Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica

Efecto del nivel de fibra dietaria sobre el rendimiento productivo y calidad de la canal de patos Muscovy (*Cairina moschata* L.) en la etapa de acabado

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista

Autores

Oscar Brigido Ramos Arias

Jose Manuel Rebatta Piscoya

Asesor

M(o) Hilario Noberto Pujada Abad

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO
Ing° CIP. Hilario Noberto Pujada Abad
ING. ZOOTECNISTA
Reg. N° 114938

Huacho – Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

DE INGENIERIA AGRARIA, INDUSTRIAS ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ZOOTECNICA

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	**DNI**	**FECHA DE SUSTENTACIÓN**
Oscar Brigido Ramos Arias	42522550	19-06-2025
Jose Manuel Rebatta Piscoya	70897331	19-06-2025
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	**DNI**	**CÓDIGO ORCID**
M(o) Hilario Noberto Pujada Abad	15603577	https://orcid.org/0000-0003-4939-6774
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	**DNI**	**CÓDIGO ORCID**
Dr. Felix Esteban Airahuacho Bautista	40769786	https://orcid.org/0000-0001-7484-0449
M(o) Rufino Maximo Maguiña Maza	15733560	https://orcid.org/0000-0001-7795-5727
Mg.Sc. Ángel Gerardo Vásquez Requena	46579737	https://orcid.org/0000-0001-7034-5133

Ramos Arias, Oscar Brígido Exp. 035884 Rebatta Pis...

Efecto del nivel de fibra dietaria sobre el rendimiento productivo y calidad de la canal de patos Muscovy (Cairina m...

Quick Submit
Quick Submit
Facultad de Ingeniería Agraria,Industrias Alimentarias y Ambiental 2025

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::1:3257587613

Fecha de entrega
22 may 2025, 2:49 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
27 may 2025, 2:53 p.m. GMT-5

Nombre de archivo
3-_PARA_TURNITIN_16-05-25.pdf

Tamaño de archivo
1.1 MB

73 Páginas

16.610 Palabras

78.533 Caracteres

20% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Small Matches (less than 8 words)

Exclusions

- 100 Excluded Matches

Top Sources

19% Internet sources
7% Publications
8% Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedicamos principalmente a Dios, como hacedor de todas las cosas, el de responder a nuestras oraciones y concedernos el privilegio de que se haga realidad esta tesis. A nuestras mamás por ser mujeres luchadoras de ejemplo y por habernos dados la vida.

AGRADECIMIENTO

Sobre todas las cosas, agradecemos profunda y sinceramente a Dios, primero por habernos permitido conocerle, por haber estado a nuestro lado cuidándonos en cada momento de nuestras vidas, y también por habernos permitido este logro de poder terminar esta tesis con éxito. A nuestras madres, por su apoyo incondicional en todo momento. A nuestros padres por habernos dado su legado y bonitos recuerdos de nuestra niñez. A todos nuestros hermanos, por su especial consideración en las buenas y en las malas. Al Ing. Hilario Pujada, por sus valiosas enseñanzas en el aula de clases.

INDICE

Dedicatoria 5

Agradecimiento 6

RESUMEN 10

ABSTRACT 11

INTRODUCCIÓN 12

CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 14

1.1 Descripción de la realidad problemática 14

1.2 Formulación del problema 15

1.2.1 Problema general 15

1.2.2 Problemas específicos 15

1.3 Objetivos de la investigación 15

1.3.1 Objetivo general 15

1.3.2 Objetivos específicos 16

1.4 Justificación de la investigación 16

1.5 Delimitación del estudio 17

CAPITULO II MARCO TEORICO 18

2.1 Antecedentes de la investigación 18

2.2 Bases teóricas 19

2.2.1 La coronta de maíz como fuente de fibra dietaria 19

2.2.2 La fibra dietaria 20

2.2.3 Fermentación de la fibra dietaria por la microbiota intestinal 22

2.2.4 Metabolismo de los lípidos a partir de los AGCC 25

2.3 Definición de términos básicos 27

2.4 Hipótesis de la investigación 27

2.4.1 Hipótesis general 27

2.4.2 Hipótesis específicas 28

2.5 Operacionalización de las variables 28

CAPITULO III METODOLOGIA 30

3.1 Gestión del experimento 30

3.1.1 Ubicación 30

3.1.2 Características del área experimental 30

3.1.3 Tratamientos 31

3.1.4 Diseño experimental 32
3.1.5 Variables evaluadas 32
3.1.6 Conducción del experimento 34
3.2 Técnicas para el procesamiento de la información 34
CAPITULO IV RESULTADOS 35
4.1 Peso corporal y ganancia de peso diario 35
4.2 Consumo de alimento y conversión alimenticia 35
4.3 Rendimiento cárnico 36
4.4 Rendimiento de órganos comestibles, grasa abdominal e intestinos 37
4.5 Pérdida de goteo y cocción 37
4.6 Retribución económica 38
CAPITULO V DISCUSIONES 39
5.1 Peso corporal y ganancia de peso diario 39
5.2 Consumo de alimento y conversión alimenticia 39
5.3 Rendimiento cárnico 40
5.4 Rendimiento de órganos comestibles, grasa abdominal e intestinos 41
5.5 Pérdida de goteo y cocción 43
5.6 Retribución económica 43
CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 44
6.1 Conclusiones 44
6.2 Recomendaciones 44
CAPITULO VII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 46
ANEXOS 55

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de variables a evaluar	28
Tabla 2	Dietas experimentales y contenido nutricional	31
Tabla 3	Efecto del nivel de fibra dietaria sobre el peso corporal y ganancia de peso diario en patos Muscovy en la etapa de acabado	35
Tabla 4	Efecto del nivel de fibra dietaria sobre el consumo de alimento y la eficiencia de conversión alimenticia en patos Muscovy en la etapa de acabado	36
Tabla 5	Efecto del nivel de fibra dietaria sobre el rendimiento cárnico en patos Muscovy en la etapa de acabado	36
Tabla 6	Efecto del nivel de fibra dietaria sobre el rendimiento de vísceras y deposición de grasa en patos Muscovy en la etapa de acabado	37
Tabla 7	Efecto del nivel de fibra dietaria sobre el goteo y cocimiento de la carne de patos Muscovy	38
Tabla 8	Efecto del nivel de fibra dietaria sobre la retribución económica en patos Muscovy	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Tipos de fibra dietaria según el peso molecular	22
Figura 2	Mecanismos por los cuales las diferentes fibras dietéticas afectan el tracto gastrointestinal	25
Figura 3	Destino de los AGCC	27
Figura 4	Corrales experimentales de las aves desde los 56 a 84 días de edad	31

RESUMEN

Objetivo: Evaluar el efecto del nivel de fibra dietaria sobre el rendimiento productivo y calidad de la canal de patos Muscovy en la etapa de acabado. **Metodología**: Patos (n = 54) de 56 días de edad fueron distribuidos en los tratamientos representados por las dietas de tres niveles de fibra cruda (FC): 3.5% FC (Control: T_0), 5.5% FC (T_1) y 7.5% FC (T_2). Cada tratamiento estuvo formado por cinco réplicas de tres aves cada replica. La fibra del tratamiento control provenía del subproducto de trigo, mientras que la del T_1 y T_2 provenía de la harina de coronta de maíz. Se evaluó parámetros de crecimiento, y a los 84 días, se sacrificaron cuatro patos por tratamiento para la medición de indicadores de calidad de la carne. **Resultados**: El nivel de FC no influyó sobre el peso corporal, ganancia de peso diario, consumo de alimento diario y conversión alimenticia ($p > 0.05$). El rendimiento de la canal fue menor en las dietas con 7.5% FC ($p < 0.05$), pero el nivel de FC no influyó sobre el rendimiento de pechuga e hígado ($p > 0.05$). Dietas con 3.5% FC mostraron menor rendimiento de intestinos y menor deposición de grasa abdominal ($p < 0.05$), mientras que la molleja no fue influenciada por el nivel de FC. La pérdida de goteo y cocción de la carne no fueron influenciadas por el nivel de FC ($p < 0.05$), mientras que las dietas con 7.5% FC tuvieron una retribución económica mayor en 25%. **Conclusión**: Dietas con 7.5% FC disminuye el rendimiento de la canal e incrementan el desarrollo intestinal y la grasa abdominal. La mayor retribución económica de esta dieta se respalda en el menor costo del ingrediente coronta de maíz.

Palabras claves: Coronta de maíz, fibra cruda, pato criollo, grasa abdominal, rendimiento de canal.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effect of dietary fiber level on productive performance and carcass quality of Muscovy ducks at the finishing stage. **Methodology**: Ducks (n = 54) of 56 days of age were distributed in treatments represented by diets of three levels of crude fiber (CF): 3.5% CF (Control: $_{T0}$), 5.5% CF ($_{T1}$) and 7.5% CF ($_{T2}$). Each treatment consisted of five replicates of three birds each. The fiber of the control treatment came from Wheat middlings, while that of $_{T1}$ and $_{T2}$ came from corn cobs. Growth parameters were evaluated, and after 84 days, four ducks per treatment were slaughtered to measure meat quality indicators. **Results**: FC level did not influence body weight, daily weight gain, daily feed intake and feed conversion ($p > 0.05$). Carcass yield was lower in diets with 7.5% FC ($p < 0.05$), but FC level did not influence breast and liver yield ($p > 0.05$). Diets with 3.5% FC showed lower gut yield and lower abdominal fat deposition ($p < 0.05$), while gizzard was not influenced by FC level. Meat dripping and cooking loss were not influenced by FC level ($p < 0.05$), while diets with 7.5% FC had a 25% higher economic return. **Conclusion**: Diets with 7.5% FC decreased carcass yield and increased intestinal development and abdominal fat. The higher economic payoff of this diet is supported by the lower cost of the corn cobs ingredient.

Key words: corn cob, crude fiber, creole duck, abdominal fat, carcass yield.

INTRODUCCIÓN

El pato criollo o Muscovy (*Cairina moschata* L.) forma parte de la crianza familiar y de pequeña escala en muchas zonas del país, donde se valora por su rusticidad, su capacidad para adaptarse a distintos ambientes y el sabor de su carne. Sin embargo, la información técnica sobre su alimentación todavía es escasa. Buena parte de lo que se aplica al formular sus dietas proviene de investigaciones hechas en pollos de carne, aun cuando se reconoce que los patos tienen particularidades digestivas que no han sido estudiadas lo suficiente (Lázaro et al., 2004).

Uno de los componentes de la ración que más atención ha recibido en los últimos años es la fibra dietaria. Por mucho tiempo se la consideró solo un diluyente de nutrientes; hoy se sabe que, en niveles moderados, estimula el desarrollo del tracto gastrointestinal, favorece una microbiota intestinal equilibrada y puede modificar la forma en que el ave deposita la grasa (Tejeda y Kim, 2021; Jha et al., 2019). En pollos de engorde se ha observado que una mayor cantidad de fibra en el alimento reduce la grasa abdominal (Cui et al., 2022), y en patos Muscovy la inclusión de harina de alfalfa tuvo un efecto parecido (Jiang et al., 2012). Este punto es importante para el productor, porque el exceso de grasa en la canal le resta valor comercial.

A ello se suma el aspecto económico. En la crianza de patos el alimento llega a representar cerca del 80% de los costos de producción (Li et al., 2024), y el subproducto de trigo, que tradicionalmente aportaba la fibra en las raciones, ya no resulta conveniente por su precio. La coronta de maíz, en cambio, es un residuo abundante del desgrane que muchas veces se quema o se desecha, y que ha sido probada con resultados aceptables en la alimentación de pollos (Donkoh et al., 2003; Cui et al., 2022). Emplearla como fuente de fibra podría abaratar la ración y, de paso, darle un uso a este subproducto.

Con estos antecedentes, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del nivel de fibra dietaria, aportada por la harina de coronta de maíz, sobre el rendimiento productivo y la calidad de la canal de patos Muscovy en la etapa de acabado. Para ello se compararon dietas con 3.5, 5.5 y 7.5% de fibra cruda, ofrecidas a patos machos desde los 56 hasta los 84 días de edad, y se midieron el peso corporal, la ganancia de peso, el consumo de alimento, la conversión alimenticia, el rendimiento de

la canal y de la pechuga, el peso de las vísceras, la grasa abdominal, las pérdidas por goteo y por cocción de la carne y la retribución económica.

El documento está organizado en siete capítulos. En el capítulo I se plantea el problema, los objetivos y la justificación del estudio; en el capítulo II se presentan los antecedentes y las bases teóricas sobre la fibra dietaria, su fermentación por la microbiota y su relación con el metabolismo de los lípidos; en el capítulo III se describe la metodología empleada; en los capítulos IV y V se presentan y discuten los resultados; en el capítulo VI se exponen las conclusiones y recomendaciones, y en el capítulo VII se listan las referencias bibliográficas. Al final se incluyen los anexos con los datos registrados y los análisis estadísticos.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La fibra dietaria, presente de forma natural en los ingredientes de origen vegetal, se ha relacionado con diversas modificaciones fisiológicas, estructurales y funcionales en el tracto gastrointestinal (Tejeda y Kim, 2021).

Generalmente, la fibra dietaria es considerada como un factor antinutricional que afectan negativamente a la digestibilidad de los nutrientes y a la utilización de la energía (Cui et al., 2022). No obstante, dependiendo de su solubilidad en agua, la fibra tendrá distintos efectos. Según Tejeda y Kim (2021), la inclusión de fibra insoluble en la dieta de los pollos de engorde ejerce un efecto positivo sobre la morfología intestinal, promueve el desarrollo estructural y funcional de los órganos digestivos y contribuye a una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes, así como el establecimiento y manteamiento de una microbiota intestinal equilibrada. Por el contrario, la fibra soluble tiende a aumentar la viscosidad del contenido intestinal, lo cual se asocia con alteraciones negativas en la microflora y una menor eficiencia de absorción de nutrientes.

La acumulación excesiva de grasa abdominal representa una preocupación relevante en la industria avícola, especialmente por sus implicancias en la calidad nutricional de la carne destinada al consumo humano (Cui et al., 2022). Diversos estudios en pollos de engorde han evidenciado que un incremento en el contenido de fibra dietaria se correlaciona con una reducción significativa en la deposición de grasa abdominal (Khempaka et al., 2009). Por ello, una estrategia común utilizada por los nutricionistas avícolas consiste en incrementar el nivel de fibra en el alimento con el objetivo de regular dicha deposición (Cui et al., 2022).

