



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica

Suplementación de aluminosilicato y silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas y su efecto sobre el rendimiento productivo de pollos de engorde

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista

Autoras

Zayra Alessandra Saavedra Collantes

Julia Marina Ruby Tafur Medina

Asesor

M(o). Hilario Noberto Pujada Abad



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
LICENCIADA

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

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental Escuela

Profesional de Ingeniería Zootécnica

FORMACIÓN

| DATOS DEL AUTOR (ES): | | |
|---|------------|---|
| NOMBRES Y APELLIDOS | DNI | FECHA DE SUSTENTACIÓN |
| Saavedra Collantes Zayra Alessandra | 71934460 | 30/10/2025 |
| Tafur Medina Julia Marina Ruby | 72786452 | 30/10/2025 |
| DATOS DEL ASESOR: | | |
| NOMBRES Y APELLIDOS | DNI | CÓDIGO ORCID |
| Hilario Noberto Pujada Abad | 15603577 | https://orcid.org/0000-0003-4939-6774 |
| DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADO - POSGRADO - MAESTRÍA - DOCTORADO: | | |
| NOMBRES Y APELLIDOS | DNI | CÓDIGO ORCID |
| Felix Esteban Airahuacho Bautista | 40769786 | https://orcid.org/0000-0001-7484-0449 |
| Pedro Martin Ríos Salazar | 15591709 | https://orcid.org/0000-0002-4748-5557 |
| Oscar Enrique Arbañil Huaman | 06039757 | https://orcid.org/0000-0003-2741-5938 |

Saavedra Collantes, Zayra Alessandra Exp. 068996 ...

Suplementación de aluminosilicato y silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas y su efecto sobre el rendimi...

 Quick Submit

 Quick Submit

 Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental 2025

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3351638495

Fecha de entrega

25 sep 2025, 2:52 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

25 sep 2025, 4:02 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS_MICOTOXINAS_17-09-2025_Zayra_y_Jumaru_1.2.pdf

Tamaño del archivo

4.3 MB

118 páginas

25.290 palabras

124.983 caracteres



Página 2 de 129 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::1:3351638495

20% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...


Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Fuentes principales

19%  Fuentes de Internet

6%  Publicaciones

4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

En primer lugar, agradecer a Dios, por bendecirnos siempre para continuar luchando por nuestros objetivos. Dedicamos esta tesis a quienes han iluminado nuestro trayecto académico con su apoyo incondicional. A nuestras familias, cuya dedicación y aliento constante han sido el fundamento sobre el cual hemos construido este logro. A nuestros amigos, cuya amistad ha representado un apoyo en tiempos difíciles y una fuente constante de inspiración. A nuestros respetados profesores e ingenieros, les agradecemos por su orientación sabia y paciencia, por compartir sus conocimientos y por ser mentores ejemplares a lo largo de esta travesía académica conjunta. Este logro no hubiera sido posible sin su guía y dedicación. Asimismo, extendemos nuestro reconocimiento a todos aquellos que, de diversas maneras, han contribuido a nuestro crecimiento como investigadores y estudiantes. A cada persona que ha compartido conocimientos, brindado perspectivas valiosas o simplemente ha sido un pilar de apoyo, les expresamos nuestra sincera gratitud. Esta tesis es un testimonio de la pasión por el aprendizaje y la perseverancia compartida, y la dedicamos con humildad y agradecimiento a todos aquellos que han sido parte integral de este viaje académico.

AGRADECIMIENTO

Primero y siempre, a Dios, por guiarnos con sabiduría y fortaleza en cada paso de este camino, su presencia ha sido luz en los momentos de incertidumbre y motor en los días difíciles.

A nuestras madres, Marina Collantes y Vilma Medina, mujeres incansables, cuyo sacrificio y amor incondicional nos han sostenido incluso en silencio, a nuestros padres, Arturo Saavedra y Auberto Tafur, ejemplo de trabajo, esfuerzo y nobleza, extendemos hacia ellos palabras de profunda gratitud, deseándoles una larga vida para disfrutar de la cosecha que han sembrado en nuestra educación.

A nuestras familias en general, gracias por creer en nosotras, por cada palabra de aliento, cada gesto de cariño y por estar presentes en este proceso tan significativo.

A nuestro querido asesor Hilario Pujada, por su orientación paciente, sus consejos certeros y su acompañamiento comprometido, su apoyo ha sido fundamental para concretar esta investigación.

A nuestros docentes a lo largo de estos años, quienes no solo compartieron sus conocimientos, sino que también nos inspiraron con su vocación, entrega y ejemplo.

A nuestras amigas, quienes nos alentaron en los momentos clave, y a los alumnos que participaron activamente en el desarrollo del experimento, les extendemos un especial agradecimiento, sin su disposición y apoyo, esta tesis no habría sido posible.

Este trabajo representa no solo un logro académico, sino también el reflejo del esfuerzo, la fe y la esperanza que nos han acompañado en este largo recorrido.

Las autoras

ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTO | iv |
| ÍNDICE | v |
| RESUMEN | x |
| INTRODUCCIÓN | 11 |
| CAPÍTULO I | 12 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 12 |
| 1.1 Descripción de la realidad problemática | 12 |
| 1.2 Formulación del problema | 13 |
| 1.3 Objetivos de la investigación | 14 |
| 1.4 Justificación de la investigación | 15 |
| 1.5 Delimitación del estudio | 15 |
| CAPÍTULO II | 16 |
| MARCO TEÓRICO | 16 |
| 2.1 Antecedentes de la investigación | 16 |
| 2.2 Bases teóricas | 18 |
| 2.3 Definición de términos básicos | 28 |
| 2.4 Hipótesis de investigación | 29 |
| 2.5 Variables de estudio | 31 |
| CAPÍTULO III | 32 |
| METODOLOGÍA | 32 |
| 3.1 Gestión del experimento | 32 |
| 3.2 Técnicas para el procesamiento de la información | 40 |
| CAPÍTULO IV | 42 |
| RESULTADOS | 42 |
| 4.1 Peso corporal | 42 |
| 4.2 Ganancia de peso | 43 |
| 4.3 Consumo de alimento | 44 |
| 4.4 Conversión alimenticia | 46 |
| 4.5 Rendimiento de la canal y órganos comestibles | 47 |
| 4.6 Órganos del sistema inmune | 48 |
| 4.7 Parámetros bioquímicos sanguíneos de pollos de engorde | 49 |
| 4.8 Retribución económica del alimento | 50 |
| CAPÍTULO V | 52 |

| | |
|--|----|
| DISCUSIÓN | 52 |
| 5.1 Peso Corporal..... | 52 |
| 5.2 Ganancia de peso | 53 |
| 5.3 Consumo de alimento | 54 |
| 5.4 Conversión alimenticia..... | 55 |
| 5.5 Rendimiento de la canal y órganos comestibles..... | 56 |
| 5.6 Órganos del sistema inmune..... | 56 |
| 5.7 Parámetros bioquímicos sanguíneos de pollos de engorde..... | 58 |
| 5.8 Retribución económica del alimento | 59 |
| CAPÍTULO VI | 61 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 61 |
| 6.1 Conclusiones..... | 61 |
| 6.2 Recomendaciones..... | 63 |
| CAPÍTULO VI | 64 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 64 |
| ANEXOS | 70 |
| Anexo 1..... | 71 |
| Informe de ensayo microbiológico de la muestra: Maíz molido – T2 – 18%..... | 71 |
| Anexo 2..... | 73 |
| Informe de ensayo microbiológico de la muestra: Maíz molido – T3 – 21%..... | 73 |
| Anexo 3..... | 75 |
| Peso corporal en pollos de engorde bajo diferentes Tratamientos..... | 75 |
| Anexo 4..... | 76 |
| Ganancia de peso en pollos de engorde según tratamiento en diferentes etapas de crecimiento | 76 |
| Anexo 5..... | 77 |
| Consumo de alimento por período de crecimiento en pollos de engorde bajo diferentes tratamientos..... | 77 |
| Anexo 6..... | 78 |
| Índices de conversión alimenticia en pollos de engorde bajo diferentes tratamientos | 78 |
| Anexo 7. Características de la canal y composición corporal en pollos de engorde bajo diferentes tratamientos..... | 79 |
| Anexo 8. Efecto de los tratamientos en el peso del timo, bursa y bazo en pollos de engorde..... | 80 |
| Anexo 9..... | 81 |
| Análisis estadístico de peso corporal de 7 días de edad en pollos de engorde | 81 |
| Análisis estadístico de peso corporal de 14 días de edad en pollos de engorde | 82 |
| Análisis estadístico de peso corporal de 21 días de edad en pollos de engorde | 83 |

| | |
|--|-----|
| Análisis estadístico de peso corporal de 28 días de edad en pollos de engorde | 84 |
| Análisis estadístico de peso corporal de 35 días de edad en pollos de engorde | 85 |
| Análisis estadístico de peso corporal de 42 días de edad en pollos de engorde | 86 |
| Anexo 10..... | 87 |
| Análisis estadístico de ganancia de peso de 0 - 14 días de edad en pollos de engorde | 87 |
| Anexo 11. Evidencias fotográficas..... | 113 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Operacionalización de las variables..... | 31 |
| Tabla 2 Estructura de tratamientos de la evaluación..... | 34 |
| Tabla 3 Dietas experimentales con sus respectivos contenidos nutricionales de 0 – 14 días..... | 35 |
| Tabla 4 Dietas experimentales con sus respectivos contenidos nutricionales de 15 - 28 días..... | 36 |
| Tabla 5 Dietas experimentales con sus respectivos contenidos nutricionales de 29 - 42 días..... | 37 |
| Tabla 6 Efecto del secuestrante de micotoxinas y hepatoprotector en dietas con maíz húmedo sobre el peso corporal de pollos de engorde..... | 42 |
| Tabla 7 Efecto del secuestrante de micotoxinas y hepatoprotector en dietas con maíz húmedo sobre la ganancia de peso diario de pollos de engorde..... | 44 |
| Tabla 8 Efecto del secuestrante de micotoxinas y hepatoprotector en dietas con maíz húmedo sobre el consumo de alimento acumulado de pollos de engorde..... | 45 |
| Tabla 9 Efecto del secuestrante de micotoxinas y hepatoprotector en dietas con maíz húmedo sobre la conversión alimenticia acumulada de pollos de engorde..... | 46 |
| Tabla 10 Efecto del secuestrante de micotoxinas y hepatoprotector en dietas con maíz húmedo sobre el rendimiento al sacrificio de pollos de engorde..... | 48 |
| Tabla 11 Efecto del secuestrante de micotoxinas y hepatoprotector en dietas con maíz húmedo sobre órganos del sistema inmune de pollos de engorde..... | 48 |
| Tabla 12 Parámetros bioquímicos sanguíneos de pollos de engorde..... | 49 |
| Tabla 13 Efecto del secuestrante de micotoxinas y hepatoprotector en dietas con maíz húmedo sobre la retribución económica del alimento en pollos de engorde..... | 50 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Susceptibilidad a las micotoxinas entre las principales especies domésticas (Ortiz, 2016)..... | 19 |
| Figura 2 Procesos metabólicos de las aflatoxinas en el organismo (Turmero, 2021)..... | 20 |
| Figura 3 Efectos de DON (nivalenol), fumonisina B1 (FB1) en el epitelio intestinal de los pollos de engorde..... | 23 |
| Figura 4 Efectos de DON (nivalenol), fumonisina B1 (FB1), toxina T-2 y zearalenona (ZEN) en el epitelio intestinal de los pollos de engorde (Malekinejad et al., 2006) | 24 |
| Figura 5 Estructura molecular de los aluminosilicatos, y una ilustración de la contribución de los iones al mecanismo de adsorción de las micotoxinas | 25 |
| Figura 6 Ubicación geográfica del sitio experimental (POWER, 2023)..... | 32 |
| Figura 7 Corral circular mostrando los seis corrales triangulares, para los pollos de 0 a 21 días de edad..... | 33 |
| Figura 8 Diseño de unidades experimentales utilizadas en la etapa de 21 a 42 días de edad..... | 33 |
| Figura 9 Evolución del peso corporal de pollos de engorde alimentados con maíz contaminado con micotoxinas y suplementados con Aluminosilicato y silimarina..... | 43 |
| Figura 10 La figura muestra el consumo de alimento en pollos de engorde alimentados con maíz contaminado con micotoxinas y suplementados con Aluminosilicato y Silimarina..... | 45 |
| Figura 11 Conversión alimenticia en pollos de engorde alimentados con maíz contaminado con micotoxinas y suplementados con Aluminosilicato y silimarina | 47 |

RESUMEN

Objetivo: Evaluar el efecto de la suplementación con aluminosilicato y silimarina en dietas basadas en maíz contaminado con micotoxinas sobre el rendimiento productivo de pollos de engorde (*Gallus gallus domesticus*). **Metodología:** Se utilizaron 300 pollos Cobb 500 con 42 días de edad, fueron asignados al azar a cinco tratamientos, cada uno con seis repeticiones y diez aves por corral experimental. Los tratamientos consistieron en: T0: Dieta control con maíz comercial; T1: Dieta con maíz contaminado con micotoxinas, sin suplementación; T2: Dieta con maíz contaminado y suplementada con 0.1% de aluminosilicato; T3: Dieta con maíz contaminado y suplementada con 0.05% de aluminosilicato; T4: Dieta con maíz contaminado, suplementada con 0.05% de aluminosilicato y 0.0125% de silimarina. **Resultados:** La suplementación con aluminosilicato y silimarina mejoró significativamente el peso corporal, la conversión alimenticia y el rendimiento de la canal. A los 42 días, los tratamientos T2 y T4 alcanzaron los mayores pesos finales y una mayor eficiencia en la utilización del alimento ($p < 0.05$). No se observaron efectos adversos en órganos vitales, y la reducción de grasa abdominal sugirió un mejor metabolismo de los nutrientes. Además, el tratamiento T4 mostró el mejor equilibrio entre costo y beneficio. **Conclusiones:** La suplementación con silimarina y aluminosilicato optimizó el crecimiento, la conversión alimenticia y la eficiencia productiva, mitigando los efectos negativos de las micotoxinas en pollos de engorde.

Palabras clave: conversión alimenticia, ganancia de peso, rendimiento de la canal, retribución económica, suplementos nutricionales.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effect of aluminosilicate and silymarin supplementation in diets based on mycotoxin-contaminated corn on the productive performance of broiler chickens (*Gallus gallus domesticus*). **Methodology:** Sixty 42-day-old Cobb 500 chickens were used, randomly distributed into five treatments with six replicates each and ten birds per experimental pen. The treatments consisted of: T0: Control diet with commercial corn; T1: Diet with mycotoxin-contaminated corn, without supplementation; T2: Diet with contaminated corn and supplemented with 0.1% aluminosilicate; T3: Diet with contaminated corn and supplemented with 0.05% aluminosilicate; T4: Diet with contaminated corn, supplemented with 0.05% aluminosilicate and 0.0125% silymarin. **Results:** Aluminosilicate and silymarin supplementation significantly improved body weight, feed conversion, and carcass yield. At 42 days, treatments T2 and T4 achieved the highest final weights and highest feed utilization efficiency ($p < 0.05$). No adverse effects on vital organs were observed, and the reduction in abdominal fat suggested better nutrient metabolism. Furthermore, treatment T4 showed the best balance between cost and benefit. **Conclusions:** Silymarin and aluminosilicate supplementation optimized growth, feed conversion, and production efficiency, mitigating the negative effects of mycotoxins in broiler chickens.

Keywords: feed conversion, weight gain, carcass yield, economic return, nutritional supplements.

INTRODUCCIÓN

La contaminación por micotoxinas en el maíz, un ingrediente clave en las dietas avícolas, representa un desafío significativo en el ámbito de la producción animal y la seguridad alimentaria a nivel mundial, estas toxinas generadas por hongos como *Aspergillus* y *Fusarium* provocan efectos adversos en la salud y el desempeño productivo de los pollos de engorde, tales como daño al hígado, debilitamiento del sistema inmunológico y reducción en la eficiencia de conversión alimenticia (Guerre, 2016). Su presencia en los alimentos es común debido a condiciones de almacenamiento y transporte inadecuadas, así como a factores ambientales, lo que aumenta la complejidad de su control (El-Sayed et al., 2022).

Para mitigar estos efectos, el uso de aditivos como aluminosilicatos y hepatoprotectores, incluyendo la silimarina, vienen siendo estudiados frecuentemente. Los aluminosilicatos actúan como agentes adsorbentes, reduciendo la biodisponibilidad de las micotoxinas en el tracto gastrointestinal, mientras que la silimarina protege y regenera el tejido hepático afectado, mejorando la capacidad metabólica del hígado (Tsiouris et al., 2021; Radko & Cybulski, 2007). Sin embargo, los efectos combinados de estas soluciones en dietas con maíz contaminado requieren mayor investigación para establecer estrategias más efectivas en la producción avícola.

El estudio evaluó el impacto de la suplementación de aluminosilicatos y silimarina en dietas a base de maíz contaminado con micotoxinas, analizando su influencia sobre parámetros clave como el peso corporal, ganancia diaria y conversión alimenticia. Teniendo además de evaluar el impacto de la suplementación de aluminosilicatos y silimarina en dietas a base de maíz contaminado con micotoxinas con la finalidad de aportar alternativas prácticas que reduzcan las pérdidas económicas y los riesgos asociados a la micotoxicosis en la industria avícola.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La contaminación del maíz por micotoxinas, compuestos tóxicos producidos por hongos, representa un desafío crítico para la producción animal y la salud humana. El maíz, principal ingrediente y como uno de los principales aportes energéticos en la dieta de las aves de corral, este insumo puede verse afectado por la contaminación con micotoxinas, ya sea antes de la cosecha, durante el almacenamiento o en el transporte, fabricación de piensos o incluso antes de ser consumido. Estos contaminantes afectan negativamente el rendimiento productivo de los animales que consumen alimentos contaminados, como los pollos de engorde, causando disminución del crecimiento, problemas hepáticos y alteraciones del sistema inmunológico, lo que preocupa a la industria avícola (Patriarca & Fernández Pinto, 2017).

En condiciones cálidas y húmedas, propias de regiones subtropicales y tropicales, las mazorcas de maíz son colonizadas principalmente por *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus*, responsables de la formación de aflatoxinas. En regiones templadas, en cambio, el maíz es un sustrato ideal para la colonización de *Fusarium verticillioïdes* y *F. proliferatum*, que producen fumonisinas (Guerre, 2016). Rodrigues y Naehrer (2012) reportaron la presencia de aflatoxinas, ocratoxinas y fumonisinas en el 25%, 12% y 92% de las muestras analizadas, respectivamente, y con niveles por encima de los límites máximos reglamentarios.

Según Murugesan et al. (2015), las micotoxinas pueden actuar de manera individual o aditiva en presencia de varias toxinas, afectando órganos clave como el tracto gastrointestinal, el hígado y el sistema inmunitario. Esto se traduce en una disminución de la productividad de las aves e incluso en su mortalidad en casos extremos. Para mitigar estos efectos, se han propuesto programas de desintoxicación, siendo el más común el uso de adsorbentes inertes que ligan a las micotoxinas disminuyen su disponibilidad para la absorción en el tracto gastrointestinal (Tsiouris et al., 2021).

1.2 Formulación del problema

Según las referencias de la descripción de la realidad problemática, el presente proyecto de investigación plantea la siguiente interrogante:

1.2.1 *Problema general*

¿La suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas mejora el rendimiento productivo de pollos de engorde?

1.2.2 *Problemas específicos*

- ¿La suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas mejora el peso corporal de pollos de engorde?
- ¿La suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas mejora la ganancia de peso diario de pollos de engorde?
- ¿La suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas mejora el consumo de alimento de pollos de engorde?
- ¿La suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas mejora la conversión alimenticia de pollos de engorde?
- ¿La suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas mejora el rendimiento de la canal y órganos comestibles de pollos de engorde?
- ¿La suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas influye sobre los órganos del sistema inmune de pollos de engorde?
- ¿La suplementación del aluminosilicatos y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas influye sobre los parámetros bioquímicos sanguíneos de pollos de engorde?
- ¿La suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas influye sobre la retribución económica del alimento en pollos de engorde?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 *Objetivo general*

Evaluar el efecto de la suplementación con aluminosilicato y silimarina en dietas a base de maíz contaminado con micotoxinas sobre el rendimiento productivo de pollos de engorde.

1.3.2 *Objetivos específicos*

- Evaluar el efecto de la suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas sobre el peso corporal de pollos de engorde.
- Evaluar el efecto de la suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas sobre la ganancia de peso diario de pollos de engorde.
- Evaluar el efecto de la suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas sobre el consumo de alimento de pollos de engorde.
- Evaluar el efecto de la suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas sobre la conversión alimenticia de pollos de engorde.
- Evaluar el efecto de la suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas sobre el rendimiento de la canal y órganos comestibles de pollos de engorde.
- Evaluar el efecto de la suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas sobre los órganos del sistema inmune de pollos de engorde.
- Evaluar el efecto de la suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas sobre los parámetros bioquímicos sanguíneos de pollos de engorde.

- Evaluar el efecto de la suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas sobre la retribución económica del alimento en pollos de engorde.

1.4 Justificación de la investigación

a) Justificación social

Los seres humanos y los animales pueden enfermar por ingerir piensos contaminados con micotoxinas, lo que puede provocar intoxicaciones agudas o crónicas (El-Sayed et al., 2022). El uso de un atrapador de micotoxinas reduce la absorción de toxinas y, en consecuencia, la demanda de detoxificación hepática. Esto disminuye el gasto energético destinado a ese proceso y permite una mayor disponibilidad de energía para el anabolismo, favoreciendo la ganancia de peso y, por ende, la rentabilidad.

b) Justificación teórica

Las micotoxinas interfieren con la función de las enzimas hepáticas encargadas de la desintoxicación e inducen al estrés oxidativo, debilitando las defensas del cuerpo contra las toxinas (Mafe y Büsselberg, 2024). Los adsorbentes de micotoxinas utilizados como aditivos dietarios secuestran las micotoxinas en su matriz y evitan su absorción en el tracto gastrointestinal eliminándose junto con las heces (Kihal, 2022). La silimarina, una sustancia bioactiva presente en muchos vegetales induce la activación vías de supervivencia celular e inactiva las vías apoptóticas en el hígado (Ghosh et al., 2016).

c) Justificación práctica

Se mostrarán el efecto sinérgico del atrapador de micotoxinas y el hepatoprotector. Menores niveles de micotoxinas significan menor actividad desintoxicante del hígado lo que sugiere una mayor eficiencia metabólica.

1.5 Delimitación del estudio

El experimento se llevó a cabo en el taller de Tecnología de aves del Departamento de Ingeniería Zootécnica de la UNJFSC, ubicada en la ciudad de Huacho, Perú. Se utilizaron pollos de engorde de 0 a 42 días de edad. La investigación se desarrolló entre abril y mayo de 2024.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Song et al. (2023) indicaron evaluar los efectos tóxicos del maíz contaminado con micotoxinas (Mc) en gallinas reproductoras de 50 días y sus pollitos de progenie. Las dietas incluían un control con 70% de maíz, dietas con un 50% y 100% de maíz contaminado, y dietas con la adición de un secuestrante de Mc. La contaminación del maíz presentó niveles de 69,25 µg de aflatoxina B1; 4,875 µg de deoxinivalenol y 2,262 µg de zearalenona por kilogramo. La inclusión de maíz contaminado disminuyó la incubabilidad de los huevos y aumentó la mortalidad embrionaria entre los días 18 a 21. Además, el tratamiento materno con la dieta que contenía 100% de maíz contaminado redujo el peso corporal de los pollitos a los 14 días de edad y disminuyó las concentraciones séricas de IgA, IgG y lisozima, mientras que el tratamiento con el 50% de maíz contaminado no afectó estos índices. Estos hallazgos resaltan el impacto negativo de Mc en la salud y desarrollo de los pollitos, lo que es relevante para comprender la importancia de la calidad del maíz en la nutrición avícola.

