra.

4. Marco Teórico

4.1. Producción avícola

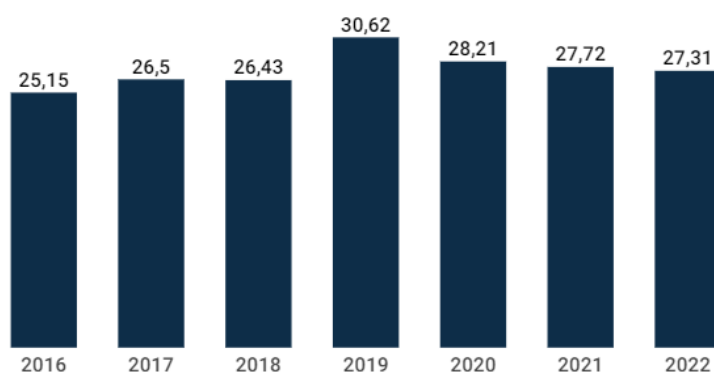
La producción avícola estudia los métodos médico-sanitarios, zootécnicos y económicos, para obtener alimentos de primera línea: carne y huevo para la nutrición de todos los consumidores (Allaica et al., 2020). Las bases para la obtención de estos productos las provee la Medicina Veterinaria en su área avícola, que atiende la problemática de las enfermedades propias de las aves y la zootecnia que se encarga de la producción; esto establece la práctica de manejo necesaria en las unidades de cría intensiva (Medero, 2018).

4.2. Producción avícola en el Ecuador

El Ecuador cuenta con una producción de 44 071 731 aves; 4,24 millones (10,87 %) de pollos son criados en campo, mientras que, 34,72 (89,13 %) millones son criados en planteles avícolas. El número de pollos asciende al 73.17 %, seguido de la cría de gallinas ponedoras al 20.36 %, la cría de gallinas reproductoras al 5.82 %, la cría de pavos al 0.49 % y finalmente, la cría de codornices al 0.16 %. La producción nacional a nivel de la región Sierra aporta con el 95,53 %, seguida de la Costa con el 4,04 %, y la Amazonía el 0,45 % (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2022).

De acuerdo a la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador [CONAVE], en el año 2020 se dio un consumo per cápita de pollo (Kg/persona/año) de 28,21 kg, seguidamente en el 2021 y 2022 tuvo un consumo equilibrado de 27 kg anualmente, según la CONAVE se prevé que para este año suba un 5 %, es decir, a 32 kilogramos (Sánchez et al., 2019).

Figura 1. Consumo per cápita de pollo en Ecuador en los últimos siete años.



Fuente: (CONAVE, 2022).

4.3. Producción de pollos de Engorde

En la producción intensiva se utilizan animales seleccionados por su genética, con sistemas de ambiente controlado y con un correcto manejo nutricional basado en el uso de alimentos concentrados, piensos y suplementos. En la avicultura intensiva generalmente no se usan razas puras, sino que estas se reemplazan con híbridos comerciales con mejores rendimientos y conversiones de alimento (Barroeta et al., 2010).

El pollo de engorde es un ave caracterizada por una alta tasa de crecimiento y un desarrollo pronunciado de la masa muscular, especialmente en el pecho y los muslos. Se ha consolidado como un ave importante en la producción de carne, logrando un alto consumo en comparación con la carne de cerdo y la de res. Su alta demanda se debe a que es una de las proteínas más baratas y con una tasa de crecimiento más rápida, lo cual se traduce en un rango de edad de 5-7 semanas (42 días) (Barroeta et al., 2010).

4.4. Parámetros productivos de la crianza Avícola

A lo largo de cada etapa en la crianza de la parvada, existen distintos parámetros que van evaluando el desempeño de la producción del lote de las aves (Rodríguez, 2007). Según Lopera (2017), desde los inicios de la industria avícola se ha realizado la recolección de diversos parámetros de producción con el objetivo de maximizar la cantidad de datos obtenidos para la toma de decisiones en el lote. Los parámetros como la alimentación de las aves ahora se basan no solo en el alimento que se suministra diariamente, sino también en la cantidad de alimento que se abastece en cada granero y la cantidad de alimento que las aves usan para producir un gramo de carne (Lopera, 2017).

Los parámetros de producción utilizados para analizar el rendimiento del lote son: el peso promedio inicial, semanal y acumulado, el incremento de peso semanal, el consumo de alimento, la conversión alimenticia y la mortalidad.

4.5. Requerimientos nutricionales de los pollos de engorde

Para garantizar un crecimiento y una formación muscular óptimos durante la fase de crecimiento, los pollos se alimentan principalmente con almidones y materias primas de alta digestibilidad (Ortiz, 1980). También es esencial que las aves consuman alimentos y agua inmediatamente desde el primer día de vida para promover un desarrollo eficaz del sistema inmunitario, garantizar una digestibilidad adecuada y prevenir la deshidratación (Rutz et al., 2004).

El objetivo principal de los programas nutricionales es cumplir con los requerimientos dietéticos de las aves, en función a su etapa o fase, garantizando su bienestar, salud y productividad, al mismo tiempo, proporcionándoles fuentes de alimento seguras y no contaminadas. (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2019).

Las materias primas desempeñan un papel crucial en la nutrición de las aves, ya que son componentes fundamentales para una dieta equilibrada. Los nutrientes necesarios para una dieta adecuada incluyen proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas, minerales y agua (Villanueva et al., 2015). En la tabla 1 se presenta un resumen de los niveles mínimos recomendados de nutrientes seleccionados para los pollos de carne de diferentes edades o etapas para satisfacer esas necesidades nutricionales específicas.

Tabla 1. Necesidades nutricionales recomendadas en distintas etapas de pollos Cobb 500.

Ingrediente	Unidad	Inicio	Crecimiento	Finalizador 1	*Finalizador 2
		Periodos de alimentación (días)			
		0 - 8	9-18	19 - 28	> 29
Energía	MJ/Kg	12,45	12,66	12,97	13,18
metabolizable	Kcal/Kg	2,975	3,025	3,100	3,150
(EMAn ¹)	Kcal/lb	1,349	1,372	1,406	1,4,29
Proteína cruda	%	21-22	19-20	18-19	17-18
Lisina digestible	%	1,22	1,12	1,02	0,97
Metionina digestible	%	0,46	0,45	0,42	0,40
Met+Cis digestible	%	0,91	0,85	0,80	0,76
Triptófano digestible	%	0,20	0,18	0,18	0,17
Treonina digestible	%	0,83	0,73	0,66	0,63
Arginina digestible	%	1,28	1,18	1,07	1,02
Valina digestible	%	0,89	0,85	0,76	0,73
Isoleucina digestible	%	0,77	0,72	0,67	0,64
Calcio	%	0,9	0,84	0,76	0,76
Fósforo disponible	%	0,45	0,42	0,38	0,38
Sodio	%	0,16-0,23	0,16-0,23	0,16-0,23	0,16-0,23
Cloro	%	0,16-0,30	0,16-0,30	0,16-0,30	0,16-0,30
Potasio	%	0,60-0,95	0,60-0,95	0,60-0,95	0,60-0,95
Ácido Linoléico	%	1,00	1,00	1,00	1,00

Fuente: (Manual Cobb, 2015).

¹EMAn Sistema de energía está basado en energía Metabolizable Aparente corregida por Nitrógeno.

*Finalizador 2 dieta de retiro

4.5.1. Carbohidratos y grasas.

Los carbohidratos constituyen la principal proporción del sustento de las aves y están disponibles en abundancia en la vegetación. La forma en que las plantas almacenan su energía es el almidón, que también es el único carbohidrato complejo que las aves pueden digerir. El pollo carece del sistema enzimático necesario para digerir la celulosa y otros carbohidratos complejos, por lo que los incorpora al componente de fibra cruda (Damron et al., 2015). Son indispensables para el correcto crecimiento de los tejidos, siendo el maíz y el trigo las materias primas fundamentales en la alimentación. Estos granos son una fuente importante de energía en la nutrición de las aves de corral (Aviagen, 2010).

De manera similar, la grasa contiene más del doble de energía que otros nutrientes, lo que la convierte en una de las fuentes de energía más importantes en la dieta actual de las aves. Esta propiedad hace que la grasa sea una herramienta muy importante en la correcta formulación de las dietas de iniciación y crecimiento. Para muchos fabricantes de alimentos comerciales, la grasa animal o grasa amarilla será la fuente de grasa para complementar (Damron et al., 2015).

4.5.2. Proteínas

Las fuentes de proteínas son generalmente las materias primas más caras, y el uso adecuado de estas fuentes es esencial en todos los sistemas de alimentación, y el uso innecesario aumenta los costos de producción (Tuesda, 2021). Son los elementos estructurales de los tejidos, que en las aves están formados por plumas y músculos, las aves utilizan aminoácidos obtenidos de las proteínas.

Las aves no sintetizan aminoácidos o los producen en cantidades insuficientes, por lo que es importante complementar la dieta con aminoácidos. Hay dos clases de proteínas en la dieta de un ave: proteína animal y proteína vegetal. Las proteínas animales se consideran superiores a las proteínas vegetales, porque algunas proteínas vegetales requieren un procesamiento adecuado para aumentar su valor nutricional, esto se debe principalmente a su alto contenido en aminoácidos esenciales (Cuca y Ávila, 1978).

4.5.3. Agua

El agua es uno de los elementos indispensables en la alimentación ya que es importante para los procesos digestivos, controla la temperatura corporal interna del cuerpo del animal, permite que el organismo asimila y transforma las proteínas, los carbohidratos, las vitaminas y los minerales que consume, en carne. El consumo de agua aumenta de manera constante a medida que envejece la parvada (Villanueva et al., 2015).

Al usar el agua en las aves, se recomienda verificar los aspectos globales como la alcalinidad, pH, salinidad expresada como sólidos totales disueltos y los macroelementos (magnesio, calcio, sodio, cloro) y otros elementos que podrían estar presentes en el agua y pueden causar riesgo toxicológico, como los nitratos, nitritos, metales pesados, pesticidas, entre otros (Carrasco et al., 2016).

4.5.4. Vitaminas

Los parámetros no específicos y los signos de deficiencia (por ejemplo, bajas tasas de producción) se asocian con síntomas de deficiencia o exceso de vitaminas. La nutrición con vitaminas ya no debe considerarse importante solo para prevenir las deficiencias que en algunos casos son notables en las aves, sino para optimizar la salud animal, la productividad y la calidad del producto (McDowell y Ward, 2010).

Las vitaminas se agrupan en vitaminas hidrosolubles (complejo B y vitamina C) y vitaminas liposolubles (vitaminas A, D, E y K) en función de su solubilidad. La propiedad de las vitaminas liposolubles es que se disuelven en grasas y aceites y no son producidas por el organismo, por lo que forman depósitos en el hígado que proporcionan la demanda orgánica mínima durante varias semanas o meses. Las aves son capaces de producir vitaminas hidrosolubles gracias a la flora intestinal de los sacos ciegos, pero debido al ritmo de crecimiento o productividad de algunas líneas genéticas, estos efectos muchas veces no son suficientes para cubrir el requerimiento diario de las aves, la necesidad de cada vitamina varía según las diferentes especies de aves, edad y crianza (Sumano y Guitiérrez, 2010).

4.5.5. Minerales

Los minerales son importantes para el crecimiento y desarrollo adecuados de las aves de corral, como la formación de huesos, y para procesos corporales como la activación de enzimas. Ciertos minerales, como el calcio y el fósforo, se necesitan en grandes cantidades. Otros minerales como el cobre, el hierro, el manganeso, el zinc, el selenio, el cobalto, el yodo

y el molibdeno se necesitan en miligramos, pero las deficiencias de estos minerales provocan graves problemas de salud en los casos leves y la muerte en algunos casos graves (PoultryHub, 2019).

El calcio en los alimentos contribuye al crecimiento, la eficiencia nutricional, el desarrollo óseo, la salud de las patas, la función nerviosa y el sistema inmunitario, para lograr una estructura y un crecimiento óseo perfectos, el fósforo debe utilizarse en la forma y cantidad adecuadas (Aviagen, 2010).

4.5.6. Aditivos en los alimentos

Los alimentos para aves de corral suelen incluir componentes que no están directamente relacionados con el cumplimiento de los requisitos nutricionales previos. Por ejemplo, se puede incorporar un antioxidante con la intención de impedir la aparición de rancidez en las grasas de la dieta o para proteger los nutrientes de las pérdidas causadas por la oxidación. Los compactadores de pellets se pueden utilizar para aumentar la consistencia y la solidez de los alimentos paletizados. En ocasiones, se incluyen antibióticos para fomentar la tasa de crecimiento y la eficiencia alimentaria de los pollos jóvenes (Damron et al., 2015).

4.6. Uso de fibra en la alimentación de pollos de engorde

Los diferentes tipos de fibra en la nutrición avícola incluyen la fibra soluble e insoluble por lo que este tipo de fibras en la alimentación de pollos de carne ha sido ampliamente estudiado. Se ha descubierto que tienen efectos tanto positivos como negativos en el rendimiento de los pollos de engorde. Se ha demostrado que la fibra insoluble modula la morfología intestinal, el desarrollo de los órganos digestivos, la absorción de nutrientes, el crecimiento y la microbiota intestinal (Röhe & Zentek, 2021).

Sin embargo, la inclusión de fibra insoluble en las dietas de los pollos de engorde también se ha asociado con una ganancia diaria de peso y una tasa de conversión alimenticia deficiente (Kalmendal, 2012). Por otro lado, se ha encontrado que la inclusión de fibra soluble, como los oligosacáridos, modula positivamente la microbiota intestinal (Shirzadegan & Taheri, 2017).

Las fuentes de fibra no convencionales, como el salvado de trigo, se utilizan en la formulación de alimentos para la nutrición de aves modernas, para proporcionar fibra soluble e insoluble, además del 10 % de fibra bruta (FB), pero tienen algunos efectos perjudiciales, como un alto contenido de micotoxinas y una dilución de la dieta en términos de energía (Bosse

& Pietsch, 2016). Los concentrados de fibra cruda (CFC), que son fibras funcionales y fáciles de obtener y están libres de micotoxinas, son una solución para este problema. Sin embargo, formular una ración moderada con las fibras no convencionales es importante porque mejora la microflora intestinal y la salud intestinal, por lo que deben estar presentes en cada formulación alimenticia, estar presentes en cada formulación alimenticia (Pietsch, 2020).

En general, el uso de fibra en la alimentación de pollos de engorde puede tener efectos tanto beneficiosos como perjudiciales sobre el rendimiento, y se debe considerar cuidadosamente el tipo de fibra que se utiliza en la dieta y sobre todo la cantidad de fibra (Safaa et al., 2014).

4.6.1. Fibra soluble

La fibra soluble en la dieta de los pollos de carne tiene efectos tanto positivos como negativos. Por un lado, este tipo de fibra puede aumentar la viscosidad intestinal y afectar negativamente la absorción de nutrientes y la microflora intestinal (Hartini et al., 2021). Sin embargo, existe un grupo de fibras solubles, como los oligosacáridos, que funcionan como prebióticos al ser utilizadas en cantidades moderadas y modulan positivamente la microbiota intestinal (Jha & Mishra, 2021). En términos de rendimiento de crecimiento, la inclusión de fibra soluble en la dieta puede afectar la ganancia diaria de peso y la tasa de conversión alimenticia (Tejeda & Kim, 2021).