En el Perú, el subproducto de trigo ha sido tradicionalmente la principal fuente de fibra dietaria en la alimentación avícola. Hacia finales del siglo pasado, su inclusión en los sistemas de producción intensiva respondía, principalmente, a la necesidad de reducir los costos de alimentación. Sin embargo, en la actualidad, este insumo ha dejado de ser económicamente viable. Por ello, el presente estudio plantea el uso de harina de

coronta de maíz como fuente principal de fibra dietaria. De acuerdo con Cui et al. (2022), la harina de coronta de maíz representa uno de los ingredientes más económicos y comúnmente empleados en la formulación de dietas para animales.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿El nivel de fibra dietaria influye sobre el rendimiento productivo y calidad de la canal de patos Muscovy en la etapa de acabado?

1.2.2 Problemas específicos

¿El nivel de fibra dietaria influye sobre el peso corporal de patos Muscovy?

¿El nivel de fibra dietaria influye sobre la ganancia de peso diario de patos Muscovy?

¿El nivel de fibra dietaria influye sobre el consumo de alimento de patos Muscovy?

¿El nivel de fibra dietaria influye sobre la conversión alimenticia de peso de patos Muscovy?

¿El nivel de fibra dietaria influye sobre el rendimiento de la canal y pechuga de patos Muscovy?

¿El nivel de fibra dietaria influye sobre el peso del hígado de patos Muscovy?

¿El nivel de fibra dietaria influye sobre el peso de los intestinos de patos Muscovy?

¿El nivel de fibra dietaria influye sobre la deposición de grasa abdominal de patos Muscovy?

¿El nivel de fibra dietaria influye sobre la perdida por goteo y perdida por cocción de la carne de patos Muscovy?

¿El nivel de fibra dietaria influye sobre la retribución económica de patos Muscovy?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Evaluar el efecto del nivel de fibra dietaria sobre el rendimiento productivo y calidad de la canal de patos Muscovy en la etapa de acabado.

1.3.2 Objetivos específicos

Evaluar el efecto del nivel de fibra dietaria sobre el peso corporal de patos Muscovy.

Evaluar el efecto del nivel de fibra dietaria sobre la ganancia de peso diario de patos Muscovy.

Evaluar el efecto del nivel de fibra dietaria sobre el consumo de alimento de patos Muscovy.

Evaluar el efecto del nivel de fibra dietaria sobre la conversión alimenticia de patos Muscovy.

Evaluar el efecto del nivel de fibra dietaria sobre el rendimiento de la canal y pechuga de patos Muscovy.

Evaluar el efecto del nivel de fibra dietaria sobre el peso del hígado de patos Muscovy.

Evaluar el efecto del nivel de fibra dietaria sobre el peso de los intestinos de patos Muscovy.

Evaluar el efecto del nivel de fibra dietaria sobre la deposición de grasa abdominal de patos Muscovy.

Evaluar el efecto del nivel de fibra dietaria sobre la perdida por goteo y perdida por cocción de la carne de patos Muscovy

Evaluar el efecto del nivel de fibra dietaria sobre la retribución económica de patos Muscovy.

1.4 Justificación de la investigación

La producción de patos *Muscovy* (*Cairina moschata L.*) en el norte del Perú enfrenta limitaciones relacionadas con la excesiva acumulación de grasa en la canal, lo que afecta negativamente su calidad comercial. Esta problemática puede abordarse mediante estrategias nutricionales durante la etapa de acabado.

Estudios en aves de engorde han demostrado que niveles elevados de fibra dietaria reducen la deposición de grasa abdominal sin comprometer el rendimiento productivo. En este marco, evaluar el efecto de la fibra dietaria en patos *Muscovy* permite optimizar la calidad de la canal y la eficiencia productiva.

Además, el uso de fuentes fibrosas alternativas, como la harina de coronta de maíz, representa una opción viable ante el incremento del costo de insumos tradicionales. Por tanto, esta investigación busca aportar evidencia técnica para mejorar la nutrición de patos en acabado, reduciendo costos y mejorando la calidad del producto final.

1.5 Delimitación del estudio

El experimento se llevó a cabo en una instalación experimental, utilizando patos machos desde los 56 hasta los 84 días de edad. La investigación se desarrolló durante los meses de abril y mayo del año 2023.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Cui et al. (2022) investigaron el efecto de la inclusión de coronta de maíz en la dieta de pollos de engorde, centrándose en su capacidad para modular la deposición de grasa abdominal y su influencia sobre la estructura y funcionalidad de la microbiota cecal. Los tratamientos fueron la dieta de acabado control basal con maíz y soya (T0) y la sustitución parcial de la dieta control con coronta de maíz (T1). El T1 disminuyó el peso corporal y la grasa abdominal. La coronta de maíz aumentó la abundancia de *Akkermansia* y redujo la abundancia cecal de *Phascolarctobacterium*, *Rikenellaceae y Faecalibacterium;* además de incrementar las concentraciones de butirato en el contenido cecal.

Lawrence-Azua et al. (2018) evaluaron el rendimiento de pollos de carne alimentados con dietas basadas en coronta de maíz (CM) con o sin suplementación de enzimas. Los tratamientos fueron T0 (0% CM), T1 (10% CM sin enzima), T2 (20% CM sin enzima), T3 (10% CM con enzima), T4 (20% CM con enzima). No hubo diferencias entre tratamientos para el rendimiento productivo, excepto en la ingesta diaria y el índice de conversión del pienso. Las aves alimentadas con 10% y 20% CM sin enzimas registraron el valor más alto de consumo de alimento mientras que las aves alimentadas con 20% CM con suplementación enzimática tuvieron el mejor valor de conversión alimenticia.

Imouokhome e Ilaboya (2022) evaluaron el efecto de la suplementación enzimática sobre el desempeño productivo y las características de la canal en pollos de engorde alimentados con dietas formuladas con distintos niveles de harina de coronta de maíz (CM). El diseño experimental contempló tres niveles de inclusión de CM (0%, 25% y 50%) combinados con dos niveles de enzimas (0 g/kg y 0,1 g/kg de dieta). Los resultados indicaron que las aves que recibieron un 50% de CM mostraron un mayor consumo de alimento, pero un menor rendimiento de canal en comparación con los grupos que consumieron 0% y 25% de CM. Sin embargo, los tratamientos evaluados no presentaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la ganancia de peso y la conversión alimenticia, lo que sugiere que la inclusión de harina de coronta de maíz,

con o sin suplementación enzimática, no afectó estos parámetros productivos. La suplementación con enzimas en dietas con 25% CM mostró conversiones alimenticias más eficientes comparado con 25% CM sin suplementación enzimática. La inclusión de 50% CM con o sin suplementación enzimática mostraron las conversiones alimenticias más ineficientes.

Iheukwumere et al. (2009) evaluaron el efecto de distintos niveles de inclusión de harina de mazorca de maíz (0%, 5%, 10% y 15%) sobre el crecimiento y el peso de órganos en pollos de engorde. Los hallazgos del estudio evidenciaron que la harina de coronta de maíz favoreció el incremento del peso corporal final y la ganancia media diaria, sin afectar de manera significativa el consumo de alimento ni la eficiencia en la conversión alimenticia. Asimismo, no se observaron diferencias estadísticas en los pesos relativos del hígado, corazón y molleja entre los tratamientos, lo que sugiere que la harina de mazorca de maíz puede ser incorporada en las dietas avícolas sin provocar efectos adversos en el crecimiento ni en el desarrollo de los órganos internos.

De manera complementaria, Donkoh et al. (2003) evaluaron el valor nutritivo de la coronta de maíz (CM) y su efecto sobre el rendimiento productivo al reemplazar parcialmente el maíz y el trigo en las dietas de pollos de engorde, en niveles de 2.5%, 5% y 7.5%. La CM utilizada presentaba una composición de 2.5% de proteína cruda, 0.4% de grasa cruda, 34.7% de fibra cruda, 2.4% de cenizas y 1151 kcal/kg de energía metabolizable. Los resultados mostraron que los parámetros de crecimiento de las aves no difirieron significativamente respecto al grupo control, y el rendimiento de la canal fue comparable. Asimismo, los tratamientos no afectaron el peso del hígado, la molleja ni el intestino, reafirmando el potencial de la CM como un ingrediente alternativo en la formulación de dietas avícolas.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 La coronta de maíz como fuente de fibra dietaria

El maíz (*Zea mays* L.), cultivo originario del continente americano, se encuentra actualmente entre los cereales de mayor distribución y relevancia a nivel mundial (Jiao et al., 2022). La coronta de maíz, subproducto del desgrane, representa entre el 40% y el 50% del total del cultivo (Fritz et al., 2001). A pesar de su abundancia, suele ser

desechada mediante prácticas inapropiadas, como la quema, lo que contribuye a la contaminación ambiental (Wakudkar y Jain, 2022).

Este subproducto contiene aproximadamente 39% de hemicelulosa, 28% de celulosa y 9% de lignina (Samanta et al., 2012), lo que le confiere un alto potencial como fuente de fibra dietaria. Recientemente, los xilooligosacáridos (XO), derivados del xilano, el segundo polisacárido más abundante en la biosfera tras la celulosa, han captado una atención creciente por sus demostrados beneficios como agentes prebióticos. La coronta de maíz se ha identificado como una fuente rica en XO, lo que la convierte en una materia prima de gran potencial para su aplicación en la nutrición animal (Samanta et al., 2012).

Boonchuay et al. (2014) demostraron que la coronta de maíz es una materia prima rentable para la obtención de XO, con propiedades prebióticas comparables a las comerciales, mejorando el crecimiento de cepas de *Lactobacillus*. Asimismo, Samanta et al. (2012) lograron maximizar la recuperación de xilano a partir de coronta de maíz para la generación de XO capaces de estimular el crecimiento de organismos probióticos, favoreciendo la salud y funcionalidad intestinal.

2.2.2 La fibra dietaria

Según Zhang et al. (2023), la fibra dietaria ha sido tradicionalmente vista como un componente que diluye los nutrientes y actúa como un factor antinutricional, afectando negativamente el rendimiento de las aves. Por ello, las dietas comerciales suelen contener bajos niveles de fibra cruda, entre 2% y 3%. Sin embargo, estudios recientes del mismo autor evidencian que una inclusión moderada de fibra puede ser beneficiosa, ya que estimula el desarrollo de los órganos digestivos, incrementa la actividad enzimática, mejora la absorción de nutrientes y, como resultado, favorece tanto el rendimiento productivo como la salud intestinal.

De acuerdo con He et al., (2022), la fibra dietaria está compuesta por partes comestibles de origen vegetal que no se digieren en el intestino delgado, pero que pueden ser fermentadas total o parcialmente en el intestino grueso. Su impacto fisiológico depende de características fisicoquímicas como la capacidad de retener agua, el hinchamiento, la adsorción de glucosa y colesterol, y la viscosidad, entre otras, las

cuales influyen directamente en el metabolismo y en la salud intestinal (Tejeda y Kim, 2021; He et al., 2022).

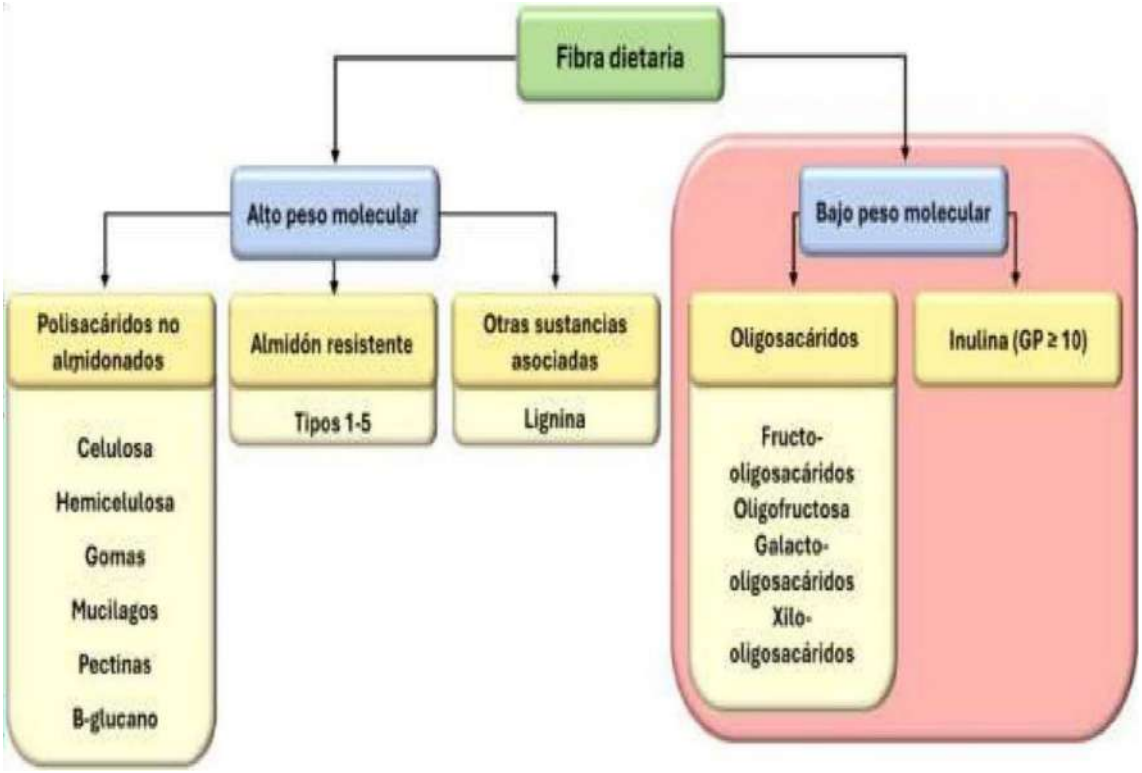
Según su capacidad para disolverse en agua caliente, la fibra dietaria se clasifica en dos tipos: soluble e insoluble. La fibra insoluble, compuesta principalmente por polisacáridos no amiláceos (PNA), lignina y otros componentes estructurales, contribuye a la modulación de la morfología intestinal, mejora la eficiencia digestiva y estimula el crecimiento de microbiota benéfica en pollos de engorde. En contraste, la fibra soluble tiende a aumentar la viscosidad del contenido intestinal, lo que puede dificultar la absorción de nutrientes y alterar la composición de la microbiota. Sin embargo, ciertos tipos de fibra soluble, como los oligosacáridos, ejercen efectos prebióticos al favorecer el equilibrio del ecosistema intestinal (Tejeda y Kim, 2021; Urban et al., 2023).