Yang et al. (2012) señalaron evaluar los efectos de la alimentación con maíz contaminado naturalmente con aflatoxina B1 (AFB1) y aflatoxina B2 (AFB2) sobre los parámetros bioquímicos séricos, las actividades de enzimas antioxidantes hepáticas de los pollos de engorde. Los tratamientos incluyeron un grupo control y grupos con un 25%, 50%, 75% y 100% de maíz contaminado. La actividad del aspartato aminotransferasa sérica en los grupos alimentados con un 75% y 100% de maíz contaminado fue significativamente superior a la del grupo control en el día 21. La actividad del superóxido dismutasa y el contenido de malondialdehído hepático aumentaron cuando los pollos fueron alimentados con más del 50% de maíz contaminado, mientras que el nivel de glutatión peroxidasa se redujo en los grupos contaminados con AFB1 y AFB2 en el día 21. La puntuación media de las lesiones patológicas y la tasa de apoptosis de las células hepáticas aumentaron con la concentración de AFB1 y AFB2 en la dieta, además de observarse cambios ultraestructurales significativos en los hígados de los pollos alimentados con 100% de maíz contaminado.

Baradaran et al. (2019) investigaron el efecto hepatoprotector de la silimarina sobre el estrés oxidativo inducido por CCl₄ (cloruro de carbono) en pollos de engorde. Pollos de un día de edad fueron asignados a un grupo control que recibió solución salina y tres grupos tratados con silimarina, CCl₄ y una combinación de ambas. La silimarina ejerció una actividad protectora contra la peroxidación lipídica mediada por CCl₄, evidenciada por la reducción del contenido sérico de malondialdehído (MDA). Se demostró la hepatotoxicidad inducida por CCl₄ a través del aumento de las enzimas séricas ALP, AST, ALT y GGT, mientras que la silimarina disminuyó la actividad sérica de ALP y AST. Las aves expuestas a CCl₄ presentaron lesiones hepáticas significativas que fueron mitigados por la silimarina. Además, se observó una regulación a la baja en la expresión de genes hepáticos como CAT, GPx y Mn-SOD en las aves tratadas con CCl₄, mientras que la silimarina provocó un aumento significativo de estos genes, lo que respalda su potencial hepatoprotector en pollos de engorde.

Bendowski et al. (2022) determinaron el efecto del extracto de cardo mariano (*Silybum marianum*), administrado en el agua de bebida, sobre el bienestar y rendimiento productivo de pollos de engorde. Pollos machos de un día fueron divididos en tres tratamientos, donde se utilizó una infusión de semillas secas de cardo mariano en dos dosis administradas en el agua de bebida (T0 = 0; T1 = 0,24; T2 = 0,36 g/día/animal) bajo condiciones de cría estándar. La adición del cardo mariano al agua de bebida mejoró tanto el bienestar de los pollos como los resultados productivos. Además, un incremento en la capacidad enzimática de enzimas seleccionadas y en la actividad antioxidante tanto en el suero sanguíneo como en el músculo pectoral, lo que sugiere un impacto positivo en la salud y rendimiento de los pollos.

Janocha et al. (2021) suplementaron la dieta de pollos de engorde de 21 días de edad con semillas de cardo mariano molido en cantidades de 0,2% (MT02) y 2,3% (MT23). La suplementación a las raciones de pienso durante todo el periodo de cría en el grupo MT23 incrementó el peso corporal de las aves en más del 3% al día 42 y disminuyó aproximadamente un 7% el índice de conversión alimenticia en comparación con el grupo control. Asimismo, las dietas que contenían cardo mariano redujeron en un 15% y un 19% el contenido de grasa bruta en los músculos de las patas de los pollos de los grupos MT02 y MT23, respectivamente. Además, se determinó un contenido más elevado de ácidos grasos poliinsaturados en los músculos de la pechuga y la pata, alcanzando un 37,63% en los pollos que recibieron raciones alimenticias con *Silybum marianum* durante todo el periodo de cría, indicando un efecto positivo de la suplementación en la calidad nutricional de la carne.

Feshanghchi et al. (2022) investigaron los efectos del cardo mariano (CM), el aglutinante de toxinas (AT) y las algas marinas (*Spirulina platensis*; SP) sobre el rendimiento y el microbiota cecal de pollos de engorde expuestos a la aflatoxina-B1 (AFB1). Se observó una disminución significativa en la ganancia de peso corporal y el consumo de alimento, y la conversión alimenticia se vio afectada negativamente en los pollos alimentados con dietas contaminadas con AFB1. La incorporación de CM, TB y SP atenuó los efectos perjudiciales de la AFB1 sobre el crecimiento de los pollos. En comparación con el grupo control y otros tratamientos, los pollos alimentados con dietas contaminadas con AFB1 mostraron que un mayor peso relativo de grasa abdominal. La alimentación con AFB1 produjo un aumento sustancial de la actividad AST y ALT. Los polvos CM, AT y SP redujeron significativamente la actividad AST y ALT en sangre de los pollos de engorde. Al comparar los pollos alimentados con AFB1 con el tratamiento de control, se observó una concentración significativa de bacterias coliformes cecales.

Riahi et al. (2021) evaluaron la eficacia de un agente detoxificante multicomponente (MMDA), que contiene zeolita modificada, *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis*, paredes celulares de *Saccharomyces cerevisiae* y silimarina, en la detoxificación de OTA y toxina T-2 en pollos de engorde. Pollos de un día de vida fueron asignados a cinco tratamientos: un grupo control (con dieta no contaminada) y dietas contaminadas con OTA y toxina T-2, con y sin la inclusión de MMDA en dosis de 1 y 3 g/kg. La presencia de micotoxinas disminuyó tanto el consumo de alimento como el crecimiento de los pollos; sin embargo, la inclusión de 3 g/kg de MMDA mejoró tanto el consumo como el peso corporal, alcanzando niveles similares a los del control no contaminado. Además, el MMDA revirtió parcialmente la reducción de las proteínas totales y la albúmina en sangre provocada por las micotoxinas.

2.1.2 Investigaciones nacionales

Al revisar la base de datos del RENATI, no se identificaron antecedentes nacionales relacionados.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Las micotoxinas

Son metabolitos secundarios generados por una variedad de hongos que pueden provocar cambios bioquímicos, fisiológicos y patológicos en muchas especies. Estas toxinas

se encuentran comúnmente en una variedad de productos agrícolas y alimentos, siendo su presencia influenciada por factores como la humedad del producto, la actividad acuosa, la humedad relativa del aire, la temperatura, el pH, la composición del alimento, el grado de daño físico y la presencia de esporas de moho (Pleadin et al., 2019).

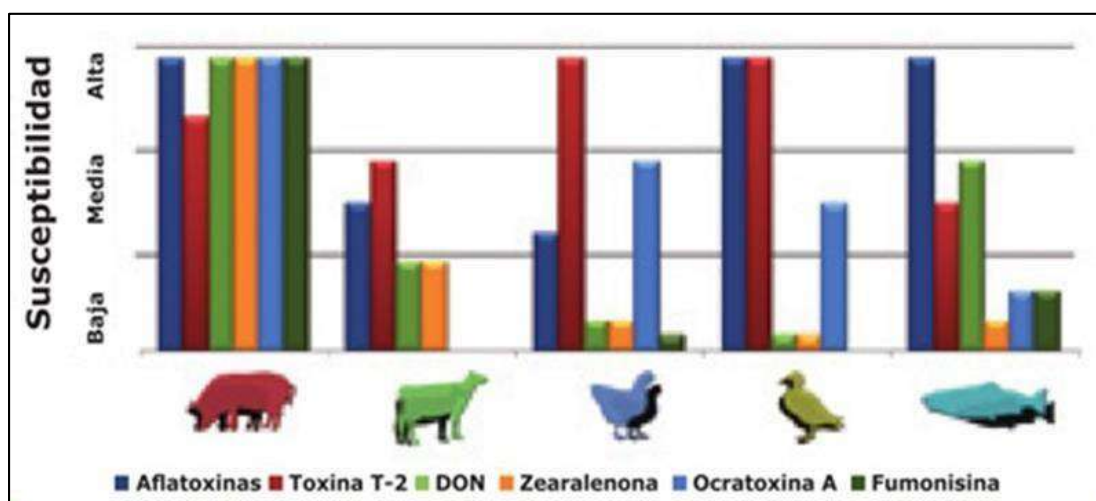
a) Aflatoxinas

Son un tipo de micotoxina generada por cepas de hongos toxigénicos del género *Aspergillus*, específicamente *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus* (Bervis Semilanelue, 2019). Tras ser ingeridas, estas toxinas son absorbidas a través de la mucosa intestinal y transportadas por la sangre a varios órganos, como el hígado, los riñones, los conductos biliares y el sistema nervioso (Carvajal, 2013).

Las aflatoxinas pueden causar efectos tóxicos tanto a corto como a largo plazo. Las consecuencias incluyen necrosis hepática, nefritis y congestión pulmonar, mientras que la exposición prolongada puede provocar daño celular, carcinogénesis, teratogénesis y mutagénesis en modelos animales (Bogantes et al., 2004). Según Ortiz (2016) es destacable la alta susceptibilidad a las aflatoxinas en cerdos, aves de corral, patos y peces, en comparación con las vacas, que presentan una susceptibilidad baja a esta micotoxina (Figura 1).

Figura 1

Susceptibilidad a las micotoxinas entre las principales especies domésticas (Ortiz, 2016).



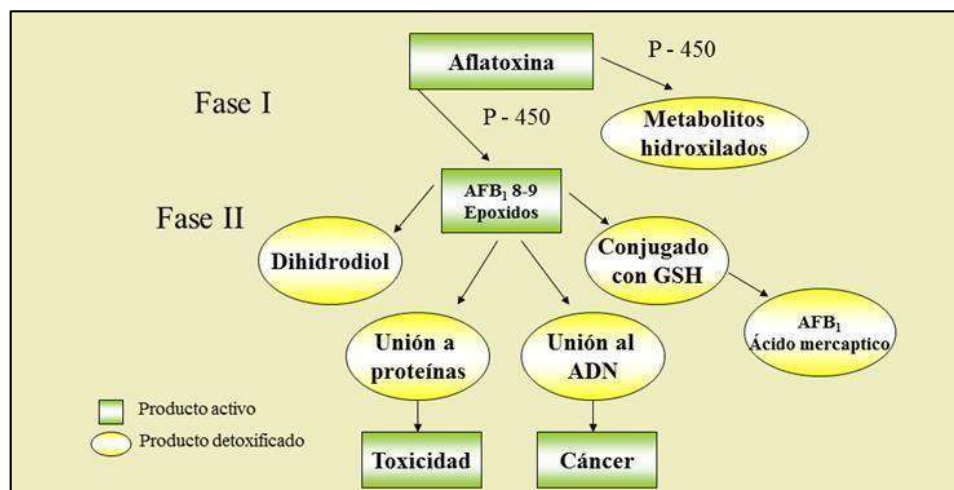
Yang et al. (2020) señala que, en aves de corral, la aflatoxina presente en los piensos se metaboliza en aflatoxina M y aflatoxicol, acumulándose en órganos como la molleja, la pechuga y el hígado, así como en los huevos.

En cuanto a su metabolismo en el organismo animal, las AF se enlazan con ácidos nucleicos como el ADN y el ARN, así como con proteínas, afectando a todos los organismos que contienen ácidos nucleicos, desde virus hasta plantas y seres humanos. El ADN modificado puede retener las moléculas de AFB1 durante largos períodos, y al intentar regenerarse, el ADN elimina la sección de nucleótidos donde se ha adherido la AFB1, excretándola a través de la orina, la leche o las heces. Las aflatoxinas son compuestos sumamente tóxicos y se consideran los carcinógenos biológicos más potentes para animales y seres humanos (Yang et al., 2020).

Las aflatoxinas B1, B2, G1, G2 y M1 son agentes altamente mutagénicos, genotóxicos y carcinogénicos tanto en animales como en humanos, siendo la AFB1 la más peligrosa, debido que necesita de una bioactivación enzimática para activar su potencial carcinogénico (Bervis Semiliane, 2019). El proceso de biotransformación de las aflatoxinas es en dos fases. En la Fase I, estas son metabolizadas por el sistema enzimático citocromo P450, generando metabolitos hidroxilados y el AFB1 8,9 epóxido, un compuesto altamente reactivo y tóxico. En la Fase II, este epóxido puede ser detoxificado al unirse al glutatión (GSH) o convertirse en dihidrodiol. Sin embargo, si se une a proteínas o al ADN, puede provocar efectos tóxicos severos, incluyendo daño celular y cáncer (Turmero, 2021; Figura 2).

Figura 2

Procesos metabólicos de las aflatoxinas en el organismo (Turmero, 2021).



b) Ocratoxina (OTA)

Son un conjunto de metabolitos secundarios generados por hongos de los géneros *Penicillium* y *Aspergillus*. La más conocida de ellas es la ocratoxina A, que es ampliamente distribuida y considerada el compuesto más tóxico dentro de este grupo de micotoxinas (Bui-Klimke & Wu, 2016). La OTA es un contaminante común en diversos productos destinados al consumo de humanos y animales, y no se descompone fácilmente, debido a su resistencia a la degradación por lo que su ingesta a través de la dieta puede ser inevitable. Además, su eliminación del organismo es lenta, lo que provoca su acumulación en los tejidos y fluidos de quienes consumen alimentos contaminados por esta toxina (Yu et al., 2018).

La toxicidad de la OTA puede diferir dependiendo de la especie, el sexo y la forma de administración, siendo la dosis letal media (DL50) para la OTA en pollos de 3,3 mg/kg (Ravelo et al., 2011). De acuerdo, las concentraciones más altas de OTA se localizan el riñón, el hígado, los músculos y la grasa. Durante su distribución en el organismo, la OTA tiene una fuerte afinidad por las proteínas plasmáticas y presenta una semivida de eliminación prolongada. Tanto la OTA como sus metabolitos se excretan a través de los sistemas renal y hepatobiliar. El metabolismo de la OTA da lugar a derivados hidroxilados, como 4-OH-OTA y 10-OH-OTA, y a productos conjugados con glutatión.

La OTA se ha identificado como un inhibidor de la absorción de glutamato, al disminuir la expresión de los transportadores de glutamato/aspartato y otros transportadores celulares. Este efecto fisicoquímico de la OTA puede aumentar los requerimientos energéticos en aves de producción (Cuéllar Sáenz, 2021). Además, Castro (2022) reporta otros efectos tóxicos asociados a la OTA, que incluyen anomalías histológicas en el corazón y el hígado, aberraciones en factores de coagulación en ratas, hemorragias y trombosis en el bazo, cerebro, hígado, riñón y corazón. También se han observado lesiones en el tracto gastrointestinal y en tejidos linfoides de hámsteres, mielotoxicidad en ratones y fragilidad intestinal con lesiones renales en pollos.

c) Tricotecenos

Los tricotecenos son principalmente generados por hongos fitotóxicos del género *Fusarium*. Se muestra más de 200 derivados de tricotecenos, que se agrupan en dos categorías principales: A y B (Serrano-Coll & Cardona-Castro, 2015). Según Trombete et al. (2013), el

consumo de alimentos contaminados con tricotecenos (como DON, NIV, T-2 y HT-2) puede alterar la síntesis de proteínas, ocasionar daño celular y desencadenar inmunosupresión, pérdida de apetito, vómitos, diarrea, dermatitis y hemorragias en los animales. En los seres humanos, estos compuestos tienen efectos similares.

Baranda y Martínez de Marañón (2009) indican que el deoxinivalenol (DON) llamado también vomitoxina, es un tricoteceno de tipo B producido principalmente por *Fusarium graminearum* y, en algunas regiones, por *Fusarium culmorum*. Schwab (2014) señala que altas dosis de DON suprimen la respuesta inmunológica, mientras que concentraciones bajas provocan una rápida respuesta inflamatoria en la mucosa, incrementando el riesgo de inflamación intestinal crónica (Figura 3). Además, el DON afecta la absorción de glucosa y aminoácidos al inhibir transportadores como SGLT-1 y GLUT-5, provocando daño en las vellosidades intestinales y atrofia en el duodeno y yeyuno.

En general, los tricotecenos inhiben la síntesis proteica al unirse al centro activo de los ribosomas. Pueden atravesar la barrera hematoencefálica, acumulándose en el cerebro y generando lesiones que afectan el comportamiento. Otros efectos incluyen daño en membranas celulares, activación de apoptosis, daño en el ADN y aumento de la permeabilidad intestinal, resultando en lesiones intestinales (Otero García, 2023).

d) Fumonisinias

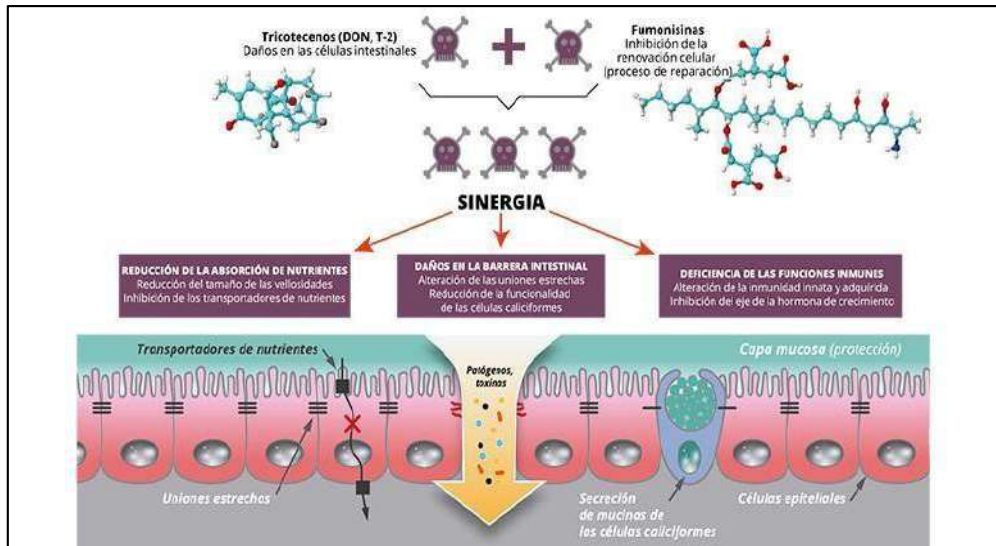
Es un grupo de metabolitos secundarios tóxicos generados principalmente por hongos del género *Fusarium*, especialmente *Fusarium verticillioides* y *Fusarium proliferatum*. Hasta la fecha, se han identificado 18 tipos de fumonisinas, que se agrupan en cuatro series (A, B, C y P), siendo las de la serie B las más relevantes. La fumonisina B1 (FB1) es la más común y tóxica dentro de este grupo (Valdivia Aranda, 2023).

Las reacciones tóxicas de las fumonisinas pueden incluir pérdida de peso, mayor mortalidad, reducción en el tamaño de órganos inmunes como la bolsa de Fabricio, el timo y el bazo, además de degeneración y hemorragia miocárdica, alteraciones hemostáticas y necrosis hepática. Las fumonisinas, junto con sus formas enmascaradas, afectan principalmente el hígado, los riñones y el tracto intestinal en diversas especies animales. Incluso en niveles dietéticos bajos a moderados, estas toxinas reducen la viabilidad y proliferación de los enterocitos y estimulan la producción de citocinas proinflamatorias, afectando la barrera

intestinal, incrementando la vulnerabilidad de aves a infecciones entéricas como la coccidiosis y la enteritis necrótica grupo (Valdivia Aranda, 2023) Figura 3.

Figura 3

Efectos de DON (nivalenol), fumonisina B1 (FB1) en el epitelio intestinal de los pollos de engorde.



e) Zearalenona (ZEA)

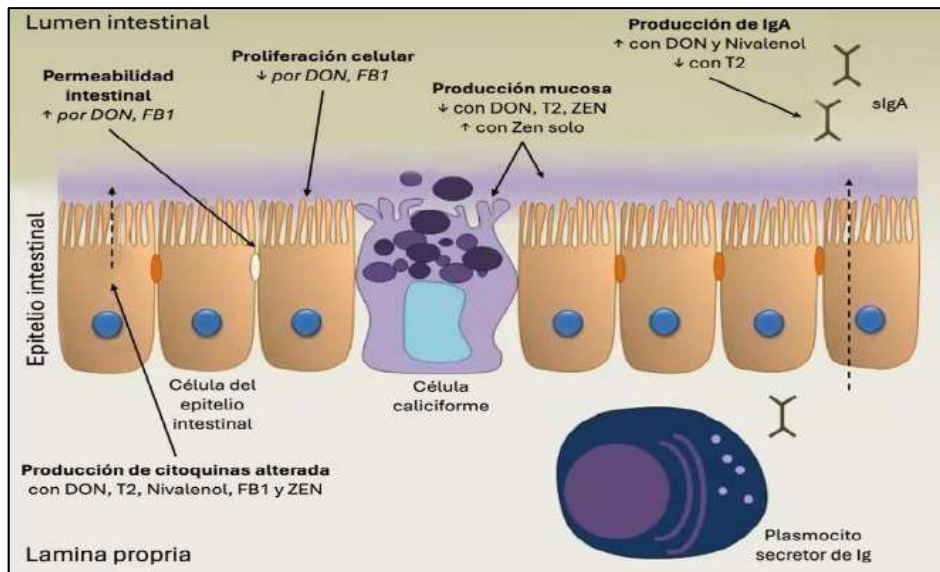
La ZEA su producción es mayormente llevada a cabo por *Fusarium graminearum* y *F. culmorum*, y en menor medida por *F. equiseti*, *F. gibbosum*, *F. oxysporum* y *F. moniliforme* (Dänicke et al., 2014). Sus metabolitos, α -zearalenol (α -ZOL) y β -zearalenol (β -ZOL), se generan en el hígado y también se encuentran en los productos excretorios de cerdos y humanos. Este proceso metabólico es similar a la síntesis e inactivación de hormonas esteroideas, ya que utiliza la misma enzima deshidrogenasa. La α -ZOL presenta una mayor afinidad por los receptores de estrógeno que la β -ZOL, lo cual hace que la ZEA sea más activa en especies que prefieren la conversión a α -ZOL (Malekinejad et al., 2006).

En experimentos con pollos de engorde alimentados con ZEA a una concentración de 2000 μ g/kg, se indicó que hubo una reducción en la ganancia de peso corporal y un aumento en la tasa de conversión alimenticia.

La ZEA, así como la DON, FB1 y el ZEN, afectan varios mecanismos de defensa intestinal, como la integridad del epitelio, la proliferación celular, la capa mucosa, las inmunoglobulinas y la producción de citoquinas en los pollos de engorde (Antonissen et al., 2014; Figura 4).

Figura 4

Efectos de DON (nivalenol), fumonisina B1 (FB1), toxina T-2 y zearalenona (ZEN) en el epitelio intestinal de los pollos de engorde (Malekinejad et al., 2006).