La fibra soluble engloba distintos compuestos químicos con efectos muy variados sobre el animal, existe una clara interacción entre los distintos componentes de la fibra soluble, tanto con la especie animal, como con la edad del animal, lo que hay que tener en cuenta al considerar los ingredientes con los que se formula la ración, es por ello que los niveles reducidos de cualquiera de los constituyentes de la fibra soluble no suelen perjudicar los rendimientos productivos del animal y en algunos casos los incrementan, mientras que niveles elevados mayoritariamente los perjudican (Palenzuela et al., 2022). En general, los efectos de la fibra soluble en la dieta de los pollos de carne son complejos y dependen del tipo específico y la cantidad de fibra soluble incluida en la dieta.

4.6.2. Fibra Insoluble

Se ha encontrado que la fibra insoluble en la dieta de los pollos de carne tiene varios efectos fisiológicos. La inclusión o suplementación de fibra insoluble en la dieta puede conducir a diferentes respuestas fisiológicas debido a cambios en la composición de la dieta, y

los efectos significativos se encuentran en la fase inicial (Hartini et al., 2021). En el estudio realizado por Sacranie et al, (2012), manifestaron que exponer a los pollos de engorde a fibra gruesa insoluble en la dieta puede mejorar la función y el rendimiento de la molleja, en cuanto a los parámetros productivos, no se vieron afectados: ni el consumo, ni la ganancia de peso, lo que podría explicarse en parte por un aumento por la digestibilidad del almidón.

La inclusión de fuentes de fibra insoluble en las dietas bajas en fibra mejora el rendimiento del crecimiento de los pollos de engorde, siendo más beneficiosa la granulación y la inclusión de cáscaras de avena o girasol que las cáscaras de arroz (Sadeghi et al., 2020). La pulpa de yuca, clasificada como fibra dietética insoluble, se puede utilizar como complemento alimenticio en las dietas de pollos de engorde y tiene efectos positivos para mejorar la función de la molleja, mejorar la digestibilidad de los nutrientes y reducir la grasa abdominal (Jiménez-Moreno et al., 2014).

Este tipo de fibra en pollos de engorde ayuda en la digestión de proteínas e incremento del peso relativo de la molleja, mejoran su conversión alimentaria y tienen una retribución económica mayor (Meza, 2019). Aunque una mejor fuente de fibra insoluble podría mejorar los resultados productivos de las aves, los salvados suelen ser más baratos y más fáciles de obtener dependiendo de los niveles y tipos de fibra utilizados en la dieta (Pietsch, 2020).

4.6.3. Impacto de las fuentes de fibra soluble e insoluble en la nutrición avícola

Las fuentes de fibra soluble e insoluble han sido estudiadas por sus efectos sobre los parámetros productivos de los pollos de engorde. En un estudio, se encontró que el uso de cascarilla de arroz como fuente de fibra insoluble tiene los efectos menos adversos sobre el rendimiento de los pollos de engorde en la etapa de finalización (Khazari et al., 2019). Otro estudio encontró que la inclusión de 3 a 6 % de fibras insolubles, como harina de alfalfa, salvado de arroz y viruta de madera, en dietas basadas en salvado de trigo, mejora el rendimiento en la fase de crecimiento de los pollos de engorde (Sarikhani et al., 2009).

Además, la inclusión de cantidades moderadas de fibra insoluble, particularmente cáscaras de avena, aumentó el peso de la molleja, redujo el pH de la molleja y mejoró la digestibilidad de los nutrientes en pollos de engorde en la etapa de crecimiento (Shirzadegan & Taheri, 2017b). Estos hallazgos sugieren que las fuentes de fibra soluble e insoluble pueden tener efectos positivos en los parámetros productivos de los pollos de engorde, con fuentes específicas y niveles de inclusión que influyan en diferentes aspectos del rendimiento de los pollos de engorde.

Las fibras componen una parte importante de los piensos avícolas, y hay una gran variación en cantidad y estructura debido al tipo de fibra utilizada. Las raíces de vegetales y frutas como la remolacha azucarera y la manzana contienen principalmente fibra soluble (ie pectina), mientras que todo tipo de salvado de cereal proporciona un alto porcentaje de fibra insoluble (Bosse & Pietsch, 2016).

4.7. Diferentes tipos de fibra en la nutrición animal

4.7.1. Fibra dietética

Las necesidades del pollo de engorde en cuanto a fibra no están muy bien definidas; las aves son animales omnívoros, por lo que, su aparato digestivo está preparado para procesar alimentos moderadamente ricos en fibra, concentrados que están excesivamente bajos en fibra (<2,7-3,0% FB), reducen el tamaño de la molleja y perjudican la motilidad y la salud intestinal de las aves (Hetland & Svihus, 2001; González et al., 2007).

Por otra parte, el pollo de engorde depende en gran medida de su capacidad de consumo para alcanzar óptimos crecimientos, por lo que fuentes en exceso de fibra son perjudiciales sobre todo en la etapa inicial y de crecimiento (Mateos et al., 2002; Gonzalo et al., 2017). A considerar que las fuentes de fibra soluble, como la pulpa de remolacha, tienden a reducir el consumo, debido a su alta capacidad que tienen en la retención de agua, por lo que las fuentes de fibra soluble son altas y generan una digesta más voluminosa, lo que provoca la dilatación del tracto gastrointestinal (TGI) y a su vez podría reducir el consumo de alimento en las aves (González et al., 2010).

No es muy aconsejable marcar límites en las necesidades del pollo en cuanto a fibra insoluble, ya que sus efectos sobre la productividad varían según las condiciones de manejo y el estatus sanitario de las aves. Cuando la incidencia de camas húmedas es alta, las necesidades en fibra insoluble aumentan, pudiendo ser recomendable incluir del 3-4 % de FB en el pienso (González et al., 2010; Jiménez et al., 2016).

En estos casos, la colocación de hasta un 2-3 % de cascarilla de avena (o en su defecto, el equivalente en cascarilla de girasol), con una estructura física adecuada, podría ser beneficiosa. A tener en cuenta que ciertos componentes de la fracción fibrosa, tales como el sílice en la cascarilla de arroz, pueden afectar el crecimiento del ave (Guzmán et al., 2015).

4.7.2. Fibra cruda

La fibra cruda (FC) en la alimentación de las aves cuentan con propiedades únicas, las cuales son: estimulan el crecimiento de vellosidades intestinales, alta capacidad de aglutinación de agua, forman una estructura fibrosa en la alimentación, además estas propiedades causan efectos tales como una mejor digestión de las proteínas y grasas, dentro de la parte productiva en los pollos de engorde, mejora significativamente el desempeño productivo como crecimiento, conversión alimenticia y rendimiento de la canal (J Rettenmaier & Söhne (JRS), 2020).

Los materiales fibrosos no son utilizados en gran medida por un pollo en la fase de crecimiento; esto es debido a la baja digestibilidad de la fibra. Por lo tanto, las raciones para pollos de engorde se formulan para contener un nivel mínimo de fibra cruda, que no exceda del 4% (Larrea & García, 1963).

4.8. Fibra y la respuesta productiva en pollos de carne

Los estudios que se han realizado sobre los efectos de la fibra en los parámetros productivos de los pollos de engorde han mostrado resultados variables. Algunos estudios han encontrado que la inclusión de fibra en la dieta puede mejorar el rendimiento y la retención de nutrientes en los pollos de engorde. Por ejemplo, Silva et al., (2012), encontraron que la ingesta de hasta 1% de pectina en la dieta mantuvo el mejor rendimiento en las aves, mientras que niveles más altos afectaron los parámetros de rendimiento y aumentaron el consumo de agua. De manera similar Sadeghi et al., (2015), descubrieron que una combinación igual de fibra mejoraba la inmunidad en los pollos de engorde. Es más, la inclusión de diversos tipos de fibra podría mejorar el desarrollo del sistema digestivo, la digestibilidad de los nutrientes y la productividad (Alvarado, 2009).

Por otro lado, otros estudios han demostrado que aumentar la fibra dietética puede tener efectos negativos en el rendimiento de los pollos de engorde, pero al aumentar el contenido de fibra en la dieta reduce la ganancia diaria promedio (Gonzales-Alvarado et al., 2008). Los estudios de Walugembe et al., (2014), también encontraron que una mayor cantidad de fibra dietética reducía la ganancia diaria promedio, aunque no afectaba a las pollitas ponedoras. En general, los efectos de la fibra en el rendimiento de los pollos de engorde parecen depender del tipo y nivel de fibra incluidos en la dieta.

4.9. Fuentes de fibra no convencionales

4.9.1. Afrecho de trigo

El afrecho de trigo (WB) es uno de los subproductos de cereales ricos en fibra insoluble que constituyen un recurso muy abundante en nuestro medio, pero son materiales de bajo valor nutritivo por su alto contenido en paredes celulares (Ruiz-Roso, 2015 & Piccioni, 1970). Normalmente se presenta en polvo, pero últimamente se lo está comercializando en pellets con el fin de permanecer sus condiciones adecuadas de humedad y dureza (Mosquera, 2015).

4.9.1.1. Obtención del afrecho de trigo

Según manifiesta Linne (1960), la molienda del trigo se la realiza para producir la harina de trigo para el consumo humano y animal, el grano se somete a un proceso de molturación industrial y se extraen numerosos subproductos que pueden ser una alternativa en la alimentación de los animales, es por ello que además tiene algunas limitaciones en cuanto a su utilización en la nutrición animal.

4.9.1.2. Valor nutritivo del afrecho de trigo

El porcentaje de fibra cruda es alto por lo cual los salvados poseen baja cantidad de energía, contiene un 16.9 % de proteína, 4,6 % de grasa. Es el más utilizado, formado por capas internas del grano y por partículas y cantidades pequeñas de afrecho (Flores, 1975). El contenido en fibra disminuye paralelamente desde un 11 hasta un 8% de fibra bruta, al igual que el de fósforo (desde 1,0 hasta 0,75%) mientras que el de proteína permanece relativamente estable (14,0-15,0%) (FEDNA, 2019).

4.9.1.3. Composición de química del afrecho de trigo

El afrecho de trigo es un subproducto que proporciona un valor energético que deriva en fibra de la cubierta de granos y el valor energético, posee un porcentaje de fibra bruta de (11,1 %), un valor energético en pollos menores a 20 días de 1300 y en pollos mayores a 20 días de 1640, la digestibilidad de la proteína en aves es del 70 % y los límites máximos de incorporación es en pollos de inicio (0-18d) es del 3 % y en pollos de cebo (18-45 d) es del 5 % (FEDNA, 2019; Fierro et al., 2008 & Huamán, 2018).

Tabla 2. Composición química del afrecho de trigo (%).

Humedad	Cenizas	PB	EE	FB	¹ FND	² FAD	³ LAD	Almidón
12.6	5.4	15.4	3.3	11.1	40.3	13.4	3.6	15.0

¹fibra neutro detergente, ²fibra ácido detergente y ³lignina ácido detergente.

Fuente: (FEDNA, 2019).

Tabla 3. Valor Energético del afrecho de trigo (kcal/kg).

Porcino			En cerdas	Aves		Caballos	Conejos
Crecimiento		EN		EMAn		ED	ED
ED	EM			Pollitos <20d	broilers/ ponedoras		
2230	2110	1430	1590	1300	1640	2150	2350

ED: energía digestible, EM: energía metabolizable, EN: energía neta, EMAn; energía metabolizable aparente corregida por nitrógeno

Fuente: (FEDNA, 2019).

Tabla 4. Valor proteico del afrecho de trigo.

Coeficiente de digestibilidad de la proteína (%)				
Rumiantes	Porcinos	Aves	Conejos	Caballos
67	64	70	68	69

Fuente: (FEDNA, 2019).

Tabla 5. Límites máximos de incorporación del afrecho de trigo en la avicultura.

Límites máximos de incorporación (%)					
Pollos inicio (0-18d)	Pollos cebo (18-45d)	Pollitas inicio (0-6 sem)	Pollitas crecimiento (6-20 sem)	Puesta comercial	Reproductoras pesadas
3	5	7	12	8	8

Fuente: (FEDNA, 2019).

a) Ventajas

Es un producto que deriva al moler el grano como fuente natural. Presenta algunas ventajas entre las cuales podemos mencionar: Posee un buen sabor, alto contenido de fibra, gran cantidad de carbohidratos, mejora la absorción de nutrientes, buena fuente de proteínas, minerales y vitaminas. Además, los arabinoxilooligosacáridos (AXOS), obtenidos del salvado de trigo, pueden mejorar la tasa de conversión alimenticia y la eficiencia de utilización de nutrientes en los pollos (Courtin et al., 2008).

b) Desventajas

Los elevados niveles de fibra que posee han conllevado a que no se utilice como dieta completa, más bien se recomienda como un suplemento que ayuda a la mejora de la fisiología digestiva para mejorar la productividad y por ende la calidad de la canal (González, 2022). Además, Feng et al., (2020), manifiesta que el salvado de trigo contiene altos niveles de polisacáridos no amiláceos, lo que al ser aplicado en cantidades elevadas puede interferir en la digestión y la absorción de verdaderos nutrientes.

4.9.1.4. Uso del afrecho de trigo en la alimentación avícola

El salvado de trigo al ser utilizado en cantidades moderadas o como aditivo alimentario en las dietas de las aves de corral mejora la salud intestinal y el rendimiento de los pollos de engorde. Se ha descubierto que el salvado de trigo con partículas de tamaño reducido puede ayudar a controlar las infecciones por *Salmonella* en pollos de engorde al reducir la colonización y la eliminación de bacterias (Vermeulen et al., 2017). Además, se puede utilizar un proceso de fermentación para reducir el contenido de fibra y así mejorar la calidad del salvado de trigo para de esta forma usarlo en la alimentación de aves (Debi et al., 2019).

El trigo es una excelente opción para alimentar a las aves porque contiene gluten y no necesita aglutinantes para facilitar la formación de pellets. Sin embargo, Plavnik (2002) realizó investigaciones en pollos de engorde alimentados con trigo integral y descubrió que el alimento proporcionado era más efectivo porque los piensos comerciales aprovechaban los nutrientes en exceso. En general, el uso de salvado de trigo en la alimentación de las aves puede tener varios beneficios, incluida una mejor salud intestinal, rendimiento y rentabilidad de la alimentación de aves (Debi et al., 2019).

4.9.2. Cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz (RH) es un subproducto de naturaleza fuerte, leñosa y abrasiva; por lo tanto, es resistente a factores ambientales y protege al grano de arroz de sufrir daños a causa de ataques de insectos o hongos durante el tiempo de desarrollo de la planta (Vargas et al., 2013). Su utilización en alimentación animal está limitada por su pobre valor nutritivo, baja tasa de descomposición por su alto contenido de sílice (Echandi, 1975).

4.9.2.1. Obtención de la cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz surge como residuo sólido obtenido luego del proceso de combustión (Prasara & Gheewala, 2017). Se obtiene como subproducto del proceso de industrialización durante la fase de molienda al separarse de los granos (Francis, 2013). La cascarilla representa alrededor del 20% del peso del cereal cosechado. Así mismo, se consideran en gran medida a la CA, como un producto de desecho en la actividad arrocera, debido al bajo interés comercial que generalmente se le adjudica, dando como resultado que, por lo ordinario, sea quemado o eliminado como desperdicio (Kumar et al., 2013).