La fibra cruda se refiere a la fracción insoluble que permanece tras el tratamiento con ácido sulfúrico e hidróxido de potasio diluidos, y está compuesta principalmente por celulosa (50–80%), lignina (10–15%) y hemicelulosa (~20%) (McDonald et al., 2010; Dobos et al., 2019). Aquellos productos con un contenido de fibra cruda mayor al 60% se denominan concentrados de fibra cruda, los cuales, por su riqueza en lignocelulosa, pueden estimular bacterias probióticas y mejorar la funcionalidad digestiva en aves (Urban et al., 2023).

Finalmente, según Stribling e Ibrahim (2023), los carbohidratos no digeribles clasificados como fibra dietaria pueden dividirse según su grado de polimerización (GP). Los oligosacáridos (GP de 3–9) representan la fibra dietaria de bajo peso molecular, mientras que los polisacáridos, como celulosa y hemicelulosa (GP ≥10), constituyen la fracción de alto peso molecular. La lignina, aunque no es un carbohidrato, también se clasifica como fibra dietaria por su resistencia a la digestión en el intestino (Figura 1).

Figura 1

Tipos de fibra dietaria según el peso molecular (Stribling y Ibrahim, 2023)



2.2.3 Fermentación de la fibra dietaria por la microbiota intestinal

Kaczmarczyk et al. (2012) señalan que la fibra dietaria no debe considerarse simplemente como un grupo de compuestos vegetales no digeribles que atraviesan el tracto gastrointestinal sin cambios. Más bien, está constituida por diversas moléculas complejas derivadas de azúcares, capaces de unirse a nutrientes y sus precursores, lo que puede limitar su absorción. Además, algunas de estas fibras son fermentables y, al descomponerse en el tracto gastrointestinal, generan compuestos bioactivos como los ácidos grasos de cadena corta (AGCC) que promueven el crecimiento de la biomasa intestinal y modifican la composición de la microbiota.

La fibra celulósica favorece el crecimiento de microorganismos intestinales benéficos, lo que conlleva una reducción de las poblaciones microbianas perjudiciales y, en consecuencia, disminuye el riesgo de patógenos en aves (Hussein y Frankel, 2019).

Abed et al. (2023) explican que los microorganismos probióticos cumplen una función clave en la estructuración del microbioma intestinal, ya que regulan su composición y participan activamente en el equilibrio y mantenimiento de la homeostasis intestinal. La microbiota comprende el conjunto de microorganismos:

bacterias, hongos, virus y arqueas que habitan un entorno específico, como en este caso, el intestino del huésped (Urban et al., 2023). El adecuado funcionamiento de la barrera intestinal, el metabolismo, la absorción de nutrientes, la respuesta inmunitaria y el sistema neuroendocrino depende de una microbiota equilibrada, que interactúa dinámicamente a través del eje intestino-microbiota-cerebro (Shehata et al., 2022).

La fibra dietaria que no es digerida en las porciones superiores del tracto gastrointestinal es fermentada por bacterias en el colon (Fu et al., 2022). Las fibras con bajo grado de polimerización pueden ser degradadas rápidamente por la microbiota intestinal en moléculas más pequeñas, favoreciendo una fermentación eficiente. Gill et al. (2021) indican que las fibras solubles y viscosas, debido a su elevada capacidad para retener agua y formar el bolo fecal, están menos expuestas a la acción de los microorganismos, lo que las convierte en compuestos más resistentes al proceso de fermentación.

El consumo de dietas con alto contenido de fibra fermentable favorece la producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC), los cuales modulan la motilidad gastrointestinal al estimular la actividad contráctil del colon, efecto mediado por el incremento en el número de neuronas colinérgicas excitatorias (Gill et al., 2020).

Además, diversos factores presentes en la luz intestinal como glucosa, ácidos orgánicos (acetato, butirato) y compuestos derivados de células inmunitarias, gliales o epiteliales pueden modular la función neuronal del sistema nervioso entérico (Soret et al., 2010).

Entre los AGCC, el butirato destaca como principal fuente energética del epitelio colónico; promueve efectos tróficos sobre las células intestinales y disminuye el estrés oxidativo mediante el incremento de los niveles de glutatión (Hamer et al., 2009). Asimismo, modula la respuesta inmune de la mucosa y regula la actividad del sistema nervioso entérico (Neunlist et al., 1999). Estos compuestos también participan en la regulación de la población y función de las células T colónicas, contribuyendo a la protección contra la colitis de forma dependiente de su concentración, promoviendo así la homeostasis y la salud intestinal (Smith et al., 2013).

En situaciones de disbiosis intestinal caracterizada por un desequilibrio en la microbiota se observa un aumento de bacterias anaerobias facultativas y una

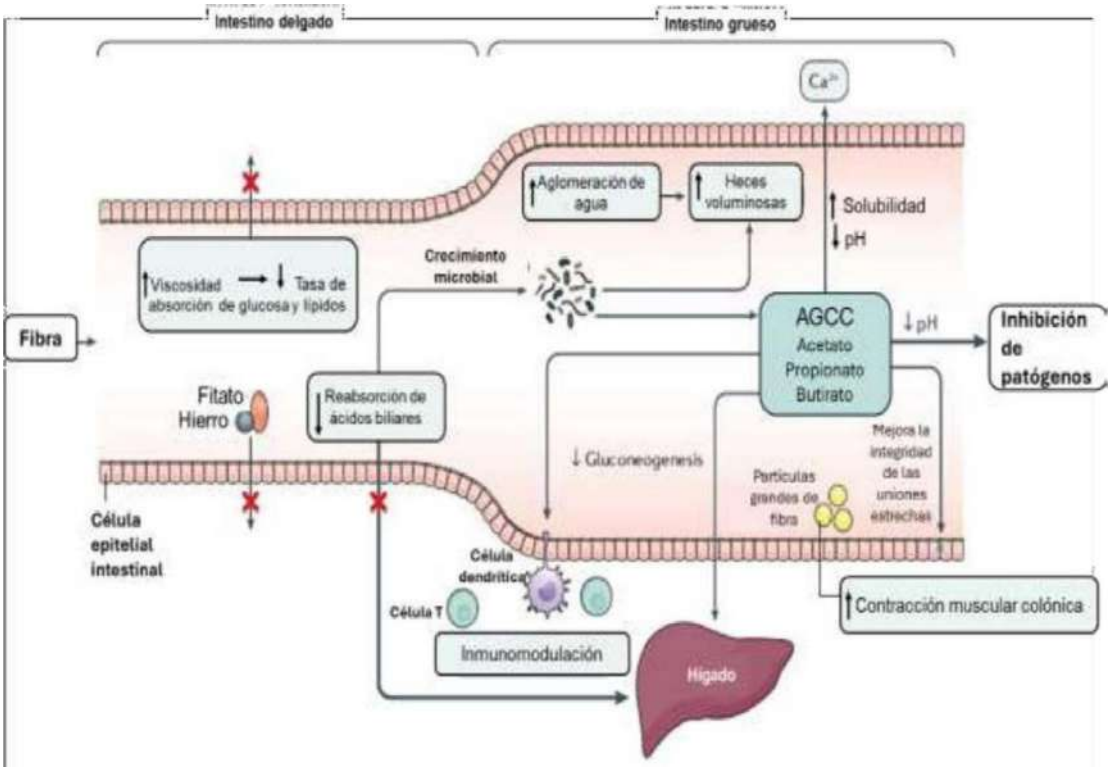
disminución de anaerobias estrictas asociadas a funciones protectoras, como la producción de AGCC. Este desequilibrio puede comprometer la integridad de la barrera epitelial, facilitando la permeabilidad intestinal y permitiendo que componentes luminales entren en contacto con el sistema inmunitario del huésped, lo que puede desencadenar respuestas inflamatorias (Walker y Lawley, 2013).

Adicionalmente, los AGCC intervienen en la regulación del apetito a través de mecanismos como la estimulación de la gluconeogénesis hepática (Mithieux, 2014). También contribuyen al mantenimiento de la homeostasis gastrointestinal al reducir el pH luminal, lo cual puede prevenir la colonización y proliferación de enteropatógenos sensibles a ambientes ácidos (Gill et al., 2020). La Figura 2 ilustra los mecanismos mediante los cuales la fibra dietaria influye sobre el tracto gastrointestinal (Gill et al., 2020).

En este contexto, las propiedades fisicoquímicas de la fibra —como su solubilidad, viscosidad y fermentabilidad desempeñan un papel clave en la funcionalidad gastrointestinal. Estas propiedades afectan no solo la absorción de nutrientes como glucosa y lípidos, sino también la producción y características de las heces (frecuencia, consistencia y peso), al mismo tiempo que inducen cambios en la composición microbiana y en la producción de metabolitos, incluidos los AGCC.

Figura 2

Mecanismos por los cuales las diferentes fibras dietéticas afectan el tracto gastrointestinal (Gill et al., 2020).



2.2.4 Metabolismo de los lípidos a partir de los AGCC

Existe un creciente interés en evaluar los efectos de la inclusión de fibra sobre el metabolismo lipídico. Los AGCC producen efectos sobre el metabolismo lipídico y el tejido adiposo a varios niveles (Chambers et al., 2015). En el hígado, el destino del acetato es la lipogénesis de novo y la colesterogénesis, y ambas parecen estar inhibidas por el propionato (Nishina y Freedland, 1990). El propionato tendría la capacidad de reducir la grasa visceral y la grasa hepática (Chambers et al., 2015).

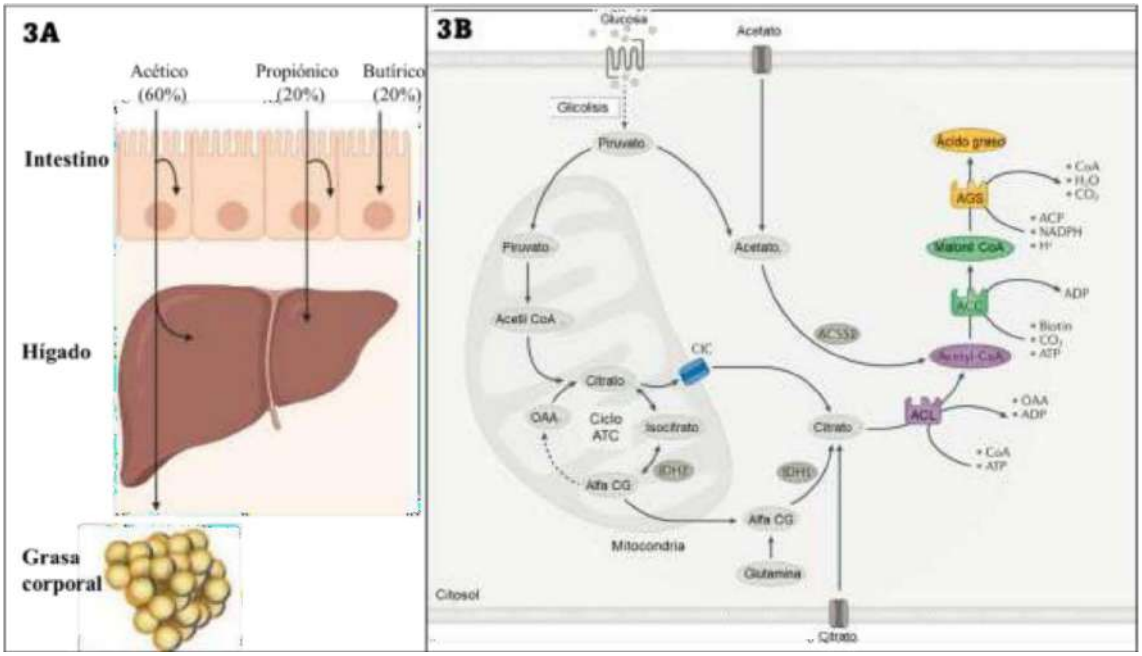
La microbiota intestinal fermenta los carbohidratos no digeribles, produciendo ácidos grasos de cadena corta (AGCC) como principales metabolitos finales. Estos compuestos son absorbidos en la luz intestinal y participan en la modulación de diversas respuestas metabólicas del huésped, ejerciendo efectos sistémicos sobre múltiples órganos (Frampton et al., 2020). Las vías de producción de acetato son comunes en las bacterias y su concentración es más alta en el lumen intestinal, mientras que las vías del propionato y el butirato son menores y específicas del sustrato (Deleu et al., 2021). Según Anachad et al. (2023), el acetato se absorbe en gran parte en la periferia y el

hígado, el propionato es transportado al hígado y metabolizado por los hepatocitos, mientras que casi todo el butirato producido permanece en la mucosa colónica y es utilizado como fuente de energía por los colonocitos (Figura 3A).

Durante la biosíntesis de ácidos grasos se produce una serie de reacciones enzimáticas coordinadas (Batchuluun et al., 2022; Figura 3B). Normalmente, el piruvato producido por la glucólisis se convierte en la mitocondria en acetil-CoA, que entra en el ciclo de los ácidos tricarboxílicos (ATC) para producir citrato. En condiciones de exceso de carbohidratos, el citrato es exportado al citosol por el transportador de citrato/isocitrato (CIC) y se descompone en acetil-CoA y oxaloacetato (OAA) por la ATP-citrato liasa (ACL). Posteriormente, la acetil-CoA es carboxilada por la acetil-CoA carboxilasa (ACC) para generar malonil-CoA, que se considera el primer intermediario metabólico comprometido en la síntesis de ácidos grasos. Utilizando siete moléculas de malonil-CoA y un cebador de acetil-CoA, la síntesis de palmitato (ácido graso 16:0) se completa repitiendo un ciclo de condensación, reducción, condensación y deshidratación catalizada por la sintetasa de ácidos grasos (AGS). Una fuente alternativa de carbono de la lipogénesis de novo (DNL) es el acetato, que se puede producir de novo a partir de glucosa a través de reacciones enzimáticas y no enzimáticas. La sintetasa de acetil-CoA 2 (ACSS2) cataliza la reacción de acetato y CoA para formar acetil-CoA, que posteriormente se utiliza para la biosíntesis de ácidos grasos. Con hipoxia o deficiencia de CIC, otra vía alternativa para la lipogénesis de novo es la carboxilación reductora de glutamina a través del isocitrato deshidrogenasa citosólica 1 (IDH1) y la IDH2 mitocondrial.

Figura 3

(A) Destino de los AGCC (Anachad et al., 2023). (B) Descripción general de la lipogénesis (Batchuluun et al., 2022).



2.3 Definición de términos básicos

Fibra dietaria: Es el componente de los alimentos que no es degradado por las enzimas propias del organismo y se excreta a través de las heces.

Fibra soluble: Atrae agua corporal y actúa como gel lentificando el proceso digestivo.