2.2.2 Control de Micotoxinas

Para mitigar las consecuencias negativas de las micotoxinas, se han establecido varias estrategias de control para prevenir el crecimiento de hongos y la producción de micotoxinas. Entre estas estrategias se incluyen el desarrollo de variedades de plantas resistentes, el manejo adecuado de los cultivos en el campo, y la aplicación de agentes biológicos y químicos antes, durante y después de la cosecha, también se mejoran procesos como el secado y almacenamiento, y se emplean agentes naturales, químicos o irradiación para reducir la contaminación (Kabak & Dobson, 2006)

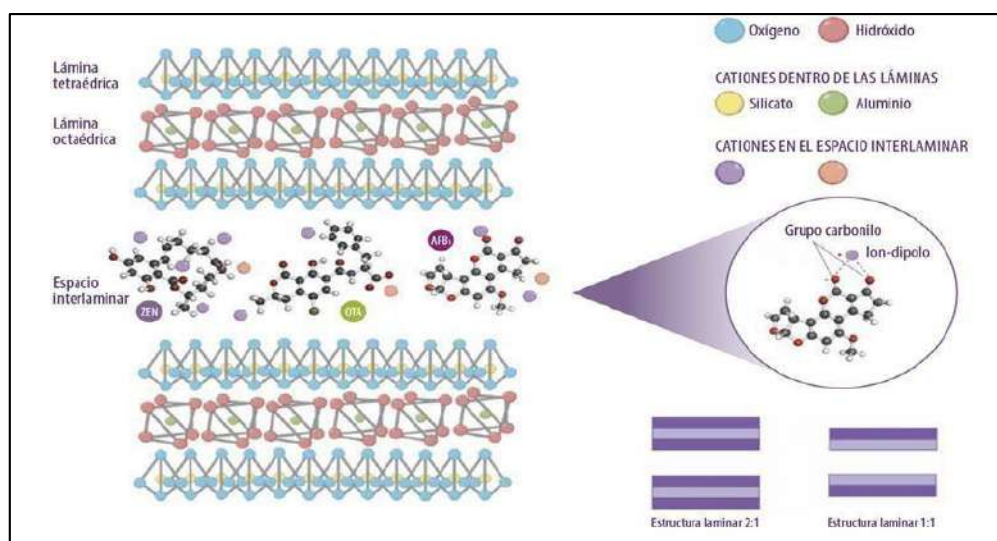
La Comunidad Europea (EC, 386/2009) clasifica estos agentes como "sustancias capaces de reducir o inhibir la absorción, favorecer la excreción o alterar la acción de las micotoxinas". Estos aditivos tienen la capacidad de disminuir la biodisponibilidad de las micotoxinas o su

transformación en metabolitos menos perjudiciales. Un secuestrante eficaz es aquel que impide o disminuye la absorción de las toxinas en el tracto gastrointestinal del animal (Bueno, 2014).

Los agentes adsorbentes, como los aluminosilicatos, son compuestos diseñados para quelar las micotoxinas, reduciendo así su disponibilidad en el organismo (Gimeno & Martins, 2007). Según Gimeno y Martins (2007), estos compuestos son compuestos de alto peso molecular que se enlazan con las micotoxinas presentes en los alimentos, evitando su disociación en el tracto digestivo del animal. Así, el complejo formado entre la toxina y el adsorbente es eliminado a través de las heces. La unión de las micotoxinas a estos agentes puede ocurrir mediante dos mecanismos: La adsorción física, que involucra interacciones débiles como las fuerzas de van der Waals y los enlaces de hidrógeno, y la quimiosorción, que se caracteriza por interacciones más fuertes, como los enlaces iónicos o covalentes. Este último es un proceso irreversible que provoca un cambio químico en la sustancia original. Los agentes adsorbentes se dividen generalmente en dos tipos: minerales (como arcillas, carbón activado y tierra de diatomeas) y orgánicos (que incluyen fibras vegetales, extractos de paredes celulares de levaduras y bacterias). En la figura 4 se observa a las láminas tetraédricas, estas son la base de estos adsorbentes, en los que se forman diferentes subgrupos de silicatos en combinación con diferentes iones minerales en estructuras bidimensionales o tridimensionales.

Figura 5

Estructura molecular de los aluminosilicatos, y una ilustración de la contribución de los iones al mecanismo de adsorción de las micotoxinas.



2.2.3 Agentes protectores hepáticos como las micotoxinas

Los hepatoprotectores actúan resguardando al hígado frente a sustancias tóxicas y potenciando sus funciones, lo que contribuye a mejorar la salud general, el desarrollo y el rendimiento del organismo (Olivera & Blanch, 2017). En el mercado se pueden encontrar protectores hepáticos de origen vegetal, elaborados a partir de una combinación de hierbas con propiedades beneficiosas para el hígado, como *Phyllanthus niruri*, *Azadirachta indica*, *Andrographis paniculata*, *Achyranthes aspera* y *Silybum marianum*.(Olivera & Blanch, 2017).

La silimarina, un extracto de la planta *Silybum marianum* (cardo mariano) rica en varias moléculas hepatoprotectoras y antioxidantes como la Silibina A y B., ha sido ampliamente estudiada por sus propiedades hepatoprotectoras y antioxidantes. Este compuesto ha mostrado potencial en la mitigación de los efectos tóxicos de diversas micotoxinas en animales. La silimarina actúa principalmente a través de sus propiedades antioxidantes y hepatoprotectoras (Olivera & Blanch, 2017). Varios indican la capacidad de la Silimarina para reducir, a nivel histológico, las lesiones hepáticas caracterizadas por la degeneración hepatocelular alrededor de la vena porta, la agregación de células inflamatorias, la granulomatosis, la necrosis citolítica, la fibrosis del espacio periportal y la dilatación sinusoidal. Además, la Silimarina parece aumentar la expresión de los genes CAT, GPx y Mn-SOD hepáticos, que expresan enzimas antioxidantes clave, fundamentales para los procesos de desintoxicación hepática (Nutribiogenics, 2022).

Otros hepatoprotectores hepáticos son los donadores de grupos metilo. Estos compuestos donan grupos metilo y favorecen la eliminación de toxinas del organismo. Entre estos compuestos destacan aminoácidos y sus derivados, como la metionina, carnitina y betaína, así como derivados de vitaminas, como la colina (Nutribiogenics, 2022).

Entre esos tipos de protectores hepáticos pueden encontrarse en presentaciones líquidas o en polvo. Los líquidos agregan al agua de bebida y se utilizan principalmente con fines terapéuticos, ya que las aves con problemas hepáticos tienden a reducir considerablemente su consumo de alimento, pero no su ingesta de agua. Por otro lado, los protectores hepáticos en polvo son más comunes para uso preventivo, debido a su mayor rentabilidad (Olivera & Blanch, 2017).

a) *Parámetros bioquímicos en la evaluación de la función hepática y estado fisiológico en aves*

Los parámetros bioquímicos sanguíneos representan herramientas esenciales para el monitoreo del estado fisiológico, metabólico y de salud en animales de producción. En aves, estos indicadores permiten evaluar el funcionamiento de órganos clave, como el hígado, y detectar alteraciones provocadas por agentes tóxicos, como las micotoxinas (Yang et al., 2012).

b) *Enzimas hepáticas como biomarcadores*

Las enzimas hepáticas como la alanina aminotransferasa (ALT), aspartato aminotransferasa (AST) y la fosfatasa alcalina (ALP) son comúnmente utilizadas como biomarcadores de daño hepático. La ALT, principalmente localizada en el citoplasma de los hepatocitos, se libera al torrente sanguíneo en caso de lesión hepatocelular, mientras que la AST como el músculo esquelético y cardíaco, lo que la hace menos específica, pero útil en conjunto con otras enzimas (Gwaltney-Brant, 2019; Aulbach & Amuzie, 2017). Por otro lado, la ALP está relacionada con la integridad del epitelio biliar y su elevación puede indicar colestasis.

Baradaran et al. (2019) y Feshanghchi et al. (2022) han demostrado que las micotoxinas incrementan significativamente los niveles séricos de estas enzimas, reflejando estrés hepático y peroxidación lipídica. Sin embargo, la administración de hepatoprotectores como la silimarina contribuye a reducir dichas concentraciones, protegiendo la integridad funcional del hígado.

c) *Estrés oxidativo y malondialdehído (MDA)*

El malondialdehído (MDA) es un producto final de la peroxidación lipídica que sirve como un marcador confiable del estrés oxidativo en tejidos y fluidos biológicos. Altas concentraciones de MDA han sido asociadas con daño oxidativo hepático inducido por aflatoxinas, mientras que la suplementación con antioxidantes naturales, como la silimarina, ha demostrado disminuir sus niveles significativamente (Baradaran et al., 2019; INC, 2024).

d) *Enzimas antioxidantes hepáticas*

El superóxido dismutasa (SOD), glutatión peroxidasa (GPx) y catalasa (CAT) participan en la neutralización de especies reactivas de oxígeno (ROS). En contextos de toxicidad por micotoxinas, como la exposición a aflatoxina B1, se observa una disminución de su actividad, comprometiendo la capacidad antioxidante del organismo. El uso de silimarina ha sido correlacionado con una recuperación de la expresión génica y la actividad funcional de estas enzimas, lo cual contribuye a la mitigación del daño hepático (Baradaran et al., 2019; Nutribiogenics, 2022).

e) *Proteínas séricas y metabolismo hepático*

Las proteínas totales, albúmina y globulinas en sangre también se consideran indicadores relevantes del estado nutricional y funcional del hígado. La reducción en su concentración ha sido asociada con dietas contaminadas por micotoxinas, como la ocratoxina A o la toxina T-2. Riahi et al. (2021) indicaron que la inclusión de aditivos detoxificantes como aluminosilicatos y silimarina ayuda a mantener niveles adecuados de estas proteínas, reflejando una mejora en la síntesis proteica hepática.

2.3 Definición de términos básicos

a) *Micotoxinas:*

Sustancias tóxicas producidas por hongos durante su desarrollo en alimentos del consumo humano y animal (Pleadin et al., 2019).

b) *Malondialdehído (MDA):*

Compuesto derivado de la peroxidación de los ácidos grasos poliinsaturados, utilizado como biomarcador para medir el estrés oxidativo en diversas muestras biológicas de pacientes afectados por una amplia gama de enfermedades (INC, 2024).

c) *Aspartato aminotransferasa:*

Enzima importante en el metabolismo de aminoácidos, cataliza una reacción entre los aminoácidos aspartato y glutamato. Esta enzima se encuentra en el citoplasma de los hepatocitos y otros tejidos, incluido el músculo esquelético. La lesión de los hepatocitos

provoca la fuga de esta enzima al compartimento extracelular con la consiguiente elevación de la actividad sérica (Aulbach y Amuzie, 2017).

d) Fosfatasa alcalina hepática:

Es un biomarcador principal de lesión hepatobiliar en especies preclínicas comunes. Sus niveles séricos aumentan cuando se reduce la permeabilidad del conducto biliar, por lo que es utilizada ampliamente en entornos clínicos no clínicos y humanos como marcador de lesión hepática colestásica (Aulbach y Amuzie, 2017).

e) Alanina aminotransferasa:

Es el biomarcador clínico de salud hepática más utilizado. Interviene en la transaminación de la alanina y está presente en el hígado en concentraciones mucho más elevadas que en otros órganos. La fuga de esta enzima del hepatocito a la sangre se produce tras una lesión hepatocelular, donde se elimina con una semivida plasmática de aproximadamente 42 horas (Gwaltney-Brant, 2019).

f) Glutación transferasa:

Enzimas que catalizan la conjugación del glutatión con compuestos electrófilos, producidos principalmente a partir de xenobióticos exógenos por biotransformación, pero que también pueden proceder de sustancias endógenas (Oakley, 2011).

2.4 Hipótesis de investigación

2.4.1 Hipótesis general

Ho: La suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas NO influyen sobre el rendimiento productivo de pollos de engorde.

Ha: La suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas SI influyen sobre el rendimiento productivo de pollos de engorde.

2.4.2 Hipótesis específicas

HEn1: La suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas NO influyen sobre el peso corporal de pollos de engorde.

HEa1: La suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas SI influyen sobre el peso corporal de pollos de engorde.

HEa2: La suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas NO influyen sobre la ganancia de peso diario de pollos de engorde.

HEa3: La suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas SI influyen sobre la ganancia de peso diario de pollos de engorde.

HEa4: La suplementación del aluminosilicato y la silimarina en con maíz contaminado de micotoxinas NO influyen sobre el consumo de alimento de pollos de engorde.

HEa5: La suplementación del aluminosilicato y la silimarina en con maíz contaminado de micotoxinas SI influyen sobre el consumo de alimento de pollos de engorde.

HEa6: La suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas NO influyen sobre la conversión alimenticia de pollos de engorde.

HEa7: La suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas SI influyen sobre la conversión alimenticia de pollos de engorde.

HEa8: La suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas NO influyen sobre el rendimiento de la canal y órganos comestibles de pollos de engorde.

HEa9: La suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas SI influyen sobre el rendimiento de la canal y órganos comestibles de pollos de engorde.

HEa10: La suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas NO influyen sobre los órganos del sistema inmune de pollos de engorde.

HEa11: La suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas SI influyen sobre los órganos del sistema inmune de pollos de engorde.

HEa12: La suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas NO influyen sobre los parámetros bioquímicos sanguíneos de pollos de engorde.

Hea7: La suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas SI influyen sobre los parámetros bioquímicos sanguíneos de pollos de engorde.

Hen8: La suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas NO influyen sobre la retribución económica del alimento de pollos de engorde.

Hea8: La suplementación del aluminosilicato y la silimarina en dietas con maíz contaminado de micotoxinas SI influyen sobre la retribución económica del alimento de pollos de engorde.

2.5 Variables de estudio

Tabla 1

Operacionalización de las variables.

| Variables | Función | Tipo de variable | Indicador | Índice |
|---|----------------|-------------------------|---------------------------------|---------------|
| X ₁ : Suplementación de aluminosilicato | Independiente | Continua | Consumo | % |
| X ₂ : Suplementación de silimarina | | | Consumo | % |
| Y ₁ : Peso corporal | Dependiente | Continua | Peso semanal | g |
| Y ₂ : Ganancia de peso | | | Incremento diario | g |
| Y ₃ : Consumo de alimento | | | Consumo diario | g |
| Y ₄ : Conversión alimenticia | | | Consumo/ganancia | g/g |
| Y ₅ : Rendimiento de canal y órganos comestibles | | | Relativo al peso corporal | % |
| Y ₆ : Órganos del sistema inmune | | | Relativo al peso de la canal | % |
| Y ₇ : Parámetros bioquímicos sanguíneos | | | Relativo al perfil bioquímico | % |
| Y ₈ : Retribución económica del alimento | | | Relativo al tratamiento control | % |

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Gestión del experimento

3.1.1 Ubicación

El estudio se llevó a cabo en el Taller de Tecnología Avícola de la Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica de la UNJFSC. La ubicación geográfica del lugar de investigación (Figura 6) corresponde a las siguientes coordenadas en grados decimales: latitud -11.1258, longitud -77.6087 y una altitud de 67 metros sobre el nivel del mar (Prediction Of Worldwide Energy Resource [POWER], 2023).

Figura 6

Ubicación geográfica del sitio experimental (POWER, 2023).



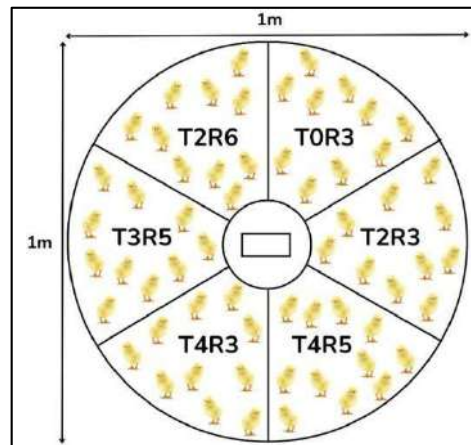
3.1.2 Características del área experimental

Se llevó a cabo en un galpón de 10.5 mt. de largo y 7 mt. de ancho, con piso de cemento y laterales cubiertos por malla para asegurar ventilación. En la etapa inicial, correspondiente a los primeros 21 días, se utilizó una campana criadora en cada corral para mantener la temperatura adecuada. Se construyeron cinco corrales circulares de material Nordex, con un radio de 1 metro, resultando en un área de 3.14 m² por corral. Cada uno de estos corrales se

dividió en seis áreas de igual tamaño, de aproximadamente 523.6 cm² cada una, y en cada sector circular se ubicaron 10 aves (Figura 7).

Figura 7

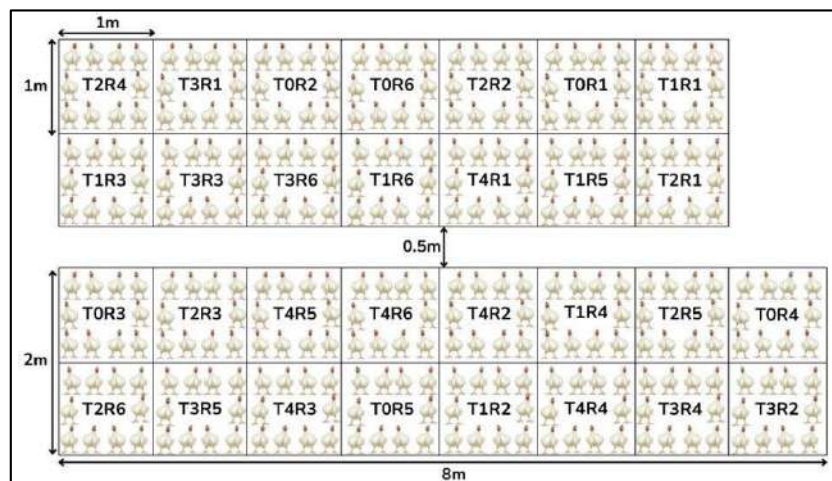
Corral circular mostrando los seis corrales triangulares, para los pollos de 0 a 21 días de edad.



Para la etapa de 21 a 42 días de edad, se construyeron corrales utilizando malla de nylon y listones de madera. Cada corral experimental contó con un bebedero niple y un comedero tolva, de acuerdo con las especificaciones técnicas de Cobb (2022, figura 8). Estos corrales tenían la dimensión de un metro cuadrado, donde fueron distribuidas al azar diez aves (Tabla 2) por corral experimental.

Figura 8

Diseño de unidades experimentales utilizadas en la etapa de 21 a 42 días de edad.



3.1.3 *Tratamientos*

Los tratamientos fueron representados por las siguientes dietas experimentales:

T₀: Dieta con maíz comercial (MN).

T₁: Dieta con maíz contaminado con micotoxina, sin aluminosilicato y silimarina (MH)

T₂: Dieta con maíz contaminado con micotoxina suplementado con aluminosilicato 0.1% (MH+0.1% SM).

T₃: Dieta con maíz contaminado con micotoxina suplementado con aluminosilicato 0.05% (MH+0.05% SM).

T₄: Dieta con maíz contaminado con micotoxina suplementado con aluminosilicato 0.05% y silimarina 0.0125% (0.05% SM + 0.0125% HP).

Tabla 2

Estructura de tratamientos de la evaluación.

| Tratamiento | Réplica | Aves por réplica | TOTAL |
|--------------------|----------------|-------------------------|--------------|
| T0 | 6 | 10 | 60 |
| T1 | 6 | 10 | 60 |
| T2 | 6 | 10 | 60 |
| T3 | 6 | 10 | 60 |
| T4 | 6 | 10 | 60 |
| TOTAL | | | 300 |

La Tabla 3 muestra los ingredientes y contenido nutricional de las dietas basales. Los valores nutricionales para la formulación de las dietas experimentales fueron tomados de COBB-VANTRESS (2022).

Tabla 3*Dietas experimentales con sus respectivos contenidos nutricionales de 0 – 14 días.*

| Ingredientes | 0 - 14 días | | | | |
|------------------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 |
| Maíz | 55.900 | 55.900 | 55.900 | 55.900 | 55.900 |
| Harina soya 44 | 33.830 | 33.830 | 33.830 | 33.830 | 33.830 |
| Salvado de trigo | 4.390 | 4.390 | 4.390 | 4.390 | 4.390 |
| Aceite de soya | 1.780 | 1.780 | 1.780 | 1.780 | 1.780 |
| Fosfato dicálcico | 2.216 | 2.216 | 2.216 | 2.216 | 2.216 |
| Carbonato de calcio | 0.593 | 0.593 | 0.593 | 0.593 | 0.593 |
| Salvado de trigo | 0.409 | 0.409 | 0.409 | 0.409 | 0.409 |
| HCL-lisina | 0.300 | 0.300 | 0.300 | 0.300 | 0.300 |
| DL-metionina | 0.345 | 0.345 | 0.345 | 0.345 | 0.345 |
| L-treonina | 0.152 | 0.152 | 0.152 | 0.152 | 0.152 |
| Premezcla vit. Y min. | 0.090 | 0.090 | 0.090 | 0.090 | 0.090 |
| Aluminosilicato, % | 0.000 | 0.000 | 0.100 | 0.050 | 0.050 |
| Silimarina, % | | | | | 0.0125 |
| Contenido nutricional | | | | | |
| EM, Kcal/Kg | 2919 | 2919 | 2919 | 2919 | 2919 |
| Proteína cruda % | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| Lisina dig., % | 1.26 | 1.26 | 1.26 | 1.26 | 1.26 |
| Metionina dig., % | 0.66 | 0.66 | 0.66 | 0.66 | 0.66 |
| Met + cist dig., % | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 |
| Treonina dig., | 0.86 | 0.86 | 0.86 | 0.86 | 0.86 |
| Triptófano dig., | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.23 |
| Fibra cruda, % | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 |
| Grasa cruda, % | 4.74 | 4.74 | 4.74 | 4.74 | 4.74 |
| Calcio, % | 0.96 | 0.96 | 0.96 | 0.96 | 0.96 |
| Fosforo disp., % | 0.58 | 0.58 | 0.58 | 0.58 | 0.58 |
| Sodio, % | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |

Tabla 4*Dietas experimentales con sus respectivos contenidos nutricionales de 15 - 28 días.*

| Ingredientes | 15 - 28 días | | | | |
|-----------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 |
| Maíz | 58.780 | 58.780 | 58.780 | 58.780 | 58.780 |
| Harina soya 44 | 27.320 | 27.320 | 27.320 | 27.320 | 27.320 |
| Salvado de trigo | 8.660 | 8.660 | 8.660 | 8.660 | 8.660 |
| Aceite de soya | 1.780 | 1.780 | 1.780 | 1.780 | 1.780 |
| Fosfato dicálcico | 1.336 | 1.336 | 1.336 | 1.336 | 1.336 |
| Carbonato de calcio | 0.804 | 0.804 | 0.804 | 0.804 | 0.804 |
| Salvado de trigo | 0.408 | 0.408 | 0.408 | 0.408 | 0.408 |
| HCL-lisina | 0.346 | 0.346 | 0.346 | 0.346 | 0.346 |
| DL-metionina | 0.332 | 0.332 | 0.332 | 0.332 | 0.332 |
| L-treonina | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.150 |
| Premezcla vit. Y min. | 0.090 | 0.090 | 0.090 | 0.090 | 0.090 |
| Aluminosilicato, % | | | 0.100 | 0.050 | 0.050 |
| Silimarina, % | | | | | 0.0125 |
| Contenido nutricional | | | | | |
| EM, Kcal/Kg | 2950 | 2950 | 2950 | 2950 | 2950 |
| Proteína cruda % | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 |
| Lisina dig., % | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.16 |
| Metionina dig., % | 0.62 | 0.62 | 0.62 | 0.62 | 0.62 |
| Met + cist dig., % | 0.88 | 0.88 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| Treonina dig., | 0.78 | 0.78 | 0.78 | 0.78 | 0.78 |
| Triptófano dig., | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| Fibra cruda, % | 3.15 | 3.15 | 3.15 | 3.15 | 3.15 |
| Grasa cruda, % | 4.9 | 4.9 | 4.9 | 4.9 | 4.9 |
| Calcio, % | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| Fosforo disp., % | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| Sodio, % | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |

Tabla 5

Dietas experimentales con sus respectivos contenidos nutricionales de 29 - 42 días.

| Ingredientes | 29 - 42 días | | | | |
|------------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 |
| Maíz | 58.110 | 58.110 | 58.110 | 58.110 | 58.110 |
| Harina soya 44 | 24.900 | 24.900 | 24.900 | 24.900 | 24.900 |
| Salvado de trigo | 1.500 | 1.500 | 1.500 | 1.500 | 1.500 |
| Aceite de soya | 3.340 | 3.340 | 3.340 | 3.340 | 3.340 |
| Fosfato dicálcico | 1.192 | 1.192 | 1.192 | 1.192 | 1.192 |
| Carbonato de calcio | 0.766 | 0.766 | 0.766 | 0.766 | 0.766 |
| Salvado de trigo | 0.409 | 0.409 | 0.409 | 0.409 | 0.409 |
| HCL-lisina | 0.297 | 0.297 | 0.297 | 0.297 | 0.297 |
| DL-metionina | 0.298 | 0.298 | 0.298 | 0.298 | 0.298 |
| L-treonina | 0.107 | 0.107 | 0.107 | 0.107 | 0.107 |
| Premezcla vit. Y min. | 0.090 | 0.090 | 0.090 | 0.090 | 0.090 |
| Aluminosilicato, % | | | 0.100 | 0.050 | 0.050 |
| Silimarina, % | | | | | 0.0125 |
| Contenido nutricional | | | | | |
| EM, Kcal/Kg | 3050 | 3050 | 3050 | 3050 | 3050 |
| Proteína cruda % | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Lisina dig., % | 1.06 | 1.06 | 1.06 | 1.06 | 1.06 |
| Metionina dig., % | 0.57 | 0.57 | 0.57 | 0.57 | 0.57 |
| Met + cist dig., % | 0.82 | 0.82 | 0.82 | 0.82 | 0.82 |
| Treonina dig., | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| Triptófano dig., | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.19 |
| Fibra cruda, % | 3.15 | 3.15 | 3.15 | 3.15 | 3.15 |
| Grasa cruda, % | 6.65 | 6.65 | 6.65 | 6.65 | 6.65 |
| Calcio, % | 0.74 | 0.74 | 0.74 | 0.74 | 0.74 |
| Fosforo disp., % | 0.37 | 0.37 | 0.37 | 0.37 | 0.37 |
| Sodio, % | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |

El producto comercial secuestrante de toxinas y micotoxinas fue el ROSSBIND PLUS® de amplio espectro, que combina en un solo producto, diferentes estrategias para eliminar el mayor daño causado por dichas sustancias provenientes de la ingesta. La composición del producto es el siguiente: 82% mínimo de aluminosilicato, carbón activado, mananoligosacáridos, extractos herbales de *azadirachta indica*, sulfato de cobre y 18% mínimo de cloruro de colina. El producto es de presentación física en polvo, de vía de administración oral, en dosis de 500 a 2000 g por tonelada de alimento.