4.9.2.2. Valor nutritivo de la cascarilla de arroz

El contenido de nutrientes presentes en la RH, es muy bajo, por lo que Flores (1975), indica que la cascarilla de arroz no tiene valor nutricional dado por su alto contenido en fibra, lo cual está constituido por un buen porcentaje de sílice. Es por ello que es de gran importancia el análisis del valor nutricional, especialmente cuando no existe un tipo de investigación que proporcione datos algunos sobre los requerimientos que necesita cada especie (Acosta, 2002).

4.9.2.3. Sílice

Según Tobar & Quijije (2017) manifiesta que dentro de la estructura de la cascarilla de arroz existe una partícula muy fina, que se conoce como sílice. Esto tiene un efecto beneficioso para el crecimiento normal del arroz, y está presente en un 87-97 % de sílice. Echandi (1975) manifiesta que en algunos casos se usa en la alimentación de animales de granja, pero este producto es fibroso, leñoso y abrasivo por lo que no es conveniente utilizar en una cantidad excesiva en la alimentación de aves ya que es un polvillo que produce irritaciones en la mucosa intestinal y además lesiones que afectan en el consumo de alimento y ganancia de peso e incluso si es consumido en grandes cantidades puede producir mortalidades porque al momento de la ingesta se deposita en las vellosidades del aparato digestivo y puede llegar a bloquear la absorción de verdaderos alimentos. En consecuencia, en ciertos países se prohíbe incorporar más del 5% de este desperdicio en la dieta de los animales de granja (Vargas et al., 2013).

4.9.2.4. Composición química de la cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz es un subproducto que proporciona un alto contenido de fibra bruta (45,9 %) y una baja proteína (2,6 %). Posee una EMAn en pollos broilers de 650 kcal/kg y una digestibilidad de proteína (69 %) y los límites máximos de incorporación son: Pollos inicio (0-18d) del 2 % y en pollos cebo (18-45 d) del 5 % (FEDNA, 2019).

Tabla 6. Composición química de la cascarilla de arroz.

Humedad	Cenizas	PB	EE	FB	¹ FND	² FAD	³ LAD	Almidón
9,3	13,4	2,6	1,5	45,9	72,1	47,0	15,1	1,1

¹fibra neutro detergente, ²fibra ácido detergente y ³lignina ácido detergente.

Fuente: (FEDNA, 2019).

Tabla 7. Valor Energético de la cascarilla de arroz (kcal/kg).

Porcino			En cerdas	Aves		Caballos	Conejos
Crecimiento				EMAn			
ED	EM	EN		Pollitos <20d	broilers/ ponedoras	ED	ED

710 680 120 340 - 640 750 450

ED: energía digestible, EM: energía metabolizable, EN: energía neta, EMAn; energía metabolizable aparente corregida por nitrógeno

Fuente: (FEDNA, 2019).

Tabla 7. Valor proteico de la cascarilla de arroz.

Coefficiente de digestibilidad de la proteína (%)				
Rumiantes	Porcino	Aves	Conejos	Caballos
70	52	69	60	60

Fuente: (FEDNA, 2019).

Tabla 8. Límites máximos de incorporación de la cascarilla de arroz en la avicultura.

Límites máximos de incorporación (%)					
Pollos inicio (0-18d)	Pollos cebo (18-45d)	Pollitas inicio (0-6 sem)	Pollitas crecimiento (6-20 sem)	Puesta comercial	Reproductoras pesadas
2	5	4	5	5	3

Fuente: (FEDNA, 2019).

a) **Ventajas**

La cascarilla de arroz no aporta ningún valor nutritivo es por ello que solamente se lo utiliza como cama profunda para lechones o cama para pollos de engorde lo cual le permite absorber los niveles de humedad y así prevenir los problemas de patas (Vela, 2013). Según Vadiveloo et al., (2009b), recomienda que enriquecer el valor nutricional de la cáscara de arroz mediante métodos químicos, físicos y biológicos pueda mejorar su digestibilidad y contenido de proteína cruda.

b) **Desventajas**

Los niveles altos de fibra y contenidos de sílice reducen los niveles de consumo de alimento y disminuye notablemente su digestibilidad, de la misma forma la tasa de inclusión y el tamaño de partícula de la cáscara de arroz en la dieta de los pollos de engorde pueden afectar las poblaciones de bacterias en el tracto gastrointestinal, lo que puede tener efectos perjudiciales en el rendimiento de los pollos de carne (Abazari et al., 2016).

4.9.2.5. Usos de la cascarilla de arroz en la alimentación avícola

Las cáscaras de arroz se están utilizando en la alimentación de las aves, para aumentar el valor nutricional y reducir los costos de producción. Se han explorado diferentes métodos para enriquecer el valor nutricional de la cascarilla de arroz. El tratamiento con NaOH aumentó la digestibilidad de las cáscaras molidas y redujo el contenido de fibra (Zheng Zhong, 2016 & Vadiveloo et al., 2009).

El uso de RH está en estudio porque contiene un alto contenido de fibra, lo que puede causar irritación en el tracto digestivo de los animales que la consumen debido a su alto contenido de sílice. Como resultado, se han encontrado lesiones pulmonares leves en animales de laboratorio que recibieron dietas con cascarillas de arroz, pero la limitación es solo del 5% (Lozano, 2020). En general, el enriquecer nutricionalmente a la cascarilla de arroz juega un papel importante en la suplementación de los piensos avícolas ya que es un subproducto que conduce a reducir los costos de producción en cuanto a la alimentación.

4.9.3. Palmiste

El palmiste (PKC) es un insumo que aparece con la industria del aceite, e inicialmente considerado como uno de los desechos industriales, siendo un subproducto alimenticio de aspecto blanco grisáceo con manchas punteadas de color pardo (Jacquot & Rodríguez, 1859).

4.9.3.1. Obtención del palmiste

Según Jacquot & Fernando (1859) y Alava & Rodríguez (2006), concluyeron que el palmiste se obtiene de la palma africana (*Elaeis guinensis*), la cual produce un fruto del que se extrae el aceite para consumo humano, quedando como residuo de almendra la misma que al ser molida toma el nombre de palmiste.

El procesamiento industrial del fruto de la palma aceitera permite obtener tres productos comerciales: el aceite crudo de palma (proveniente del mesocarpio del fruto), el aceite de palmiste (que se obtiene de la almendra del fruto) y la torta de palmiste. De este procesamiento también se generan cuatro subproductos: vástago, cáscara, torta de almendra y fibra del mesocarpio (Gomez et al., 2007).

4.9.3.2. Valor nutritivo del palmiste

La torta de palmiste es un suplemento nutricional que puede usarse solo o mezclado con otras materias primas porque aporta proteínas y energía, contiene solventes con un contenido de aceite más bajo contiene una textura gruesa y un alto contenido de grasa y humedad, lo que facilita su manejo durante el almacenamiento y hace que los animales lo acepten bien (Gomez et al., 2007).

4.9.3.3. Composición química del palmiste

Sus altos niveles de fibra contienen una digestibilidad de la proteína en monogástricos de (50-65 %), como consecuencia de su elevado nivel de fibra (Martínez et al., 2021).

Proporciona un contenido de fibra (20,2 %) y un alto nivel de proteína (16,3 %). Posee una EMAn en pollos broilers de 1125 kcal/kg y una digestibilidad de proteína (55 %) y los límites máximos de incorporación son: Pollos inicio (0-18d) del 0 % y en pollos cebo (18-45d) del 1 % (FEDNA, 2019).

Tabla 9. Composición química del palmiste.

Humedad	Cenizas	PB	EE	FB	¹ FND	² FAD	³ LAD	Almidón
9.8	4.5	16.3	1.8	20.2	63.8	40.2	12.0	0.0

¹fibra neutro detergente, ²fibra ácido detergente y ³lignina ácido detergente.

Fuente: (FEDNA, 2019).

Tabla 10. Valor Energético del palmiste (kcal/kg).

Porcino			En cerdas	Aves		Caballos	Conejos
Crecimiento		EN		EMAn		ED	ED
ED	EM		EN	Pollitos <20d	broilers/ ponedoras		
2090	1985	1390	1510	660	1125	1850	2400

ED: energía digestible, EM: energía metabolizable, EN: energía neta, EMAn; energía metabolizable aparente corregida por nitrógeno

Fuente: (FEDNA, 2019).

Tabla 11. Valor proteico del palmiste.

Coeficiente de digestibilidad de la proteína (%)				
Rumiantes	Porcino	Aves	Conejos	Caballos
80	60	55	70	65

Fuente: (FEDNA, 2019).

Tabla 12. Límites máximos de incorporación del palmiste en la avicultura.

Límites máximos de incorporación (%)					
Pollos inicio (0-18d)	Pollos cebo (18-45d)	Pollitas inicio (0-6 sem)	Pollitas crecimiento (6-20 sem)	Puesta comercial	Reproductoras pesadas
0	1	3	5	3	3

Fuente: (FEDNA, 2019).

a) Ventajas

La ventaja principal del palmiste es que su tamaño de partícula permite optimizar su uso en alimentos para animales, haciéndolo más digerible, además, en la avicultura, también puede ser una opción alimenticia valiosa porque es una fuente de energía, fibra y proteína que contribuye al equilibrio nutricional de la alimentación (Criollo, 2017).

b) Desventajas

La harina de palmiste tiene una serie de limitaciones o desventajas entre ellas están: Alto contenido de fibra, textura deficiente, baja palatabilidad, su color oscuro que puede ocasionar el rechazo por algunos productores y por ser de origen tropical debe controlarse mucho el nivel de micotoxinas (Losada et al., 2011).

4.9.3.4. Uso del palmiste en la alimentación avícola

La harina de palmiste, que se puede utilizar en la alimentación de aves, pero tiene ciertas limitaciones, se considera un alimento de baja calidad debido a su alto contenido de fibra, aminoácidos desequilibrados, y susceptibilidad al moho. Sin embargo, la investigación ha demostrado que el palmiste se puede incluir en las dietas de los pollos de engorde hasta en un 40 % si la dieta está equilibrada en aminoácidos y energía (Burhanudin, 2007; Onwudike, 1986).

De la misma forma contiene beta-manano, que actúa como prebiótico y mejora el sistema inmunológico de las aves, este está presente en un 5 al 10 % de la dieta total, por lo que es fácilmente reconocible por el Sistema Inmune Innato y por ende pueden desencadenar reacciones inflamatorias a nivel intestinal (Azizi et al., 2021). El uso de PKM en la alimentación de las aves también puede reducir las bacterias patógenas y aumentar la población de bacterias no patógenas que son beneficiosas en el microbiota intestinal (Sundu et al., 2006).

Según Wan & Aliomon, (2005), manifiestan que el palmiste en la avicultura es limitado, pero si el producto es de buena calidad puede utilizarse a un nivel del 5 %-10 % en las dietas de pollos de engorde y hasta el 30 % en las dietas de las gallinas ponedoras. Pero por lo consiguiente FEDNA, (2019), señala que la utilización de torta de palmiste se ve restringida en dietas para aves debido a su baja palatabilidad, alto nivel de fibra y bajo nivel de proteína, y el límite máximo de incorporación que sugiere en dietas de ponedoras es de 1 % y hasta 5 % en pollos de engorde.

5. Materiales y Métodos

5.1. Área de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la “Quinta Experimental Punzara” situada en la Argelia, esta finca pertenece a la Universidad Nacional de Loja, en el Centro de Investigación Desarrollo Innovación de Nutrición Animal (CIDiNa/Aves), ubicado en el galpón avícola uno, la misma que cuenta con las siguientes coordenadas geográficas:

Tabla 13. Condiciones climáticas de la Argelia.

Parámetro	Valor
Altitud (ms.n.m)	2 135
Temperatura (°C)	12 – 18
Precipitaciones (mm)	1 058
Humedad relativa (%)	70

Fuente: (Estación Meteorológica la Argelia, 2014).



Figura 2. Ubicación de la Quinta Experimental Punzara.

Fuente: (Zoom Earth, 2023).

5.2. Procedimiento

5.2.1. Animales e Instalaciones

Se desarrolló en el galpón avícola de la finca Quinta Experimental Punzara, que cuenta con un área de 200 m². Se trabajó con 400 pollos de la línea genética Cobb 500 mixtos (sin sexar) de un día de edad, con un peso promedio de 43 gr, que se alojaron aleatoriamente en unidades experimentales de madera y malla galvanizada inoxidable, con una dimensión de 2,25 m² de ancho por 0,70 m² de altura, con bebederos automáticos tipo niple y comederos tipo plato, para la fase de inicio (primera semana) y en la etapa de crecimiento se aplicaron comederos tipo tolva en cada unidad experimental.

La limpieza y desinfección del galpón se realizó 15 días antes de la llegada de los pollitos, mediante un flameado de pisos, paredes y lugares de poca exposición solar, seguido de un encalado o esparcimiento de cal viva en todo el galpón. La fumigación se realizó a través de una bomba de mochila de 20 litros con solución de amonio cuaternario, con una dosis de 5 ml/litro de agua. Las normas de bioseguridad incluyen la instalación de cortinas, pediluvios, eliminación de vectores de enfermedades e instalación de instrumentos y/o materiales para aves, como criadoras, luz, comederos y bebederos, distribuidos adecuadamente en el espacio de investigación para brindar un ambiente adecuado para las aves, como material para la cama se utilizó viruta seca gruesa de 10 cm de espesor para la cama.

5.3. Factores en estudio

Diferentes fuentes de fibra: Afrecho de trigo (5 y 18 %), cascarilla de arroz (18 %) y palmiste (18 %).

5.4. Tratamientos

La presente investigación fue distribuida con los siguientes tratamientos que se muestran en la tabla 14 los cuales se dividieron de la siguiente manera: Afrecho de trigo (T1, control), 18 % de inclusión de Afrecho de trigo (T2), 18 % de inclusión de Cascarilla de arroz (T3) y 18 % de inclusión de Palmiste (T4).

Tabla 14. Descripción de los tratamientos de la investigación.

Tratamiento	Código	Aves/U.E	UO	Total
Control (5% Afrecho de trigo)	T1	10	10	100
Afrecho de trigo (18%)	T2	10	10	100

Cascarilla de arroz (18%)	T3	10	10	100
Palmiste (18%)	T4	10	10	100

En la tabla 15 se describen los tratamientos en general que se utilizaron durante todo el proceso investigativo.

Tabla 15. Tratamientos de dietas experimentales durante el proceso investigativo.

Grupos	Tratamientos		
	0-7 d	8-28 d	29-42 d
1	dieta básica	5 % WB	dieta básica
2	dieta básica	18 % WB	dieta básica
3	dieta básica	18 % RH	dieta básica
4	dieta básica	18 % PKC	dieta básica

WB: salvado de trigo; RH: cascarilla de arroz; PKC: harina de palmiste; dieta básica: dieta igualitaria en todos los grupos

5.4.1. Diseño experimental

En la presente investigación se empleó un diseño completamente al azar y se estableció en diez unidades experimentales, cada una de ellas tuvo diez unidades observacionales (animales).

Figura 3. Distribución de los tratamientos y unidades experimentales.