Factor antinutricional: Se refiere a aquellos compuestos que reducen el valor nutricional de ciertos alimentos, ya que interfieren o inhiben la absorción de nutrientes, los cuales suelen provenir de fuentes vegetales.

Microbiota intestinal: Es el conjunto de microorganismos que habitan y colonizan el tracto gastrointestinal, formando comunidades bacterianas en el sistema digestivo.

Coronta de maíz: Mazorca sin granos de maíz.

2.4 Hipótesis de investigación

2.4.1 Hipótesis general

El nivel de fibra dietaria influye sobre el rendimiento productivo y calidad de la canal de patos Muscovy en la etapa de acabado.

2.4.2 Hipótesis especificas

- El nivel de fibra dietaria influye sobre el peso corporal de patos Muscovy.
- El nivel de fibra dietaria influye sobre la ganancia de peso diario de patos Muscovy.
- El nivel de fibra dietaria influye sobre el consumo de alimento diario de patos Muscovy.
- El nivel de fibra dietaria influye sobre la conversión alimenticia de patos Muscovy.
- El nivel de fibra dietaria influye sobre el rendimiento de la canal y pechuga de patos Muscovy.
- El nivel de fibra dietaria influye sobre el peso del hígado de patos Muscovy.
- El nivel de fibra dietaria influye sobre el peso de los intestinos de patos Muscovy.
- El nivel de fibra dietaria influye sobre la deposición de grasa abdominal de patos Muscovy.
- El nivel de fibra dietaria influye sobre la perdida por goteo y perdida por cocción de patos Muscovy.
- El nivel de fibra dietaria influye sobre la retribución económica de patos Muscovy.

2.5 Operacionalización de las variables

Tabla 1

Operacionalización de las variables

	Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador
Independiente (X)	**Fibra dietaria**	Mayor fibra dietaria influye en menor deposición de grasa abdominal y mejor calidad de la canal	Cantidad en la ración	3.5; 5.5 y 7.5% fibra dietaria
Dependiente (Y)	**Ganancia de peso**	Incremento de peso	Etapa de acabado (49-84 días)	Gramos por día
	Consumo de alimento	Control del consumo de alimento		Gramos por día
	Conversión alimenticia	Relación de la ganancia de peso y el consumo de alimento		gramos / gramos
	Rendimiento de la canal	Relación de la fracción comestible con respecto al peso corporal		%
	Deposición de grasa abdominal	Tejidos adiposos que rodean el proventrículo y la molleja y que yacen contra la pared abdominal interna y alrededor de la cloaca	Final del experimento	%
	Deposición de grasa en hígado y corazón	Tejido adiposo que rodean al hígado y corazón		%
	Pérdida por goteo	Pérdida de peso de 4 cm de		%

de la carne	carne del pectoral, suspendido en un alambre de acero entre 0 y 4°C durante 48 h.	
Pérdida por cocción de la carne	Filetes de 1 cm de grosor calentados a 72°C de temperatura interna en un baño de agua	%
Retribución económica	Utilidad resultante del ingreso bruto menos el costo de alimentación	%

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1 Gestión del experimento

3.1.1 Ubicación

El experimento fue realizado en una instalación experimental particular ubicado en el pueblo de Amay, ciudad de Huacho, Provincia de Huaura, Región Lima-Provincias, entre los meses de abril y mayo del 2023.

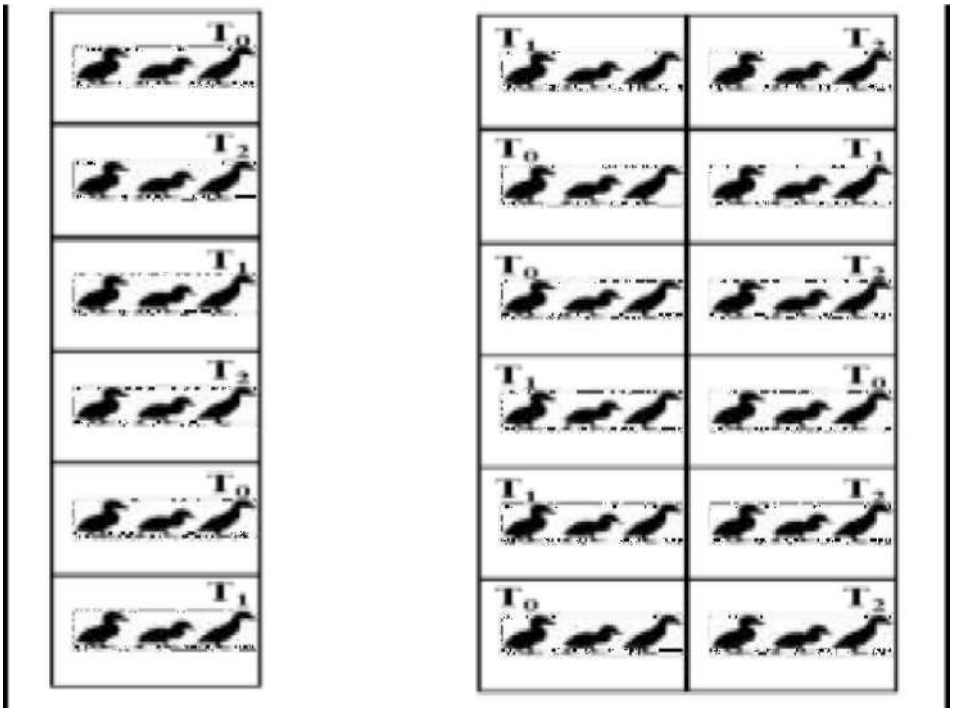
3.1.2 Características del área experimental

La investigación fue ejecutada en un galpón con piso de tierra, enmallado a su alrededor, y con divisiones de un metro cuadrado. Para la etapa de inicio, de 0 a 21 días, se construyó un microclima general que proporcionó la temperatura ambiental requerida, de acuerdo con las normas de Grimaud Freres Company (2015). Durante la etapa de inicio y crecimiento (22 a 49 días), todas las aves fueron criadas bajo las mismas condiciones de manejo y alimento.

Los corrales para la etapa de 56 a 84 días de edad fueron construidos utilizando malla de nylon y listones de madera. Cada corral experimental contó con un bebedero de goteo y un comedero lineal. Estos corrales tenían dimensiones de un metro, donde fueron distribuidas al azar tres aves por corral (Figura 4).

Figura 4

Corrales experimentales de las aves desde los 56 a 84 días de edad.



3.1.3 Tratamientos

Los tratamientos estuvieron representados por las dietas experimentales:

T_0: 3.5% fibra dietaria.

T_1: 5.5% fibra dietaria.

T_2: 7.5% fibra dietaria.

La tabla 2 muestra las dietas experimentales y su contenido nutricional.

Tabla 2

Dietas experimentales y contenido nutricional.

T_0: 3.5% fibra dietaria.	T_0: 3.5% fibra dietaria.		
T_1: 5.5% fibra dietaria.	T_1: 5.5% fibra dietaria.	**5.5**	**7.5**
T_2: 7.5% fibra dietaria.	T_2: 7.5% fibra dietaria.	1.86	3.78
T_0: 3.5% fibra dietaria.	T_0: 3.5% fibra dietaria.	60.33	50.26
T_1: 5.5% fibra dietaria.	T_1: 5.5% fibra dietaria.	10.00	15.00
T_2: 7.5% fibra dietaria.	T_2: 7.5% fibra dietaria.	16.06	13.48
T_0: 3.5% fibra dietaria.	T_0: 3.5% fibra dietaria.	0.00	0.00
T_1: 5.5% fibra dietaria.	T_1: 5.5% fibra dietaria.	**8.65**	**14.44**
T_2: 7.5% fibra dietaria.	T_2: 7.5% fibra dietaria.	0.03	0.01
T_0: 3.5% fibra dietaria.	T_0: 3.5% fibra dietaria.	0.15	0.17
T_1: 5.5% fibra dietaria.	T_1: 5.5% fibra dietaria.	1.04	0.96

T_2: 7.5% fibra dietaria.	T_2: 7.5% fibra dietaria.	1.40	1.41
T_0: 3.5% fibra dietaria.	T_0: 3.5% fibra dietaria.	0.36	0.36
T_1: 5.5% fibra dietaria.	T_1: 5.5% fibra dietaria.	0.10	0.10
T_2: 7.5% fibra dietaria.	T_2: 7.5% fibra dietaria.		
T_0: 3.5% fibra dietaria.	T_0: 3.5% fibra dietaria.	3000	3000
T_1: 5.5% fibra dietaria.	T_1: 5.5% fibra dietaria.	16.50	16.30
T_2: 7.5% fibra dietaria.	T_2: 7.5% fibra dietaria.	0.75	0.75
T_0: 3.5% fibra dietaria.	T_0: 3.5% fibra dietaria.	0.38	0.39
T_1: 5.5% fibra dietaria.	T_1: 5.5% fibra dietaria.	0.60	0.60
T_2: 7.5% fibra dietaria.	T_2: 7.5% fibra dietaria.	0.53	0.53
T_0: 3.5% fibra dietaria.	T_0: 3.5% fibra dietaria.	0.17	0.17
T_1: 5.5% fibra dietaria.	T_1: 5.5% fibra dietaria.	5.40	7.50
T_2: 7.5% fibra dietaria.	T_2: 7.5% fibra dietaria.	6.10	8.60
T_0: 3.5% fibra dietaria.	T_0: 3.5% fibra dietaria.	0.85	0.85
T_1: 5.5% fibra dietaria.	T_1: 5.5% fibra dietaria.	0.35	0.35
T_2: 7.5% fibra dietaria.	T_2: 7.5% fibra dietaria.	0.16	0.16

**valores determinados por el análisis químico proximal.*

Para alcanzar los niveles de 5.5 y 7.5% de fibra cruda, se utilizó harina de coronta de maíz. Para ello, previamente, antes de la formulación de alimento, se envió muestras de harina de coronta de maíz para realizar el análisis químico proximal y determinar el nivel de materia seca, proteína cruda, fibra cruda, grasa cruda y cenizas. El nivel energético de la harina de coronta a utilizar fue el de Donkoh et al. (2003) quienes determinaron 1151 kcal EM por kg de alimento. Además, se realizó el análisis químico del maíz, harina de soya y coronta molida.

3.1.4 Diseño experimental

****valores determinados por el análisis químico proximal***

De acuerdo con la uniformidad del peso de los patos, las aves fueron distribuidas en un diseño completamente al azar, de tres tratamientos y seis replicas cada una. Cada unidad experimental estuvo representada por tres patos.

3.1.5 Variables evaluadas

Las variables dependientes medidas fueron:

a. El peso corporal de las aves, registradas al inicio del experimento y semanalmente.

b. Consumo de alimento registrado semanalmente y realizado por corral. Para ello, se proyectó el consumo de alimento para la semana, se identificó en bolsas para cada

unidad experimental y se suministró diariamente al tanteo, cuidando que no falte alimento en el comedero.

c. La conversión alimenticia fue estimada dividiendo el consumo de alimento acumulado y la ganancia de peso acumulada.

d. El rendimiento de la canal de un ave de cada replica fue calculado como porcentaje del peso corporal, registrándose el peso antes del sacrificio del ave seleccionado al azar. El peso del animal sacrificado al final del experimento incluyó la cabeza, patas, molleja, hígado y corazón.

e. La deposición de grasa abdominal fue determinada a partir de los tejidos adiposos que rodean el proventrículo y la molleja y que yacen sobre la pared abdominal interna y alrededor de la cloaca, según lo descrito por Ain Baziz et al. (1996) y Lu et al. (2007).

f. La pérdida por goteo de la carne fue estimada según lo realizado por Wang et al. (2009): se pesó una muestra deshuesada, de 4 cm de diámetro, de la sección craneal de los pectorales mayores. Posteriormente, la muestra fue suspendida de un gancho de alambre de acero fijado a la tapa de un tarro de polietileno-penteno de 1 L. Las muestras se almacenaron entre 0 y 4°C durante 48

h. Se volvieran a pesar y se calculó la pérdida por goteo. La pérdida por goteo (%) se expresó como (peso de la pérdida por goteo/peso de la carne) × 100%. Las mediciones se realizaron por duplicado con tres replicaciones.

g. La pérdida por cocción de la carne fue estimada según lo realizado por Wang et al. (2009): Filetes de 1 cm de grosor, se calentaron a 72°C de temperatura interna en un baño de agua y luego se volvió a pesar para determinar la pérdida total por cocción. La pérdida de cocción (%) fue calculada como: (peso del agua perdida/peso de la masa cruda) × 100%. La pérdida por cocción se medió por duplicado en muestras tomadas de tres muestras diferentes durante el análisis.

h. La retribución económica fue determinada a partir del ingreso bruto y el costo de alimentación por ave. La retribución económica fue la representación porcentual de los valores de retribución de cada tratamiento referido al valor de tratamiento control.

Retribución económica T (i) = Ingreso T (i) – Egreso T (i);

Dónde,

Ingresos: Peso final a los 94 días por el precio del kg de pato vivo.

Egresos: Costo total de la alimentación del pato.

T (i): Tratamientos 0, 1 y 2.

3.1.6 Conducción del experimento

Las actividades realizadas durante el experimento fueron los siguientes:

- Los patos fueron distribuidos aleatoriamente en 18 corrales, buscando uniformizar el peso inicial en todas las unidades experimentales.
- Durante el experimento, el alimento y el agua fueron suministrado a voluntad. Se tomó medidas preventivas tales como ingreso restringido de personas, desinfección de las pozas, así como limpieza constante de los comederos, bebederos, corrales y remoción periódica de la cama.
- Los patos fueron pesados semanalmente durante toda la etapa experimental (desde los 56 hasta los 84 días de edad).
- El consumo de alimento fue registrado semanalmente.
- Al final del experimento, se sacrificó un ave por unidad experimental o replica para evaluar el rendimiento de la canal. El alimento fue retirado 6 h antes del procesamiento. Las aves fueron pesadas, sacrificadas por dislocamiento cervical, desangradas, desplumadas, evisceradas y nuevamente pesadas para obtener el peso de la sangre y las plumas y el peso de la canal.
- Las canales fueron almacenadas en hielo durante la noche. El rendimiento de la canal se determinó como el peso de la canal en relación con el peso corporal y fue expresado como porcentaje del peso corporal.

3.2 Técnicas para el procesamiento de la información

Los datos fueron analizados con el enfoque paramétrico utilizando el ANOVA y la prueba de medias de Tukey, con excepción del consumo de alimento, que no cumplieron los presupuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el software estadístico R.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 Peso corporal y ganancia de peso diario

La Tabla 3 presenta el impacto de los distintos niveles de fibra dietaria sobre el peso corporal y la ganancia diaria de peso en patos Muscovy durante la fase de acabado. Los pesos corporales semanales fueron corregidos considerando el peso inicial. No se detectaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$) en cuanto al peso corporal ni a la ganancia diaria de peso. Sin embargo, de forma numérica, los patos que recibieron dietas con un 7.5% de fibra obtuvieron una mayor ganancia diaria de peso.