El hepatoprotector comercial evaluado fue LIVERIN®-NFC, un producto natural formulado a base de silimarina y otros antioxidantes. Este compuesto promueve la eliminación de toxinas y facilita la regeneración hepática, mejorando el estado fisiológico del animal. La composición de LIVERIN®-NFC incluye 28 g de silimarina por cada 100 g del producto.

Administrado por vía oral, LIVERIN®-NFC alcanza la concentración plasmática máxima de silimarina entre las 6 y 8 horas posteriores, con una tasa de absorción entre 23% y 47%. Luego de la absorción, el producto es conjugado rápidamente con sulfatos y ácidos glucurónicos en el hígado y excretado a través de la bilis. En este estudio, LIVERIN®-NFC se incorporó en el alimento durante el proceso de mezclado, en una dosis de 125 a 175 g por tonelada de alimento, para pollos de engorde en la etapa de 1 a 7 semanas de edad.

3.1.4 *Diseño experimental*

Diseño experimental completamente al azar, con cinco tratamientos y seis replicaciones, sumando un total de 30 unidades experimentales. Cada unidad experimental o réplica consistió en diez aves

3.1.5 *Variables a evaluar*

a) *Peso corporal*

Las mediciones de peso corporal de las aves se registraron al inicio del experimento y luego semanalmente, permitiendo un seguimiento continuo del crecimiento y desarrollo de las aves en respuesta a los tratamientos aplicados.

b) Ganancia de peso corporal

La ganancia de peso diario fue calculada del peso corporal por etapa de crecimiento dividido por los días de cada etapa.

c) Consumo de alimento

Se realizó un registro semanal por cada réplica o corral. Para ello, se estimó el consumo de alimento correspondiente a la semana, el cual fue distribuido en bolsas destinadas a cada unidad experimental y administrado diariamente de manera aproximada, asegurándose de que no faltara alimento en los comederos.

d) Conversión alimenticia

Se midió dividiendo el consumo total de alimento entre la ganancia de peso obtenida en cada fase de crecimiento.

e) Rendimiento de la canal y órganos comestibles

A partir de las 07:00 h del día 42 de edad, se pesó un ave de cada una de las réplicas y se practicó la eutanasia por asfixia por dislocamiento cervical. El peso del animal sacrificado al final del experimento (día 42) incluyó la cabeza, patas, molleja, hígado, intestinos y corazón. El porcentaje del rendimiento de la canal se determinó utilizando el peso de la canal como proporción del peso de sacrificio, el porcentaje del rendimiento de pechuga se determinó utilizando el peso de la pechuga como proporción del peso de la canal.

f) Órganos del sistema inmune

Se retiró el timo, bazo y la bursa de fabricio, se midieron y se pesaron.

g) Parámetros bioquímicos sanguíneos

Se tomaron muestras de sangre a los 28 y 42 días de vida de los pollos, se realizó un examen de perfil bioquímico de la sangre evaluando alanina aminotransferasa, aspartato aminotransferasa, proteína total y albúmina.

h) Retribución económica del alimento

Se calculó en base al ingreso bruto y al costo de alimentación por ave. La rentabilidad económica se expresó como un porcentaje, comparando los valores obtenidos en cada tratamiento con respecto al tratamiento control.

3.1.6 Conducción del experimento

El manejo de las aves durante los 42 días de crianza se llevó a cabo de la siguiente manera:

- Los pollos fueron asignados aleatoriamente a 30 corrales, buscando uniformizar el peso inicial en todas las unidades experimentales.
- A los 12 días de edad, se realizó la vacunación para las enfermedades de Newcastle y Gumboro.
- Durante el experimento, el alimento y el agua estuvieron disponibles a voluntad.
- Se implementó medidas preventivas como la restricción de ingreso al área experimental, la desinfección regular de pozas y la limpieza frecuente de comederos, bebederos y corrales, además de la remoción periódica de la cama para mantener condiciones higiénicas.
- Las aves fueron pesadas semanalmente para registrar su crecimiento desde el inicio hasta los 42 días.
- Al concluir el experimento, se sacrificó un ave por unidad experimental para evaluar el rendimiento de la canal.
- Se aprovechó el ayuno nocturno y se realizó el sacrificio a primeras horas de la mañana programada.
- El proceso incluyó el pesaje inicial, sacrificio por dislocación cervical, desangrado, desplume y evisceración, seguido de un nuevo pesaje para obtener el peso de la sangre, plumas y canal, considerando cabeza, patas, molleja e hígado.
- Las canales fueron almacenadas en hielo durante la noche.

3.2 Técnicas para el procesamiento de la información

Para analizar los datos, primero se evaluó si cumplían con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Cuando estos requisitos se cumplieron, se aplicó un análisis

estadístico paramétrico utilizando ANOVA (Análisis de Varianza), seguido de la prueba de Tukey para comparar las medias y detectar diferencias significativas entre los tratamientos. En el caso del peso corporal, este fue ajustado considerando el peso inicial como covariable, mediante un análisis de covarianza (ANCOVA). Todo el procesamiento y análisis estadístico se realizó utilizando el software R.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS

4.1 Peso corporal

Se indica el peso corporal de pollos de engorde que consumieron dietas con maíz contaminado con micotoxinas y suplementados con secuestrantes de micotoxinas y hepatoprotector. Los pesos corporales fueron ajustados por el covariable peso corporal inicial a los 14, 28 y 35 días de edad. El análisis estadístico encontró diferencias estadísticas significativas a los 7 y 21 días de edad ($p < 0.05$), y tendencias de mejoras del peso corporal a los 42 días ($p < 0.10$). A los 21 días de edad, la suplementación con 0.1% de secuestrante de micotoxinas (SM) mejoró el peso corporal comparado con las aves que consumieron maíz contaminado sin la suplementación de SM y con el maíz normal. Asimismo, a los 42 días de edad, la suplementación con 0.1% SM y 0.05% SM más 0.0125% hepatoprotector (HP) mejoró el peso corporal comparado con las aves que consumieron maíz contaminado sin ninguna suplementación.

Tabla 6

Efecto del secuestrante de micotoxinas y hepatoprotector en dietas con maíz húmedo sobre el peso corporal de pollos de engorde.

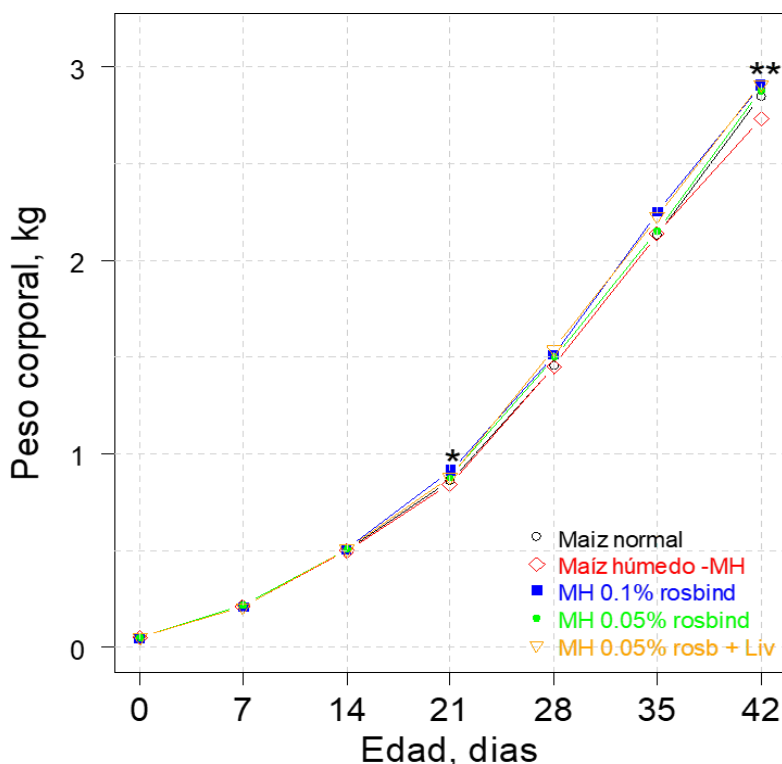
| Tratamiento | Edad, días | | | | | | |
|----------------------------|------------|--------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|--------------------|
| | 0 d | 7 d | 14 d | 21 d | 28 d | 35 d | 42 d |
| Maíz normal (MN) | 50,5 | 218 | 508 | 862 ^b | 1455 | 2134 | 2849 ^{xy} |
| Maíz húmedo (MH) | 52,0 | 210 | 498 | 842 ^b | 1462 | 2138 | 2733 ^y |
| MH + 0.1% SM | 51,1 | 209 | 505 | 915 ^a | 1510 | 2250 | 2878 ^{xy} |
| MH + 0.05% SM | 49,0 | 217 | 508 | 881 ^{ab} | 1501 | 2154 | 2908 ^x |
| MH + 0.05% SM + 0.0125% HP | 50,3 | 209 | 509 | 882 ^{ab} | 1542 | 2228 | 2913 ^x |
| <i>EE</i> | <i>1,4</i> | <i>2,5</i> | <i>6.2</i> | <i>13</i> | <i>26</i> | <i>37</i> | <i>45</i> |
| <i>P-valor</i> | | <i>0,178</i> | <i>0,715</i> | <i>0,007</i> | <i>0,144</i> | <i>0,111</i> | <i>0,052</i> |
| <i>Cov</i> | | | <i>0,012</i> | | <i>0,028</i> | <i>0,032</i> | |

^{a, b} superíndices diferentes dentro de la columna indican que existe diferencia estadística ($p < 0,05$).

^{x, y} superíndices diferentes dentro de la columna indican que existe tendencia a diferencia estadística ($p < 0,10$).

Figura 9

Evolución del peso corporal de pollos de engorde alimentados con maíz contaminado con micotoxinas y suplementados con Aluminosilicato y silimarina.



La figura 9 muestra la evolución del peso corporal de pollos de engorde alimentados con maíz contaminado con micotoxinas, suplementado, en comparación con dietas control. A lo largo del periodo de estudio, se observa que los tratamientos con 0.1% SM (T2) y la combinación de 0.05% SM con 0.0125% HP (T4) favorecen un mayor incremento del peso corporal en comparación con el maíz húmedo sin suplementación (T1) y el maíz normal (T0). Las diferencias son más evidentes a los 21 días de edad, donde el tratamiento T2 muestra un peso significativamente mayor ($p < 0.05$), y a los 42 días, donde T2 y T4 alcanzan los pesos más altos, superando estadísticamente al grupo sin suplementación.

4.2 Ganancia de peso

Se muestra el efecto del secuestrante de micotoxinas y hepatoprotector en dietas con maíz húmedo sobre la ganancia de peso diario de pollos de engorde. El análisis estadístico no encontró diferencias estadísticamente significativas sobre la ganancia de peso por efecto de los tratamientos en las etapas de 0 a 14 días, 15 a 28 y 29 a 42 días ($p > 0.05$). Pero, se encontró

diferencias estadísticas significativas para la ganancia de peso durante toda la evaluación ($p < 0,05$).

Los tratamientos con maíz contaminado suplementados con SM y/o con hepatoprotector tuvieron mayores ganancias de peso comparado con el tratamiento de maíz húmedo sin SM y HP.

Tabla 7

Efecto del secuestrante de micotoxinas y hepatoprotector en dietas con maíz húmedo sobre la ganancia de peso diario de pollos de engorde.

| Tratamiento | Ganancia de peso, g/d | | | |
|--------------------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------------|
| | 0 a 14 d | 15 a 28 d | 29 a 42 d | Total |
| Maíz normal | 32,6 | 67,6 | 99,7 | 66,7 ^{ab} |
| Maíz Húmedo (HM) | 32,0 | 69,4 | 90,1 | 63,8 ^b |
| MH+0.1% SM | 32,5 | 71,9 | 99,6 | 68,0 ^a |
| MH+0.05% SM | 32,6 | 70,5 | 98,9 | 67,3 ^{ab} |
| MH+0.05%SM+0.0125% HP | 32,7 | 73,6 | 98,2 | 68,2 ^a |
| <i>EE</i> | <i>0,45</i> | <i>1,77</i> | <i>3,40</i> | <i>1,06</i> |
| <i>P-valor</i> | <i>0,863</i> | <i>0,179</i> | <i>0,247</i> | <i>0,067</i> |

^{a, b} superíndices diferentes dentro de la columna indican que existe diferencia estadística ($p < 0,05$).

4.3 Consumo de alimento

Se muestra el efecto del secuestrante de micotoxinas y hepatoprotector en dietas con maíz húmedo del consumo de alimento acumulado de pollos de engorde. El análisis estadístico encontró diferencias estadísticas significativas para el consumo de alimento a los 35 y 42 días ($p < 0,05$) por efecto de los tratamientos. A los 35 días de edad, las aves de las dietas suplementadas con SM y HP mostraron el mayor consumo comparado con el tratamiento con maíz normal y con el tratamiento MH más 0.1% SM. Sin embargo, a los 42 días de edad, las aves que consumieron maíz húmedo sin ninguna suplementación señalaron que el mayor consumo de alimento, mientras que los que consumieron maíz húmedo más 0.1% SM mostraron el menor.

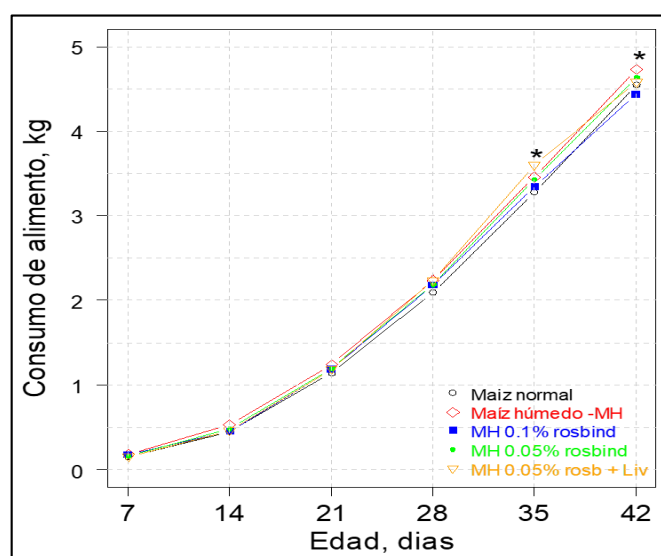
Tabla 8

Efecto del secuestrante de micotoxinas y hepatoprotector en dietas con maíz húmedo sobre el consumo de alimento acumulado de pollos de engorde.

| Tratamiento | Edad, días | | | | | |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------------|--------------------|
| | 7 d | 14d | 21 d | 28 d | 35 d | 42 d |
| Maíz normal | 154 | 452 | 1143 | 2095 | 3278 ^b | 4547 ^{ab} |
| Maíz Húmedo (HM) | 182 | 532 | 1241 | 2239 | 3459 ^{ab} | 4730 ^a |
| MH+0.1% SM | 180 | 458 | 1189 | 2180 | 3344 ^b | 4434 ^b |
| MH+0.05% SM | 164 | 483 | 1195 | 2190 | 3428 ^{ab} | 4638 ^{ab} |
| MH+0.05% SM+0.0125% HP | 156 | 467 | 1189 | 2242 | 3604 ^a | 4582 ^{ab} |
| <i>EE</i> | <i>9,11</i> | <i>26,3</i> | <i>39,3</i> | <i>46,1</i> | <i>60,5</i> | <i>54,5</i> |
| <i>P-valor</i> | <i>0,116</i> | <i>0,226</i> | <i>0,544</i> | | <i>0,191</i> | <i>0,011</i> |

Figura 10

La figura muestra el consumo de alimento en pollos de engorde alimentados con maíz contaminado con micotoxinas y suplementados con Aluminosilicato y Silimarina.



La figura 10 muestra cinco tratamientos, se observa que los tratamientos suplementados presentaron un mayor consumo de alimento en comparación con el maíz húmedo sin suplementación, particularmente en las etapas finales.

4.4 Conversión alimenticia

La tabla 9 muestra el efecto del secuestrante de micotoxinas y hepatoprotector en dietas con maíz húmedo sobre la conversión alimenticia acumulada de pollos de engorde. El análisis estadístico encontró diferencias significativas a los 7, 21 y 35 días de edad ($p < 0,05$) y una diferencia altamente significativa a los 42 días ($p < 0,01$). A los 7 días de edad los animales que consumieron dietas con maíz húmedo y maíz húmedo suplementado con 0,1% SM obtuvieron la conversión menos eficiente comparado con el tratamiento con maíz normal. A los 21, 35 y 42 días de edad, las aves que consumieron maíz húmedo más 0,1% SM, mostraron la conversión alimenticia más eficiente, mientras que la conversión alimenticia menos eficiente a los 21 y 42 días fue observada en el T1 (MH). Además, a los 42 días la suplementación del MH con 0.05%SM y 0.0125%HP mostraron la conversión alimenticia más eficiente comparado con el control negativo.

Tabla 9

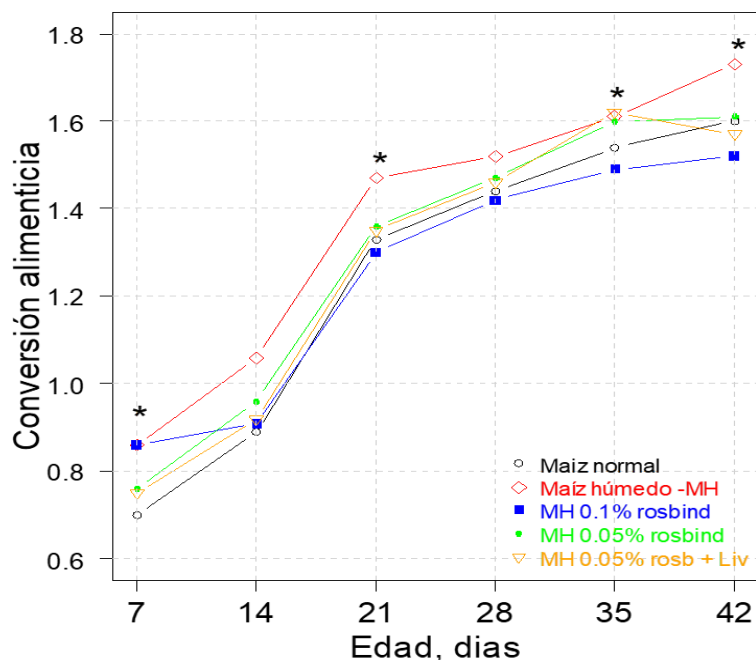
Efecto del secuestrante de micotoxinas y hepatoprotector en dietas con maíz húmedo sobre la conversión alimenticia acumulada de pollos de engorde.

| Tratamiento | Edad, días | | | | | |
|---------------------------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|--------------------|
| | 7 d | 14 d | 21 d | 28 d | 35 d | 42 d |
| Maíz normal | 0,70 ^b | 0,89 | 1,33 ^{ab} | 1,44 | 1,54 ^{ab} | 1,60 ^{bc} |
| Maíz húmedo (MH) | 0,86 ^a | 1,06 | 1,47 ^a | 1,52 | 1,61 ^{ab} | 1,73 ^a |
| MH + 0.1 %SM | 0,86 ^a | 0,91 | 1,30 ^b | 1,42 | 1,49 ^b | 1,52 ^c |
| MH + 0.05% SM | 0,76 ^{ab} | 0,96 | 1,36 ^{ab} | 1,47 | 1,60 ^{ab} | 1,61 ^b |
| MH + 0.05% SM + 0.0125%HP | 0,75 ^{ab} | 0,92 | 1,35 ^{ab} | 1,46 | 1,62 ^a | 1,57 ^{bc} |
| <i>EE</i> | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,02 |
| <i>P-valor</i> | 0,042 | 0,136 | 0,034 | 0,184 | 0,048 | <0,001 |

^{a, b, c} Superíndices diferentes dentro de la columna indican que existe diferencia estadística ($p < 0,05$).

Figura 11

Conversión alimenticia en pollos de engorde alimentados con maíz contaminado con micotoxinas y suplementados con Aluminosilicato y silimarina.



La figura 11 muestra la conversión alimenticia en pollos de engorde alimentados con maíz contaminado con micotoxinas y suplementados con Aluminosilicato y silimarina, se observa que la conversión alimenticia fue más eficiente en los tratamientos suplementados en comparación con el maíz húmedo sin suplementación, que presentaron una mejor conversión, lo que indica un aprovechamiento más efectivo del alimento.

4.5 Rendimiento de la canal y órganos comestibles

La tabla 10 muestra el efecto del secuestrante de micotoxinas y hepatoprotector en dietas con maíz húmedo sobre el rendimiento al sacrificio de pollos de engorde.

El análisis no encontró diferencias estadísticas para el rendimiento de canal, pechuga, hígado y grasa abdominal por efecto de los tratamientos.

Tabla 10

Efecto del secuestrante de micotoxinas y hepatoprotector en dietas con maíz húmedo sobre el rendimiento al sacrificio de pollos de engorde.

| Tratamiento | PC sacrificio, kg | Canal, % | Pechuga, % | Hígado, g | Grasa abdominal, g |
|----------------------------|--------------------------|-----------------|-------------------|------------------|---------------------------|
| Maíz normal | 2887 | 87.6 | 35.3 | 56.6 | 29.1 |
| Maíz húmedo (MH) | 2727 | 87.9 | 34.0 | 51.6 | 22.3 |
| MH + 0.1 % SM | 2924 | 88.8 | 34.6 | 55.1 | 22.2 |
| MH + 0.05% SM | 2850 | 88.0 | 33.9 | 55.4 | 26.4 |
| MH + 0.05% SM + 0.0125% HP | 2915 | 87.0 | 32.6 | 52.4 | 25.4 |
| <i>EE</i> | <i>48</i> | <i>0.52</i> | <i>0.82</i> | <i>3.42</i> | <i>2.78</i> |
| <i>P-valor</i> | | <i>0.24</i> | <i>0.24</i> | <i>0.82</i> | <i>0.38</i> |

4.6 Órganos del sistema inmune

La tabla 11 muestra el efecto del secuestrante de micotoxinas y hepatoprotector en dietas con maíz húmedo sobre órganos del sistema inmune de pollos de engorde.

El análisis se encontró diferencias estadísticas significativas para el peso del timo y para el tamaño de la bursa y bazo, por efecto de los tratamientos ($p < 0.05$).