UE	TTO	UE	TTO	UE	TTO	UE	TTO
UE 1	1	UE 20	2	UE 21	3	UE 40	4
UE 2	2	UE 19	3	UE 22	4	UE 39	1
UE 3	3	UE18	4	UE 23	1	UE 38	2
UE 4	4	UE 17	1	UE 24	2	UE 37	3
UE 5	1	UE 16	2	UE 25	3	UE 36	4
UE 6	2	UE 15	3	UE 26	4	UE 35	1
UE 7	3	UE 14	4	UE 27	1	UE 34	2
UE 8	4	UE 13	1	UE 28	2	UE 33	3
UE 9	1	UE 12	2	UE 29	3	UE 32	4
UE 10	2	UE 11	3	UE 30	4	UE 31	1

TTO: Tratamiento; UE: Unidad experimental

5.5. Dietas experimentales

Se formularon cuatro dietas experimentales considerando los requerimientos nutricionales, para cada fase de desarrollo de acuerdo con lo planteado por las tablas de la línea genética Cobb 500 (Cobb Vantress, 2022), para la etapa de crecimiento tabla 16 y para la etapa de engorde tabla 17.

Tabla 16. Ingredientes y composición química de la dieta de crecimiento (%).

Materias primas	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
		(%)		
Maíz	60,55	45,44	45,44	45,44
Arrocillo	0	0	0	0
Afrecho de trigo	5	18	0	0
Cascarilla de arroz	0	0	18	0
Palmiste	0	0	0	18
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	0,5	0,5	0,5	0,5
Carbonato de calcio	3,4	11,45	11,45	11,45
Fosfato monocalcico	0,7	0,71	0,71	0,71
Sal	0,2	0,2	0,2	0,2
Bicarbonato de Na	0,51	0,57	0,57	0,57
HCL-Lisina	0,49	0,67	0,67	0,67
DL – Metionina	0,4	0,47	0,47	0,47
Treonina	0,24	0,33	0,33	0,33
¹ Pigmento	0,1	0,1	0,1	0,1
² Atrapador de toxinas	0,2	0,2	0,2	0,2
³ Coccidiostato (Diclazulil)	0,02	0,02	0,02	0,02
⁴ ProBioenzyme (complejo enzimatico)	0,05	0,05	0,05	0,05
⁵ Premix	0,15	0,15	0,15	0,15
<i>Composición química analizada</i>				
Materia seca	88,8	86,6	84,8	88,1
Grasa Cruda	5,05	3,94	3,77	5,21
Ceniza	6,43	6,06	14,8	11,2
<i>Composición química formulada</i>				
Energía Metabolizable (EM)	3136	2673	2493	2747
Proteína Bruta (PB)	18,52	19,02	17,28	19,61
Extracto Estéreo (EE)	10,16	13,21	18,94	17,16

Fibra bruta (FB)	3,03	3,68	10,12	5,27
------------------	------	------	-------	------

T1= Control T2-T3-T4 = 18 % de inclusión respectivamente.

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

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

³ Extractos de β -Carotenos.

⁴ Endo-1,4-beta-xilanas 600 U/g, Proteasa 800 U/g, Amilasa 800 U/g

⁵ 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 B6 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 17. 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
¹ Pigmento	0,10
² Atrapador de toxina	0,20
³ Coccidiostato (Diclazulil)	0,02
⁴ ProBioenzyme	0,05
⁵ 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 Extractos de β -Carotenos.

⁴ Endo-1,4-beta-xilanas 600 U/g, Proteasa 800 U/g, Amilasa 800 U/g.

⁵ 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 B6 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.

5.6. Descripción de la unidad experimental

En la presente investigación se trabajó con cuatro tratamientos, en cada unidad experimental estaba conformada por 10 aves, con un total de 40 unidades experimentales con los diferentes tratamientos, la población total fue de 400 pollos de la línea genética Cobb 500.

5.7. Manejo de los animales

Los pollos BB de un día de edad fueron receptados en una instalación adecuada, con una temperatura apropiada que osciló de 30 a 32 °C, utilizando cuatro criadoras en la entrada y culata del galpón, se pesaron con una balanza digital comercial (sb32001) y se distribuyeron aleatoriamente con pesos homogéneos en cada una de las unidades experimentales de acuerdo a los tratamientos que se utilizaron en esta investigación.

Para todos los animales del ensayo durante los siete primeros días se suministró una dieta comercial de inicio, el agua de bebida fue ad libitum y se añadió un multivitamínico (Hemavet) en dosis de 3 ml por cada seis litros de agua en cada uno de los bebederos de las unidades experimentales.

En el periodo de crecimiento a partir del día ocho hasta el día 28 se aplicaron las dietas experimentales con las diferentes fuentes de fibra (afrecho de trigo, cascarilla de arroz y palmiste), y para la fase de finalización o engorde fue desde el día 29 al 42, se aplicó una dieta igual para todas las unidades experimentales. Además, se realizó un cronograma de vacunación para las enfermedades de Newcastle y Gumboro, en dos fases que se explican en la siguiente tabla 18.

Tabla 18. Cronograma de vacunación del lote.

Vacuna	Periodo de vacunación (semanas/días)	Vía de aplicación
Newcastle y Gumboro	2 (11d)	Oral Intraocular
Newcastle y Gumboro (refuerzo)	3 (28 d)	Oral Intraocular

2-3: semanas; 11-28: días

5.8. Recolección de datos

Los pollos en estudio se pesaron semanalmente a la misma hora (8H30 am) hasta los 42 días, y los parámetros productivos fueron evaluados en tiempos iguales como: peso vivo (g), consumo medio diario (g), ganancia media diaria (g), conversión alimenticia y mortalidad.

5.9. Variables de estudio

Las variables de este estudio se registraron diaria y semanalmente. A continuación, una descripción de cómo se tomaron cada variable durante la investigación.:

5.9.1. *Peso vivo (PV), g.*

Se tomó el peso de los pollitos recién llegados al galpón con una balanza y se colocó el número de pollitos en cada unidad experimental aleatoriamente, se los ubicó en una caja de cartón y se tomó el peso, luego se restó el peso de la caja vacía y el resultado se lo dividió por el número de pollos para sacar un promedio. Todo este proceso se realizó cada semana.

5.9.2. *Consumo medio diario (CMD), g.*

Se registró el alimento ofrecido semanalmente y se restó el alimento sobrante a este valor y se procedió a dividirlo por los siete días de la semana. Se emplea la siguiente fórmula.

$$CMD = \frac{\text{Alimento ofrecido} - \text{Alimento restante}}{7}$$

5.9.3. *Ganancia media diaria (GMD), g.*

La ganancia media diaria se evaluó con la ayuda de una balanza en horas de la mañana, se calculó tomando el valor del peso promedio de la semana actual menos el peso de la semana anterior y la obtención del valor se dividió para los siete días de la semana. Se empleó la siguiente fórmula.

$$GMD = \frac{\text{Peso semana actual} - \text{Peso de la semana anterior}}{7}$$

5.9.4. *Conversión alimenticia (CA).*

La conversión alimenticia se aplicó al final de cada semana, se tomó el valor del consumo de alimento en gramos de la semana correspondiente y se lo dividió por la ganancia de peso de la misma semana. Se empleó la siguiente fórmula.

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

5.9.5. Mortalidad (%).

El porcentaje de mortalidad se calculó dividiendo la cantidad de aves que murieron, para el número de aves que iniciaron, por 100, todo esto se realizó separando las aves muertas por tratamiento. Se empleó la siguiente fórmula.

$$\%Mortalidad = \frac{Cantidad\ de\ aves\ muertas}{Total\ aves\ inician} * 100$$

5.10. Procesamiento y análisis de la información

Para el análisis estadístico de los parámetros productivos, fueron analizados por medio del programa SAS, modelo mixto de medidas repetitivas. En el modelo, las variables fijas serán los tratamientos y las variables aleatorias la unidad experimental. Se utilizará una matriz de varianza y covarianza de tipo autorregresivo heterogénea de orden uno. Para determinar la diferencia entre los tratamientos se realizará la prueba de Tukey. La mortalidad fue analizada a través del procedimiento GENMOD del programa estadístico SAS, considerándola una variable binomial

5.11. Consideraciones éticas

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

6. Resultados

6.1. Peso vivo semanal (PVS) g.

En la tabla 19 se muestra el peso vivo semanal de los tratamientos con las diferentes fuentes de fibra.

Tabla 19. Peso semanal en pollos de carne alimentados con fuentes de fibra (g).

SEMANAS	TRATAMIENTOS				EMM ¹	P valor
	NIVELES DE INCLUSIÓN (%)					
	T1	T2(18)	T3(18)	T4(18)		
PI ²	43,0	43,0	43,0	43,0		
1	149,2	152,1	148,5	149,2	2,42	0,7268
2	306,6 ^a	247,1 ^b	230,36 ^b	235,3 ^b	5,91	0,0001
3	541,6 ^a	397,8 ^b	357,5 ^c	351,2 ^c	8,51	0,0001
4	774,1 ^a	561,4 ^b	476,2 ^c	437,2 ^c	12,1	0,0001
5	1085,1 ^a	776,0 ^b	698,3 ^{bc}	630,0 ^c	27,2	0,0001
6	1653,6 ^a	1235,2 ^b	1087,0 ^b	1082,4 ^b	64,0	0,0001

¹Error estándar de la media n=10

²Peso Inicial

^{abc}Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Durante la semana inicial, no se observó diferencia estadística (0,7268) entre los tratamientos, obteniéndose un peso promedio de 149,8 g. Sin embargo, de la segunda a la sexta semana existe diferencia estadística significativa ($<0,0001$) entre los tratamientos, obteniendo un mejor peso vivo semanal en el tratamiento control, respecto a los demás tratamientos.

6.2. Consumo medio diario (CMD), g.

El consumo medio diario de los cuatro tratamientos aplicados en esta investigación, con la inclusión de las diferentes fuentes de fibra en la alimentación de pollos de carne, se observa en la tabla 20.

Tabla 20. Consumo medio diario en pollos de carne alimentados con fuentes de fibra (g).

SEMANAS	TRATAMIENTOS				EMM ¹	P valor
	NIVELES DE INCLUSIÓN (%)					
	T1	T2(18)	T3(18)	T4(18)		
1	17,7	18,2	17,1	17,7	0,59	0,6457
2	38,5 ^a	33,8 ^{ab}	31,6 ^b	30,0 ^b	1,55	0,0009
3	63,1 ^a	53,9 ^b	45,6 ^c	44,7 ^c	1,78	0,0001
4	62,4 ^a	50,1 ^b	35,3 ^c	29,8 ^c	1,95	0,0001
5	79,4 ^a	63,8 ^{ab}	54,3 ^{bc}	44,7 ^c	4,92	0,0001
6	122,9 ^a	92,1 ^b	82,5 ^b	88,2 ^b	7,93	0,0009

¹Error estándar de la media n=10

^{ab}Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En la primera semana no muestra diferencia estadística, obteniendo un consumo medio diario promedio de 17,7 g entre los tratamientos, a partir de la segunda a la sexta, si existió diferencia estadística significativa ($<0,0001$), sin embargo, se evidencia que el tratamiento control con una inclusión del 12 % de afrecho de trigo en la dieta tuvo un mayor consumo en relación al resto de las dietas aplicadas en esta investigación.

6.3. Ganancia media diaria (GMD), g.

El efecto de la inclusión de las diferentes fuentes de fibra en la alimentación de pollos de carne, en la ganancia media diaria se visualizan en la tabla 21.

Tabla 21. Ganancia media diaria en pollos de carne alimentados con fuentes de fibra (g).

SEMANAS	TRATAMIENTOS				EMM ¹	P valor
	NIVELES DE INCLUSIÓN (%)					
	T1	T2(18)	T3(18)	T4(18)		
1	15,2	15,6	15,1	15,2	0,34	0,7319
2	22,5 ^a	13,6 ^b	11,7 ^b	12,3 ^b	0,67	0,0001
3	33,7 ^a	21,5 ^b	18,2 ^c	16,6 ^c	0,73	0,0001
4	33,2 ^a	23,4 ^b	17,0 ^c	12,3 ^c	1,37	0,0001
5	44,4 ^a	30,6 ^b	31,7 ^b	27,5 ^b	3,02	0,0006
6	81,2 ^a	65,6 ^{ab}	54,0 ^{ab}	64,0 ^b	6,93	0,0347

¹Error estándar de la media $n=10$

^{ab}Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En la variable de la ganancia media diaria durante la primera semana no existió diferencia estadística obteniendo un peso promedio de 15,3 g, durante la segunda y quinta semana si se evidenció diferencia estadística entre los tratamientos aplicados ($<0,0001$). Desde la sexta semana no se evidencia diferencia estadística, pero en consecuencia se observó que existió mayor ganancia de peso en el tratamiento control y una menor GMD en el tratamiento tres.

6.4. Conversión alimenticia (CA).

El índice de la conversión alimenticia en pollos de carne alimentados con las diferentes fuentes de fibra se indica en la tabla 22.

Tabla 22. Conversión alimenticia en pollos de carne alimentados con fuentes de fibra (g).

SEMANAS	TRATAMIENTOS				EMM ¹	P valor
	NIVELES DE INCLUSIÓN (%)					
	T1	T2(18)	T3(18)	T4(18)		
1	1,17	1,17	1,14	1,17	0,04	0,9101
2	1,72 ^b	2,50 ^a	2,70 ^a	2,44 ^a	0,08	0,0001
3	1,88 ^b	2,54 ^a	2,51 ^a	2,70 ^a	0,07	0,0001

4	1,88	2,20	2,35	2,47	0,17	0,1021
5	1,80	2,12	1,79	1,75	0,14	0,2247
6	1,54	1,53	1,53	1,42	0,11	0,8451

¹Error estándar de la media n=10

^{ab}Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En el índice de conversión durante la primera, cuarta, quinta y sexta semana se observa que no existe diferencia estadística, obteniendo una conversión promedio de 1,31 para la primera semana, a partir de la segunda y tercera semana si existe diferencia estadística ($<0,0001$). A partir de la cuarta a la sexta semana no se evidencia diferente estadística, obteniendo una conversión promedio de 1,51 donde la mejor eficiencia se aprecia en el tratamiento control.

6.5. Mortalidad (M) %.

En la tabla 23 se puede apreciar el porcentaje de mortalidad en los pollos de carne por la administración de las diferentes fuentes de fibra en las dietas.

Tabla 23. Mortalidad en pollos de carne alimentados con diferentes fuentes de fibra.

SEMANAS	TRATAMIENTOS				P valor
	NIVELES DE INCLUSIÓN (%)				
	T1	T2 (18)	T3 (18)	T4 (18)	
1	2	1	3	3	0,7085
2	5	2	7	3	0,3005
3	2 ^a	4 ^{ab}	9 ^{bc}	15 ^c	0,0019
4	4 ^a	15 ^b	32 ^b	23 ^b	0,0001
5	14	21	20	25	0,2625
6	12	12	7	9	0,5598

^{ab}Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En la variable de mortalidad, si se encontró diferencia estadística en la semana tres ($<0,0019$), logrando un índice más alto en el tratamiento cuatro (15%) y un índice más bajo en el tratamiento uno (2%), para la semana cuatro (0,0001), existió un índice de mortalidad elevado en el tratamiento tres (32 %) y un índice bajo en el tratamiento uno (4%), y para el resto de las semanas, no existió diferencia estadística mostrándose un índice de mortalidad promedio del 2% en la semana uno. La etiología de las mortalidades observadas durante la primera semana se atribuyó a la onfalitis, mala calidad de las aves y la muerte súbita a partir de la segunda semana se atribuyó a SA y micotoxicosis.