Tabla 3

Efecto del nivel de fibra dietaria sobre el peso corporal y ganancia de peso diario en patos Muscovy en la etapa de acabado.

Parámetros	Tratamientos			*P valor*	
	3.5% FC	5.5% FC	7.5% FC	*Cov PC*	*Trat*
Peso corporal, g					
63 d	2717	2664	2633	*<0.001*	*0.53*
70 d	3073	3054	3052	*<0.001*	*0.95*
77 d	3441	3425	3471	*<0.001*	*0.81*
84 d	3701	3685	3768	*<0.001*	*0.41*
Ganancia de peso diario, g					
56 a 63 d	91.2 ± 13.1	84.0 ± 19.8	79.8 ± 12.3		*0.51*
56 a 70 d	71.3 ± 8.0	69.8 ± 9.0	69.5 ± 4.4		*0.92*
56 a 77 d	65.7 ± 5.2	64.2 ± 8.8	65.6 ± 2.2		*0.91*
56 a 84 d	58.3 ± 3.8	57.5 ± 4.8	60.1 ± 1.2		*0.52*

4.2 Consumo de alimento y conversión alimenticia

La Tabla 4 expone el efecto de los niveles de fibra dietaria sobre el consumo de alimento y la eficiencia de conversión alimenticia en patos Muscovy durante la etapa de acabado. Los pesos corporales semanales fueron corregidos en función del peso corporal inicial. No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$) en relación con el consumo de alimento ni con la conversión alimenticia. No obstante, de manera numérica, la mejor eficiencia en la conversión

alimenticia se registró en los patos alimentados con una dieta que contenía 7.5% de fibra.

Tabla 4

Efecto del nivel de fibra dietaria sobre el consumo de alimento y la eficiencia de conversión alimenticia en patos Muscovy en la etapa de acabado.

Parámetros	Tratamientos			*P valor*
	3.5% FC	5.5% FC	7.5% FC	
Consumo de alimento, g*				
56 a 63 d	190	186	190	*0.031*
56 a 70 d	188	186	188	*0.031*
56 a 77 d	195	189	190	*0.404*
56 a 84 d	196	192	194	*0.433*
Conversión alimenticia				
56 a 63 d	2.13 ± 0.3	2.34 ± 0.6	2.44 ± 0.4	*0.60*
56 a 70 d	2.67 ± 0.3	2.67 ± 0.3	2.71 ± 0.2	*0.94*
56 a 77 d	2.96 ± 0.2	2.98 ± 0.3	2.93 ± 0.1	*0.95*
56 a 84 d	3.36 ± 0.2	3.33 ± 0.2	3.24 ± 0.1	*0.59*

4.3 Rendimiento cárnico

La Tabla 5 presenta el efecto de los niveles de fibra dietaria sobre el rendimiento cárnico de los patos Muscovy durante la fase de acabado. Se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en cuanto al rendimiento de la canal ($p < 0.05$), mientras que no se encontraron diferencias significativas para el rendimiento de la pechuga ($p > 0.05$). Los patos que recibieron dietas con un 7.5% de fibra obtuvieron un menor rendimiento de canal en comparación con aquellos alimentados con niveles de 3.5% y 5.5% de fibra.

Tabla 5

Efecto del nivel de fibra dietaria sobre el rendimiento cárnico en patos Muscovy en la etapa de acabado.

Parámetros	Tratamientos			*P valor*	
	3.5% FC	5.5% FC	7.5% FC	*Cov PC*	*Trat*
Peso corporal, g	3446	3429	3556		
Canal, g	2497[a]	2485[a]	2421[b]	*<0.001*	*0.001*
Canal, %	71.9[a]	71.5[a]	69.7[b]		*0.00*
Pechuga, g	674	659	673	*<0.001*	*0.45*
Pechuga, %	19.6	19.0	19.0		*0.23*

4.4 Rendimiento de órganos comestibles, grasa abdominal e intestinos

La Tabla 6 muestra el impacto de los niveles de fibra dietaria sobre el rendimiento de las vísceras en patos Muscovy durante la etapa de acabado. Se identificaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos en cuanto a la acumulación de grasa abdominal y el rendimiento de intestinos, mientras que no se observaron diferencias significativas para el peso del hígado y la molleja ($p > 0.05$). De forma numérica, los patos alimentados con dietas que contenían 7.5% de fibra presentaron mayor peso en comparación con los grupos que recibieron 3.5% y 5.5% de fibra. Asimismo, los animales que consumieron 5.5% y 7.5% de fibra registraron un mayor peso de intestinos. Se evidenció también una tendencia creciente en la deposición de grasa abdominal a medida que se incrementó el nivel de fibra en la dieta, siendo más pronunciada en los patos que recibieron el nivel más alto de fibra.

Tabla 6

Efecto del nivel de fibra dietaria sobre el rendimiento de vísceras y deposición de grasa en patos Muscovy en la etapa de acabado.

Parámetros	Tratamientos			*P valor*	
	3.5% FC	5.5% FC	7.5% FC	*Cov PC*	*Trat*
Peso corporal, g	3446	3429	3556		
Hígado, g	76.0	77.5	79.3		*0.68*
Hígado, %	3.07	3.16	3.21		*0.72*
Intestinos, g	67.7^{b}	116.0^{a}	110.9^{a}		*0.01*
Intestinos, %	2.65^{b}	4.60^{a}	4.66^{a}		*0.01*
Molleja, g	91.6	91.8	97.0		*0.45*
Molleja, %	3.71	3.74	3.91		*0.41*
Grasa abd., g	45.1^{b}	60.6^{ab}	65.3^{a}	*0.01*	*0.02*
Grasa abd., %	1.77^{b}	2.39^{ab}	2.75^{a}		*0.01*

4.5 Pérdida de goteo y cocción

La Tabla 7 presenta el efecto de los niveles de fibra dietaria sobre las pérdidas por goteo y cocción de la carne en patos Muscovy. No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en cuanto a las pérdidas por goteo ni por cocción ($p > 0.05$). Sin embargo, de forma numérica, la carne de los patos alimentados con dietas que contenían 7.5% de fibra mostró una menor pérdida de peso.

Tabla 7

Efecto del nivel de fibra dietaria sobre el goteo y cocimiento de la carne de patos Muscovy.

Parámetros	Tratamientos			*P valor*
	3.5% FC	5.5% FC	7.5% FC	
Goteo				
Inicio, g	17.5 ± 0.63	17.3 ± 0.59	17.4 ± 0.76	
Final, g	15.6 ± 0.57	15.3 ± 0.46	15.4 ± 0.64	
Pérdida, %	11.1	11.4	11.5	*0.75*
Cocimiento				
Inicio, g	13.3 ± 1.03	13.5 ± 0.65	13.6 ± 1.31	
Final, g	9.4 ± 0.79	9.5 ± 0.58	9.7 ± 1.1	
Pérdida, %	29.6	29.7	28.4	*0.21*

4.6 Retribución económica

La tabla 8 muestra el efecto del nivel de fibra dietaria sobre la retribución económica de patos Muscovy. No hubo diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para el ingreso neto ($p > 0.05$), sin embargo, numéricamente, los patos que consumieron dietas con 7.5% de fibra tuvieron retribuciones económicas superior en 25% comparado con el tratamiento con 3.5% de fibra cruda.

Tabla 8

Efecto del nivel de fibra dietaria sobre la retribución económica de patos Muscovy.

Parámetros	Tratamientos		
	3.5% FC	5.5% FC	7.5% FC
Peso corporal inicial, kg	1.973	2.129	2.142
Peso corporal final, kg	3.648	3.695	3.9224
Ganancia de peso, kg	1.633	1.609	1.682
Precio carne de pato, S/.	20	20	20
Ingreso por ganancia de peso, S/.	32.7	32.2	33.6
Consumo de alimento, kg	16.38	16.02	16.36
Precio de alimento, S/.	1.77	1.772	1.776
Egreso por consumo de alimento, S/.	29.0	28.4	29.1
Ingreso neto, S/.	3.7[a]	3.8[a]	4.6[a]
Retribución, %	100	103	125

CAPITULO V

DISCUSIONES

5.1 Peso corporal y ganancia de peso diario

Los niveles de fibra dietaria proveniente de la coronta de maíz no influyeron sobre el crecimiento de patos Muscovy. Son escasos los estudios relacionados con la nutrición del pato Muscovy. Por lo general, se cree que los patos digieren la fibra mejor que los pollos y otras especies avícolas, sin embargo, faltan estudios que los demuestren experimentalmente (Lázaro et al., 2004). Las dietas del presente estudio solo difirieron en el nivel de fibra cruda y la grasa cruda, que se incrementó por el uso de aceite (efecto generado por el incremento de la fibra), por lo que los resultados están dentro de la lógica esperada.

No se ha encontrado literatura científica relacionada con el presente tema de investigación en patos Muscovy. Cui et al. (2022), observaron disminución del 5.3% del peso corporal al alimentar gallinas Huxu con 14% de harina de coronta de maíz en la dieta desde 90 hasta los 135 días de edad. Imouokhome y Ilaboya (2022) al evaluar la inclusión de 25 y 50% de harina de coronta de maíz con o sin suplementación de multi enzimas en la dieta no observaron efecto sobre la ganancia de peso diario de pollos de carne de 0 a 28 días.

5.2 Consumo de alimento y conversión alimenticia

En la nutrición de aves, se considera un mínimo de fibra dietaria para asegurar el confort intestinal, peristaltismo y desarrollo de la molleja, mientras que el máximo busca no afectar la palatabilidad y el consumo voluntario de alimento (Santomá y Mateos, 2012). Los resultados del presente estudio sugieren que el mayor nivel de fibra en la ración no afecto la palatabilidad del alimento debido a que el consumo de alimento de las aves con el menor y mayor nivel de fibra fue similar.

Al obtener ganancias de peso y consumos similares, la conversión alimenticia alcanzada también fue similar en todos los tratamientos. Imouokhome y Ilaboya (2022), al evaluar la harina de coronta de maíz no encontraron diferencias estadísticas para el consumo de alimento, sin embargo, los pollos que consumieron dietas con la inclusión del 50% de harina de coronta de maíz mostraron tendencias numéricas de mayor

consumo de alimento, debido a que conforme aumentaron la coronta de maíz diluyeron la concentración de los nutrientes de la dieta. Asimismo, observaron deterioro de la conversión alimenticia conforme se incrementó la harina de coronta de maíz desde 25 a 50% en la dieta, debido a las tendencias numéricas de mayor consumo de alimento y menor ganancia de peso. Zhang et al. (2023), incluyendo cascaras de soya en la dieta de pollos de carne observaron que el consumo diario promedio de alimento fue mayor y la conversión alimenticia más eficiente en los grupos de 5 y 8% FC.

5.3 Rendimiento cárnico

El rendimiento de la canal fue disminuida por efecto del mayor nivel de fibra dietaria. Estos resultados sugieren que el mayor contenido de fibra estimuló el desarrollo del tracto gastrointestinal por la dificultad en los procesos digestivos intestinales, por lo que habría menor absorción de nutrientes esenciales que penalizan el rendimiento de la canal. Guo et al. (2013), reporta resultados similares en patos Pekín, quienes al diluir la dieta con 40% de cáscara de arroz y alimentarlos desde los 8 hasta los 14 días, observaron menor rendimiento de la canal durante esta etapa, sin embargo, a los 42 días de edad, regresando al suministro de una dieta convencional, hubo un crecimiento compensatorio observándose rendimientos de canal similares. En pollos de carne, Sittiya et al (2020) observaron que la inclusión de 2.5 y 5% de cascara de arroz y/o cascara de soya en dietas, de similar contenido de nutrientes que solo diferían en el contenido de fibra cruda y grasa cruda, no influyó sobre el rendimiento de la canal.

La carne de pechuga es la parte más valiosa de la canal del pato y es considerada tan importante como la tasa de crecimiento y la eficiencia alimenticia en la industria del pato (Baeza y Leclercq, 1998). En el presente estudio, el rendimiento de pechuga no fue influenciada por el nivel de fibra cruda en la dieta. El estudio de Guo et al. (2013), quienes evaluaron el efecto de incluir 40% de cascara de arroz durante los 8 hasta los 14 días de edad, observaron menor rendimiento de pechuga, sin embargo, volviendo al suministro de dietas convencionales, se obtuvo rendimientos de pechuga similares a los 42 días de edad. Sin embargo, Jiang et al. (2012), al evaluar la inclusión de harina de alfalfa en dietas de contenido de nutrientes esenciales similares, con excepción de la fibra, observaron que la inclusión de 9% de harina de alfalfa aumento el rendimiento de pechuga comparado con el control.

5.4 Rendimiento de órganos comestibles, grasa abdominal e intestinos

En el presente estudio, el hígado no fue influido por el nivel de fibra cruda en la dieta. El tamaño del hígado depende de su actividad, sugiriéndose que su tamaño estaría influenciado por los AGCC producidos por el microbiota intestinal (Zaefarian et al., 2019). Según Desbruslais et al. (2021), el aumento de fibra en la dieta puede disminuir el acumulo de grasas en ponedoras disminuyendo el peso del hígado. Józefiak et al. (2007) reportaron peso de hígados similares al evaluar el efecto de diferentes tipos de granos y la inclusión de xilanasa exógena en dieta de pollos de carne. Estudios con ratones y pollos libres de gérmenes mostraban hígados más pequeños por lo que el tamaño del hígado estaría influenciado por la microflora gastrointestinal o/y sus productos de fermentación (Zaefarian et al., 2019).

Los patos que consumieron dietas con 5.5 y 7.5% de fibra cruda mostraron mayor peso de intestinos comparado con los que consumieron dietas con 3.5% FC. Niveles moderados de fibra dietética pueden aumentar el tamaño, la longitud, el volumen y la estructura morfológica del intestino de las aves de corral (Jha et al., 2019). El aumento de fibra insoluble influye sobre la fisiología digestiva en pollos de carne y gallinas ponedoras, incrementando el peso y la longitud del tracto gastrointestinal (Han et al., 2017). Patos alimentados con 6.3% de fibra cruda mostraron mayor longitud de intestinos comparados con aquellos que consumieron dietas con 3% de fibra cruda (Airahuacho et al., 2022). Sittiya et al. (2019), evaluando niveles de fuente de fibra en la dieta, no encontraron efecto sobre el peso de las vísceras intestinales, sin embargo, al incluir 5% de cascara de soya, las aves de 42 días de edad mostraron yeyuno e íleon más largos ($p<0,05$). Zhang et al. (2023), no encontraron diferencias sobre el peso del intestino delgado y ciego, pero si sobre la longitud del íleon y ciego, en las aves que consumieron 8% de fibra cruda en pollos de carne de 42 días de edad. Sadeghi et al. (2015) observaron mayor peso relativo y longitud de los segmentos intestinales en pollos de carne a los 42 días de edad cuando consumieron dietas con pulpa de remolacha, sugiriendo que se debería a su mayor contenido de fibra soluble de propiedades viscosas.