Tabla 11

Efecto del secuestrante de micotoxinas y hepatoprotector en dietas con maíz húmedo sobre órganos del sistema inmune de pollos de engorde.

| Tratamiento | Timo, g | Bursa | | Bazo | |
|----------------------------|---------------------|--------------|--------------------|--------------|---------------------|
| | | g* | mm | g | mm |
| Maíz normal | 12.75 ^a | 4.1 ± 1.2 | 24.8 ^b | 2.50 | 21.7 ^{bc} |
| Maíz húmedo (MH) | 8.00 ^b | 4.3 ± 1.2 | 30.7 ^a | 2.42 | 23.4 ^{abc} |
| MH + 0.1 % SM | 7.73 ^b | 5.6 ± 2.2 | 33.1 ^a | 2.54 | 25.2 ^a |
| MH + 0.05% SM | 12.05 ^{ab} | 5.2 ± 1.9 | 30.0 ^a | 3.09 | 24.2 ^{ab} |
| MH + 0.05% SM + 0.0125% HP | 11.19 ^{ab} | 5.0 ± 0.8 | 29.4 ^{ab} | 2.64 | 20.6 ^c |
| <i>EE</i> | <i>1.27</i> | | <i>1.24</i> | <i>0.25</i> | <i>0.89</i> |
| <i>P-valor</i> | <i>0.029</i> | | <i>0.003</i> | <i>0.354</i> | <i>0.010</i> |

* No paramétrico (mediana ± rango intercuartílico)

a, b, c superíndices diferentes dentro de la columna indican que existe diferencia estadística ($p < 0,05$).

4.7 Parámetros bioquímicos sanguíneos de pollos de engorde

La tabla 12 muestra el efecto del secuestrante de micotoxinas y hepatoprotector en dietas con maíz húmedo sobre los parámetros bioquímicos de pollos de engorde.

A los 28 días, la alanina aminotransferasa (ALT) mostró diferencias notables entre los grupos, con un valor promedio de 31.0 en el grupo MN y un máximo de 81.0 en el grupo MH. Los tratamientos MH + 0.1%SM, MH + 0.05%SM y MH+SM+HP presentaron valores intermedios, todos significativamente diferentes del grupo MN.

Al llegar a los 42 días, se observó que los niveles de ALT en todos los grupos, pero nuevamente, solo el grupo MH presentó un valor significativamente más alto. En contraste, los niveles de AST mostraron variaciones significativas, siendo el grupo MH+SM+HP el que presentó el valor más bajo, lo que podría indicar un mejor estado de salud en comparación con otros tratamientos. En cuanto a las proteínas totales, se encontraron diferencias significativas, con el grupo MN mostrando el nivel más alto y el grupo MH+SM+HP el más bajo, sugiriendo que ciertos tratamientos pueden afectar la síntesis o el metabolismo de las proteínas en los pollos. Finalmente, la albumina mostró diferencias significativas, lo que resalta la importancia de los tratamientos en la salud general y el estado nutricional de los animales.

Tabla 12

Parámetros bioquímicos sanguíneos de pollos de engorde.

| Perfil bioquímico | Tratamiento | | | | | <i>p</i> -valor |
|----------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-----------------|
| | MN | MH | MH+0.1% SM | MH+0.05% SM | MH+SM+HP | |
| A los 28 d | | | | | | |
| Alanina aminotransferasa* | 31.0 ^b | 81.0 ^a | 54.0 ^b | 28.5 ^b | 36.5 ^b | <0.01 |
| Aspartato aminotransferasa | 172 | 192 | 186 | 182 | 179 | 0.25 |
| Proteína total | 2.61 | 2.37 | 2.37 | 2.46 | 2.44 | 0.32 |
| Albumina* | 1.3 | 1.2 | 1.2 | 1.25 | 1.3 | 0.55 |
| A los 42 d | | | | | | |
| Alanina aminotransferasa* | 115 | 143 | 106 | 114 | 109 | 0.28 |
| Aspartato aminotransferasa | 263 ^{ab} | 277 ^{ab} | 254 ^{ab} | 289 ^a | 239 ^b | 0.03 |
| Proteína total | 34.2 ^a | 31.3 ^{ab} | 29.4 ^b | 32.0 ^{ab} | 29.2 ^b | <0.01 |
| Albumina | 16.1 ^a | 13.5 ^b | 14.5 ^{ab} | 14.4 ^{ab} | 13.9 ^b | <0.01 |

Nota. Elaboración Propia

4.8 Retribución económica del alimento

La tabla 13 muestra el efecto del secuestrante de micotoxinas y hepatoprotector en dietas con maíz húmedo sobre la retribución económica del alimento de pollos de engorde.

Se tomaron en cuenta los ingresos generados por la venta de aves y los costos asociados al alimento, obteniendo el porcentaje de retorno de cada tratamiento, considerando al grupo control como referencia (100%). Los resultados muestran que el tratamiento MH+0.1%SM fue el que mostró un 5% de retorno económico mientras que el MH (T1) mostró un 25% menos de retorno económico.

Tabla 13

Efecto del secuestrante de micotoxinas y hepatoprotector en dietas con maíz húmedo sobre la retribución económica del alimento en pollos de engorde.

| | TRATAMIENTOS | | | | |
|------------------------------|--------------|----------|----------------|--------------------|--------------------------------|
| | MN | MH | MH+0.1 % SM | MH+ 0.05% SM | MH+ 0.05% SM+ 0.0125% HP |
| POLLO DE CARNE | | | | | |
| Peso vivo promedio ave, kg | 2,849 | 2,733 | 2,878 | 2,908 | 2,913 |
| Precio peso vivo, S/. /kg | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 |
| Ingreso bruto por ave, S/. | 12,820.5 | 12,298.5 | 12,951 | 13,086 | 13,108.5 |
| CONSUMO DE ALIMENTO | | | | | |
| Inicio | | | | | |
| Consumo alimento, kg | 0.452 | 0.532 | 0.458 | 0.483 | 0.467 |
| Precio de alimento, S/. / kg | 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.11 |
| Costo de alimentación, S/. | 0.95 | 1.12 | 0.97 | 1.02 | 0.98 |
| Crecimiento | | | | | |
| Consumo alimento, kg | 1.643 | 1.707 | 1.722 | 1.707 | 1.775 |
| Precio de alimento, S/. / kg | 2.06 | 2.06 | 2.06 | 2.06 | 2.06 |
| Costo de alimentación, S/. | 3.38 | 3.52 | 3.55 | 3.52 | 3.66 |
| Acabado | | | | | |
| Consumo alimento, kg | 2.452 | 2.491 | 2.254 | 2.448 | 2.340 |
| Precio de alimento, S/. / kg | 2.12 | 2.12 | 2.12 | 2.12 | 2.12 |

| | | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Costo de alimentación, S/. | 5.20 | 5.28 | 4.78 | 5.19 | 4.96 |
| Costo total del alimento sin aditivo, S/ | 9.53 | 9.92 | 9.30 | 9.73 | 9.60 |
| Cantidad de SM adicionado, gr/kg alimento | 0.0000 | 0.0000 | 0.0044 | 0.00231 | 0.00229 |
| Costo de SM/kg, S/. | 0.00 | 0.00 | 60.00 | 60.00 | 60.00 |
| Costo de SM adicionado, S/. / kg alimento | 0.000 | 0.000 | 0.266 | 0.139 | 0.137 |
| Cantidad de hepatoprotector adicionado, gr/kg alimento | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0005 |
| Costo de HP/kg , S/. | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 140.00 |
| Costo de HP adicionado, S/. / kg alimento | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.08 |
| Costo de SM + hepatoprotector adicionado, S/. /kg de alimento | 0.000 | 0.000 | 0.266 | 0.139 | 0.217 |
| Costo de alimentación, S/. /ave | 9.53 | 9.92 | 9.57 | 9.87 | 9.82 |
| RETRIBUCIÓN ECONÓMICO | | | | | |
| Ingresos por ave, S/. | 3.29 | 2.38 | 3.38 | 3.22 | 3.29 |
| Por kg de peso vivo, S/. | 1.15 | 0.87 | 1.17 | 1.11 | 1.13 |
| PORCENTAJE | 100 | 76 | 102 | 97 | 98 |

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V.

DISCUSIÓN

5.1 Peso Corporal

El peso corporal de pollos de engorde que consumieron dietas con maíz contaminado con micotoxinas y la suplementación con secuestrantes de micotoxinas y hepatoprotectores revela diferencias significativas en el rendimiento de las aves. A los 21 días, se observó que la suplementación con 0.1% de secuestrante de micotoxinas (SM) mejoró el peso corporal en comparación con las aves que consumieron maíz contaminado sin suplementación, así como con aquellas que recibieron maíz normal. Esto indica que el uso de SM es efectivo para mitigar los efectos negativos de las micotoxinas en el crecimiento de los pollos. A los 42 días, tanto la suplementación con 0.1% SM como con 0.05% SM más 0.0125% HP mostró mejoras en el peso corporal en comparación con las aves alimentadas solo con maíz contaminado. Se evidencia que son consistentes con la literatura existente, donde se establece que las micotoxinas pueden afectar negativamente el crecimiento y la salud de los pollos, y que la inclusión de secuestrantes y hepatoprotectores puede ayudar a restaurar el rendimiento. Los autores mencionan que las aves que consumieron dietas con maíz contaminado (MH) presentaron pesos corporales y ganancias de peso inferiores, además de un mayor consumo de alimento y una conversión alimenticia menos eficiente en comparación con los demás tratamientos. La suplementación con secuestrantes de micotoxinas y hepatoprotectores no solo restauró el peso corporal y la ganancia de peso diaria, sino que también mejoró la eficiencia de conversión alimenticia. Este efecto restaurador es especialmente notorio con la suplementación del 0.1% de SM, que resultó en la conversión alimenticia más eficiente. Al comparar estos resultados con otros estudios, Abudabos et al. (2024) hallaron que la utilización de aluminosilicatos en pollos de engorde también condujo a mejoras en el peso corporal y la eficiencia en el consumo de alimento. De manera similar, Nazarizadeh y Pourreza (2019) documentaron la recuperación de la ganancia de peso diaria y la eficiencia en la conversión alimenticia en pollos expuestos a aflatoxinas. Estos hallazgos resaltan la relevancia de las estrategias de suplementación para mitigar los efectos negativos de las micotoxinas en la alimentación avícola, lo cual es coherente con los estudios de Janocha et al. (2021) y Bendowski et al. (2022), quienes también informaron mejoras similares al incorporar cardo mariano en las dietas de aves.

5.2 Ganancia de peso

Aunque el análisis estadístico no encontró diferencias significativas en las ganancias de peso durante las etapas de 0 a 14 días, 15 a 28 días y 29 a 42 días ($p > 0.05$), sí se observó una tendencia en la ganancia de peso total a lo largo de toda la evaluación ($p < 0.05$). Los tratamientos que incluyeron SM y/o hepatoprotector mostraron mayores ganancias de peso en comparación con el tratamiento de maíz húmedo sin estas suplementaciones. Se muestra que, aunque no se evidencian mejoras significativas en periodos específicos, la combinación de SM y HP tiene un impacto positivo en la ganancia de peso de los pollos a lo largo del tiempo. En el caso del control, la ganancia de peso total fue de 66.6 g/d, mientras que el maíz húmedo (MH) solo alcanzó 63.8 g/d. En contraste, los tratamientos con SM, como MH + 0.1% SM y MH + 0.05% SM + 0.0125% HP, mostraron ganancias de 68.0 g/d y 68.2 g/d, respectivamente. El maíz contaminado con micotoxinas representa un riesgo significativo en la dieta de los pollos de engorde, el empleo de secuestrantes de micotoxinas es una táctica habitual para disminuir la absorción de estas toxinas y sus efectos negativos en el rendimiento animal. Además, las micotoxinas pueden comprometer la salud hepática, lo que justifica la inclusión de hepatoprotectores como la silimarina. Estos hallazgos son consistentes con investigaciones previas, como las de Abudabos et al. (2024), que reportaron mejoras en el peso corporal y la eficiencia alimenticia en pollos suplementados con aluminosilicatos. Asimismo, Nazarizadeh y Pourreza (2019) encontraron que la suplementación con SM restauró la ganancia de peso diario y la eficiencia de conversión alimenticia en pollos expuestos a aflatoxinas. A pesar de que no se observaron diferencias significativas en las etapas individuales de crecimiento, los resultados globales indican que la inclusión de secuestrantes y hepatoprotectores puede ser clave para mejorar la ganancia de peso total en pollos alimentados con maíz contaminado. La actividad hepatoprotectora de la silimarina y otros compuestos puede contribuir a la recuperación del crecimiento, especialmente en etapas críticas del ciclo productivo. Este estudio resalta la importancia de monitorear el impacto de las micotoxinas en la salud y el rendimiento de los pollos, así como la necesidad de implementar estrategias de mitigación efectivas, como el uso de SM y HP, para asegurar un crecimiento óptimo y la salud general de las aves.

5.3 Consumo de alimento

El análisis estadístico reveló diferencias significativas en el consumo de alimento a los 35 y 42 días ($p < 0.05$) debido a los tratamientos aplicados. A los 35 días, las aves que recibieron dietas suplementadas con SM y HP mostraron el mayor consumo en comparación con el tratamiento de maíz normal y el tratamiento de maíz húmedo más 0.1% SM. Sin embargo, a los 42 días, las aves que consumieron maíz húmedo sin ninguna suplementación presentaron el mayor consumo de alimento, mientras que aquellas que recibieron maíz húmedo con 0.1% SM mostraron el menor. Los resultados indican que, aunque la suplementación con secuestrantes y hepatoprotectores inicialmente favoreció el consumo de alimento, este efecto variaba con el tiempo. En las etapas finales, los tratamientos suplementados mostraron un mayor consumo en comparación con el maíz húmedo sin suplementación, lo que sugiere que la inclusión de estos aditivos puede ser beneficiosa para maximizar la ingesta de alimento en ciertas fases del crecimiento. El maíz contaminado con micotoxinas es un riesgo omnipresente en la alimentación de pollos de engorde, y las estrategias como el uso de secuestrantes de micotoxinas son utilizadas para disminuir su absorción y mitigar sus efectos negativos en el rendimiento animal. Las micotoxinas no solo afectan la salud de los pollos, sino que también disminuyen la capacidad desintoxicadora del hígado, lo que justifica la inclusión de hepatoprotectores como la silimarina. Las aves que consumieron dietas con maíz húmedo mostraron pesos corporales y ganancia de peso inferiores, así como un mayor consumo de alimento diario y una conversión alimenticia menos eficiente en comparación con los demás tratamientos. Feshanghchi et al. (2022) señalaron que la inclusión de hepatoprotectores en dietas contaminadas mejora la digestibilidad y la eficiencia metabólica, Estos hallazgos son coherentes obtenidos en el presente estudio. La suplementación con SM y HP permitió recuperar el peso corporal y mejorar la eficiencia de conversión alimenticia, siendo especialmente destacable la suplementación con 0.1% de SM, que mostró la conversión más eficiente. Se señala que fueron reportados por Abudabos et al. (2024), quienes observaron que la inclusión de aluminosilicatos en la dieta de pollos de engorde favoreció tanto el consumo de alimento como la eficiencia en su conversión. De igual forma, Nazarizadeh y Pourreza (2019) indicaron que la suplementación con SM contribuyó a restablecer la ganancia diaria de peso en aves expuestas a aflatoxinas. Estos resultados subrayan la relevancia de contrarrestar los efectos tóxicos de las micotoxinas en la alimentación avícola, ya que pueden impactar negativamente la salud y el rendimiento de los animales.

5.4 Conversión alimenticia

Los resultados del análisis estadístico revelan diferencias significativas en la conversión alimenticia a los 7, 21 y 35 días ($p < 0,05$), así como una diferencia altamente significativa a los 42 días ($p < 0,01$). A los 7 días, los pollos que consumieron dietas con maíz húmedo y con 0,1% SM presentaron la conversión menos eficiente en comparación con el tratamiento de maíz normal. Sin embargo, a los 21, 35 y 42 días, las aves que recibieron maíz húmedo más 0,1% de SM mostraron la conversión alimenticia más eficiente, mientras que el tratamiento de maíz húmedo solo (MH) tuvo la conversión menos eficiente en esos mismos días. A los 42 días, la combinación de maíz húmedo con SM y HP resultó en la mejor conversión alimenticia en comparación con el control negativo. Se muestra la importancia de la suplementación para mejorar la eficiencia alimenticia en condiciones de riesgo por micotoxinas. La figura 11 complementa esta información al mostrar que los tratamientos suplementados lograron una conversión alimenticia más eficiente que el maíz húmedo sin suplementación, lo que sugiere un aprovechamiento más efectivo del alimento. El maíz contaminado con micotoxinas representa un riesgo significativo en la alimentación de los pollos de engorde. Estrategias como el uso de secuestrantes de micotoxinas son comúnmente implementadas para reducir su absorción y mitigar sus efectos adversos en el rendimiento animal. En el presente estudio, las aves alimentadas con maíz húmedo presentaron pesos corporales y ganancias de peso inferiores, así como un mayor consumo de alimento diario y una conversión alimenticia menos eficiente en comparación con los tratamientos suplementados. La inclusión de secuestrantes y hepatoprotectores en la dieta restauró la eficiencia de conversión alimenticia, destacando que la suplementación con 0,1% de SM fue la más efectiva. Todo ello es coherente con investigaciones previas, como las de Abudabos et al. (2024), que documentaron mejoras en el consumo de alimento y la eficiencia de conversión en pollos suplementados con aluminosilicatos. Asimismo, Nazarizadeh y Pourreza (2019) encontraron que la suplementación con diferentes secuestrantes de micotoxinas restauró la ganancia de peso diario y la eficiencia de conversión alimenticia en pollos expuestos a aflatoxinas. Baradaran et al. (2019) atribuyen este efecto a la capacidad de la silimarina para mejorar la actividad antioxidante hepática, facilitando un metabolismo más eficiente. Asimismo, la reducción del estrés oxidativo permite que los nutrientes sean utilizados de manera más efectiva para el crecimiento.

5.5 Rendimiento de la canal y órganos comestibles

El rendimiento de la canal fue significativamente mayor en el rendimiento de canal, pechuga, hígado y grasa abdominal entre los diferentes tratamientos. Los pollos alimentados con maíz normal mostraron un peso de canal del 87.6%, mientras que aquellos con maíz húmedo alcanzaron el 87.9%. En cuanto a la pechuga, el maíz húmedo presentó un rendimiento del 34.0%, inferior al 35.3% del maíz normal, pero el tratamiento con 0.1% SM logró un 34.6%. Respecto al hígado, los valores fueron relativamente similares entre los tratamientos, destacando que el maíz húmedo presentó un peso de 51.6 g, mientras que el maíz húmedo con 0.1% SM mostró 55.1 g. En cuanto a la grasa abdominal, las aves alimentadas con maíz húmedo mostraron una reducción en su contenido, alcanzando solo 22.3 g, en comparación con los 29.1 g del maíz normal. Los tratamientos con suplementación variaron entre 22.2 g y 26.4 g, sin que se observaran diferencias significativas. Estos hallazgos sugieren que, aunque la suplementación con secuestrantes y hepatoprotectores puede mejorar otros aspectos del rendimiento animal, como el crecimiento y la conversión alimenticia, no parece influir significativamente en el rendimiento de canal y órganos comestibles. Estos resultados corroboran las observaciones de Bendowski et al. (2022) reportaron que la inclusión de silimarina no solo mejora el rendimiento productivo, sino que también optimiza la calidad de la canal. Esto es relevante dado que el maíz contaminado con micotoxinas representa un riesgo constante en la alimentación de pollos de engorde, lo que justifica la inclusión de aditivos como los aluminosilicatos y la silimarina, que buscan mitigar los efectos negativos de estas toxinas. Los resultados son consistentes con estudios previos que han documentado la importancia de estos aditivos en la mejora del rendimiento general de los pollos, aunque su efecto sobre el rendimiento de canal no se haya evidenciado de manera significativa en este caso. La falta de diferencias estadísticas en los rendimientos de los órganos comestibles resalta la manera más profunda cómo los secuestrantes de micotoxinas y hepatoprotectores pueden afectar la salud y el desempeño de los pollos de engorde cuando están expuestos a micotoxinas.

5.6 Órganos del sistema inmune

El estudio analizó el impacto de un secuestrante de micotoxinas y un hepatoprotector en las dietas con maíz húmedo para pollos de engorde, centrándose en la salud de sus órganos del sistema inmune. Los resultados revelaron diferencias estadísticamente significativas en el peso del timo y en el tamaño de la bursa y el bazo, lo que sugiere que el tratamiento tiene un efecto notable en estos órganos ($p < 0.05$). Los pollos alimentados con maíz húmedo presentaron

un peso corporal y una ganancia de peso inferior, así como un mayor consumo de alimento y una conversión alimenticia menos eficiente en comparación con los demás tratamientos. Sin embargo, la inclusión de un secuestrante de micotoxinas y un hepatoprotector en la dieta mejoró significativamente estos parámetros. En particular, la suplementación con 0.1% de secuestrante mostró la conversión alimenticia más eficiente. Estos hallazgos corroboran la actividad hepatoprotectora de la silimarina, que se traduce en un crecimiento mejorado al final del ciclo productivo. Los resultados son consistentes con los reportados por Abudabos et al. (2024), quienes observaron mejoras en el peso corporal y la eficiencia de conversión alimenticia en pollos de engorde tratados con aluminosilicatos. Asimismo, estudios previos han indicado que las micotoxinas pueden afectar negativamente el metabolismo y la regulación del apetito, lo que a su vez reduce la absorción y utilización de nutrientes. En este contexto, se observó que el peso relativo del hígado se mantuvo similar en todos los tratamientos, aunque la deposición de grasa abdominal disminuyó en las dietas con maíz húmedo. Los órganos del sistema inmune, como el timo, la bursa de Fabricio y el bazo, son indicadores clave de la salud inmunitaria en aves de corral. En este estudio, el peso del timo disminuyó, mientras que el bazo y la bursa aumentaron en las dietas con maíz húmedo. Esto sugiere una respuesta inmune frente a las micotoxinas, ya que el aumento del peso del bazo puede indicar una activación del sistema inmunológico. La presencia de micotoxinas T2 se ha asociado con la reducción de células linfoides, lo que provoca resistencia a infecciones. El análisis de los parámetros bioquímicos también reveló que las dietas con maíz húmedo llevaron a una disminución en los niveles de proteína total y albúmina, aunque la suplementación con secuestrantes tendió a normalizarlos. Además, se observó un incremento en las enzimas hepáticas alanina aminotransferasa (ALA) y aspartato aminotransferasa (ASA) en las aves alimentadas con maíz húmedo, lo que indica un daño hepático. Sin embargo, la suplementación con secuestrantes mitigó este efecto, sugiriendo una protección hepática. Song et al. (2023) reportaron que las dietas suplementadas con secuestrantes de micotoxinas y hepatoprotectores aumentaron los niveles de inmunoglobulinas en aves expuestas a micotoxinas. Esto respalda la hipótesis de que la mejora en el metabolismo hepático y la reducción del estrés oxidativo también contribuyen al fortalecimiento del sistema inmune, favoreciendo el bienestar general de las aves. En cuanto a la morfología intestinal, las aves alimentadas con maíz húmedo mostraron cambios significativos, como un aumento en la altura de las vellosidades ileales con la suplementación de secuestrantes y hepatoprotectores. Esto sugiere una mejora en la capacidad de absorción intestinal. Sin embargo, se observó una reducción en el largo de las vellosidades cecales, lo que podría indicar una alteración en la función intestinal. Finalmente, el estudio también abordó la

composición del microbiota intestinal, encontrando un menor conteo de *E. coli* en las dietas con maíz húmedo, excepto en el tratamiento con mayor suplementación de secuestrantes. Esto sugiere que la reducción de *E. coli* podría ser atribuible a las propiedades antimicrobianas de las micotoxinas o a su efecto tóxico sobre las células intestinales.