7. Discusión

En esta investigación, se incluyeron varias fuentes de fibra (control: 5%; salvado de trigo: 18%; cascarilla de arroz: 18%; y palmiste: 18%), suministradas desde el día ocho al 28, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en las variables de peso semanal (PS), consumo medio diario (CMD) y ganancia media diaria (GMD), a excepción de la conversión alimenticia (CA) y la mortalidad que no presentaron diferencias estadísticas en las semana cuatro que duró el proceso investigativo.

Se obtuvieron pesos vivos semanales (T1: 774,1 g; T2: 561,4 g; T3: 476,2 g; and T4: 437,2 g) durante el estudio, mostró diferencia estadística ($p=0,0001$) entre los tratamientos. Es evidente que los pesos registrados son más bajos que los de otros estudios realizados por varios autores. Mahmoudi et al. (2022) utilizaron el 6 % de afrecho de trigo en pollos de carne con pesos de 659 g a partir del día siete al 21. Chuang et al. (2021) reportaron algo similar utilizando el 5 % de salvado de trigo en la dieta del día siete al 21 y obtuvieron pesos de 729 g. Por otro lado, Kamely et al. (2015) utilizaron varios niveles de inclusión de cascarilla de arroz (T1:0, T2:15, T3:30, T4:45 y T5:60 %) en pollos de la línea Ross 308 en la etapa de crecimiento reportaron diferencias estadísticas entre los tratamientos y obtuvieron un menor peso vivo (698, 9 g) en T5. Los autores concluyeron que el uso de cascarilla de arroz ralentizó el crecimiento de las aves, lo que tuvo un impacto negativo en el peso. En pollos de engorde, Silva (2016) utilizó diferentes niveles de Residuos Poscosecha de Cáscara de Mazorca de Cacao (T1: testigo, T2: 15%, T3: 30%) y demostró diferencias estadísticas entre los tratamientos, obteniendo un peso final de 1511 g para el T3 a los 42 días.

Los resultados de este estudio difieren a los de otros autores ya que los resultados son afectados por una mayor concentración de subproductos en las dietas. Es por ello que dentro del WB al 18 % se podría relacionar con lo que informa Lee et al. (2017) quienes demuestran que la fibra del afrecho de trigo y sus subproductos aumentan la viscosidad de la digesta asociado a camas y excretas húmedas, lo que resulta en una reducción del consumo del pienso. También demuestra cómo afecta el pasaje de nutrientes verdaderos y la proliferación microbiana excesiva. Por lo tanto, a medida que aumentan los niveles de fibra da como consecuencia la reducción considerable del peso en estas aves porque se disminuye los principios nutritivos de la ración como porcentaje de la dieta. Sin embargo, según Tobar y Quijije (2017) la cascarilla de arroz debe usarse en pequeñas cantidades al formularla, porque carece de valor nutricional.

Adicionando a esto Losada et al. (2021) argumentan que las aves rechazan el palmiste debido a su alto contenido de fibra, textura deficiente, baja palatabilidad, y color oscuro. Estos resultados muestran que las altas fuentes de fibra tienen un impacto negativo en el desempeño productivo de las aves, especialmente durante la etapa de crecimiento. Además, esto está en línea con el estudio de Ezieshi y Olomu (2014) quienes afirman que el alto contenido de fibra cruda de PKC puede tener un impacto negativo en la digestión, lo que puede resultar en una disminución en el crecimiento de los pollos de carne. Es por ello que se puede considerar que las variaciones de las respuestas registradas en este ensayo pueden deberse también a los diferentes sistemas de alimentación, condiciones experimentales, calidad de la materia prima, velocidad de crecimiento de la línea genética, etc.

Se observó diferencia estadística ($p=0,0001$) entre los tratamientos en la variable de consumo durante el periodo de crecimiento (2-4 semanas). Los resultados fueron T1: 62,4 g; T2: 50,1 g; T3: 35,3 g; y T4: 29,8 g. En su estudio, An et al. (2022) utilizaron niveles de inclusión del 7% en salvado de trigo en seco a los 21 días; la CMD se vio afectada linealmente, con valores de 44,2 g. Hairtini et al. (2018) que utilizaron niveles de inclusión de 40 g/kg de cascarilla de arroz (IRH) en pollos de la línea Cobb 500, alimentados del día siete al 14, no reportaron diferencia estadística entre los tratamientos, pero el CMD se vio afectado, obteniendo un consumo de 45,26 g. Zekey et al. (2022) reportaron diferencias estadísticas al utilizar dietas basadas en harina de palmiste (T1:0, T2:10, TT3:20, and 4:30 %), en pollos de la línea Cobb 500, respectivamente, obteniendo un menor consumo de alimento (93, 30 g) en el T2 durante la etapa de finalización.

Los resultados de este estudio son diferentes a los mencionados por varios autores esto se podría asociar a lo que informan Dafwang y Shwarmen (1996); Duru y Dafwang (2010) quienes indican que los productos no convencionales contienen un alto nivel de fibra, lo que reduce el valor proteico y energético del alimento. Lizardo et al. (2002), informan que el salvado de trigo contiene elevados niveles de taninos (6.80 % entre taninos libres y conjugados), los cuales reducen la utilización de las proteínas, generando así un menor aprovechamiento de esta materia prima. Es por ello que estos autores informaron que los taninos podrían reducir la palatabilidad y el consumo del alimento. Tobar y Quijije (2017) manifiestan que el sílice presente en la cascarilla de arroz provoca una depresión del crecimiento y una reducción notable del consumo, debido a que provoca irritaciones en la mucosa intestinal en ese mismo contexto Bassey et al. (2022) añaden que la RH es un

subproducto fibroso que afecta la ingesta de alimento e impide la utilización de energía en las aves, el factor principal del consumo voluntario de pollitos parece ser la necesidad de energía, las aves normalmente comen para satisfacer sus necesidades energéticas.

Los resultados del T4 se podrían asociar a lo que indican Azizi et al. (2021) el palmiste contiene beta-mananos, estos son anti nutricionales y de baja digestibilidad, pueden crear señales falsas sobre patógenos en el intestino, provocando la activación inmune injustificada, también se conoce como respuesta inmune inducida por alimentos (FIIR), desencadenando reacciones inflamatorias a nivel intestinal, por este motivo estos tienen una influencia directa sobre el desempeño o eficiencia en las aves.

Varios autores han mencionado que la granulometría de la ración, junto con la calidad y composición nutricional de los ingredientes sobre todo fibrosos, es el factor con mayor impacto en la función digestiva de las aves. Las funciones básicas de las aves, como la aprehensión y la ingestión voluntaria, se ven afectadas por el tamaño y la textura del alimento, lo que hace que el suministro en pellets sea más adecuado (Ferket & Gernat, 2006). Es por ello que Mateos et al. (2012) dan a conocer que la forma del alimento afecta al consumo del alimento de los pollos de engorde, se sabe que la granulación reduce el tamaño de partículas del alimento y modifica la estructura del alimento, es decir que granular la dieta podría modificar la respuesta de los pollos de engorde a la inclusión de las diferentes fuentes de fibra. De igual manera, los bajos consumos en los tratamientos se correlacionan con los errores durante el manejo en esta variable Quishpe (2006), describe los factores que influyen en el consumo del alimento son los bajos niveles de energía en las materias primas, así como otros factores de manejo, como la temperatura ambiental, la mala ventilación, el estrés ambiental y la presencia de micotoxinas.

Durante la etapa de crecimiento (2-4), se encontró diferencia estadística ($p=0,0001$) en la variable de ganancia media diaria en este estudio, obteniendo valores para T1 (33,2 g), T2 (23,4 g), T3 (17,0 g) y T4 (12,3 g). Estos resultados son diferentes a los de otros autores. Por ejemplo, An et al. (2022), en su estudio, utilizaron niveles de inclusión del 7 % en salvado de trigo en seco a los 21 días, donde la GMD se vio afectada linealmente con valores de 27,7 g. Hair Tini et al., (2018), utilizaron dietas a base de maíz-soja como dieta control (CON), CON + 40 g/kg de cáscara de arroz (SRH), en pollos de la línea Cobb 500, alimentados del día 14 a 21, y reportaron diferencia estadística ($p=0,0001$), entre los tratamientos obteniendo una GMD

de 38, 55 g. Moran (2022), utilizó 4 % de inclusión de harina de palmiste en pollos broilers en la etapa de crecimiento, obteniendo una ganancia media diaria de 20,85 g.

Todos los datos reportados por los autores difieren a este ensayo, determinándose que, a mayor concentración de los subproductos incluidos en las dietas, los resultados se verán afectados esto podría deberse a los valores anti nutricionales de las materias primas incluidas en la alimentación diaria de las unidades experimentales. Estos hallazgos coinciden con los resultados de Aderibigbe et al. (2018); Amos (2014) quienes informan que a medida que se aumentan los niveles de las fuentes de fibras no convencionales en las dietas de las aves en la etapa de crecimiento, estas tienden a deprimir el crecimiento y por lo tanto tendrán una pobre ganancia de peso.

Reforzando lo dicho, Ojenola y Ozuo (2006) señalan que la formulación de materias primas no convencionales en la dieta debe ser limitada debido a su alto contenido de fibra, los cuales pueden reducir la acción de las enzimas digestivas, por ende, las aves no podrán ganar peso debido a que no tienen un consumo apropiado del alimento. Morales y Ochoa (2014) manifiestan que durante el procesamiento del palmiste puede sufrir la reacción Maillard (reacción manosa con grupos amino lo cual conduce a una formación de un color marrón oscuro en el palmiste) y la posibilidad de que contengan factores anti nutricionales. Esto se debe al procesamiento térmico que se le realiza antes y durante la extracción del aceite y esto puede afectar notablemente a la digestibilidad.

Otros factores que afectaron a la GMD en el ensayo incluyen la temperatura, la tasa de ventilación, composición de la dieta, tipos de fibra utilizada, los parámetros de salud intestinal, el peso corporal y la tasa de mortalidad. Tal como manifiesta Baracho et al. (2019) en su estudio a el cual la temperatura y la tasa de mala ventilación son factores significativos que influyen en el rendimiento de los pollos de engorde, sobre todo en la ganancia de peso, ya que el exceso de estos factores puede llegar a desencadenar un estrés térmico, pérdida de la energía y ascitis lo cual juega un papel importante en el desarrollo de las aves.

Existe diferencia estadística significativa ($p=0,0001$) entre los tratamientos aplicados en la variable de conversión alimenticia durante la etapa de crecimiento (3 semanas) en los tratamientos T1 (1,88), T2 (2,51), T3 (2,54) y T4 (2,70). En un estudio realizado por Bing et al. (2019) los investigadores agregaron un 10 % de salvado de trigo en la dieta de pollos de la línea Cobb 500 que fueron alimentados a los 21 días de edad y encontraron una conversión de

2,00. Kamely et al. (2015) utilizaron varios niveles de inclusión de cascarilla de arroz (T1:0, T2:15, T3:30, T4:45 y T5:60 %) en pollos de la línea Ross 308 alimentados a los 21 días de edad, obteniendo una FCR de 1,55 para el T3. El mismo autor concluye que a medida que aumentan los niveles de inclusión de cascarilla de arroz en la dieta, la FCR aumenta de manera significativa. Al utilizar niveles más altos de harina de coquito (T1:0, T2: 10 % de harina de coquito+enzimas; T3: 10 % de harina de coquito+enzimas) en pollos de la línea Cobb 500, Mejía y Paguada (2022) encontraron una conversión alimenticia de 1,52 en el T2.

Estos hallazgos indican que las conversiones alimenticias en los tratamientos utilizados en este estudio no fueron eficientes a excepción del T1. Al comparar con los estudios publicados por los autores mencionados anteriormente. Esto podría deberse a un alto consumo, pero una baja ganancia de peso, debido a la composición nutricional, mal manejo, contaminación sanitaria y principalmente a la raza y edad de las aves; las aves jóvenes asimilan menos alimento fibroso que las aves de mayor edad. Asociando con el estudio realizado por Skalan (2001) descubrió que el GIT de las aves comienza a desarrollarse después de los 15 días de edad y recién alcanzan una madurez significativa para poder digerir altas fuentes de fibra.

Por lo tanto, cuanto más maduras sean las aves, más podrán digerir ingredientes fibrosos. En síntesis, a medida que la parvada avanza hacia sus últimas semanas, su capacidad para adaptarse al material fibroso será más efectiva si se satisfacen sus necesidades nutricionales. Es decir, son más resistentes a la alta cantidad de fibra en su dieta. Sin embargo, se puede considerar que la eficacia del alimento está relacionada con la individualidad de los animales. Esto confirma lo afirmado por González (2001) donde la formulación efectiva de dietas es crucial para la relación entre la cantidad de proteína y energía en un alimento, ya que establece el índice de conversión alimentaria esto implica que aumentar el porcentaje de proteína y energía en la formulación de una dieta mejora la conversión.

Se puede deducir, que la conversión alimenticia está relacionada con el consumo de alimento durante un período de tiempo determinado en comparación con el aumento de peso durante el mismo período, y un menor consumo indicaría mayor eficiencia en la conversión alimenticia. Esto se evidencia en este experimento al comparar los datos publicados por Alvarado et al. (2009) quienes muestran que la ganancia de peso y consumo de alimento en pollos de engorde mejora de manera significativa cuando aumenta el contenido de fibra en la dieta a partir de los 14 a 21 días de edad. Sin embargo, los resultados de estos dos parámetros muestran una mejora en los niveles de fibra en aves a partir de los 28 días, posiblemente debido

al desarrollo del TGI. Por lo tanto, Zulkifli et al. (2009) enfatiza que la alta conversión alimenticia podría ser el resultado de la ineficiencia de la digestión por parte de las aves jóvenes hacia alimentos ricos en fibra, así como de la textura ligera y fibrosa de las fuentes de fibra como la cascarilla de arroz, la avena y la harina de palmiste cuando superan los límites de incorporación en la dieta.

En cuanto a la mortalidad en este estudio durante la tercera ($<0,0019$) y cuarta semana ($<0,0001$), existió diferencia estadística significativa, obteniendo un índice de mortalidad T1: 4 %; T2: 9 %; T3: 32 % y T4: 15 % en la semana cuatro que duró el proceso investigativo. Estos resultados muestran un índice de mortalidad bastante elevado en los tratamientos y necesariamente no se deben a la aplicación de los tratamientos dietéticos utilizados en los ensayos como mencionan varios autores sino más bien a las enfermedades metabólicas, errores de manejo, mala calidad y formulación de los subproductos no convencionales y sobre todo a la mala calidad del pollito.

Asociando a este último factor en un estudio realizado por Sánchez et al. (2022) informaron que al incluir niveles de Zeolita en el alimento para pollos Cobb 500 en la etapa de crecimiento obtuvieron una mortalidad del 12.5 % necesariamente estos autores mencionan que durante las dos primeras semanas se observaron los signos clínicos visibles como pollos de bajo peso asociado posiblemente a la onfalitis y mala calidad de las aves a partir de la tercera y cuarta semana se desencadenaron por errores de manejo y el síndrome ascítico. Etuk et al. (2013) realizaron un estudio con diferentes niveles de combinación de harinas de torta de palmiste, cáscara de ñame y cáscara de plátano como reemplazo parcial del maíz en dietas iniciales para pollos de engorde obtuvieron una mortalidad promedio de 17 %. No obstante, la mayoría de mortalidades que se presentaron en este ensayo fueron por las enfermedades metabólicas como ascitis debido a la calidad del aire por tratar de aislar para mantener caliente el ambiente del galpón, además esta enfermedad se encuentra presente en pisos altitudinales altos 2200 msnm.