La molleja es el órgano principal del aparato digestivo de las aves, y una molleja poco desarrollada reduce la producción de HCl en el proventrículo con la consiguiente subida del pH, lo que perjudica la activación del pepsinógeno (Svihus, 2011), por lo que se recomienda un mínimo de fibra dietaria para estimular su desarrollo (Santomá y

Mateos, 2012). Según Han et al. (2017), el peso de los órganos digestivos, como la molleja, son influenciados por la fibra insoluble dietaria (Han et al., 2017). En el presente estudio, el peso de la molleja de los patos no fue influenciado por el nivel de fibra dietaria. Estos resultados fueron similares a los observados por Zhang et al. (2023), quienes al evaluar niveles de fibra entre 2 y 11% en la dieta de pollos de carne de 22 a 42 días no encontraron diferencias sobre el peso de la molleja. Sin embargo, otros estudios reportan diferencias, como el de Jiménez-Moreno et al. (2009), quienes observaron que patos alimentados con 7.5% FC presentaron un mayor desarrollo de la molleja; mientras que Gonźalez-Alvarado et al. (2008), observaron que la inclusión de 3% de cáscaras de avena en la dieta aumentó el peso de la molleja de los pollos de carne en 32% a los 22 días de edad.

El manejo nutricional para intentar disminuir la deposición de grasa abdominal es aumentar el contenido de fibra en el alimento (Cui et al., 2022), utilizando insumos ricos en fibra como el salvado de trigo. Los patos que consumieron dietas con mayor nivel de fibra dietaria mostraron mayor deposición de grasa abdominal. Estos resultados difieren a los de otras investigaciones. Guo et al. (2013), al evaluar el efecto de la dilución temprana de la dieta con 40% de cáscara de arroz en patos Pekín tipo carne, observaron que la dilución de 8 a 14 días de edad disminuyó la grasa abdominal a los 42 días de edad. Jiang et al. (2012), observaron que los patos que consumieron dietas con 6 y 9% de harina de alfalfa mostraron menor concentración sérica de ácidos grasos libres, triglicéridos, colesterol total, LDL y VLDL, y menor porcentaje de grasa abdominal comparado con los que no recibieron harina de alfalfa. Estos mismos autores observaron que la harina de alfalfa en la dieta disminuyó significativamente la actividad de LPL en el tejido adiposo sugiriendo un efecto regulador de la harina de alfalfa sobre la deposición de grasa abdominal. La lipoproteína lipasa (LPL) es una enzima que degrada los triglicéridos circulantes sanguíneos en ácidos grasos y glicerol, y se encuentra predominantemente en el tejido adiposo, el músculo y el tejido cardíaco, pero no en el hígado (Pirahanchi et al., 2023). Los resultados del presente estudio podrían relacionarse con una mayor producción de AGCC en el ciego a partir de la fibra de la coronta de maíz. Los AGCC serían utilizados para la síntesis de ácidos grasos de cadena larga y triglicéridos. Cui et al. (2022), observaron que la inclusión de harina de maíz aumento en 53% más la producción de ácidos grasos volátiles, con aumento del 40% de ácido butírico y acético, además del propiónico.

5.5 Pérdida de goteo y cocción

La capacidad de retención de agua de la carne es una de las cualidades comestibles más importantes de la carne (U-chupaj et al., 2017) y está relacionado con las interacciones entre las moléculas de agua y las proteínas (es decir, la estructura y carga de cada proteína individual, así como la arquitectura producida por un grupo de proteínas) (Barbut, 2024). La carne magra contiene un 75% de agua que puede perderse al cortar la carne (lo que se denomina pérdida por goteo), al cocinarla (lo que se denomina pérdida por cocción) o por filtración, relacionándose directamente en pérdidas económicas y propiedades sensoriales (por ejemplo, menor jugosidad) al procesar y entregar la carne al cliente (U-chupaj et al., 2017).

La fibra dietaria influye sobre el metabolismo de los lípidos. Los AGCC producidos en el intestino grueso serán utilizados en el hígado para sintetizar ácidos grasos de cadena larga, formando triglicéridos. En rumiantes, la grasa corporal se caracteriza por ser ricas en ácidos grasos saturados de cadena larga, que han sido formados a partir de los AGV provenientes de la fermentación ruminal. La hidrolisis de las grasas dependerá del grado de saturación de los ácidos grasos (McDonald et al., 2010), y podría reflejarse en pérdidas de agua de la carne por goteo o cocción. En el presente estudio, los niveles de fibra dietaria no influyeron sobre la perdida de agua por goteo y cocción de la carne de pato.

5.6 Retribución económica

El costo de los ingredientes de los alimentos ha aumentado de manera constante en los últimos años, lo que compromete el potencial de la producción animal, especialmente en la industria del pato, donde los alimentos representan aproximadamente el 80% de todos los costos de producción (Li et al., 2024).

La harina de coronta de maíz puede ser una alternativa en la alimentación de aves como fuente de fibra dietaria. En el presente estudio, los patos que consumieron dietas con 7.5% de fibra tuvieron retribuciones de 25% más comparado con los patos que consumieron dietas con 3.5% de fibra; mientras que la retribución económica fue solo de 3% más cuando consumieron dietas con 5.5% de fibra.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente estudio, se concluye:

- El nivel de fibra dietaria no influyó sobre el peso corporal de patos Muscovy.
- El nivel de fibra dietaria no influyó sobre la ganancia de peso diario de patos Muscovy.
- El nivel de fibra dietaria no influyó sobre el consumo de alimento diario de patos Muscovy.
- El nivel de fibra dietaria no influyó sobre la conversión alimenticia de patos Muscovy.
- Dietas con 7.5% disminuyeron el rendimiento de la canal, pero los niveles de fibra no influyeron sobre el rendimiento de pechuga de patos Muscovy.
- El nivel de fibra dietaria no influyó sobre el peso del hígado de patos Muscovy.
- Dietas con 5.5 y 7.5% aumentaron el peso de intestinos, pero los niveles de fibra no influyeron sobre el peso de la molleja de patos Muscovy.
- Dietas con 7.5% de fibra aumentaron la deposición de grasa abdominal en patos Muscovy.
- El nivel de fibra dietaria no influyó sobre la perdida de goteo y cocción de la carne de patos Muscovy.
- Dietas con 5.5 y 7.5% de fibra aumentaron la retribución económica en 3 y 25% más, respectivamente, comparado con el 3.5% de fibra, en patos Muscovy.

6.2 Recomendaciones

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente estudio, se recomienda:

- Basado en la retribución económica, se recomienda utilizar dietas con 7.5% de fibra utilizando harina de coronta de maíz.
- Realizar estudios de histomorfología y recuento intestinal para validar los efectos de la fibra proveniente de la harina de coronta de maíz.

- Complementar con estudios que cuantifiquen la producción de ácidos grasos de cadena corta a nivel intestinal cuando se realizan estudios relacionados con fibra dietaria.

CAPITULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abed, A., Radwan, I., Orabi, A., & Abdelaziz, K. (2023). The combined effects of probiotic CLOSTAT® and Aviboost® supplement on growth performance, intestinal morphology, and immune response of broiler chickens. *German Journal of Veterinary Research*, 7-18.

Ain Baziz, H., Geraert, P. A., Padilha, J. C., & Guillaumin, S. (1996). Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. *Poultry science*, *75*(4), 505–513. https://doi.org/10.3382/ps.0750505

Anachad, O., Taouil, A., Taha, W., Bennis, F., & Chegdani, F. (2023). The Implication of Short-Chain Fatty Acids in Obesity and Diabetes. *Microbiology insights*, *16*, 11786361231162720. https://doi.org/10.1177/11786361231162720

Baeza, E., & Leclercq, B. (1998). Use of industrial amino acids to allow low protein concentrations in finishing diets for growing Muscovy ducks. *British poultry science*, *39*(1), 90–96. https://doi.org/10.1080/00071669889448

Barbut S. (2024). Measuring water holding capacity in poultry meat. *Poultry science*, *103*(5), 103577. https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103577

Batchuluun, B., Pinkosky, S. L., & Steinberg, G. R. (2022). Lipogenesis inhibitors: therapeutic opportunities and challenges. *Nature reviews. Drug discovery*, *21*(4), 283–305. https://doi.org/10.1038/s41573-021-00367-2

Boonchuay, P., Techapun, C., Seesuriyachan, P., & Chaiyaso, T. (2014). Production of xylooligosaccharides from corncob using a crude thermostable endo-xylanase from Streptomyces thermovulgaris TISTR1948 and prebiotic properties. *Food Science and Biotechnology*, *23*, 1515-1523.

Chambers, E. S., Viardot, A., Psichas, A., Morrison, D. J., Murphy, K. G., Zac-Varghese, S.

E., MacDougall, K., Preston, T., Tedford, C., Finlayson, G. S., Blundell, J. E., Bell, J. D., Thomas, E. L., Mt-Isa, S., Ashby, D., Gibson, G. R., Kolida, S., Dhillo, W. S., Bloom, S. R., Morley, W., … Frost, G. (2015). Effects of targeted delivery of

propionate to the human colon on appetite regulation, body weight maintenance and adiposity in overweight adults. *Gut*, *64*(11), 1744–1754. https://doi.org/10.1136/gutjnl-2014-307913

Cui, X., Gou, Z., Jiang, Z., Li, L., Lin, X., Fan, Q., Wang, Y., & Jiang, S. (2022). Dietary fiber modulates abdominal fat deposition associated with cecal microbiota and metabolites in yellow chickens. *Poultry science*, *101*(4), 101721. https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101721

Daubioul, C., Rousseau, N., Demeure, R., Gallez, B., Taper, H., Declerck, B., & Delzenne, N. (2002). Dietary fructans, but not cellulose, decrease triglyceride accumulation in the liver of obese Zucker fa/fa rats. *The Journal of nutrition*, *132*(5), 967–973. https://doi.org/10.1093/jn/132.5.967

Deleu, S., Machiels, K., Raes, J., Verbeke, K., & Vermeire, S. (2021). Short chain fatty acids and its producing organisms: An overlooked therapy for IBD?. *EBioMedicine*, *66*, 103293. https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2021.103293

Desbruslais, A., Wealleans, A., Gonzalez-Sanchez, D., & di Benedetto, M. (2021). Dietary fibre in laying hens: a review of effects on performance, gut health and feather pecking. *World's Poultry Science Journal*, *77*(4), 797–823. https://doi.org/10.1080/00439339.202 1.1960236

Dobos, Á., Bársony, P., Posta, J., & Babinszky, L. (2019). Effect of feeds with different crude fiber content on the performance of meat goose. *Acta Agraria Debreceniensis*, (2), 5-8.

Donkoh, A., Nyannor, E. K. D., Asafu-Adjaye, A., & Duah, J. (2003). Ground maize cob as a dietary ingredient for broiler chickens in the tropics. *Journal of Animal and Feed Sciences*, *12*(1), 153-162. https://doi.org/10.22358/jafs/67692/2003

Frampton, J., Murphy, K. G., Frost, G., & Chambers, E. S. (2020). Short-chain fatty acids as potential regulators of skeletal muscle metabolism and function. *Nature metabolism*, *2*(9), 840–848. https://doi.org/10.1038/s42255-020-0188-7

Fritz, V. A., Randall, G. W., & Rosen, C. J. (2001). Characterization and utilization of nitrogen contained in sweet corn silage waste. *Agronomy Journal*, *93*(3), 627-633.

Fu, J., Zheng, Y., Gao, Y., & Xu, W. (2022). Dietary Fiber Intake and Gut Microbiota in Human Health. *Microorganisms*, *10*(12), 2507. https://doi.org/10.3390/microorganisms10122507

Gill, S. K., Rossi, M., Bajka, B., & Whelan, K. (2021). Dietary fibre in gastrointestinal health and disease. *Nature reviews. Gastroenterology & hepatology*, *18*(2), 101–116. https://doi.org/10.1038/s41575-020-00375-4

González-Alvarado, J. M., Jiménez-Moreno, E., Valencia, D. G., Lázaro, R., & Mateos, G. G. (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. *Poultry science*, *87*(9), 1779–1795. https://doi.org/10.3382/ps.2008-00070

Grimaud Freres Company. (2015). Rearing Guide Roasting Canedins. Grimaud Frères Sélection (Ed.), Roussay (France).

Guo, X. Y., Fang, Y. J., & Wu, L. Y. (2013). Early diet dilution with 40% rice hull induces lower body fat and lipid metabolic programming in Peking ducks. *Food Science of Animal Resources*, *33*(3), 341-347.

Hamer, H. M., Jonkers, D. M., Bast, A., Vanhoutvin, S. A., Fischer, M. A., Kodde, A., Troost, F. J., Venema, K., & Brummer, R. J. (2009). Butyrate modulates oxidative stress in the colonic mucosa of healthy humans. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, *28*(1), 88–93. https://doi.org/10.1016/j.clnu.2008.11.002

Han, G. P., Kim, D. Y., Kim, K. H., Kim, J. H., & Kil, D. Y. (2023). Effect of dietary concentrations of metabolizable energy and neutral detergent fiber on productive performance, egg quality, fatty liver incidence, and hepatic fatty acid metabolism in aged laying hens. *Poultry science*, *102*(4), 102497. https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102497

Han, H. Y., Zhang, K. Y., Ding, X. M., Bai, S. P., Luo, Y. H., Wang, J. P., & Zeng, Q. F. (2017). Effect of dietary fiber levels on performance, gizzard development, intestinal morphology, and nutrient utilization in meat ducks from 1 to 21 days of age. *Poultry science*, *96*(12), 4333–4341. https://doi.org/10.3382/ps/pex268

Han, H., Zhang, K., Ding, X., Bai, S., Luo, Y., Wang, J., Peng, H., & Zeng, Q. (2016). Effects of dietary nanocrystalline cellulose supplementation on growth performance, carcass traits, intestinal development and lipid metabolism of meat ducks. *Animal nutrition (Zhongguo xu mu shou yi xue hui)*, *2*(3), 192–197. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2016.06.004

He, Y., Wang, B., Wen, L., Wang, F., Yu, H., Chen, D., ... & Zhang, C. (2022). Effects of dietary fiber on human health. *Food Science and Human Wellness*, *11*(1), 1-10.