5.7 Parámetros bioquímicos sanguíneos de pollos de engorde

A los 28 días, se observó que la alanina aminotransferasa (ALT) presentó un valor promedio de 31.0 en el grupo control (MN), mientras que el grupo que recibió maíz húmedo (MH) mostró un aumento considerable, alcanzando 81.0. Los tratamientos que incluyeron aditivos, como MH + 0.1% SM mostraron valores intermedios, todos significativamente diferentes del grupo control. Es así que, los niveles de aspartato aminotransferasa (AST) no mostraron diferencias significativas entre los grupos, lo que indica que, a esta edad, no hay evidencia clara de daño hepático o muscular.

A los 42 días, los niveles de ALT aumentaron en todos los grupos, pero el grupo MH continuó presentando el valor más alto. En contraste, los niveles de AST mostraron variaciones significativas, siendo el grupo MH + SM + HP el que presentó el valor más bajo, lo que podría sugerir un mejor estado de salud en comparación con otros tratamientos. En cuanto a las proteínas totales, el grupo MN mostró el nivel más alto, mientras que el grupo MH + SM + HP tuvo el más bajo, lo que sugiere que los tratamientos pueden afectar la síntesis o el metabolismo de las proteínas en los pollos. La albumina también mostró diferencias significativas, esto subraya la relevancia de los tratamientos en la salud general y el bienestar nutricional de los animales. Estos resultados son coherentes con los estudios previos sobre el efecto de las micotoxinas en la salud de los pollos.

El maíz contaminado con micotoxinas representa un riesgo significativo, ya que puede disminuir la capacidad desintoxicadora del hígado, como se ha documentado en estudios previos. Abudabos et al. (2024) y Nazarizadeh y Pourreza (2019) sugieren que el uso de adsorbentes de micotoxinas y hepatoprotectores, como la silimarina, puede mitigar estos efectos negativos, mejorando el crecimiento y la eficiencia de conversión alimenticia en pollos expuestos a dietas contaminadas.

En términos de salud hepática, el estudio observó que la actividad de las enzimas alanina aminotransferasa (ALT) y aspartato aminotransferasa (AST) se incrementó en las aves

alimentadas con dietas contaminadas, pero la suplementación con secuestrantes ayudó a mitigar este efecto. Esto concuerda con los hallazgos de Barati et al. (2018), quienes señalaron que las micotoxinas pueden inducir necrosis hepática, lo que se refleja en un aumento de estas enzimas en suero. La inclusión de hepatoprotectores como la silimarina ha demostrado ser beneficiosa para restaurar la función hepática en aves expuestas a micotoxinas.

En conjunto, resaltan la importancia de abordar la contaminación por micotoxinas en la alimentación avícola y la eficacia de los secuestrantes y hepatoprotectores en la mejora del crecimiento y la salud de los pollos de engorde. Yang et al. (2012) reportaron patrones similares, indicando que los suplementos que protegen la función hepática y reducen el estrés oxidativo tienen un efecto positivo progresivo sobre la ganancia de peso en aves de engorde. En el presente estudio se observa que la suplementación con SM y HP ayuda a restaurar el peso corporal y la ganancia de peso diario, y parece influir positivamente sobre los parámetros bioquímicos sanguíneos, lo que refleja una mejora en la salud general de los animales.

5.8 Retribución económica del alimento

El análisis de la retribución económica del alimento en pollos de engorde revela diferencias significativas entre los tratamientos aplicados, especialmente en el uso de secuestrantes de micotoxinas y hepatoprotectores. La evaluación se realizó considerando los ingresos generados por la venta de aves y los costos asociados al alimento, tomando como referencia el grupo control, que obtuvo un retorno del 100%. Los resultados indican que el tratamiento MH + 0.1% SM presentó un retorno económico del 102%, lo que representa un aumento significativo en comparación con el grupo control. En contraste, el tratamiento MH (sin aditivos) mostró una reducción del 24% en el retorno económico.

Los pesos vivos promedio de las aves variaron entre los tratamientos, siendo el MH+0.105% SM + 0.0125% HP y el MH + 0.1% SM los que alcanzaron los mayores pesos 2.913 Kg y 2.908 Kg respectivamente, mientras que el tratamiento MH presentó el menor peso (2.733 kg). Este aumento en el peso vivo se tradujo en un ingreso bruto por ave más alto en el grupo con SM y HP, alcanzando S/. 13,108.5, en comparación con S/. 12,298.5 del tratamiento SM. Riahi et al. (2021) destacaron que los aditivos detoxificantes y hepatoprotectores son herramientas clave para optimizar la rentabilidad en sistemas avícolas, especialmente en contextos de alta contaminación por micotoxinas, como el presente estudio. En términos de costos de alimentación, el tratamiento MH tuvo el costo más alto, con S/. 9.92 por ave, mientras

que el MH + 0.1% SM mostró un costo de S/. 9.55. Esto sugiere que, a pesar de un costo similar en la alimentación, la inclusión de SM mejoró la eficiencia del uso del alimento. Además, los costos totales del alimento fueron más bajos en el tratamiento MH + 0.1% SM, lo que contribuyó a su mejor retorno económico. Son consistentes con hallazgos previos que indican que el uso de aditivos como la silimarina puede mejorar la salud y el rendimiento de los pollos al contrarrestar los efectos negativos de las micotoxinas en la dieta. Abudabos et al. (2024) y otros autores han documentado que la inclusión de adsorbentes en la alimentación de aves puede resultar en un mejor crecimiento y eficiencia de conversión alimenticia, lo que a su vez se traduce en un aumento en los ingresos por venta de aves.

CAPÍTULO VI.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Los pesos corporales fueron ajustados por el covariable peso corporal inicial a los 14, 28 y 35 días de edad. A los 21 días, el tratamiento con Maíz Húmedo+0.1%SM mostró el mayor valor (915a), significativamente superior al del maíz normal (MN) y maíz húmedo (MH), lo que sugiere un efecto positivo de la suplementación con SM en esa etapa.
- En los días posteriores (28, 35 y 42), aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$), los tratamientos con suplementos tienden a mantener valores más altos.
- Hacia el día 42, los tratamientos MH+0.05%SM, MH+0.05%SM+0.0125%HP, y MH+0.1%SM muestran los valores más altos (2908, 2913 y 2878 respectivamente), con tendencias estadísticas cercanas a la significancia ($P = 0.052$), lo que sugiere un posible beneficio acumulativo de los aditivos.
- El efecto del secuestrante de micotoxinas y hepatoprotector en dietas con maíz húmedo sobre la ganancia de peso diario de pollos de engorde. Aunque en las etapas iniciales (0 a 14 días) no hubo diferencias significativas entre los grupos, se observa una tendencia positiva en la ganancia de peso total cuando se incorpora el secuestrante de micotoxinas (SM) y el hepatoprotector (HP) a la dieta con maíz húmedo.
- El grupo que recibió Maíz Húmedo+0.05%SM+0.0125% HP mostró la mayor ganancia de peso total (68,2 g/d), seguido por el grupo con MH+0.1%SM (68,0 g/d).
- A partir del día 35 y especialmente al día 42, emergen diferencias estadísticamente significativas: El grupo alimentado solo con maíz húmedo sin suplementos (HM) presentó el mayor consumo acumulado al día 42 (4730 g), con una diferencia estadística significativa respecto al grupo MH+0.1%SM, que mostró el menor consumo (4434 g).
- El grupo con MH+0.05%SM+0.0125%HP también tuvo un alto consumo a los 35 días (3604 g), siendo estadísticamente superior al del grupo con maíz normal (3278 g).
- En cuanto a la conversión alimenticia se observa que desde el inicio (día 7), existen diferencias estadísticamente significativas ($P = 0.042$), donde el grupo con maíz normal

tuvo una mejor eficiencia (0.70) que el de maíz húmedo sin suplementos (0.86), lo que se repite también a los días 21 ($P = 0.034$), 35 ($P = 0.048$) y 42 ($P < 0.001$)

- El tratamiento MH+0.1%SM destaca consistentemente con la mejor conversión alimenticia final (1.52 a los 42 días), incluso mejor que el maíz normal, lo que indica un uso más eficiente del alimento. En contraste, el grupo con solo maíz húmedo (MH) fue el menos eficiente, con la peor conversión final (1.73). La combinación de SM+HP también mejoró la conversión respecto al MH, aunque no tanto como el uso de SM solo al 0.1%.
- El tratamiento con MH+0.1%SM alcanzó el mayor peso al sacrificio (2924 g) y el mayor rendimiento de canal (88.8%), superando incluso al grupo alimentado con maíz normal.
- La inclusión del HP no mostró mejoras adicionales en el rendimiento, y su combinación con SM presentó el menor porcentaje de pechuga (32.6%).
- En el timo, el grupo con maíz normal mostró el peso más alto (12.75g), significativamente mayor que los grupos con maíz húmedo sin y con suplementos ($P = 0.029$). Esto indica que el maíz húmedo, incluso con aditivos, podría reducir el desarrollo del timo.
- Para la bursa de Fabricio, el grupo con maíz húmedo (MH) y los que recibieron MH + 0.1% y 0.05% SM tuvieron un tamaño significativamente mayor en comparación con el maíz normal ($P = 0.003$), lo que podría sugerir una respuesta compensatoria o activación inmunológica ante el estrés que podría causar el maíz húmedo.
- En el bazo, se observaron diferencias significativas ($P = 0.010$), donde el grupo con MH +0.1%SM presentó el mayor peso (25.2 g), mientras que el grupo con la combinación de SM+HP mostró el peso más bajo (20.6 g), indicando que los tratamientos afectan de forma diferente este órgano linfoide.
- A los 28 días, la alanina aminotransferasa (ALT), un marcador sensible de daño hepático, fue significativamente más alta en el grupo con maíz húmedo (81.0) comparado con el maíz normal y los grupos suplementados, que mantuvieron niveles bajos y similares entre sí ($P < 0.01$). Esto sugiere que el maíz húmedo por sí solo puede afectar negativamente la salud hepática, mientras que los suplementos ayudan a mitigar este efecto.
- A los 42 días, aunque no hubo diferencias significativas en ALT, la aspartato aminotransferasa (AST) mostró variaciones importantes ($P = 0.03$), siendo más alta en

el grupo con MH+0.05%SM, lo que puede indicar un estrés hepático moderado en esta combinación.

- El grupo con maíz normal (MN) presentó una retribución económica base (100%) con un ingreso bruto por ave de S/. 12,820.5 y un costo total de alimentación de S/. 9.53, resultando en una ganancia neta de S/. 3.30 por ave.
- El grupo con maíz húmedo sin aditivos (MH) mostró una reducción importante en la rentabilidad (76%), con menor peso promedio y mayor costo de alimentación, resultando en solo S/. 2.38 de ganancia por ave.

6.2 Recomendaciones:

- Se recomienda la implementación de aluminosilicatos y silimarina en las dietas de aves en áreas donde la contaminación por micotoxinas es frecuente, ajustando las dosis según los niveles de contaminación presentes.
- Realizar estudios adicionales que evalúen la interacción entre diferentes tipos de micotoxinas y aditivos protectores, así como su impacto en la calidad de la carne y otros parámetros de salud.
- Incluir evaluaciones económicas detalladas para cuantificar el costo-beneficio de la suplementación en diferentes escenarios de producción.
- Promover la capacitación de productores avícolas sobre los riesgos de las micotoxinas y las estrategias de mitigación disponibles, como los suplementos evaluados en este estudio.

CAPÍTULO VI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adegbeye, M. J., Reddy, P. R., Chilaka, C. A., Balogun, O. B., Elghandour, M. M., Rivas-Caceres, R. R., & Salem, A. Z. (2020). Mycotoxin toxicity and residue in animal products: Prevalence, consumer exposure and reduction strategies – A review. *Toxicon*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2020.01.007>
- Baradaran, A., Samadi, F., Ramezanpour, S., & Yousefdoust, S. (2019). Hepatoprotective effects of silymarin on CCl4-induced hepatic damage in broiler chickens model. *Toxicology Reports*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2019.07.011>
- Baranda, A., & Martínez de Marañón, I. (2009). Micotoxinas en alimentos y piensos. In A. Baranda, & I. Martínez de Marañón, *IKERKETAK INVESTIGACIÓN*.
- Beagle. (2020). *Inocuidad: Micotoxinas*. From <https://beaglesac.blogspot.com/2020/12/inocuidad-micotoxinas.html>
- Bendowski, W., Michalczuk, M., Józwick, A., Kareem, K. Y., Łozick, A., Karwacki, J., & Bie, D. (2022). Using Milk Thistle (*Silybum marianum*) Extract to Improve the Welfare, Growth Performance and Meat Quality of Broiler Chicken. *Animals MPDI*. doi:<https://doi.org/10.3390/ani12091085>
- Bervis Semilianeue, N. (2019). *Investigación de aflatoxinas en leche y en productos destinados a la alimentación animal*. Zaragoza : Universidad de Zaragoza .
- Bogantes-Ledezma, P., Bogantes-Ledezma, D., & Bogantes-Ledezma, S. (2004). Aflatoxinas. *Acta Médica Costarricense*.
- Bueno, D. (2014). EFECTOS DE LOS SECUESTRANTES DE. *Sitio Argentino de Producción Animal*. From https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/intoxicaciones/206-micotoxinas.pdf
- Bui-Klimke, T. R., & Wu, F. (2016). Ochratoxin A and human health risk: A review of the evidence. *Crit Rev Food Sci Nutrition*. doi: 10.1080/10408398.2012.724480

- Carvajal, M. (2013). Transformación de la aflatoxina B1 de alimentos, en el cancerígeno humano, aducto AFB1-ADN. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*. doi: 10.1016/S1405-888X(13)72082-5
- Cuéllar Sáenz, J. A. (2021 , 11 17). *Ocratoxina A y su impacto en el bienestar intestinal en aves de producción*. From *Veterinaria digital* : <https://www.veterinariadigital.com/articulos/ocratoxina-a-y-su-impacto-en-el-bienestar-intestinal-en-aves-de-produccion/>
- Dänicke, S., Keese, C., Meyer, U., Starke, A., Kinoshita, A., & Rehage, J. (2014). Zearalenone (ZEN) metabolism and residue concentrations in physiological specimens of dairy cows exposed long-term to ZEN-contaminated diets differing in concentrate feed proportions. *Animal Nutrition* . doi:<https://doi.org/10.1080/1745039X.2014.973236>
- El-Sayed, R. A., Jebur, A. B., Kang, W., & El-Demerdash, F. M. (2022). An overview on the major mycotoxins in food products: characteristics, toxicity, and analysis. *Journal of Future Foods*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2022.03.002>
- Feshanghchi, M., Baghban-kanan, P., Kashefi-Motlagh, B., Adib, F., Azimi-Youvalari, S., Hosseintabar-Ghasemabad, B., . . . Khan, R. U. (2022). Milk Thistle (*Silybum marianum*), Marine Algae (*Spirulina platensis*) and Toxin Binder Powders in the Diets of Broiler Chickens Exposed to Aflatoxin-B1: Growth Performance, Humoral Immune Response and Cecal Microbiota. *Agriculture*. doi: <https://doi.org/10.3390/agriculture12060805>
- Ghosh, S., Godwin, A., Oke, A., Al, R., & El, M. (2016). Waste management in USA through case studies: e-waste recycling and waste energy plant. *Robert Gordon*. From https://www.researchgate.net/publication/304117718_Ghosh_SK_Lee_J_Godwin_AC_Oke_A_Al-Rawi_R_and_El-Hoz_M_2016_Waste_Management_in_USA_through_case_studies_e-waste_recycling_and_waste_to_energy_plant_Journal_of_Solid_Waste_Technology_Management_421
- Gimeno, A., & Martins, M. L. (2007). *Micotoxinas y Micotoxicosis en Animales y Humanos*. Special Nutrients. From <https://studylib.es/doc/8724313/micotoxinas-y-micotoxicosis-en-animales-y-humanos>

- Gruber-Dorninger, C., Munkvold, G. P., Arias, S., & Taschl, I. (2019). Capítulo 9 - Micotoxinas en el maíz: ocurrencia, impactos y manejo. *Maíz (Tercera Edición)*. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811971-6.00009-7>
- Guerre, P. (2016). Mycotoxins and animal health: Overview and recent insights. *Mycotoxins and animal health: Overview and recent insights*.
- INC, I. N. (2024). *malondialdehído*. From *malondialdehído*: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/malondialdehido>
- Jahanian, E., Mahdavi, A., & Jahanian, R. (2021). Silymarin improved the growth performance via modulating the microbiota and mucosal immunity in Escherichia coli-challenged broiler chicks. *Livestock Science*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104529>
- Janocha, A., Milczarek, A., & Pietrusiak, D. (2021). Impact of Milk Thistle (*Silybum marianum* [L.] Gaertn.) Seeds in Broiler Chicken Diets on Rearing Results, Carcass Composition, and Meat Quality. *Animals*. doi:10.3390/ani11061550
- Kabak, B., & Dobson, A. D. (2006). Estrategias biológicas para contrarrestar los efectos de las micotoxinas. *PubMed*. doi:10.4315/0362-028x-72.9.2006
- Kihal, A. (2022). Uso de absorbentes de micotoxinas para detox de animales de granja. *Mycotoxinsite*. From <https://mycotoxinsite.com/uso-adsorbentes-micotoxinas-detoxificar-animales-granja/>
- Luttmann, M. (2024, Abril). ¡Atención Micotoxinas! *Miavit GmbH*. From <https://actualidadavipecuaria.com/atencion-micotoxinas/>
- Mafe, A., & Busselberg, D. (2024). Mycotoxins in Food: Cancer Risks and Strategies for Control. *Pubmed Central*, 13(21). From <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11545588/>
- Malekinejad, H., Maas-Bakker, R., & Fink-Gremmels, J. (2006). Species differences in the hepatic biotransformation of zearalenone. *The Veterinary Journal*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2005.03.004>

- Murugesan, G. R., Ledoux, D. R., Naehrer, K., Berthiller, F., Applegate, T. J., Grenier, B., . . . Schatzmayr, G. (2015). Prevalence and effects of mycotoxins on poultry health and performance, and recent development in mycotoxin counteracting strategies. *Poultry Science* . doi:10.3382/ps/pev075
- NutriBiogenics. (2022, Abril 11). Efecto Hepatoprotector de la Silimarina y el NBG HepatoShield. From <https://nutribiogenics.com/2022/04/11/efecto-hepatoprotector-de-la-silimarina-y-el-nbg-hepatoshield/>
- Odjo, S. (2023, Marzo 13). Las micotoxinas, un peligro invisible para la salud del consumidor. From <https://www.cimmyt.org/es/noticias/las-micotoxinas-un-peligro-invisible-para-la-salud-del-consumidor/>
- Olivera, S., & Blanch, A. (2017). Importancia del uso de protectores hepáticos de la producción de pollos de engorde. *AVIGAN*. From <https://avigan.hn/?p=4147>
- Ortiz A., M. (2016, Septiembre 21). Susceptibilidad a las micotoxinas. *Susceptibilidad a las micotoxinas*. From https://www.engormix.com/porcicultura/miscellaneous/susceptibilidad-micotoxinas_f80409/
- Otero García, L. (2023). *Mycotoxins: characteristics and implication in human health*. Coruña : Universidad de Coruña.
- Patriarca, A., & Fernández Pinto, V. (2017). Prevalence of mycotoxins in foods and decontamination. *Current Opinion in Food Science*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cofs.2017.01.011>
- Pleadin, J., Frece, J., & Markov, K. (2019). Mycotoxins in food and feed. *Advances in food and Nutrition research*. doi:10.1016/bs.afnr.2019.02.007
- Radko, L., & Cybulski, W. (2007). Application of silymarin in human and animal medicine. *Journal of Pre-Clinical and Clinical Research*.
- Ravelo Abreu, A., Rubio Armendáriz, C., Gutiérrez Fernández, A. J., & Hardisson de la Torre, J. (2011). La ocratoxina A en alimentos de consumo humano: revisión. *Nutrición hospitalaria*. doi:10.3305/nh.2011.26.6.5381

- Riahi, I., Ramos, A. J., Raj, J., Jakovčević, Z., Farkaš, H., Vasiljević, M., & Pérez-Vendrell, A. M. (2021). Effect of a Mycotoxin Binder (MMDA) on the Growth Performance, Blood and Carcass Characteristics of Broilers Fed Ochratoxin A and T-2 Mycotoxin Contaminated Diets. *Animals*. doi:10.3390/ani11113205
- Schwab, C. (2014). Deoxinivalenol (DON, Vomitoxina) en el intestino del cerdo. ¿Qué sucede realmente? *Nutrición, secciones*.
- Serrano-Coll, H. A., & Cardona-Castro, N. (2015). Mycotoxicosis and mycotoxins: generalities and basic aspects. *CES Medicina*.
- Song, B., Ma, T., Prévéraud, D. P., Zhang, K., Wang, J., Ding, X., . . . Peng, H. (2023). Research Note: Effects of feeding corn naturally contaminated with aflatoxin B1, deoxynivalenol, and zearalenone on reproductive performance of broiler breeders and growth performance of their progeny chicks. *Poultry Science*. doi:https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103024
- Tapia-Salazar, M., García-Pérez, O. D., Nieto-López, M., Ricque-Marie, D., Villarreal-Cavazos, D., & Cruz-Suárez, L. E. (2010). *Uso de secuestrantes para disminuir la toxicidad de micotoxinas en alimentos para acuicultura*. Nuevo León : Universidad Autónoma de Nuevo León .
- Trombete, F. M., Saldanha, T., Direito, G. M., & Fraga, M. E. (2013). Trichothecenes and aflatoxins contamination in wheat and wheat products: occurrence and methods of determination. *Rev. chil. nutr. vol.40 no.2*. doi:http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182013000200014
- Tsiouris, Poloni, V. L., & Cavaglieri, L. (2021). The impact of mycotoxin contamination in poultry feed on the health and productivity of broilers. *Poultry Science*.
- Turmero, P. (2021, Marzo 12). Aflatoxinas. *Aflatoxinas*. From <https://www.monografias.com/docs114/aflatoxinas/aflatoxinas2>
- Valdivia Aranda, N. (2023). *FUMONISINA B1: PROBLEMÁTICA Y MÉTODOS DE ANÁLISIS PARA SU DETERMINACIÓN EN MAÍZ Y DERIVADOS*. Jaén : UNIVERSIDAD DE JAÉN.

- Yang, J., Bai, F., Zhang, K., Bai, S., Peng, X., Ding, X., . . . Zhao, L. (2012). Effects of feeding corn naturally contaminated with aflatoxin B1 and B2 on hepatic functions of broilers. *Poultry Science* , 10.3382/ps.2012-02544.
- Yang, X., Liu, P., Cui, Y., Xiao, B., Liu, M., & Miao, C. (2020). Revisión de la toxicidad reproductiva de la toxina T-2. *J Agric Food Chem*. doi:10.1021/acs.jafc.9b07880
- Yu, Z., Wu, F., Tian, J., Guo, X., & An, R. (2018). Protective effects of compound ammonium glycyrrhizin, L-arginine, silymarin and glucuro lactone against liver damage induced by ochratoxin A in primary chicken hepatocytes. *Molecular Medicine Reports*. doi:10.3892/mmr.2018.9285

ANEXOS

Anexo 1.