Bajo este esquema según Akhthar (2019), encontró mortalidades significativamente altas con un porcentaje del 60 a 70 %, generalmente de la tercera a la quinta semana de edad. De la misma forma Toroghi et al. (2022) encontraron una mortalidad del 50 % en pollos de engorde a los 15 días de edad con signos clínicos asociados al síndrome ascítico. Los estudios de González et al. (2000) señalan que el SA se da más en líneas genéticas comerciales de rápido crecimiento y en pisos altitudinales mayores a los 1800 msnm donde los niveles de oxígeno

son exigentes por parte de las aves. De la misma forma, Biswas & Nutrition (2019) señalan que los factores como la altitud, el estrés por frío y el manejo de la alimentación, son unas de las principales causas del síndrome de ascitis. Según Jaramillo et al. (2017) en su estudio encontraron que las mortalidades totales casi se triplicaron en los pollos que obtuvieron un consumo a voluntad, comparados con los restringidos.

Otros factores además de los ya señalados, que desencadenaron las mortalidades en el ensayo sobre todo en el T3 estaría asociado a la composición de la dieta en este caso los niveles elevados de sílice presentes en la cascarilla de arroz, es por ello que Tobar y Quijije (2017) concluyeron que al ser adicionar este subproducto molido en la dieta aumentan de forma significativa el contenido de sílice razón por la cual al ser ingerido por las aves se deposita en el TGI produciendo fuertes irritaciones. Las aves de este estudio dejaron de ingerir alimento, razón por la cual se desarrollaron una serie de trastornos digestivos y enfermedades que producen inmunodepresión generando un alto índice de morbilidad y mortalidad en las aves de este estudio.

La inmunodepresión, reducción de la ganancia diaria, disminución de los pesos corporales, desuniformidad del lote y aumento de las mortalidades en los pollos estudiados, estarían asociados al uso de las materias primas no convencionales como el salvado de trigo, palmiste, cascarilla de arroz, ya que estas están más propensas a la contaminación por micotoxinas y se podría asociar a lo que manifiestan Ochoa et al. (2014) en su estudio encontró en el concentrado para pollos broilers la presencia de algunas micotoxinas las cuales producen una reducción significativa del CMD, GMD, desuniformidad de la parvada, pérdida del apetito, inmunodepresión, pérdida de la inmunidad y altas tasas de mortalidades, esto puede ser una pista de un problema por micotoxinas.

Los signos visibles observados en los pollos de carne afectados son muy variados, ya que dependen del lugar del asentamiento de las lesiones (Perusia & Rodríguez, 2001). De esta manera, la incoordinación y el decaimiento que presentaron algunas aves del lote, podrían estar relacionados con la actividad de las micotoxinas sobre la interferencia de las funciones del sistema nervioso. Es por ello que Perusia y Rodríguez (2001) afirman que la formación de las micotoxinas tiene origen en las áreas de producción de granos y subproductos, principalmente en el trigo, maíz, arroz, cebada y palmiste, esto se debe a que tienen problemas de enranciamiento, lo cual hace que se desarrollen hongos fúngicos.

Según la Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2019), el 25 % de los alimentos están contaminados con micotoxinas, lo que reduce el valor nutricional de los granos o subproductos. La Encuesta Mundial de Micotoxinas de BIOMIN (2020) descubrió que 8000 muestras de alimentos balanceados tenían más de una micotoxina presente en el 92 % de estas muestras. Ayala (2007) indica que las cosechas en condiciones de temperatura, humedad, madurez del grano, daño mecánico, almacenamiento y procesamiento son algunos de los factores que contribuyen a la formación de micotoxinas.

Se ha demostrado, desde esta perspectiva, que las micotoxinas tienen un impacto negativo en los índices zootécnicos en la parvada. En un metaanálisis realizado por Adretta et al. (2011) se descubrió que, en todos los grupos, la presencia de micotoxinas en las dietas de aves disminuyó significativamente ($P < 0,05$) el consumo de alimento (12 %), la ganancia de peso (14 %) y las tasas de mortalidad (8,8 %). Por lo tanto, este autor llega a la conclusión de que la intensidad de los efectos depende del tipo, la concentración de micotoxina, la edad del animal y los factores de manejo en los granos y subproductos.

Además, se produjeron distensiones, prolapsos y heces compactas, lo que se relacionaría con los estudios respaldados por Mateos et al. (2006) que demostraron que la fibra se hincha en grado variable durante el tránsito por el TGI, aumentando su voluminosidad. Por lo tanto, el TGI será mayor en aves que consumen fuentes de fibra altas. Como resultado, el efecto variará según el tipo y las características de la fibra utilizada (Moran, 2006). Los valores anti nutricionales que posee cada materia prima no convencional podrían estar asociados a lo que menciona Casper (2001), que el tamaño de partículas, el volumen de la fibra, la viscosidad y la fermentabilidad pueden influir en procesos digestión de nutrientes los cuales afecta negativamente en la etapa inicial.

En resumen, las aves respondieron de manera negativa a los diferentes tipos de granos esto indica claramente que el efecto de las materias primas no convencionales depende en gran medida del nivel de inclusión y tipo de grano del cereal. De hecho, este estudio detectó interacciones significativas entre los diferentes tratamientos. Esto podría deberse a las diferentes propiedades anti nutricionales entre las materias primas no tratadas, por lo consiguiente las fuentes de fibra incorporadas en la formulación de la dieta mostraron un efecto perjudicial sobre el rendimiento de las aves particularmente en el periodo de crecimiento en este ensayo y son corroborados por Safaa et al. (2014) quienes mencionan que las altas fuentes de fibra en la alimentación de pollos de engorde tienen efectos perjudiciales sobre el

rendimiento, y se debe considerar cuidadosamente el tipo de fibra que se incorpora en la dieta y sobre todo la cantidad de fibra. De igual manera Bose y Pietsch (2016) recalcan que las fuentes de fibra no convencionales como el salvado de trigo, cascarilla de arroz, palmiste, y cascarilla de avena están asociadas con algunos efectos negativos como altos contenidos de micotoxinas y la dilución de la dieta en términos de energía, las cuales, al ser incorporados en altos niveles de inclusión en la dieta de las aves, tienen un efecto negativo sobre los parámetros productivos de los pollos de engorde.

8. Conclusiones

De acuerdo con los resultados logrados en esta investigación se concluye:

- La inclusión de diferentes fuentes de fibra obtuvo un impacto negativo sobre los pesos semanales y ganancia media diaria, por lo que su inclusión hasta los niveles de incorporación estudiados en este ensayo no se considera una alternativa viable.
- El consumo medio diario en los pollos se vio afectado por la inclusión de las diferentes fuentes de fibra afectando la ingesta de alimento
- La suplementación con un 5% de salvado de trigo en la dieta, mostró una mejor conversión mientras los elevados porcentajes de mortalidad se mostraron más, en las semanas tres y cuatro lo cual atribuye al estatus sanitario, pisos altitudinales y el mal manejo.

9. Recomendaciones

Los resultados y conclusiones del presente experimento permiten hacer las siguientes recomendaciones:

- Realizar futuras investigaciones evaluando diferentes fuentes de fibra en niveles lineales de manera que no provoquen la disminución de parámetros de producción en aves de carne.
- Investigar cómo mejorar el valor nutricional de la cáscara de arroz, palmiste mediante métodos químicos, físicos y biológicos lo cual puedan mejorar el consumo de alimento, ganancia de peso y disminuir los porcentajes de mortalidad en las aves.
- Realizar un protocolo de control de calidad de estas materias primas no convencionales que no estén con hongos (micotoxicosis) y evitar el proceso de inmunosupresión e inmunodepresión en las aves.

10. Bibliografía

- Abazari, A., Navidshad, B., Atjeh Gheshlagh, F. M., & Nikbin, S. (2016). The effect of rice husk as an insoluble dietary fiber source on intestinal morphology and lactobacilli and *Escherichia coli* populations in broilers. *Iranian Journal of Veterinary Medicine*, 10(3), 217-224. <https://doi.org/10.22059/ijvm.2016.58684>
- Abioye, J., Fanimu, A., Bamgbose, A., Dipeolu and Olubamiwa, O. (2006): Nutrient utilization, growth and carcass performance of broiler chickens fed graded levels of kolanut husk. *Poult. Sci.* 43: 365 – 370 https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/43/4/43_4_365/_article/-char/ja/
- Acosta, C. (2002). *Manual agropecuario*. Bogotá: Fundación hogares juveniles campesinos.
- Aderibigbe, T., Atteh, J. O., & Okukpe, K. M. (2018). Microbial modulating effect of xylanase enzyme supplemented rice husk on the gastrointestinal tract of broiler chickens. *Nigerian Journal of Animal Production*. <https://doi.org/10.51791/njap.v45i4.467>
- Akhtar, S. (2019). Hydropericardium syndrome in broiler chickens in Pakistan. *Worlds Poultry Science Journal*, 50(2), 177-182. <https://doi.org/10.1079/wps19940015>
- Alava, E., & Rodríguez, J. (2006). *Evaluación de tres niveles de Palmiste en reemplazo de las fuentes tradicionales de energía en dietas de crecimiento y acabado en cerdos*. CICYT (Tesis de grado, Universidad Técnica de Manabí). Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1665/1/3338.pdf>
- Allaica, M., Allaica, M., Medina, P., & Parra, O. (2020). Los costos de producción y su incidencia en la rentabilidad de una empresa avícola integrada del Ecuador: caso de estudio. *Visionario Digital*, 4(1), 43-66.
- Alvarado, J. (2009). Use of dietary fiber and its effects on productive performance and igestive traits in broilers -utilización de la fibra dietética y sus efectos en la productividad y algunas características digestivas en pollos de engorde-. *Dialnet*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=185902>
- Amos, M. (2014). INFLUENCE OF GRADED LEVELS OF RICE OFFAL ON GROWTH PERFORMANCE AND CARCASS CHARACTERISTICS OF BROILER CHICKENS IN THE FINISHER PHASE. *ATBU Journal of Science, Technology and*

http://www.atbuftejoste.com/index.php/joste/article/download/38/pdf_41

- An, J., Shi, J., Liu, K., Li, A., He, B., Wang, Y., Duan, T., Wang, Y., & He, J. (2022). Effects of Solid-State fermented wheat bran on growth performance, immune function, intestinal morphology and microflora in Lipopolysaccharide-Challenged broiler chickens. *Animals*, 12(9), 1100. <https://doi.org/10.3390/ani12091100>
- Andretta, I., Kipper, M., Lehnen, C. R., Hauschild, L., Vale, M. M. D., & Lovatto, P. A. (2011). Meta-analytical study of productive and nutritional interactions of mycotoxins in broilers. *Poultry Science*, 90(9), 1934-1940. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01470>
- Andretta, I., Kipper, M., Lehnen, C. R., Hauschild, L., Vale, M. M. D., & Lovatto, P. A. (2011). Meta-analytical study of productive and nutritional interactions of mycotoxins in broilers. *Poultry Science*, 90(9), 1934-1940. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01470>
- Aviagen. (2010). *Manual de manejo del pollo de carne*. Obtenido de http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Manual-del-pollo-Ross.pdf
- Ayala, A. G. (2007). Alimentos y micotoxinas. *Farmacia profesional*, 21(8), 49-53. <https://www.elsevier.es/es-revista-farmacia-profesional-3-articulo-alimentos-micotoxinas-13109791>
- Azizi, M., Loh, T. C., Foo, H. L., & Chung, E. T. (2021). Is palm kernel cake a suitable alternative feed ingredient for poultry? *Animals*, 11(2), 338. <https://doi.org/10.3390/ani11020338>
- Azizi, M., Loh, T. C., Foo, H. L., & Chung, E. T. (2021). Is palm kernel cake a suitable alternative feed ingredient for poultry? *Animals*, 11(2), 338. <https://doi.org/10.3390/ani11020338>
- Baumle, L. (2022). Por qué las micotoxinas son importantes en la producción de pollos de engorde. *aviNews, la revista global de avicultura*. <https://avinews.com/por-que-las-micotoxinas-son-importantes-en-la-produccion-de-pollos-de-engorde/>
- Balogun, A., Fasuyi, A., & Jimoh, O. (2014). Effect of ensiling and enzyme supplementation on rice husk fed to broilers chicken at starter phase. *Journal of Veterinary Advances*. <http://sjournals.com/index.php/sjva/article/view/1446>

- Baracho, M. S., De Alencar Nääs, I., Lima, N. D. S., Cordeiro, A., & De Moura, D. J. (2019). Factors affecting broiler Production: A Meta-Analysis. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 21(3). <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2019-1052>
- Belloir, P., Méda, B., Lambert, W., Corrent, E., Juin, H., Lessire, M., & Tesseraud, S. (2017). Reducing the CP content in broiler feeds: impact on animal performance, meat quality and nitrogen utilization. *Epub*, 11(11), 1881-1889. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28462773/>
- BIOMIN. (2020). *Encuesta Mundial de Micotoxinas*. Issuu. https://issuu.com/biomin/docs/rep_mtxsurvey_q1_2020_sp_0420_aue
- Biswas, A., & Nutrition, A. (2019). Pulmonary hypertension syndrome in broiler chickens: a review. *Veterinarski Arhiv*, 89(5), 723-734. <https://doi.org/10.24099/vet.arhiv.0396>
- Burhanudin, S. (2007). *Utilization of palm kernel meal and copra meal by poultry*. (Tesis Doctoral, University of Queensland). <https://espace.library.uq.edu.au/view/UQ:158341>
- Casamachin, L., López, J., & Ortiz, D. (2007). Evaluación de tres niveles de inclusión de morera (*Morus alba*) en alimento para pollos de engorde. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 5(2), 64-71.
- Cherian, G. (2008). Egg Quality and Yolk Polyunsaturated Fatty Acid Status in Relation to Broiler Breeder Hen Age and Dietary n-3 Oils. *ELSEVIER*, 87(6,1), 1131-1137. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119393113>
- Chuang, Y., Lin, L., Hsieh, Y., Chang, S., & Lee, T. (2021). Effects of *saccharomyces cerevisiae* and phytase co-fermentation of wheat bran on growth, antioxidation, immunity and intestinal morphology in broilers. *Animal Bioscience*, 34(7), 1157-1168. <https://doi.org/10.5713/ajas.20.0399>
- COBB – VANTRESS. (2022). Suplemento Informativo sobre Rendimiento y Nutrición del pollo Cobb 500. Disponible desde internet en: https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/232e88a842/Cobb500-Broiler-Supplement_Spanish.pdf
- Cobb Vantress. (2022). Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición. *Cobb*. chromeextension://efaidnbnmnnibpcajpcglcfindmkaj/https://www.cobbvantress.com/assets/Cobb-Files/232e88a842/Cobb500-Broiler-Supplement_Spanish.pdf

- Corzo, A. (2008). Puntos críticos en la nutrición del pollo de engorde. *Departamento de Avicultura. Mississippi State University*. Disponible desde internet en: http://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/wpsa1235142257a.pdf (con acceso 10/10/2013).
- Courtin, C. M., Broekaert, W. F., Swennen, K., Lescroart, O., Onagbesan, O., Buyse, J., Decuyper, E., Van De Wiele, T., Marzorati, M., Verstraete, W., Huyghebaert, G., & Delcour, J. A. (2008). Dietary Inclusion of Wheat Bran Arabinoxyloligosaccharides Induces Beneficial Nutritional Effects in Chickens. *Cereal chemistry*, 85(5), 607-613. <https://doi.org/10.1094/cchem-85-5-0607>
- Criollo, M. (2017). *Evaluación del efecto en cuatro niveles de inclusión de Palmiste en raciones de vacas en producción, en la finca Punzara de la UNL* (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja). Repositorio de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18285/1/Mirian%20Vanessa%20Criollo%20Jim%C3%A9nez.pdf>
- Cuca, M., & Ávila, E. (1978). Fuentes de energía y proteínas para la alimentación de las aves. *Ciencias Veterinarias*, 326-352. Obtenido de <https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol2/CVv2c12.pdf>
- Dafwang, I. y Shwamen, N. (1996). Utilización de despojos de arroz en raciones prácticas de Pollos de engorde. *Revista de Producción Animal de Nigeria*. 23 (1):21-23.
- Debi, M. R., Wichert, B., & Liesegang, A. (2019). Method development to reduce the fiber content of wheat bran and rice bran through anaerobic fermentation with rumen liquor for use in poultry feed. *Asian-australasian Journal of Animal Sciences*, 32(3), 395-404. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0446>
- Dozier, W., & Gehring, C. (2014). Desempeño del crecimiento de pollos de engorde machos Hubbard × Cobb 500 y Ross × Ross 708 alimentados con dietas que varían en energía metabolizable aparente de 14 a 28 días de edad. *ELSEVIER*, 23(1), 494-500. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1056617119304143>
- Duru, S. y Dafwang, I. (2010). Efecto de Maxigrain en la suplementación de dietas con o Sin despojos de arroz en el rendimiento de los pollos de engorde. *Revista de Ciencia Avícola*. 9(8): 761-764.