Hong, Y. H., Nishimura, Y., Hishikawa, D., Tsuzuki, H., Miyahara, H., Gotoh, C., Choi, K. C., Feng, D. D., Chen, C., Lee, H. G., Katoh, K., Roh, S. G., & Sasaki, S. (2005). Acetate and propionate short chain fatty acids stimulate adipogenesis via

GPCR43. *Endocrinology*, *146*(12), 5092–5099. https://doi.org/10.1210/en.20050545

Hugenholtz, F., Mullaney, J. A., Kleerebezem, M., Smidt, H., & Rosendale, D. I. (2013). Modulation of the microbial fermentation in the gut by fermentable carbohydrates. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, *2*(2), 133-142.

Hussein, E. O. S., Suliman, G. M., Alowaimer, A. N., Ahmed, S. H., Abd El-Hack, M. E., Taha, A. E., & Swelum, A. A. (2020). Growth, carcass characteristics, and meat quality of broilers fed a low-energy diet supplemented with a multienzyme preparation. *Poultry science*, *99*(4), 1988–1994. https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.09.007

Hussein, S. M., & Frankel, T. L. (2019). Effect of Varying Proportions of Lignin and Cellulose Supplements on Immune Function and Lymphoid Organs of Layer Poultry (*Gallus gallus*). *The journal of poultry science*, *56*(1), 71–77. https://doi.org/10.2141/jpsa.0180032

Iheukwumere, F., Ndubuisi, E., Mazi, E., & Iheonunekwu, M. (2009). Effect of feeding varying levels of corn cob meal on the performance, organ weights and serum metabolites of broiler finisher birds. *International Journal of Tropical Agriculture and Food Systems*, *3*(1). https://doi.org/10.4314/ijotafs.v3i1.50019

Imouokhome, J. I., & Ilaboya, I. I. (2022). Performance and carcass characteristics of broiler chickens fed corn-cob based meal supplemented with enzyme. *PAT*, *18*(1), 63-70. http://www.patnsukjournal.net/Vol18No1/P8.pdf

Jha, R., Fouhse, J. M., Tiwari, U. P., Li, L., & Willing, B. P. (2019). Dietary Fiber and Intestinal Health of Monogastric Animals. *Frontiers in veterinary science*, *6*, 48. https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00048

Jiang, J. F., Song, X. M., Huang, X., Wu, J. L., Zhou, W. D., Zheng, H. C., & Jiang, Y. Q. (2012). Effects of alfalfa meal on carcase quality and fat metabolism of Muscovy ducks. *British poultry science*, *53*(5), 681–688.

https://doi.org/10.1080/00071668.2012.731493

Jiao, Y., Chen, H. D., Han, H., & Chang, Y. (2022). Development and Utilization of Corn Processing by-Products: A Review. *Foods (Basel, Switzerland)*, *11*(22), 3709. https://doi.org/10.3390/foods11223709

Jiménez-Moreno, E., González-Alvarado, J. M., González-Serrano, A., Lázaro, R., & Mateos, G. G. (2009). Effect of dietary fiber and fat on performance and digestive traits of broilers from one to twenty-one days of age. *Poultry science*, *88*(12), 2562–2574. https://doi.org/10.3382/ps.2009-00179

Józefiak, D., Rutkowski, A., Jensen, B. B., & Engberg, R. M. (2007). Effects of dietary inclusion of triticale, rye and wheat and xylanase supplementation on growth performance of broiler chickens and fermentation in the gastrointestinal tract. *Animal Feed Science and Technology*, *132*(1-2), 79-93.

Kaczmarczyk, M. M., Miller, M. J., & Freund, G. G. (2012). The health benefits of dietary fiber: beyond the usual suspects of type 2 diabetes mellitus, cardiovascular disease and colon cancer. *Metabolism: clinical and experimental*, *61*(8), 1058–1066. https://doi.org/10.1016/j.metabol.2012.01.017

Lawrence-Azua, O. O., Saka, A. A., Yahaya, M. O., Ijadunola, T. I., Bernard, A. M., & Ogunfolabo, L. A. (2018). Performance characteristics and blood profile of broiler chickens fed corn cobs based diets with or without enzyme supplementation. *Nigerian Journal of Animal Production*, *45*(1), 272-278. https://njap.org.ng/index.php/njap/article/download/366/318

Lázaro, R., Vicente, B., & Capdevila, J. (2004). Nutrición y alimentación de avicultura complementaria: Patos. *XX Curso de especialización FEDNA. Barcelona*.

Li, Z., Li, C., Lin, F., Yan, L., Wu, H., Zhou, H., Guo, Q., Lin, B., Xie, B., Xu, Y., Lin, Z., Liu, W., & Huang, Y. (2024). Duck compound probiotics fermented diet alters the growth performance by shaping the gut morphology, microbiota and metabolism. *Poultry science*, *103*(6), 103647. https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103647

Lu, Q., Wen, J., & Zhang, H. (2007). Effect of chronic heat exposure on fat deposition and meat quality in two genetic types of chicken. *Poultry science*, *86*(6), 1059-1064. https://doi.org/10.1093/ps/86.6.1059

Manisseri, C., & Gudipati, M. (2010). Bioactive xylo-oligosaccharides from wheat bran soluble polysaccharides. *LWT-Food Science and Technology*, *43*(3), 421-430.

Mateos, G. G., Jiménez-Moreno, E., Serrano, M. P., & Lázaro, R. P. (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.

Mithieux, G. (2014). Metabolic effects of portal vein sensing. *Diabetes, obesity & metabolism*, *16 Suppl 1*, 56–60. https://doi.org/10.1111/dom.12338

Morrison, D. J., & Preston, T. (2016). Formation of short chain fatty acids by the gut microbiota and their impact on human metabolism. *Gut microbes*, *7*(3), 189–200. https://doi.org/10.1080/19490976.2015.1134082

Neunlist, M., Dobreva, G., & Schemann, M. (1999). Characteristics of mucosally projecting myenteric neurones in the guinea-pig proximal colon. *The Journal of physiology*, *517 (Pt 2)*(Pt 2), 533–546. https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.1999.0533t.x

Nishina, P. M., & Freedland, R. A. (1990). Effects of propionate on lipid biosynthesis in isolated rat hepatocytes. *The Journal of nutrition*, *120*(7), 668-673.

Pietsch, M. (2013). The impact of crude fibre concentrate on footpad dermatitis in broilers. *Int. Poult. Prod*, *21*, 11-13.

Pirahanchi, Y., Anoruo, M., & Sharma, S. (2023). Biochemistry, lipoprotein lipase. In *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing.

Rinttilä, T., & Apajalahti, J. (2013). Intestinal microbiota and metabolites—Implications for broiler chicken health and performance. *Journal of Applied Poultry Research*, *22*(3), 647-658. https://doi.org/10.3382/japr.2013-00742

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

Samanta, A. K., Senani, S., Kolte, A. P., Sridhar, M., Sampath, K. T., Jayapal, N., & Devi, A. (2012). Production and in vitro evaluation of xylooligosaccharides generated from corn cobs. *Food and Bioproducts Processing*, *90*(3), 466-474.

Santomá, G., & Mateos, G. G. Necesidades nutricionales en avicultura. Normas FEDNA. 2da edición. 2018. Madrid, España.

Sekh, N., & Karki, D. (2022). Dietary fiber in poultry nutrition in the light of past, present, and future research perspective: a review. *Open Journal of Animal Sciences*, *12*(4), 662-687.

Shehata, A. A., Attia, Y., Khafaga, A. F., Farooq, M. Z., El-Seedi, H. R., Eisenreich, W., & Tellez-Isaias, G. (2022). Restoring healthy gut microbiome in poultry using alternative feed additives with particular attention to phytogenic substances: Challenges and prospects. *Ger. J. Vet. Res*, *2*, 32-42.

Sittiya, J., Yamauchi, K., Nimanong, W., & Thongwittaya, N. (2020). Influence of levels of dietary fiber sources on the performance, carcass traits, gastrointestinal tract development, fecal ammonia nitrogen, and intestinal morphology of broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*, *22*(01), eRBCA-2019.

Smith, P. M., Howitt, M. R., Panikov, N., Michaud, M., Gallini, C. A., Bohlooly-Y, M., Glickman, J. N., & Garrett, W. S. (2013). The microbial metabolites, short-chain fatty acids, regulate colonic Treg cell homeostasis. *Science (New York, N.Y.)*, *341*(6145), 569–573. https://doi.org/10.1126/science.1241165

Soret, R., Chevalier, J., De Coppet, P., Poupeau, G., Derkinderen, P., Segain, J. P., & Neunlist, M. (2010). Short-chain fatty acids regulate the enteric neurons and

control gastrointestinal motility in rats. *Gastroenterology*, *138*(5), 1772–1782. https://doi.org/10.1053/j.gastro.2010.01.053

Stribling, P., & Ibrahim, F. (2023). Dietary fibre definition revisited - The case of low molecular weight carbohydrates. *Clinical nutrition ESPEN*, *55*, 340–356. https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2023.04.014

Svihus, B. (2014). Function of the digestive system. *Journal of Applied Poultry Research*, *23*(2), 306-314. https://doi.org/10.3382/japr.2014-00937

Tejeda, J., & Kim, K. (2021). Role of Dietary Fiber in Poultry Nutrition. *Animals : an open access journal from MDPI*, *11*(2), 461. https://doi.org/10.3390/ani11020461

U-chupaj, J., Malila, Y., Petracci, M., Benjakul, S., & Visessanguan, W. (2017). Effect of tumbling marination on marinade uptake of chicken carcass and parts quality. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, *19*(01), 61-68.

Urban, J., Jaworski, S., Lange, A., Bień, D., Matuszewski, A., & Michalczuk, M. (2023). Effects of the Addition of Crude Fibre Concentrate on Performance, Welfare and Selected Caecal Bacteria of Broilers. *Animals : an open access journal from MDPI*, *13*(24), 3883. https://doi.org/10.3390/ani13243883

Wakudkar, H., & Jain, S. (2022). A holistic overview on corn cob biochar: A minireview. *Waste management & research : the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA*, *40*(8), 1143–1155. https://doi.org/10.1177/0734242X211069741

Walker, A. W., & Lawley, T. D. (2013). Therapeutic modulation of intestinal dysbiosis. *Pharmacological research*, *69*(1), 75–86. https://doi.org/10.1016/j.phrs.2012.09.008

Wang, R. R., Pan, X. J., & Peng, Z. Q. (2009). Effects of heat exposure on muscle oxidation and protein functionalities of pectoralis majors in broilers. *Poultry Science*, *88*(5), 1078-1084. https://doi.org/10.3382/ps.2008-00094

Zaefarian, F., Abdollahi, M. R., Cowieson, A., & Ravindran, V. (2019). Avian Liver: The Forgotten Organ. *Animals : an open access journal from MDPI*, *9*(2), 63. https://doi.org/10.3390/ani9020063

Zhang, C., Hao, E., Chen, X., Huang, C., Liu, G., Chen, H., Wang, D., Shi, L., Xuan, F., Chang, D., & Chen, Y. (2023). Dietary Fiber Level Improve Growth Performance, Nutrient Digestibility, Immune and Intestinal Morphology of Broilers from Day 22 to 42. *Animals : an open access journal from MDPI*, *13*(7), 1227. https://doi.org/10.3390/ani13071227

Zhu, H. L., Hu, L. L., Hou, Y. Q., Zhang, J., & Ding, B. Y. (2014). The effects of enzyme supplementation on performance and digestive parameters of broilers fed cornsoybean diets. *Poultry science*, *93*(7), 1704–1712. https://doi.org/10.3382/ps.201303626

ANEXOS

Anexo I. Efecto de la fibra dietaria sobre el peso corporal de patos Muscovy

Trat	PC 56 d	PC 63 d	PC 70 d	PC 77 d	PC 84 d
3.5% FC	2447	3125	3470	3723	4007
3.5% FC	2142	2877	3170	3667	3905
3.5% FC	2083	2760	3065	3425	3747
3.5% FC	1577	2072	2403	2868	3070
3.5% FC	1725	2333	2858	3188	3408
5.5% FC	2445	2815	3287	3523	3848
5.5% FC	2403	2962	3327	3707	3945
5.5% FC	2142	2818	3120	3473	3820
5.5% FC	1615	2218	2578	3075	3330
5.5% FC	1768	2498	2950	3337	3473
7.5% FC	2635	3212	3620	3945	4322
7.5% FC	2283	2948	3313	3692	3950
7.5% FC	1900	2473	2908	3262	3575
7.5% FC	2138	2690	3112	3572	3783
7.5% FC	1848	2273	2718	3227	3586

Anexo II. Efecto de la fibra dietaria sobre la ganancia de peso diario de patos Muscovy

Trat	GPA 56 a 63 d	GPA 56 a 70 d	GPA 56 a 77 d	GPA 56 a 84 d
3.5% FC	97	73	61	56
3.5% FC	105	73	73	63
3.5% FC	97	70	64	59
3.5% FC	71	59	62	53
3.5% FC	87	81	70	60
5.5% FC	53	60	51	50
5.5% FC	80	66	62	55
5.5% FC	97	70	63	60
5.5% FC	86	69	70	61
5.5% FC	104	84	75	61
7.5% FC	82	70	62	60
7.5% FC	95	74	67	60
7.5% FC	82	72	65	60

7.5% FC	79	70	68	59
7.5% FC	61	62	66	62

Anexo III. Efecto de la fibra dietaria sobre el consumo de alimento diario de patos Muscovy

Trat	ConsA 56 a 63 d	ConsA 56 a 70 d	ConsA 56 a 77 d	ConsA 56 a 84 d
3.5% FC	190	188	195	196
3.5% FC	190	188	195	196
3.5% FC	190	188	195	196
3.5% FC	190	188	190	193
3.5% FC	190	188	190	193
5.5% FC	181	174	176	177
5.5% FC	190	188	195	196
5.5% FC	186	186	189	192
5.5% FC	186	186	189	192
5.5% FC	190	188	195	196
7.5% FC	190	188	190	193
7.5% FC	190	188	190	193
7.5% FC	190	188	190	195
7.5% FC	190	188	197	199
7.5% FC	190	188	192	194

Anexo IV. Efecto de la fibra dietaria sobre la conversión alimenticia de patos Muscovy