Informe de ensayo microbiológico de la muestra: Maíz molido – T2 – 18%



INFORME DE ENSAYO Nº 24-0316/02

Cliete : CKM S.A.C.
Dirección : JR. IRMA GAMERO DE PLANAS NRO. 225 URB. EL ROSEDAL LIMA - LIMA - SANTIAGO DE SURCO
Solicitante : Dra. Viviana San Martín
Ficha Nº : 24-0316
Asunto : Ensayo microbiológico
Fecha de Ingreso : 01/02/2024
Fecha Inicio de Análisis : 01/02/2024
Fecha de Emisión : 03/02/2024
Ficha de Referencia : No aplica

MUESTRA: MAIZ MOLIDO - T2-18%

| Detalles | Referencia |
|--------------------|--------------|
| Presentación | Saco de yute |
| Número de Muestras | 1 |

Análisis: ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Cantidad: 1

Resultados:

| Muestra | AFLATOXINA | | | |
|----------------------|------------|----------|---------------------|--------------------------|
| | RESULTADO | Unidades | Límite de detección | Límite de cuantificación |
| MAIZ MOLIDO - T2:18% | < 1,4 | ppb | 1,4 | 5 |

| Muestra | OCRATOXINA | | | |
|----------------------|------------|----------|---------------------|--------------------------|
| | RESULTADO | Unidades | Límite de detección | Límite de cuantificación |
| MAIZ MOLIDO - T2:18% | 3,0 | ppb | 1 | 2 |

| Muestra | TOXINA T2 | | | |
|----------------------|-----------|----------|---------------------|--------------------------|
| | RESULTADO | Unidades | Límite de detección | Límite de cuantificación |
| MAIZ MOLIDO - T2:18% | 47,4 | ppb | 10 | 25 |

Los resultados de los ensayos pertenecen y son válidos sólo para las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto o como certificado del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Los valores de referencia para la aceptación o rechazo se encuentran documentados para cada metodología dentro del laboratorio. Cuando la toma de muestra no sea realizada por ALFA BIOL S.A.C., el cliente será responsable de la veracidad de la información de la muestra proporcionada para el ensayo. Cuando el laboratorio sea requerido por ley o autorizado por las disposiciones contractuales, para revelar información confidencial, el cliente o parte interesada será previamente notificada respecto a la información proporcionada, salvo que esté prohibido por ley. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de ALFA BIOL S.A.C.



INFORME DE ENSAYO Nº 24-0316/02

| Muestra | FUMONISINA | | | |
|----------------------|------------|----------|---------------------|--------------------------|
| | RESULTADO | Unidades | Límite de detección | Límite de cuantificación |
| MAIZ MOLIDO - T2:18% | 2,9 | ppm | 0,2 | 1 |

OBS:

ppb = ug/Kg / ppm = mg/Kg

LD: Límite de detección, **LC:** Límite de cuantificación. Valor=LD: Valor detectado por el método. **No repetible;** Valor > LC: Valor detectado por el método. **Repetible;** Valor entre LD y LC: Valor detectado por el método. **Con probabilidad de repetir.**

Muestra proporcionada por el CLIENTE

METODOLOGÍA:

Determinación de Aflatoxinas: Determinación de Aflatoxinas en alimentos y piensos por ELISA - Veratox

Determinación de Ocratoxina: Determinación de Ocratoxina en alimentos y piensos por ELISA - Veratox

Determinación Toxina T2: Determinación de Toxina T2 en alimentos y piensos por ELISA - Veratox

Determinación de Fumonisinias: Determinación de Fumonisinias en alimentos y piensos por ELISA - Veratox

Determinación de Zearalenona: Determinación de Zearalenona en alimentos y piensos por ELISA - Veratox

Anexo 2.

Informe de ensayo microbiológico de la muestra: Maíz molido – T3 – 21%

alfabiol
LABORATORIO VETERINARIO

INFORME DE ENSAYO N° 24-0317/02

Cliente : CKM S.A.C.
Dirección : JR. IRMA GAMERO DE PLANAS NRO. 225 URB. EL ROSEDAL LIMA - LIMA - SANTIAGO DE SURCO
Solicitante : Dra. Viviana San Martín
Ficha N° : 24-0317
Asunto : Ensayo microbiológico
Fecha de Ingreso : 01/02/2024
Fecha Inicio de Análisis : 01/02/2024
Fecha de Emisión : 03/02/2024
Ficha de Referencia : No aplica

MUESTRA: MAIZ MOLIDO - T3-21% - 600 GR

| Detalles | Referencia |
|--------------------|--------------|
| Presentación | Saco de yute |
| Número de Muestras | 1 |

Análisis: ANALISIS MICROBIOLÓGICO
Cantidad: 1
Resultados:

| Muestra | AFLATOXINA | | | |
|----------------------|------------|----------|---------------------|--------------------------|
| | RESULTADO | Unidades | Límite de detección | Límite de cuantificación |
| MAIZ MOLIDO - T3:21% | 1,8 | ppb | 1,4 | 5 |

| Muestra | OCRATOXINA | | | |
|----------------------|------------|----------|---------------------|--------------------------|
| | RESULTADO | Unidades | Límite de detección | Límite de cuantificación |
| MAIZ MOLIDO - T3:21% | 1,8 | ppb | 1 | 2 |

| Muestra | TOXINA T2 | | | |
|----------------------|-----------|----------|---------------------|--------------------------|
| | RESULTADO | Unidades | Límite de detección | Límite de cuantificación |
| MAIZ MOLIDO - T3:21% | 40,7 | ppb | 10 | 25 |

Los resultados de los ensayos pertenecen y son válidos sólo para las muestras ensavadas y no deben ser utilizados como una certificación de

INFORME DE ENSAYO Nº 24-0317/02

| Muestra | FUMONISINA | | | |
|----------------------|------------|----------|---------------------|--------------------------|
| | RESULTADO | Unidades | Límite de detección | Límite de cuantificación |
| MAIZ MOLIDO - T3:21% | 2,7 | ppm | 0,2 | 1 |

OBS:

ppb = ug/Kg / ppm = mg/Kg

LD: Límite de detección, **LC:** Límite de cuantificación. Valor=LD: Valor detectado por el método. **No repetible;** Valor > LC: Valor detectado por el método. **Repetible;** Valor entre LD y LC: Valor detectado por el método. **Con probabilidad de repetir.**

Muestra proporcionada por el CLIENTE

METODOLOGÍA:

Determinación de Aflatoxinas: Determinación de Aflatoxinas en alimentos y piensos por ELISA - Veratox

Determinación de Ocratoxina: Determinación de Ocratoxina en alimentos y piensos por ELISA - Veratox

Determinación Toxina T2: Determinación de Toxina T2 en alimentos y piensos por ELISA- Veratox

Determinación de Fumonisinas: Determinación de Fumonisinas en alimentos y piensos por ELISA - Veratox

Determinación de Zearalenona: Determinación de Zearalenona en alimentos y piensos por ELISA - Veratox

Anexo 3.

Peso corporal en pollos de engorde bajo diferentes Tratamientos

Tabla 14

Peso corporal en pollos de engorde bajo diferentes tratamientos.

| Tratamiento | PC inicio | PC 7 d | PC 14 d | PC 21 d | PC 28 d | PC 35 d | PC 42 d |
|--------------------|------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| MN | 51 | 218 | 499 | 856 | 1489 | 2245 | 2895 |
| MN | 46 | 208 | 508 | 855 | 1297 | 2017 | 2822 |
| MN | 48 | 217 | 496 | 838 | 1427 | 2118 | 2871 |
| MN | 53 | 223 | 525 | 877 | 1535 | 2186 | 2884 |
| MN | 56 | 228 | 509 | 855 | 1431 | 1996 | 2732 |
| MN | 50 | 215 | 507 | 891 | 1539 | 2226 | 2888 |
| MH | 55 | 207 | 497 | 877 | 1495 | 2217 | 2714 |
| MH | 49 | 207 | 490 | 833 | 1453 | 2091 | 2816 |
| MH | 51 | 220 | 504 | 854 | 1493 | 2122 | 2683 |
| MH | 51 | 204 | 484 | 764 | 1464 | 2104 | 2588 |
| MH | 55 | 215 | 504 | 852 | 1505 | 2288 | 2746 |
| MH | 51 | 217 | 524 | 874 | 1422 | 2092 | 2851 |
| MH + 1 SM | 55 | 207 | 518 | 925 | 1546 | 2452 | 3022 |
| MH + 1 SM | 50 | 203 | 536 | 960 | 1626 | 2393 | 2879 |
| MH + 1 SM | 53 | 218 | 494 | 907 | 1499 | 2186 | 2882 |
| MH + 1 SM | 42 | 200 | 486 | 924 | 1482 | 2190 | 2911 |
| MH + 1 SM | 59 | 227 | 527 | 898 | 1545 | 2253 | 2963 |
| MH + 1 SM | 48 | 203 | 474 | 879 | 1380 | 2055 | 2792 |
| MH + 0.5 SM | 48 | 210 | 519 | 910 | 1512 | 2098 | 2937 |
| MH + 0.5 SM | 53 | 217 | 521 | 889 | 1643 | 2246 | 2967 |
| MH + 0.5 SM | 50 | 222 | 496 | 878 | 1459 | 2075 | 2762 |
| MH + 0.5 SM | 50 | 205 | 501 | 857 | 1458 | 2112 | 2853 |
| MH + 0.5 SM | 51 | 221 | 505 | 883 | 1447 | 2242 | 2984 |
| MH + 0.5 SM | 48 | 217 | 495 | 872 | 1441 | 2084 | 2762 |
| MH + 0.5SM + HP | 47 | 201 | 486 | 856 | 1485 | 2171 | 2788 |
| MH + 0.5 SM+ HP | 51 | 213 | 525 | 896 | 1571 | 2237 | 2826 |
| MH + 0.5 SM + HP | 51 | 202 | 489 | 813 | 1494 | 2230 | 3094 |
| MH + 0.5 SM + HP | 50 | 204 | 504 | 914 | 1583 | 2251 | 3063 |
| MH + 0.5 SM + HP | 53 | 221 | 536 | 928 | 1570 | 2301 | 2671 |
| MH + 0.5 SM + HP | 51 | 207 | 504 | 888 | 1524 | 2144 | 3036 |

Anexo 4.

Ganancia de peso en pollos de engorde según tratamiento en diferentes etapas de crecimiento

Tabla 15

Ganancia de peso en pollos de engorde según tratamiento en diferentes etapas de crecimiento.

| Tratamiento | GP 0-14 d | GP 15-28 d | GP 29-42 d | GP 0-42 d |
|--------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| MN | 32 | 71 | 100 | 68 |
| MN | 33 | 56 | 109 | 66 |
| MN | 32 | 67 | 103 | 67 |
| MN | 34 | 72 | 96 | 67 |
| MN | 32 | 66 | 93 | 64 |
| MN | 33 | 74 | 96 | 68 |
| MH | 32 | 71 | 87 | 63 |
| MH | 32 | 69 | 97 | 66 |
| MH | 32 | 71 | 85 | 63 |
| MH | 31 | 70 | 80 | 60 |
| MH | 32 | 72 | 89 | 64 |
| MH | 34 | 64 | 102 | 67 |
| MH + 1 SM | 33 | 73 | 105 | 71 |
| MH + 1 SM | 35 | 78 | 89 | 67 |
| MH + 1 SM | 32 | 72 | 99 | 67 |
| MH + 1 SM | 32 | 71 | 102 | 68 |
| MH + 1 SM | 33 | 73 | 101 | 69 |
| MH + 1 SM | 30 | 65 | 101 | 65 |
| MH + 0.5 SM | 34 | 71 | 102 | 69 |
| MH + 0.5 SM | 33 | 80 | 95 | 69 |
| MH + 0.5 SM | 32 | 69 | 93 | 65 |
| MH + 0.5 SM | 32 | 68 | 100 | 67 |
| MH + 0.5 SM | 32 | 67 | 110 | 70 |
| MH + 0.5 SM | 32 | 68 | 94 | 65 |
| MH + 0.5SM + HP | 31 | 71 | 93 | 65 |
| MH + 0.5 SM+ HP | 34 | 75 | 90 | 66 |
| MH + 0.5 SM + HP | 31 | 72 | 114 | 72 |
| MH + 0.5 SM + HP | 32 | 77 | 106 | 72 |
| MH + 0.5 SM + HP | 35 | 74 | 79 | 62 |
| MH + 0.5 SM + HP | 32 | 73 | 108 | 71 |

Anexo 5.

Consumo de alimento por período de crecimiento en pollos de engorde bajo diferentes tratamientos.

Tabla 16

Consumo de alimento por período de crecimiento en pollos de engorde bajo diferentes tratamientos.

| Tratamiento | Cons 0-14d | Cons 15-28 d | Cons 29-42 d | Cons 0-42 d |
|-----------------|------------|--------------|--------------|-------------|
| MN | 43 | 232 | 556 | 277 |
| MN | 36 | 203 | 527 | 255 |
| MN | 45 | 236 | 569 | 283 |
| MN | 44 | 237 | 572 | 284 |
| MN | 46 | 239 | 561 | 282 |
| MN | 46 | 240 | 569 | 285 |
| MH | 54 | 254 | 597 | 302 |
| MH | 47 | 247 | 596 | 297 |
| MH | 50 | 247 | 593 | 297 |
| MH | 42 | 234 | 575 | 284 |
| MH | 56 | 250 | 572 | 293 |
| MH | 57 | 259 | 577 | 298 |
| MH + 1 SM | 51 | 242 | 567 | 286 |
| MH + 1 SM | 51 | 261 | 545 | 286 |
| MH + 1 SM | 54 | 254 | 572 | 293 |
| MH + 1 SM | 45 | 242 | 568 | 285 |
| MH + 1 SM | 33 | 219 | 543 | 265 |
| MH + 1 SM | 40 | 226 | 539 | 268 |
| MH + 0.5 SM | 49 | 248 | 581 | 293 |
| MH + 0.5 SM | 47 | 252 | 576 | 291 |
| MH + 0.5 SM | 52 | 248 | 578 | 293 |
| MH + 0.5 SM | 44 | 237 | 569 | 283 |
| MH + 0.5 SM | 43 | 230 | 577 | 284 |
| MH + 0.5 SM | 42 | 235 | 577 | 285 |
| MH + 0.5SM + HP | 38 | 218 | 577 | 277 |
| MH + 0.5 SM+ HP | 52 | 274 | 586 | 304 |

| | | | | |
|------------------|----|-----|-----|-----|
| MH + 0.5 SM + HP | 47 | 250 | 608 | 301 |
| MH + 0.5 SM + HP | 47 | 250 | 604 | 301 |
| MH + 0.5 SM + HP | 46 | 253 | 563 | 288 |
| MH + 0.5 SM + HP | 37 | 225 | 572 | 278 |

Anexo 6.

Índices de conversión alimenticia en pollos de engorde bajo diferentes tratamientos

Tabla 17

Índices de conversión alimenticia en pollos de engorde bajo diferentes tratamientos.

| Tratamiento | Conv 0-14d | Conv 0-28 d | Conv0-42 d |
|-----------------|------------|-------------|------------|
| MN | 0.98 | 2.15 | 1.56 |
| MN | 0.77 | 2.28 | 1.62 |
| MN | 1.08 | 2.32 | 1.62 |
| MN | 0.97 | 2.14 | 1.65 |
| MN | 1.07 | 2.34 | 1.69 |
| MN | 1.07 | 2.1 | 1.62 |
| MH | 1.24 | 2.28 | 1.83 |
| MH | 1.18 | 2.3 | 1.75 |
| MH | 1.14 | 2.3 | 1.81 |
| MH | 1.06 | 2.19 | 1.79 |
| MH | 1.26 | 2.25 | 1.68 |
| MH | 1.25 | 2.54 | 1.73 |
| MH + 1 SM | 1.11 | 2.15 | 1.52 |
| MH + 1 SM | 1.09 | 2.07 | 1.55 |
| MH + 1 SM | 1.2 | 2.28 | 1.56 |
| MH + 1 SM | 1.07 | 2.19 | 1.55 |
| MH + 1 SM | 0.64 | 2.04 | 1.56 |
| MH + 1 SM | 0.96 | 2.28 | 1.56 |
| MH + 0.5 SM | 1.12 | 2.26 | 1.62 |
| MH + 0.5 SM | 1.03 | 2.03 | 1.59 |
| MH + 0.5 SM | 1.21 | 2.31 | 1.72 |
| MH + 0.5 SM | 1.03 | 2.25 | 1.62 |
| MH + 0.5 SM | 0.99 | 2.23 | 1.58 |
| MH + 0.5 SM | 0.98 | 2.27 | 1.73 |
| MH + 0.5SM + HP | 0.88 | 2.03 | 1.63 |
| MH + 0.5 SM+ HP | 1.19 | 2.36 | 1.62 |

| | | | |
|------------------|------|------|------|
| MH + 0.5 SM + HP | 1.13 | 2.27 | 1.59 |
| MH + 0.5 SM + HP | 1.1 | 2.1 | 1.58 |
| MH + 0.5 SM + HP | 1.02 | 2.25 | 1.63 |
| MH + 0.5 SM + HP | 0.79 | 2.05 | 1.56 |

Anexo 7. Características de la canal y composición corporal en pollos de engorde bajo diferentes tratamientos

Tabla 18

Características de la canal y composición corporal en pollos de engorde bajo diferentes tratamientos.

| <i>Tratamiento</i> | <i>PC 42 d</i> | <i>Canal, kg</i> | <i>Canal, %</i> | <i>Pechuga sin piel, kg</i> | <i>Pechuga, %</i> | <i>Hígado, g</i> | <i>Grasa abdominal, g</i> |
|--------------------|----------------|------------------|-----------------|-----------------------------|-------------------|------------------|---------------------------|
| T0 | 2932 | 2590 | 88.3 | 910 | 35.1 | 50.83 | 32.73 |
| T0 | 2940 | 2530 | 86.1 | 837 | 33.1 | 71.32 | 22.5 |
| T0 | 2930 | 2620 | 89.4 | 950 | 36.3 | 47.8 | 28.79 |
| T0 | 2714 | 2330 | 85.9 | 852 | 36.6 | 57.7 | 27.14 |
| T0 | 2919 | 2580 | 88.4 | 915 | 35.5 | 55.25 | 34.22 |
| T1 | 2731 | 2365 | 86.6 | 791 | 33.4 | 51.04 | 14.68 |
| T1 | 2662 | 2360 | 88.7 | 834 | 35.3 | 60.06 | 18 |
| T1 | 2604 | 2305 | 88.5 | 744 | 32.3 | 46.08 | 30.25 |
| T1 | 2716 | 2390 | 88.0 | 817 | 34.2 | 50.39 | 23.33 |
| T1 | 2920 | 2565 | 87.8 | 890 | 34.7 | 50.37 | 25.26 |
| T2 | 3095 | 2800 | 90.5 | 996 | 35.6 | 49.82 | 19.66 |
| T2 | 2924 | 2600 | 88.9 | 799 | 30.7 | 51.67 | 33.26 |
| T2 | 2860 | 2560 | 89.5 | 919 | 35.9 | 47.16 | 20.27 |
| T2 | 2892 | 2520 | 87.1 | 873 | 34.6 | 50.64 | 11.09 |
| T2 | 2848 | 2505 | 88.0 | 903 | 36.0 | 76.36 | 26.47 |
| T3 | 2905 | 2530 | 87.1 | 959 | 37.9 | 45.4 | 18.45 |
| T3 | 2860 | 2560 | 89.5 | 882 | 34.5 | 56.82 | 32.4 |
| T3 | 2810 | 2460 | 87.5 | 820 | 33.3 | 59.54 | 21.7 |
| T3 | 2990 | 2655 | 88.8 | 858 | 32.3 | 59.8 | 28.12 |
| T3 | 2683 | 2330 | 86.8 | 729 | 31.3 | 55.58 | 31.26 |

| | | | | | | | |
|----|------|------|------|-----|------|-------|-------|
| T4 | 2798 | 2440 | 87.2 | 749 | 30.7 | 49.93 | 27.2 |
| T4 | 3013 | 2620 | 87.0 | 902 | 34.4 | 51.65 | 33.43 |
| T4 | 3036 | 2670 | 87.9 | 894 | 33.5 | 56.46 | 21.9 |
| T4 | 2848 | 2445 | 85.8 | 789 | 32.3 | 52.54 | 24.51 |
| T4 | 2882 | 2515 | 87.3 | 807 | 32.1 | 51.57 | 19.82 |

Anexo 8. Efecto de los tratamientos en el peso del timo, bursa y bazo en pollos de engorde

Tabla 19

Efecto de los tratamientos en el peso del timo, bursa y bazo en pollos de engorde.

| Tratamiento | Timo, g | Bursa, g | Bazo, g | Bursa, mm | Bazo, mm |
|-------------|---------|----------|---------|-----------|----------|
| T0 | 12.5 | 4.12 | 2.84 | 25.3 | 17.42 |
| T0 | 19.34 | 4.8 | 2.54 | 26.49 | 25.25 |
| T0 | 10.96 | 5.12 | 2.29 | 26.37 | 20.83 |
| T0 | 8.29 | 3.58 | 2.04 | 23.29 | 21.24 |
| T0 | 12.66 | 2.16 | 2.77 | 22.58 | 23.6 |
| T1 | 6.04 | 4.3 | 2.32 | 30.89 | 22.94 |
| T1 | 6.7 | 3.47 | 2.47 | 27.48 | 23.14 |
| T1 | 7.57 | 3.78 | 1.57 | 29.53 | 22.28 |
| T1 | 14.36 | 5.78 | 3.24 | 37.51 | 26.14 |
| T1 | 5.31 | 4.94 | 2.5 | 27.95 | 22.31 |
| T2 | 5.99 | 3.78 | 2.07 | 32.05 | 23.95 |
| T2 | 8.56 | 5.97 | 2.35 | 33.52 | 25.92 |
| T2 | 8.88 | 5.56 | 3.48 | 36.24 | 26.8 |
| T2 | 7.48 | 3.65 | 2.96 | 33.25 | 26.52 |
| T2 | 7.76 | 22.55 | 1.85 | 30.6 | 22.81 |
| T3 | 10.54 | 3.5 | 3.08 | 27.01 | 23.57 |
| T3 | 12.66 | 5.5 | 3.56 | 32.69 | 25.37 |
| T3 | 9.58 | 5.23 | 2.88 | 31.54 | 23.14 |
| T3 | 15.9 | 6.49 | 2.7 | 33.41 | 25.32 |
| T3 | 11.55 | 3.65 | 3.24 | 25.4 | 23.49 |
| T4 | 10.6 | 5.01 | 1.99 | 27.98 | 17.5 |
| T4 | 12.92 | 4.13 | 3.17 | 28.94 | 20.11 |
| T4 | 12.44 | 9.98 | 3.36 | 28.51 | 22.58 |
| T4 | 11.43 | 4.74 | 1.81 | 31.28 | 22.04 |

T4 8.54 5.5 2.86 30.26 20.75

Anexo 9.

Análisis estadístico de peso corporal de 7 días de edad en pollos de engorde.

ANCOVA

ANCOVA - PC 7 d

| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | p |
|-------------|--------------------------|-----------|-------------------------|----------|----------|
| Tratamiento | 411 | 4 | 102.7 | 1.72 | 0.178 |
| Residuos | 1494 | 25 | 59.8 | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | P |
|----------|------------|------------|----------|
| 0.986 | 4 | 25 | 0.433 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | P |
|--------------------|----------|
| 0.951 | 0.181 |

Pruebas Post Hoc

| Tratamiento | Tratamiento | Diferencia de Medias | EE | gl | t | p_{Tukey} |
|--------------------|--------------------|-----------------------------|-----------|-----------|----------|--------------------------|
| MN | MH | 6.55 | 4.46 | 25.0 | 1.467 | 0.592 |
| | MH + 1 SM | 8.32 | 4.46 | 25.0 | 1.863 | 0.362 |
| | MH + 0.5 SM | 2.75 | 4.46 | 25.0 | 0.616 | 0.971 |
| | MH + 0.5 SM + HP | 10.15 | 4.46 | 25.0 | 2.274 | 0.187 |
| MH | MH + 1 SM | 1.77 | 4.46 | 25.0 | 0.396 | 0.994 |
| | MH + 0.5 SM | -3.80 | 4.46 | 25.0 | -0.851 | 0.912 |

| Tratamiento | Tratamiento | Diferencia de Medias | EE | gl | t | P _{tukey} |
|-------------|------------------|----------------------|------|------|--------|--------------------|
| | MH + 0.5 SM + HP | 3.60 | 4.46 | 25.0 | 0.807 | 0.926 |
| MH + 1 SM | MH + 0.5 SM | -5.57 | 4.46 | 25.0 | -1.247 | 0.725 |
| | MH + 0.5 SM + HP | 1.83 | 4.46 | 25.0 | 0.411 | 0.994 |
| MH + 0.5 SM | MH + 0.5 SM + HP | 7.40 | 4.46 | 25.0 | 1.658 | 0.477 |

ANCOVA

Análisis estadístico de peso corporal de 14 días de edad en pollos de engorde.