- Echandi, O. (1975) *Alimentación del ganado con raciones a base de cascarilla de arroz, bagazo de caña o pulpa de café comparadas con pastoreo libre en verano*. (Tesis de pregrado, Universidad de Costa Rica). San José-Costa Rica
- Emmert, J., & Baker, D. (1997). Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broiler diets. *Journal of Applied Poultry Research*, 6(4), 462-470. Obtenido de <https://experts.illinois.edu/en/publications/use-of-the-ideal-protein-co>
- FEDNA. (2019). Normas FEDNA de composición y valor nutritivo para piensos compuestos. España: Fundación FEDNA. Obtenido de <http://www.fundacionfedna.org/tablas-fedna-composicion-alimentos-valor-nutritivo>
- Feng, Y., Wang, L., Khan, A., Zhao, R., Wei, S., & Jing, X. (2020). Fermented wheat bran by xylanase-producing *Bacillus cereus* boosts the intestinal microflora of broiler chickens. *Poultry Science*, 99(1), 263-271. <https://doi.org/10.3382/ps/pez482>
- Ferket, P y Gernat, A. (2006). Factores que afectan el consumo de alimento de las aves de carne: una revisión. *Revista Internacional de Ciencias Avícolas*, 5: 905-911. <https://scialert.net/abstract/?doi=ijps.2006.905.911>
- Flores, A. (1975). *Bromatología animal* (2 ed.). México: Edit Limusa.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] (2019). *Micotoxinas y suministros alimentarios*. <https://www.fao.org/3/U3550t/u3550t0g.htm#TopOfPage>
- Francis, A. (2013). A second life for rice husk. *Rice Today*, 12(3). Obtenido de <https://ricetoday.irri.org/a-second-life-for-rice-husk/>
- Funes, C., Rodríguez, J., Arroyo, R., Sáenz, C., & Blanco, F. (2016). Evaluación de la pulpa de café deshidratada en pollos de engorde durante los periodos de iniciación y engorde (0-7 semanas). *Uniciencia*, 3, 11-18.
- Gomez, A., Benavidez, C., & Diaz, C. (2007). Evaluación de torta de palmiste (*Elaeis guineensis*) en alimentación de cerdos de ceba. *Bioteología En El Sector Agropecuario Y Agroindustrial*, 5(1), 54-63. Obtenido de <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/bioteologia/article/view/650>
- Gonzales, J. (2009). *Utilización de la fibra dietética y sus efectos en la productividad y algunas características digestivas en pollos de engorde* (Tesis de grado, Universidad Politécnica de Madrid). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=185902>

- González, G. (2001). *Fundamentos de nutrición animal aplicada*; Universidad de Antioquia; pág. 290.
- Gonzalez, G. (2022). Utilización de trigo entero en la alimentación del pollo de carne. Ventajas e inconvenientes. *aviNews*. Obtenido de <https://avinews.com/utilizacion-de-trigo-entero-en-la-alimentacion-del-pollo-de-carne-ventajas-e-inconvenientes/>
- González, J., Jiménez, E., & Mateos, G. (2007). Effect of type of cereal, heat processing of the cereal, and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive traits of broilers. *Poult Sci*, 86(8), 1705-1715. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17626817/>
- González, J., Jiménez, E., González, D., Lázaro, G., & Mateos, G. (2010). Effect of inclusion of oat hulls and sugar beet pulp in the diet on productive performance and digestive traits of broilers from 1 to 42 days of age. *ELSEVIER*, 162(1 Y 2), 37-46. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377840110002>
- González, J., Suárez, M., Pro, A., & López, C. (2000). Restricción alimenticia y salbutamol en el control del síndrome ascítico en pollos de engorda: 1. Comportamiento productivo y características del canal. *Agrociencia*, 34(3),
- González-Alvarado JM; Jiménez-Moreno E; Valencia DG, Lázaro R & Mateos GG. (2008). Effects of fiber source and heat processing of the cereal on the development and pH of the gastrointestinal tract of broilers fed diets based on corn or rice. *Poult Sci*, 87(9):1779-1795. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18753446/>
- Gonzalo, G., Mateos, L., Cámara, G., Fondevilla, H., Mandalawi, J., Lázaro, R. (2017). Soluble fiber for gut development, microbial management and performance. *6th International Broiler Nutritionists' Conference*, 28. Obtenido de <https://oa.upm.es/50105/>
- Guzmán, P., Saldaña, B., Kimiaetalab, M., García, J., & Mateos, G. (2015). Inclusion of fiber in diets for brown-egg laying pullets: Effects on growth performance and digestive tract traits from hatching to 17 weeks of age. *Poult Sci*, 94(11), 2722-2733. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26500272/>
- Hartini, S., Rahardjo, D., & Sasongko, H. (2016). The effects of rice hull supplementation or inclusion on performance and gastrointestinal weight of broiler chickens. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 207(42), 354-361.

- Hartini, S., Rahardjo, D., & Sasongko, H. (2021). The way insoluble fiber incorporated in the diet changes its physiological response. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 46(3), 248-257. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jitaa/article/view/32318>
- Hetland, H., & Svihus, B. (2001). Effect of oat hulls on performance, gut capacity and feed passage time in broiler chickens. *Br Poult Sci*, 42(3), 354-361. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11469556/>
- Hoyos, W. (2017). Evaluación del rendimiento productivo en pollos de engorde utilizando papa china (*Colocasia esculenta*) en raciones de finalización (Tesis de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia). <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/13894/10543945.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Huamán, A. (2018). Comparativo de tres niveles de alfalfa (*Medicago sativa*) y afrecho de trigo (*Triticum aestivum*) en la producción de cuyes (*Cavia porcellus*) bajo condiciones del galpón “Santa Elena” del distrito de Pacucha-Andahuaylas (Tesis de grado, Universidad Nacional de San Antonio Aban del Cusco) Repositorio de <http://hdl.handle.net/20.50012918/4627>
- Jacquot, R., & Rodriguez, F. (1859). Las Tortas Alimenticias. Trad. del Francés por Andrés Suárez y Suárez. *Zaragoza*, 29-30.
- Jalob, Z. K., Farhan, W. H., Ibrahiem, Z. Y., & Jumaa, B. N. (2016). Bacteriological and pathological study of omphalitis in broiler chicks. *Kufa Journal For Veterinary Medical Sciences*, 6(2). <https://www.iasj.net/iasj/article/126818>
- Jaramillo, Á., Rodríguez, E., Piraquive, A., Cristiano, M., & Vacca, J. (2017). Evaluación de la restricción alimenticia y su efecto en la ascitis aviar en dos líneas genéticas de pollos de engorde en la Sabana de Bogotá. *Revista Siembra CBA*, (1), 31-43.
- 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). <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00576-0>
- Jiménez, E., De Coca, A., González, J., & G, M. (2016). Inclusion of insoluble fiber sources in mash or pellet diets for young broilers. 1. Effects on growth performance and water

intake. *Poult Sci*, 95(1), 41-52. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26574033/>

Jiménez-Moreno, E., De Coca-Sinova, A., González-Alvarado, J. M., & Mateos, G. G. (2014). Inclusion of insoluble fiber sources in mash or pellet diets for young broilers. 1. Effects on growth performance and water intake. *Poultry Science*, 95(1), 41-52. <https://doi.org/10.3382/ps/pev309>

Jiménez-Moreno, E., González-Alvarado, J. M., De Coca-Sinova, A., Lázaro, R., Cámara, L., & Mateos, G. G. (2019a). Insoluble fiber sources in mash or pellets diets for young broilers. 2. Effects on gastrointestinal tract development and nutrient digestibility. *Poultry Science*, 98(6), 2531-2547. <https://doi.org/10.3382/ps/pey599>

Jiménez-Moreno, E., González-Alvarado, J. M., De Coca-Sinova, A., Lázaro, R., Cámara, L., & Mateos, G. G. (2019b). Insoluble fiber sources in mash or pellets diets for young broilers. 2. Effects on gastrointestinal tract development and nutrient digestibility. *Poultry Science*, 98(6), 2531-2547. <https://doi.org/10.3382/ps/pey599>

Kalmendal, R. (2012). *Fibrous feeds for functional fowls* [Universitatis Agriculturae Suesae]. https://pub.epsilon.slu.se/9221/1/kalmendal_r_121107.pdf

Kamely, M., Torshizi, M. A. K., & Rahimi, S. (2015). Incidence of Ascites syndrome and related hematological response in short-term feed-restricted broilers raised at low ambient temperature. *Poultry Science*, 94(9), 2247-2256. <https://doi.org/10.3382/ps/pev197>

Khazari, B., Rezaei, M., & Kazemifard, M. (2019). The Effect of Different Sources of Insoluble Fiber on Performance, Nutrient Digestibility and Blood Parameters in Broiler Chicks. *Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University*, 10(24), 1-9. <https://doi.org/10.29252/rap.10.24.1>

Klein, L. (2015). *Determinación de parámetros productivos en tres líneas de pollo de engorde tipo Redbro* (Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala) <http://www.repositorio.usac.edu.gt/1404/1/Tesis%20Luis%20Klein%202015.pdf>

Kumar, S., Sangwan, P., Dhankhar, R., Mor, V., & Bidra, S. (2013). Utilization of Rice Husk and Their Ash: A Review. *Research Journal of Chemical and Environmental Sciences*,

1(5), 126-129. Obtenido de
<https://www.huutokauppa.com/content/ad/file/13/96/139665.pdf>

Lammert, F., & Wang, D. (2005). New Insights Into the Genetic Regulation of Intestinal Cholesterol Absorption. *Gastroenterology*, 129(2), 718-734.
<https://doi.org/10.1016/j.gastro.2004.11.017>

Lee, S., Apajalahti, J., Vienola, K., González-Ortiz, G., Fontes, A., & Bedford, R. (2017). Age and dietary xylanase supplementation affects ileal sugar residues and short chain fatty acid concentration in the ileum and caecum of broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 234, 29-42. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.07.017>

Li, C. W., Jahromi, M. F., Candyryne, S. C. L., Liang, J. B., Abdullah, N., & Zulkifli, I. (2019). Enzymatic hydrolysis drastically reduces fibre content of palm-kernel expeller, but without enhancing performance in broiler chickens. *Animal Production Science*, 59(12), 2131. <https://doi.org/10.1071/an17860>

Lizardo, R., Canellas, J. M., Mas, F. P., Torrallardona, D., & Brufau, J. (2002). Utilisation of carob powder in piglet diets and its influence on growth performance and health after weaning. *Journées de la Recherche Porcine en France*, 97-101.
<https://www.cabdirect.org/abstracts/20033124829.html>

Loja, L. (2017). *Efecto del uso de la zeolita en la dieta de pollos parrilleros machos* (Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca).
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14898/1/UPS-CT007323.pdf>

Lopera, P. (2017). *Medición de parámetros productivos en avicultura*. Obtenido de Avinews América Latina: <https://issuu.com/avinews/docs/avinews-latam-septiembre-2017>

Losada, B., Cachaldora, P., Méndez, J., & De Blas, J. (2011). Utilización de la torta de palmiste en piensos de cebo de conejos. *XXXVI Symposium de Cunicultura de ASESCU.*, 44-47. Obtenido de <https://asescu.com/wp-content/uploads/2020/09/36-Symposium-Pe%C3%B1%C3%ADscola-2011.pdf>

Lozano, C. (2020). *Alternativas de usos de la cascarilla de arroz (Oriza sativa) en Colombia para el mejoramiento del sector productivo y la industria* [Tesis de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD]. Repositorio de

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/33698/cllozanor.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Mahmoudi, S., Mahmoudi, N., Benamirouche, K., Estévez, M., Mustapha, M. A., Bougoutaia, K., & Djoudi, N. (2022). Effect of feeding carob (*Ceratonia siliqua* L.) pulp powder to broiler chicken on growth performance, intestinal microbiota, carcass traits, and meat quality. *Poultry Science*, 101(12), 102186. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102186>
- Martínez, Y., Bonilla, J. L., Sevilla, M. A., Matamoros, I., & Valdivié, A. B. &. (2021). Efecto de la harina de palmiste (*Elaeis guineensis*) en la puesta, calidad del huevo y factibilidad económica de gallinas ponedoras viejas. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 55, 2.
- Masoudi, A., Chaji, M., Bojarpour, M., & Mirzadeh, K. (2011). Effects of different levels of date pits on performance, carcass characteristics and blood parameters of broiler chickens. *Journal of Applied Animal Research*, 39(4), 399-405. <https://doi.org/10.1080/09712119.2011.621790>
- Mateos, G., Jiménez-Moreno, E., Serrano, P., & Lázaro, R. (2012). Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. *Journal of Applied Poultry Research*, 21(1), 156-174. <https://doi.org/10.3382/japr.2011-00477>
- Mateos, G., Lázaro, R., & Gracia, M. (2002). The Feasibility of Using Nutritional Modifications to Replace Drugs in Poultry Feeds. *ELSEVIER*, 11(4,1), 437-452. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S105661711931493X>
- Mateos, G., Lázaro, Y., González, M., Jiménez, E. & Vicente, B. (2006). Efectos de la fibra dietética en piensos de iniciación para pollitos y lechones. In: XXII Curso de Especialización FEDNA, Barcelona, España: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, p. 39
- McDowell, L., & Ward, N. (2010). Optimum vitamin nutrition for poultry. *International Poultry Production*, 16(4), 27-34. Obtenido de <http://www.positiveaction.info/pdfs/articles/pp16.4p27.pdf>
- Mejia, L., Paguada, M. (2022). *Validación del empleo dietético de la harina de coquito en la productividad y porciones comestibles de los pollos de engorde* (Tesis de grado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano). Honduras. Repositorio de la escuela

<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/96e082f2-e040-4d6e-b2ea-a624f44929e5/content>

Meza, I. (2019). *Efecto de dos tipos y niveles de fibra sobre la respuesta productiva y peso relativo de órganos en pollos de carne de 21 días de edad* (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria la Molina) Lima-Perú: UNALM.