Trat	**56 a 63 d**	**56 a 70 d**	**56 a 77 d**	**56 a 84 d**
3.5% FC	1.97	2.57	3.21	3.53
3.5% FC	1.81	2.56	2.69	3.12
3.5% FC	1.97	2.68	3.06	3.31
3.5% FC	2.69	3.19	3.10	3.62
3.5% FC	2.19	2.32	2.73	3.21
5.5% FC	3.42	2.89	3.43	3.54
5.5% FC	2.39	2.85	3.15	3.57
5.5% FC	1.92	2.66	2.98	3.20
5.5% FC	2.15	2.70	2.72	3.13
5.5% FC	1.83	2.23	2.61	3.23
7.5% FC	2.31	2.67	3.05	3.20
7.5% FC	2.01	2.56	2.84	3.24
7.5% FC	2.33	2.61	2.94	3.26

7.5% FC	2.42	2.71	2.88	3.38
7.5% FC	3.14	3.03	2.93	3.13

Anexo V. Efecto de la fibra dietaria sobre el rendimiento de la canal y pechuga de patos Muscovy

PC 84 d	Canal	Canal %	Pechuga g	Pechuga %	
3.5% FC	3360	2407	71.6	657	19.6
3.5% FC	3585	2609	72.8	702	19.6
3.5% FC	3425	2441	71.3	698	20.4
3.5% FC	3360	2391	71.2	629	18.7
3.5% FC	3498	2528	72.3	692	19.8
5.5% FC	3403	2452	72.1	628	18.5
5.5% FC	3520	2524	71.7	670	19.0
5.5% FC	3498	2495	71.3	680	19.4
5.5% FC	3295	2330	70.7	632	19.2
7.5% FC	3955	2771	70.1	777	19.6
7.5% FC	3468	2406	69.4	647	18.7
7.5% FC	3215	2224	69.2	591	18.4
7.5% FC	3585	2536	70.7	695	19.4

Anexo VI. Efecto de la fibra dietaria sobre el rendimiento de la canal y pechuga de patos Muscovy

Trat	Grasa abd. g	Grasa abd %	Hígado g	Hígado %	Molleja g	Molleja %
3.5% FC	30	0.9	75	2.23	94	2.80
3.5% FC	35	1.0	87	2.43	96	2.68
3.5% FC	48	1.4	72	2.10	89	2.60
3.5% FC	46	1.4	79	2.35	96	2.86
3.5% FC	59	1.7	67	1.92	83	2.37
5.5% FC	61	1.8	81	2.38	89	2.62
5.5% FC	55	1.6	78	2.22	95	2.70
5.5% FC	64	1.8	79	2.26	97	2.77
5.5% FC	53	1.6	72	2.19	86	2.61
7.5% FC	92	2.3	76	1.92	102	2.58
7.5% FC	65	1.9	81	2.34	92	2.65
7.5% FC	63	2.0	79	2.46	87	2.71
7.5% FC	66	1.8	81	2.26	107	2.98

Anexo VII. Efecto de la fibra dietaria sobre el rendimiento de la canal y pechuga de patos Muscovy

Tratamiento	Peso vivo Inicial (kg)	Peso final (kg)	Ganancia peso/ave (g)	Consumo de alimento (g)	Costo alimento consumido S/	Ingreso por ganancia de peso, S/kg	Diferencias. S/. Ingreso-Egresos
3.5% FC	2447	4007	1560	16500	29.2	31.2	2.0
3.5% FC	2142	3905	1763	16500	29.2	35.3	6.1
3.5% FC	2083	3747	1663	16500	29.2	33.3	4.1
3.5% FC	1577	3070	1493	16200	28.7	29.9	1.2
3.5% FC	1725	3408	1683	16200	28.7	33.7	5.0
5.5% FC	2445	3848	1403	14900	26.4	28.1	1.7
5.5% FC	2403	3945	1542	16500	29.2	30.8	1.6
5.5% FC	2142	3820	1678	16100	28.5	33.6	5.0
5.5% FC	1615	3330	1715	16100	28.5	34.3	5.8
5.5% FC	1768	3473	1705	16500	29.2	34.1	4.9
7.5% FC	2635	4322	1687	16200	28.8	33.7	5.0
7.5% FC	2283	3950	1667	16200	28.8	33.3	4.6
7.5% FC	1900	3575	1675	16400	29.1	33.5	4.4
7.5% FC	2138	3783	1645	16700	29.7	32.9	3.2
7.5% FC	1848	3586	1737	16300	28.9	34.7	5.8

Anexo VIII. Análisis estadísticos de indicadores zootécnicos

ANCOVA Peso corporal 63 días

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
trat	17062	2	8531	0.672	0.531
PC 56 d	1.50e+6	1	1.50e+6	118.017	< .001

Residuos	139729	11	12703

Comprobaciones de Supuestos
Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	p
0.854	2	12	0.450

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.937	0.352

ANCOVA Peso corporal 70 días

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
trat	1274	2	637	0.0552	0.947
PC 56	1.37e+6	1	1.37e+6	118.2890	< .001
Residuos	126969	11	11543		

Comprobaciones de Supuestos
Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	g.l.1	g.l.2	p
0.434	2	12	0.658

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.966	0.800

ANCOVA Peso corporal 77 días

	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática		F	p
trat	5449	2	2725	0.213	0.811	
PC 56 d	945177	1	945177	73.956	< .001	
Residuos	140582	11	12780			

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	g.l.1	g.l.2	p
0.325	2	12	0.729

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.940	0.376

ANCOVA Peso corporal 84 días

	Suma de	g.l.	Media Cuadrática	F	p
trat	18730	2	9365	0.972	0.409
PC 56 d	1.15e+6	1	1.15e+6	119.692	< .001
Residuos	105993	11	9636		

Comprobaciones de Supuestos
Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	g.l.1	g.l.2	p
1.47	2	12	0.268

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.918	0.178

ANOVA Ganancia de peso de 56 a 63 días

	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	p
trat	337	2	169	0.707	0.513
Residuos	2863	12	239		

Comprobaciones de Supuestos
Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	g.l.1	g.l.2	p
0.556	2	12	0.587

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.930	0.276

ANOVA Ganancia de peso de 56 a 70 días

	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	p
trat	9.37	2	4.68	0.0860	0.918
Residuos	653.15	12	54.43		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	g.l.1	g.l-2	p
0.498	2	12	0.620

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.957	0.647

ANOVA Ganancia de peso de 56 a 77 días

	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	p
trat	7.12	2	3.56	0.0977	0.908
Residuos	437.33	12	36.44		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	g.l.1	g.l.2	p
2.58	2	12	0.117

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.972	0.891

ANOVA Ganancia de peso de 56 a 84 días

	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	p
trat	17.9	2	8.95	0.690	0.521
Residuos	155.7	12	12.98		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	g.l.1	g.l.2	p
4.81	2	12	0.029

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.958	0.662

ANOVA Consumo de alimento 56 a 63 días

	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	p
trat	48.4	2	24.19	4.57	0.033
Residuos	63.5	12	5.29		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	g.l.1	g.l.2	p
10.9	2	12	0.002

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.711	< .001

ANOVA Consumo de alimento 56 a 70 días

	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	p
trat	48.4	2	24.2	2.03	0.174
Residuos	142.9	12	11.9		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	g.l.1	g.l.2	p
6.38	2	12	0.013

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.598	< .001

ANOVA Cons umo de alimento 56 a 77 días

	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	p
trat	52.4	2	26.2	1.05	0.380
Residuos	299.3	12	24.9		

Comprobacione s de Sup

Prueba de Leve

F	gl1	gl2	p
1.43	2	12	0.277

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p

0.876	0.041

ANOVA Consumo de alimento 56 a 84 días

	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	p
trat	58.0	2	29.0	1.22	0.329
Residuos	284.6	12	23.7		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	g.l.1	g.l.2	p
2.29	2	12	0.143

Prueba de (Shapiro-Wilk)

Estadísti co	p
0.816	0.006

ANOVA Conversión alimenticia 56 a 63 días

	Suma de Cua drados	g.l-	Media Cuadrátic	F	p
trat	0.256	2	0.128	0.542	0.595
Residuos	2.829	12	0.236		

Comprobaci ones de Supuestos

Prueba de Le vene para homogeneidad de varianzas

F	g.l.1	g.l.2	p
0.626	2	12	0.552

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.860	0.024

ANOVA Conversión alimenticia 56 a 70 días

	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	p
trat	0.00814	2	0.00407	0.0596	0.942
Residuos	0.81974	12	0.06831		

Comprobaciones de Supuestos
Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	g.l.1	g.l.2	p
0.351	2	12	0.711

Prueba de Nrmalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.964	0.766

ANOVA Conversión aimenticia56 a 77 días

	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrátic	F	p
trat	0.0061	2	0.0035	0.0542	0.948
Residuos	0.67567	12	0.05631		

Comprobacio nes de Sup uestos
Prueba de Le vene para homogene idad de varianzas

F	g.l.1	g.l.2	p
3.94	2	12	0.048

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.973	0.899

ANOVA Conversión alimenticia 56 a 84 días

	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	p
trat	0.0348	2	0.0174	0.547	0.592
Residuos	0.3812	12	0.0318		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	g.l.1	g.l.2	p
4.49	2	12	0.035

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.927	0.245

Anexo IX. Análisis estadísticos de indicadores cárnicos

ANOVA rendimiento de canal en gramos

	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	p
Trat	12840	2	6420	15.3	0.001
PC g	210483	1	210483	501.3	< .001
Residuos	3779	9	420		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	g.l.1	g.l.2	p
0.141	2	10	0.870

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.912	0.195

Pruebas Post Hoc
Comparaciones Post Hoc - Trat

Comparación								
Trat		Trat	Diferencia	EE	g.l.	t	p_{tukey}	
1	-	2	12.1	13.8		9.00	0.882	0.664
	-	3	76.0	14.3		9.00	5.330	0.001
2	-	3	63.9	15.1		9.00	4.221	0.006

Nota. Las comparaciones se basan en medias marginales estimadas Comparaciones Post Hoc - Trat

Comparación						
Trat	Trat	Diferencia de	EE	g.l.	t	p_{tukey}

ANOVA rendimiento de canal en porcentaje

	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	p
Trat	1596	2	798	0.323	0.731
Residuos	24687	10	2469		

Comprobaciones de Supuestos
Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	g.l.1	g.l.2	p
2.90	2	10	0.102

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.938	0.430

ANOVA rendimiento de pechuga en gramos

	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	p
Trat	1596	2	798	0.323	0.731
Residuos	24687	10	2469		

Comprobaciones de Supuestos
Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	g.l.1	g.l.2	p
2.90	2	10	0.102

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	g.l.1	g.l.2	p

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.938	0.430

ANOVA rendimiento de pechuga en porcentaje

	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	p
Trat	1.04	2	0.520	1.73	0.226
Residuos	3.00	10	0.300		

Comprobaciones de Supuestos
Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	g.l.1	g.l.2	p
0.473	2	10	0.636

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.969	0 882

ANOVA rendimientode hígado en gramos

	Su ma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	p
Trat	0.0476	2	0.0238	0.336	0.722

	Su ma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	p
Residuos	0.7080	10	0.0708		

Comprobaciones de S upuestos
Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	g.l.1	g.l.2	p
1.66	2	10	0.238

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.932	0.358

ANOVA rendimiento de molleja en gramos

	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	p
Trat	78.8	2	39.4	0.868	0.449
Residuos	454.0	10	45.4		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	g.l.1	g.l.2	p
2.41	2	10	0.140

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístic o	p
0.937	0.417

ANCOVA de la grasa abdominal en gramos

	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	p
Trat	983	2	491.4	6.25	0.020
PC g	746	1	746.1	9.49	0.013
Residuos	708	9	78.6		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	g.l.1	g.l.2	p
6.16	2	10	0.018

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.963	0.802

Pruebas Post Hoc

Comparaciones Post Hoc - Trat

Comparación

Trat		Trat	Diferencia de	E.E	g.l	t	p_{tukey}
1	-	2	-15.46	5.95	9.00	-2.597	0.068
	-	3	-20.14	6.17	9.00	-3.263	0.024
2	-	3	-4.67	6.55	9.00	-0.713	0.762

Nota. Las comparaciones se basan en medias marginales estimadas

ANCOVA grasa abdominal en porcentaje

	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	p
Trat	2.23	2	1.115	7.53	0.010
Residuos	1.48	10	0.148		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	g.l.1	g.l.2	p
1.65	2	10	0.241

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.957	0.711

Pruebas Post Hoc

Comparaciones Post Hoc - Trat

Comparación

Trat		Trat	Diferencia	E-E	g.	t	p_{tukey}
1	-	2	-0.616	0.258	10.0	-2.39	0.089
	-	3	-0.982	0.258	10.0	-3.80	0.009
2	-	3	-0.365	0.272	10.0	-1.34	0.406

Nota. Las comparaciones se basan en medias marginales estimadas

ANOVA del rendimiento de intestinos en gramos

	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	p
Trat	7465	2	3732	7.22	0.011
Residuos	5173	10	517		

	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	p

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	g.l.1	g.l.2	p
1.22	2	10	0.337

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.891	0.102

Pruebas Post Hoc

Comparaciones Post Hoc - Trat

Comparación

Trat		Trat	Diferencia de	E.E	g.	t	p_{tukey}
1	-	2	-47.15	15.3	10.0	-3.090	0.028
	-	3	-51.15	15.3	10.0	-3.353	0.018
2	-	3	-4.00	16.1	10.0	-0.249	0.967

Nota. Las comparaciones se basan en medias marginales estimadas

ANOVA del rendimiento de intestinos en porcentaje

	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	p
Trat	12.17	2	6.084	9.90	0.004
Residuos	6.15	10	0.615		

76 Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	g.l.1	g.l.2	p
1.67	2	10	0.236

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.865	0.045

Pruebas Post Hoc

Comparaciones Post Hoc

- Trat

Comparación

Trat		Trat	Diferencia	E.E	g.	t	p_{tukey}
1	-	2	-1.9579	0.526	10.0	-3.723	0.010
	-	3	-2.0181	0.526	10.0	-3.837	0.008
2	-	3	-0.0602	0.554	10.0	-0.109	0.994

Nota. Las comparaciones se basan en medias marginales estimadas

Anexo X. Análisis estadísticos de la retribución económica

	Suma de Cuadrados	g.l.	Media Cuadrática	F	p
trat	2.50	2	1.25	0.414	0.670
Residuos	36.25	12	3.02		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	g.l.1	g.l.2	p
3.99	2	12	0.047

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.925	0.231