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2019). *Manual de buenas prácticas pecuarias en la producción de pollo en engorda*. Mexico: SENASICA. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/588543/Manual_de_BPP_de_Producci_n_de_Pollo_de_Engorda2019-comprimido2.pdf

Morales, M y Ochoa, L. (2014). *Evaluación de Proteína Aislada de Torta de Palmiste Desgrasada (Elaeis Guineensis) como Extendedor en un Producto Cárnico Tipo Estándar* (Tesis de grado, Universidad de la Salle). Bogotá - Colombia. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1237&context=ing_alimentos

Moran, K. (2011). *Evaluación de los parámetros productivos en pollos de engorde a la inclusión de harina de palmiste (Elaeis guineensis)* (Tesis de grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí). Manabí-Ecuador. Repositorio de la universidad <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3682/1/TESIS%20ULTIMA%20KARLA%20MORAN%20FINAL.pdf>

Morán, T. (2006). Anatomy, microbes, and fiber: small versus large intestine. *The Journal of applied poultry research*. <https://doi.org/10.1093/japr/15.1.154>

Mosquera, E. (2014). *Evaluación de la calidad de pellets extruidos elaborados con materias primas no convencionales para la alimentación de cerdos* (Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Colombia). Repositorio de la universidad https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/53959/Dissa_Enith_Mosquera_Perea.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Nilipour, A. (2008). *Los factores de éxito para una producción avícola de alta calidad*. Grupo MELO, SA. Rep. de Panamá.

- Ochoa, J. C. P., Hernández, F. F. M., Chico, S. A. S., Uribe, R. S., & Sierra, J. B. (2014). INTOXICACIÓN POR MICOTOXINAS EN POLLOS DE ENGORDE: REPORTE DE CASO. *REVISTA CITECSA*, 4(7), 49-57. <https://biblat.unam.mx/hevila/RevistaCITECSA/2014/vol4/no7/6.pdf>
- Ojewola, G.S and Ozu, U.K (2006). Evaluation of palm kernel meal as a substitute for soybean meal in the diet of growing cockerels. *International journal of Poultry Science* 5: 401- 403
- Onwudike, O. (1986). Palm kernel meal as a feed for poultry. 1. Composition of palm kernel meal and availability of its amino acids to chicks. *Animal Feed Science and Technology*, 16(3), 179-186. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(86\)90108-2](https://doi.org/10.1016/0377-8401(86)90108-2)
- Ortiz, R. (1980). Materia prima para la elaboración de raciones animales. *Servicio Nacional de Aprendizaje*.
- Oviedo, E. (2009). Aspectos nutricionales que influyen sobre la incidencia de problemas de patas en pollos de engorde. *FEDNA* (26), 79- 106. Obtenido de https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/fedna_oviedo_aspectos_nutricionales_incidencia_problemas_patas_pollos.pdf
- Panigrahi, S., & Powell, C. J. (1991). Effects of high rates of inclusion of palm kernel meal in broiler chick diets. *Animal Feed Science and Technology*, 34(1-2), 37-47. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(94\)90190-2](https://doi.org/10.1016/0377-8401(94)90190-2)
- Perusia, R, & Rodríguez, R. (2001). Micotoxicosis. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 12(2), 87-116. 283-292. <https://www.redalyc.org/pdf/302/30234304.pdf>
- Pettersson, D., & Åman, P. (1993). Effects of Feeding Diets Based on Wheat Bread or Oat Bran Bread to Broiler Chickens. *Journal of Cereal Science*, 17(2), 157-168. <https://doi.org/10.1006/jcrs.1993.1016>
- Piedra, M. (2015). *Evaluación de tres niveles de inclusión de subproductos a base de cascara de maracuyá y afrecho de trigo dentro de la alimentación de cuyes en etapa de recría I* (Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca) Repositorio de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7546/1/UPS-CT004480.pdf>
- Pietsch., M. (2020). Fibra, el nutriente olvidado en la producción avícola. *BMeditores*. <https://bmeditores.mx/avicultura/fibra-el-nutriente-olvidado-en-la-produccion-avicola/>

- PoultryHub. (2019). *Feed Ingredients*. Obtenido de <https://www.poultryhub.org/all-about-poultry/nutrition/feed-ingredients>
- Prasara, J., & Gheewala, S. (2017). Utilización sostenible de la ceniza de cáscara de arroz de las centrales eléctricas: una revisión. *ELSEVIER*, 167, 1020-1028. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616318819?via%3Dihub>
- Quishpe, J. (2006). Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura (Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2012). <https://bdigital.zamorano.edu/items/e9e05a2f-fb23-412e-ba7f-82ce2d406310>
- Ramos, R. (2005). Fraccionamiento químico de la hoja de coca y obtención de un producto rico en proteínas. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 71(1), 3-11. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2005000100002
- Rodríguez, P; García, J; D Blass, D. (2022). Fibra soluble y su implicación en nutrición animal: enzimas y probióticos. FEDNA. <https://fedna.biolucas.com/wp-content/uploads/2022/02/98CAPXIV.pdf>
- Röhe, I., & Zentek, J. (2021). Correction to: Lignocellulose as an insoluble fiber source in poultry nutrition: a review. *Journal of animal science and biotechnology*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00623-w>
- Ruiz-Roso Calvo de Mora, B., (2015). Beneficios para la salud digestiva del salvado de trigo; evidencias científicas. *Nutrición Hospitalaria*, 32 (1), 41-45. <https://www.redalyc.org/pdf/3092/309243316009.pdf>
- Sacranie, A., Svihus, B., Denstadli, V., Moen, B. E., Iji, P., & Choct, M. (2012). The effect of insoluble fiber and intermittent feeding on gizzard development, gut motility, and performance of broiler chickens. *Poultry Science*, 91(3), 693-700. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01790>
- Sadeghi, A., Toghyani, M., & Gheisari, A. (2015). Effect of various fiber types and choice feeding of fiber on performance, gut development, humoral immunity, and fiber preference in broiler chicks. *Poultry Science*, 94(11), 2734-2743. <https://doi.org/10.3382/ps/pev292>

- Sadeghi, A., Toghyani, M., Tabeidian, S. A., Foroozandeh, A. D., & Ghalamkari, G. (2020). Efficacy of dietary supplemental insoluble fibrous materials in ameliorating adverse effects of coccidial challenge in broiler chickens. *Archives of Animal Nutrition*, 74(5), 362-379. <https://doi.org/10.1080/1745039x.2020.1764811>
- Safaa, H. M., Jiménez-Moreno, E., Frikha, M., & Mateos, G. G. (2014). PLASMA LIPID METABOLITES AND LIVER LIPID COMPONENTS IN BROILERS AT 21 DAYS OF AGE IN RESPONSE TO DIETARY DIFFERENT FIBER SOURCES. *Egyptian Journal of Animal Production*, 15(2), 115-127. <https://doi.org/10.21608/ejap.2014.93658>
- Sarikhan, M., Shahryar, H. A., & Gholizadeh, B. (2009). Effects of insoluble fiber on growth performance, carcass traits and ileum morphological parameters on broiler chick males. *International Journal of Agriculture and Biology*, 12(4), 531-536. <https://www.cabdirect.org/abstracts/20103212829.html>
- Shimada, M. (2003). *Nutrición Animal*. México D.F.: Trillas Terry E. p. 17 <https://baixardoc.com/preview/nutricion-animal-shimada-5d094a1d5137f>
- Shirzadegan, K., & Taheri, H. (2017a). 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. http://ijas.iaurasht.ac.ir/article_528894_c72e25562db54ae20a55b8a11baa0b3b.pdf
- Shirzadegan, K., & Taheri, H. (2017b). 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. http://ijas.iaurasht.ac.ir/article_528894_c72e25562db54ae20a55b8a11baa0b3b.pdf
- Siegert, W., & Rodehutschord, M. (2017). Relevance of glycine in crude protein-reduced broiler nutrition. *Institute of Animal Science*, 51(2), 22. Obtenido de <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20183134347>
- Silva, H. (2016). *Consumo voluntario y rendimiento a la canal en pollos de engorde alimentados con residuos Pos cosecha de Theobroma cacao L* (Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato). *Repositorio institucional de la Universidad de Ambato*: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/23701>

- Silva, V., De Souza Morita, V., & Boleli, I. C. (2012). Desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com pectina na ração. *Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinaria E Zootecnia*, 64(4), 1017-1026. <https://doi.org/10.1590/s0102-09352012000400031>
- Sobamiwa, O. & Longe, O. (1994): The nutritive value of alkali-treated cocoa husk meal in broiler diets. *Anim. Feed Sci. Technol.* 46: 321 – 330. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/037784019490149X>
- Soltan, M. A. (2009). Growth performance, immune response and carcass traits of broiler chicks fed on graded levels of palm kernel cake without or with enzyme supplementation. *Livestock research for rural development*, 21(3). <https://www.cabdirect.org/abstracts/20093076110.html>
- Sumano, H., & Guitiérrez, L. (2010). *Farmacologia clinica en aves comerciales* (Cuarta ed.). Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Sundu, B., Kumar, A., & Dingle, J. G. (2006). Palm kernel meal in broiler diets: effect on chicken performance and health. *Worlds Poultry Science Journal*, 62(2), 316-325. <https://doi.org/10.1079/wps2005100>
- Tejeda, O., & Kim, W. H. (2021). Role of Dietary Fiber in Poultry Nutrition. *Animals*, 11(2), 461. <https://doi.org/10.3390/ani11020461>
- Tobar, E & Quijije, K. (2017). *Estudio de factibilidad en la implementación de una empresa de reciclaje a base de cáscara de arroz en el cantón Daule, provincia del Guayas, con el fin de abastecer a plantas industriales de paneles solares* (Tesis de grado, Universidad de Guayaquil). Repositorio institucional de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/20191/1/TESIS%20CASCARA%20DE%20ARROZ%20%202017MAYO.pdf>
- Toroghi, R., Sodavari, S., Tabatabaeizadeh, S., Sharghi, A. S., Irankhah, N., Fakhraee, M., Farzin, H., Sarani, M., Khayyat, S. H., Ashouri, M., & Torabi, M. (2022). The first occurrence of Hepatitis-Hydropericardium syndrome in Iran and effective applied control measures in the affected commercial broiler flock. *Avian Diseases*, 66(2). <https://doi.org/10.1637/aviandiseases-d-21-00086>

- Torres, D. (2018). Exigencias nutricionales de proteína bruta y energía metabolizable para pollos de engorde. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(1), 106-113. <https://doi.org/10.22490/21456453.2052>
- Tuesta, S. A. (2021). *Proteína de origen animal en la formulación de la dieta avícola*. Obtenido de Avipecuaria: <https://actualidadavipecuaria.com/proteina-de-origen-animal-en-la-formulacion-de-la-dieta-avicola/>
- Ulloa, U., & Ulpiano, R. (2016). *Efecto de la harina de maracuyá (Passiflora edulis) sobre los parámetros zootécnicos en la alimentación de pollos de engorde*. (Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato). Ambato-Ecuador <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/23813>
- Vadiveloo, J., Nurfariza, B., & Fadel, J. G. (2009). Nutritional improvement of rice husks. *Animal Feed Science and Technology*, 151(3-4), 299-305. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.03.002>
- Vadiveloo, J., Nurfariza, B., & Fadel, J. G. (2009b). Nutritional improvement of rice husks. *Animal Feed Science and Technology*, 151(3-4), 299-305. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.03.002>
- Vargas, L., Alvarado, P., Vega, J., & Porras, M. (2013). Caracterización del subproducto cascarilla de arroz en búsqueda de posibles aplicaciones como materia prima en procesos. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia*, 23(1), 86-101. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5069938.pdf>
- Vargas, N. (2015). *Avicultura (1.a ed.)*. Ediciones UTMACH. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/6846>
- Vela, J. (2013). *Efecto de tres camas sobre problemas de patas y pechugas de pollos broilers, en Santo Domingo de los Tsáchilas, 2013*. (Tesis de grado, Universidad Estatal de Quevedo). <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/da0f5de3-f98a-4ed7-9422-de00f80ca0a7/content>. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/541/1/T-UTEQ-0078.pdf>
- Vermeulen, K., Verspreet, J., Courtin, C., Haesebrouck, F., Ducatelle, R., & Van Immerseel, F. (2017). Reduced particle size wheat bran is butyrogenic and lowers Salmonella

colonization, when added to poultry feed. *Veterinary Microbiology*, 198, 64-71.
<https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2016.12.009>

Walugembe, M., Rothschild, M. F., & Persia, M. E. (2014). Effects of high fiber ingredients on the performance, metabolizable energy and fiber digestibility of broiler and layer chicks. *Animal Feed Science and Technology*, 188, 46-52.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2013.09.012>

Wan, M., & Aliomon, A. (2005). Uso de torta de palmiste y subproductos de palma de aceite en concentrados para animales. *PALMAS*, 26(1), 57-64.

Yi, Zhengzhong. (2016). Chicken feeding forage using rice husk as raw material.

11. Anexos

Anexo 1. Fotografías del trabajo de campo

Figura 4. Adecuación y renovación de la instalación



Figura 5. Arreglo y recepción de los animales.



Figura 6. Proceso de adaptación y distribución aleatorizada de los animales.



Figura 7. Proceso de la toma de las variables en estudio.



Figura 8. Elaboración de las dietas con las diferentes fuentes de fibra.



Figura 9. Aplicación de los tratamientos en las unidades experimentales.



Figura 10. Toma y registro de datos de las variables en estudio.



Figura 11. Culminación de la toma y registro de los datos



Figura 12. Culminación del trabajo en campo con el equipo de investigación.



Anexo 2. Certificación de traducción de resumen.

English Speak Up Center

Nosotros "English Speak Up Center"

CERTIFICAMOS que

La traducción del resumen de Trabajo de Titulación titulado "EFECTO DE LAS DIFERENTES FUENTES DE FIBRA SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE LOS POLLOS DE CARNE CRIADOS EN ALTURA." documento adjunto solicitado por el señor Ronaldo Elizandro Agila Córdova con cédula de ciudadanía número 1150756474 ha sido realizada por el Centro Particular de Enseñanza de Idiomas "English Speak Up Center"

Esta es una traducción textual del documento adjunto. El traductor es competente y autorizado para realizar traducciones.

Loja, 19 de octubre de 2023


Mg. Sc. Elizabeth Sánchez Burneo
DIRECTORA ACADÉMICA

DIRECCIÓN: SUKRE 257-43 ENTRE AZUAY Y MIGUEL RÍOFRÍO

TELÉFONO: 099 5261 284