ANCOVA - PC 14 d

| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | P |
|-------------|-------------------|----|------------------|-------|-------|
| Tratamiento | 483 | 4 | 121 | 0.530 | 0.715 |
| PC inicio | 1683 | 1 | 1683 | 7.391 | 0.012 |
| Residuos | 5466 | 24 | 228 | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | P |
|-------|-----|-----|-------|
| 0.574 | 4 | 25 | 0.684 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | P |
|-------------|-------|
| 0.965 | 0.404 |

ANCOVA

Análisis estadístico de peso corporal de 21 días de edad en pollos de engorde.

| ANCOVA - PC 21 d | | | | | |
|------------------|-------------------|----|------------------|------|-------|
| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | P |
| Tratamiento | 17716 | 4 | 4429 | 4.48 | 0.007 |
| Residuos | 24711 | 25 | 988 | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | P |
|------|-----|-----|-------|
| 1.30 | 4 | 25 | 0.298 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | P |
|-------------|-------|
| 0.940 | 0.091 |

Pruebas Post Hoc

Comparaciones Post Hoc – Tratamiento

| Comparación | | | | | | |
|-------------|-------------|----------------------|------|------|---------|--------------------|
| Tratamiento | Tratamiento | Diferencia de Medias | EE | gl | t | P _{tukey} |
| MN | MH | 19.639 | 18.2 | 25.0 | 1.0819 | 0.814 |
| | MH + 1 SM | -53.432 | 18.2 | 25.0 | -2.9437 | 0.049 |
| | MH + 0.5 SM | -19.561 | 18.2 | 25.0 | -1.0776 | 0.816 |

Comparaciones Post Hoc – Tratamiento

| Comparación | | | | | | |
|--------------------|--------------------|-----------------------------|-----------|-----------|----------|---------------|
| Tratamiento | Tratamiento | Diferencia de Medias | EE | gl | t | Ptukey |
| | MH + 0.5 SM + HP | -20.498 | 18.2 | 25.0 | -1.1293 | 0.790 |
| MH | MH + 1 SM | -73.071 | 18.2 | 25.0 | -4.0256 | 0.004 |
| | MH + 0.5 SM | -39.200 | 18.2 | 25.0 | -2.1596 | 0.228 |
| | MH + 0.5 SM + HP | -40.137 | 18.2 | 25.0 | -2.2112 | 0.208 |
| MH + 1 SM | MH + 0.5 SM | 33.872 | 18.2 | 25.0 | 1.8661 | 0.361 |
| | MH + 0.5 SM + HP | 32.934 | 18.2 | 25.0 | 1.8144 | 0.388 |
| MH + 0.5 SM | MH + 0.5 SM + HP | -0.938 | 18.2 | 25.0 | -0.0516 | 1.000 |

Nota. Las comparaciones se basan en medias marginales estimadas

ANCOVA

Análisis estadístico de peso corporal de 28 días de edad en pollos de engorde.

| ANCOVA - PC 28 d | | | | | |
|-------------------------|--------------------------|-----------|-------------------------|----------|----------|
| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | P |
| Tratamiento | 30557 | 4 | 7639 | 1.90 | 0.144 |
| PC inicio | 22082 | 1 | 22082 | 5.49 | 0.028 |
| Residuos | 96611 | 24 | 4025 | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | P |
|----------|------------|------------|----------|
| 2.13 | 4 | 25 | 0.107 |

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | P |
|----------|------------|------------|----------|
|----------|------------|------------|----------|

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | P |
|--------------------|----------|
| 0.973 | 0.634 |

ANCOVA

Análisis estadístico de peso corporal de 35 días de edad en pollos de engorde

| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | p |
|-------------|--------------------------|-----------|-------------------------|----------|----------|
| Tratamiento | 70615 | 4 | 17654 | 2.11 | 0.111 |
| PC inicio | 43329 | 1 | 43329 | 5.18 | 0.032 |
| Residuos | 200870 | 24 | 8370 | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | P |
|----------|------------|------------|----------|
| 4.09 | 4 | 25 | 0.011 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | p |
|--------------------|----------|
| 0.981 | 0.841 |

ANCOVA

Análisis estadístico de peso corporal de 42 días de edad en pollos de engorde.

| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | p |
|-------------|--------------------------|-----------|-------------------------|----------|----------|
| Tratamiento | 129929 | 4 | 32482 | 2.73 | 0.052 |
| Residuos | 297953 | 25 | 11918 | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | p |
|----------|------------|------------|----------|
| 4.76 | 4 | 25 | 0.005 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | p |
|--------------------|----------|
| 0.974 | 0.642 |

Pruebas Post Hoc

| Tratamiento | Tratamiento | Diferencia de Medias | EE | gl | t | Ptukey |
|-------------|------------------|----------------------|------|------|---------|--------|
| MN | MH | 116.05 | 63.0 | 25.0 | 1.8412 | 0.374 |
| | MH + 1 SM | -59.11 | 63.0 | 25.0 | -0.9378 | 0.879 |
| | MH + 0.5 SM | -28.71 | 63.0 | 25.0 | -0.4555 | 0.991 |
| | MH + 0.5 SM + HP | -64.25 | 63.0 | 25.0 | -1.0194 | 0.844 |
| MH | MH + 1 SM | -175.16 | 63.0 | 25.0 | -2.7790 | 0.070 |
| | MH + 0.5 SM | -144.76 | 63.0 | 25.0 | -2.2967 | 0.179 |
| | MH + 0.5 SM + HP | -180.30 | 63.0 | 25.0 | -2.8606 | 0.059 |
| MH + 1 SM | MH + 0.5 SM | 30.40 | 63.0 | 25.0 | 0.4823 | 0.988 |
| | MH + 0.5 SM + HP | -5.14 | 63.0 | 25.0 | -0.0816 | 1.000 |
| MH + 0.5 SM | MH + 0.5 SM + HP | -35.54 | 63.0 | 25.0 | -0.5639 | 0.979 |

Anexo 10.

Análisis estadístico de ganancia de peso de 0 - 14 días de edad en pollos de engorde.

| ANOVA - GP 0-14 d | | | | | |
|-------------------|-------------------|----|------------------|-------|-------|
| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | p |
| Tratamiento | 1.57 | 4 | 0.391 | 0.319 | 0.863 |
| Residuos | 30.68 | 25 | 1.227 | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | p |
|------|-----|-----|-------|
| 1.89 | 4 | 25 | 0.143 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | p |
|--------------------|----------|
| 0.970 | 0.548 |

ANOVA

Análisis estadístico de ganancia de peso de 15 - 28 días de edad en pollos de engorde.

ANOVA - GP 15-28 d

| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | p |
|-------------|--------------------------|-----------|-------------------------|----------|----------|
| Tratamiento | 128 | 4 | 32.1 | 1.71 | 0.179 |
| Residuos | 468 | 25 | 18.7 | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | p |
|----------|------------|------------|----------|
| 1.15 | 4 | 25 | 0.355 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | p |
|--------------------|----------|
| 0.964 | 0.385 |

ANOVA

Análisis estadístico de ganancia de peso de 29 – 42 días de edad en pollos de engorde.

| ANOVA - GP 29-42 d | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|-----------|-------------------------|----------|----------|
| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | p |
| Tratamiento | 402 | 4 | 100.6 | 1.45 | 0.247 |
| Residuos | 1735 | 25 | 69.4 | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | p |
|----------|------------|------------|----------|
| 3.25 | 4 | 25 | 0.028 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | p |
|--------------------|----------|
| 0.984 | 0.921 |

ANOVA

Análisis estadístico de ganancia de peso de 0 - 42 días de edad en pollos de engorde.

| ANOVA - GP 0-42 d | | | | | |
|-------------------|-------------------|----|------------------|------|-------|
| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | p |
| Tratamiento | 74.9 | 4 | 18.72 | 2.79 | 0.048 |
| Residuos | 167.9 | 25 | 6.71 | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | p |
|------|-----|-----|-------|
| 4.78 | 4 | 25 | 0.005 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | p |
|-------------|-------|
| 0.973 | 0.628 |

Pruebas Post Hoc

| Tratamiento | Tratamiento | Diferencia de Medias | EE | gl | t | p _{tukey} |
|-------------|------------------|----------------------|------|------|---------|--------------------|
| MH | MH + 0.5 SM | -3.498 | 1.50 | 25.0 | -2.3381 | 0.166 |
| | MH + 0.5 SM + HP | -4.333 | 1.50 | 25.0 | -2.8967 | 0.055 |
| | MH + 1 SM | -4.190 | 1.50 | 25.0 | -2.8011 | 0.067 |
| | MN | -2.797 | 1.50 | 25.0 | -1.8698 | 0.359 |

| Tratamiento | Tratamiento | Diferencia de Medias | EE | gl | t | Ptukey |
|------------------|------------------|----------------------|------|------|---------|--------|
| MH + 0.5 SM | MH + 0.5 SM + HP | -0.836 | 1.50 | 25.0 | -0.5585 | 0.980 |
| | MH + 1 SM | -0.693 | 1.50 | 25.0 | -0.4629 | 0.990 |
| | MN | 0.701 | 1.50 | 25.0 | 0.4684 | 0.990 |
| MH + 0.5 SM + HP | MH + 1 SM | 0.143 | 1.50 | 25.0 | 0.0956 | 1.000 |
| | MN | 1.536 | 1.50 | 25.0 | 1.0269 | 0.841 |
| MH + 1 SM | MN | 1.393 | 1.50 | 25.0 | 0.9313 | 0.882 |

ANOVA

Análisis estadístico de consumo de alimento de 0 - 7 días de edad en pollos de engorde.

| ANOVA - Cons 0 a 7 d | | | | | |
|----------------------|-------------------|----|------------------|------|-------|
| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | p |
| Tratamiento | 4107 | 4 | 1027 | 2.06 | 0.116 |
| Residuos | 12438 | 25 | 498 | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | p |
|------|-----|-----|-------|
| 6.07 | 4 | 25 | 0.001 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | p |
|--------------------|----------|
| 0.964 | 0.395 |

ANOVA

Análisis estadístico de consumo de alimento de 8 - 14 días de edad en pollos de engorde.

ANOVA - Cons 8 a 14 d

| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | p |
|-------------|--------------------------|-----------|-------------------------|----------|----------|
| Tratamiento | 25205 | 4 | 6301 | 1.52 | 0.226 |
| Residuos | 103410 | 25 | 4136 | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | p |
|----------|------------|------------|----------|
| 1.58 | 4 | 25 | 0.211 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | p |
|--------------------|----------|
| 0.945 | 0.121 |

ANOVA

Análisis estadístico de consumo de alimento de 15 – 21 días de edad en pollos de engorde.

| ANOVA - Cons 15 a 21 d | | | | | |
|-------------------------------|--------------------------|-----------|-------------------------|----------|----------|
| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | p |
| Tratamiento | 29271 | 4 | 7318 | 0.788 | 0.544 |
| Residuos | 232129 | 25 | 9285 | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | p |
|----------|------------|------------|----------|
| 1.60 | 4 | 25 | 0.206 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | p |
|--------------------|----------|
| 0.966 | 0.447 |

ANOVA

Análisis estadístico de consumo de alimento de 22 - 28 días de edad en pollos de engorde.

| ANOVA - Cons 22 a 28 d | | | | | |
|-------------------------------|--------------------------|-----------|-------------------------|----------|----------|
| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | p |
| Tratamiento | 84834 | 4 | 21208 | 1.66 | 0.191 |
| Residuos | 319260 | 25 | 12770 | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | p |
|----------|------------|------------|----------|
| 1.51 | 4 | 25 | 0.230 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | p |
|--------------------|----------|
| 0.915 | 0.019 |

ANOVA

Análisis estadístico de consumo de alimento de 29 - 35 días de edad en pollos de engorde.

ANOVA - Cons 29 a 35 d

| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | p |
|-------------|--------------------------|-----------|-------------------------|----------|----------|
| Tratamiento | 367152 | 4 | 91788 | 4.17 | 0.010 |
| Residuos | 549796 | 25 | 21992 | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | p |
|----------|------------|------------|----------|
| 1.92 | 4 | 25 | 0.139 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | p |
|--------------------|----------|
| 0.849 | < .001 |

Pruebas Post Hoc

| Tratamiento | Tratamiento | Diferencia de Medias | EE | gl | t | Ptukey |
|--------------------|--------------------|-----------------------------|-----------|-----------|----------|---------------|
| MN | MH | -180.5 | 85.6 | 25.0 | -2.108 | 0.248 |
| | MH + 1 SM | -66.0 | 85.6 | 25.0 | -0.771 | 0.937 |
| | MH + 0.5 SM | -149.7 | 85.6 | 25.0 | -1.748 | 0.424 |
| | MH + 0.5 SM + HP | -325.7 | 85.6 | 25.0 | -3.804 | 0.007 |
| MH | MH + 1 SM | 114.5 | 85.6 | 25.0 | 1.337 | 0.671 |
| | MH + 0.5 SM | 30.8 | 85.6 | 25.0 | 0.360 | 0.996 |

| Tratamiento | Tratamiento | Diferencia de Medias | EE | gl | t | Ptukey |
|-------------|------------------|----------------------|------|------|--------|--------|
| | MH + 0.5 SM + HP | -145.2 | 85.6 | 25.0 | -1.696 | 0.454 |
| MH + 1 SM | MH + 0.5 SM | -83.7 | 85.6 | 25.0 | -0.978 | 0.863 |
| | MH + 0.5 SM + HP | -259.7 | 85.6 | 25.0 | -3.033 | 0.041 |
| MH + 0.5 SM | MH + 0.5 SM + HP | -176.0 | 85.6 | 25.0 | -2.056 | 0.270 |

ANOVA

Análisis estadístico de consumo de alimento de 36 – 42 días de edad en pollos de engorde.

| ANOVA - Cons 36 a 42 d | | | | | | |
|------------------------|-------------------|----|------------------|------|-------|--|
| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | p | |
| Tratamiento | 289576 | 4 | 72394 | 4.06 | 0.011 | |
| Residuos | 445764 | 25 | 17831 | | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | p |
|------|-----|-----|-------|
| 5.27 | 4 | 25 | 0.003 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | p |
|-------------|-------|
| 0.981 | 0.857 |

Pruebas Post Hoc

| Tratamiento | Tratamiento | Diferencia de Medias | EE | gl | t | Ptukey |
|-------------|------------------|----------------------|------|------|--------|--------|
| MN | MH | -183.5 | 77.1 | 25.0 | -2.380 | 0.154 |
| | MH + 1 SM | 113.0 | 77.1 | 25.0 | 1.466 | 0.593 |
| | MH + 0.5 SM | -91.5 | 77.1 | 25.0 | -1.187 | 0.759 |
| | MH + 0.5 SM + HP | -35.6 | 77.1 | 25.0 | -0.462 | 0.990 |
| MH | MH + 1 SM | 296.5 | 77.1 | 25.0 | 3.846 | 0.006 |
| | MH + 0.5 SM | 92.0 | 77.1 | 25.0 | 1.193 | 0.755 |
| | MH + 0.5 SM + HP | 147.9 | 77.1 | 25.0 | 1.918 | 0.334 |
| MH + 1 SM | MH + 0.5 SM | -204.5 | 77.1 | 25.0 | -2.653 | 0.091 |
| | MH + 0.5 SM + HP | -148.6 | 77.1 | 25.0 | -1.928 | 0.329 |
| MH + 0.5 SM | MH + 0.5 SM + HP | 55.9 | 77.1 | 25.0 | 0.725 | 0.949 |

ANOVA

Análisis estadístico de conversión alimenticia de 0 - 7 días de edad en pollos de engorde.

| ANOVA - Conv 0 a 7 d | | | | | |
|----------------------|-------------------|----|------------------|------|-------|
| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | p |
| Tratamiento | 0.112 | 4 | 0.02789 | 2.90 | 0.042 |
| Residuos | 0.240 | 25 | 0.00961 | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | p |
|----------|------------|------------|----------|
| 9.31 | 4 | 25 | < .001 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | p |
|--------------------|----------|
| 0.972 | 0.605 |

Pruebas Post Hoc

| Tratamiento | Tratamiento | Diferencia de Medias | EE | gl | t | Ptukey |
|--------------------|--------------------|-----------------------------|-----------|-----------|----------|---------------|
| MN | MH | -0.15261 | 0.0566 | 25.0 | -2.69655 | 0.083 |
| | MH + 1 SM | -0.15303 | 0.0566 | 25.0 | -2.70399 | 0.082 |
| | MH + 0.5 SM | -0.05638 | 0.0566 | 25.0 | -0.99621 | 0.855 |
| | MH + 0.5 SM + HP | -0.04758 | 0.0566 | 25.0 | -0.84079 | 0.915 |
| MH | MH + 1 SM | -4.21e-4 | 0.0566 | 25.0 | -0.00744 | 1.000 |
| | MH + 0.5 SM | 0.09623 | 0.0566 | 25.0 | 1.70034 | 0.452 |
| | MH + 0.5 SM + HP | 0.10502 | 0.0566 | 25.0 | 1.85575 | 0.366 |
| MH + 1 SM | MH + 0.5 SM | 0.09665 | 0.0566 | 25.0 | 1.70778 | 0.447 |
| | MH + 0.5 SM + HP | 0.10544 | 0.0566 | 25.0 | 1.86320 | 0.362 |
| MH + 0.5 SM | MH + 0.5 SM + HP | 0.00880 | 0.0566 | 25.0 | 0.15542 | 1.000 |

ANOVA

Análisis estadístico de conversión alimenticia de 8 - 14 días de edad en pollos de engorde.

| ANOVA - Conv 8 a 14 d | | | | | |
|------------------------------|--------------------------|-----------|-------------------------|----------|----------|
| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | p |
| Tratamiento | 0.114 | 4 | 0.0285 | 1.93 | 0.136 |
| Residuos | 0.368 | 25 | 0.0147 | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | p |
|----------|------------|------------|----------|
| 1.28 | 4 | 25 | 0.306 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | p |
|--------------------|----------|
| 0.916 | 0.022 |

ANOVA

Análisis estadístico de conversión alimenticia de 15 - 21 días de edad en pollos de engorde.

| ANOVA - Conv 15 a 21 d | | | | | |
|------------------------|-------------------|----|------------------|------|-------|
| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | p |
| Tratamiento | 0.109 | 4 | 0.02734 | 3.10 | 0.034 |
| Residuos | 0.221 | 25 | 0.00883 | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | p |
|------|-----|-----|-------|
| 2.46 | 4 | 25 | 0.071 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | P |
|-------------|-------|
| 0.967 | 0.460 |

Pruebas Post Hoc

| Tratamiento | Tratamiento | Diferencia de Medias | EE | gl | t | p _{Tukey} |
|-------------|-------------|----------------------|--------|------|--------|--------------------|
| MN | MH | -0.14791 | 0.0543 | 25.0 | -2.726 | 0.078 |

| Tratamiento | Tratamiento | Diferencia de Medias | EE | gl | t | P _{Tukey} |
|-------------|------------------|----------------------|--------|------|--------|--------------------|
| | MH + 1 SM | 0.02889 | 0.0543 | 25.0 | 0.532 | 0.983 |
| | MH + 0.5 SM | -0.02938 | 0.0543 | 25.0 | -0.541 | 0.982 |
| | MH + 0.5 SM + HP | -0.02308 | 0.0543 | 25.0 | -0.425 | 0.993 |
| MH | MH + 1 SM | 0.17681 | 0.0543 | 25.0 | 3.258 | 0.024 |
| | MH + 0.5 SM | 0.11854 | 0.0543 | 25.0 | 2.184 | 0.218 |
| | MH + 0.5 SM + HP | 0.12483 | 0.0543 | 25.0 | 2.300 | 0.178 |
| MH + 1 SM | MH + 0.5 SM | -0.05827 | 0.0543 | 25.0 | -1.074 | 0.818 |
| | MH + 0.5 SM + HP | -0.05197 | 0.0543 | 25.0 | -0.958 | 0.871 |
| MH + 0.5 SM | MH + 0.5 SM + HP | 0.00630 | 0.0543 | 25.0 | 0.116 | 1.000 |

ANOVA

ANOVA - Conv 22 a 28 d

| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | p |
|-------------|-------------------|----|------------------|------|-------|
| Tratamiento | 0.0258 | 4 | 0.00644 | 1.69 | 0.184 |
| Residuos | 0.0952 | 25 | 0.00381 | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | p |
|------|-----|-----|-------|
| 1.58 | 4 | 25 | 0.210 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | p |
|--------------------|----------|
| 0.975 | 0.676 |

ANOVA

Análisis estadístico de conversión alimenticia de 29 – 35 días de edad en pollos de engorde.

ANOVA - Conv 29 a 35 d

| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | p |
|-------------|--------------------------|-----------|-------------------------|----------|----------|
| Tratamiento | 0.0761 | 4 | 0.01903 | 2.79 | 0.048 |
| Residuos | 0.1706 | 25 | 0.00682 | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | p |
|----------|------------|------------|----------|
| 7.52 | 4 | 25 | < .001 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | p |
|--------------------|----------|
| 0.968 | 0.490 |

Pruebas Post Hoc

| Tratamiento | Tratamiento | Diferencia de Medias | EE | gl | t | P _{Tukey} |
|-------------|------------------|----------------------|--------|------|--------|--------------------|
| MN | MH | -0.06914 | 0.0477 | 25.0 | -1.450 | 0.603 |
| | MH + 1 SM | 0.05048 | 0.0477 | 25.0 | 1.058 | 0.826 |
| | MH + 0.5 SM | -0.06230 | 0.0477 | 25.0 | -1.306 | 0.690 |
| | MH + 0.5 SM + HP | -0.08266 | 0.0477 | 25.0 | -1.733 | 0.433 |
| MH | MH + 1 SM | 0.11962 | 0.0477 | 25.0 | 2.508 | 0.121 |
| | MH + 0.5 SM | 0.00684 | 0.0477 | 25.0 | 0.143 | 1.000 |
| | MH + 0.5 SM + HP | -0.01352 | 0.0477 | 25.0 | -0.284 | 0.998 |
| MH + 1 SM | MH + 0.5 SM | -0.11278 | 0.0477 | 25.0 | -2.365 | 0.158 |
| | MH + 0.5 SM + HP | -0.13314 | 0.0477 | 25.0 | -2.792 | 0.068 |
| MH + 0.5 SM | MH + 0.5 SM + HP | -0.02036 | 0.0477 | 25.0 | -0.427 | 0.993 |

ANOVA

Análisis estadístico de conversión alimenticia de 36 – 42 días de edad en pollos de engorde.

| ANOVA - Conv 36 a 42 d | | | | | |
|------------------------|-------------------|----|------------------|------|--------|
| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | p |
| Tratamiento | 0.1410 | 4 | 0.03524 | 18.0 | < .001 |
| Residuos | 0.0488 | 25 | 0.00195 | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | P |
|----------|------------|------------|----------|
| 3.12 | 4 | 25 | 0.033 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | p |
|--------------------|----------|
| 0.984 | 0.910 |

Pruebas Post Hoc

| Tratamiento | Tratamiento | Diferencia de Medias | EE | gl | t | P_{tukey} |
|--------------------|--------------------|-----------------------------|-----------|-----------|----------|--------------------------|
| MN | MH | -0.1351 | 0.0255 | 25.0 | -5.293 | < .001 |
| | MH + 1 SM | 0.0716 | 0.0255 | 25.0 | 2.807 | 0.066 |
| | MH + 0.5 SM | -0.0171 | 0.0255 | 25.0 | -0.669 | 0.961 |
| | MH + 0.5 SM + HP | 0.0224 | 0.0255 | 25.0 | 0.879 | 0.902 |
| MH | MH + 1 SM | 0.2067 | 0.0255 | 25.0 | 8.100 | < .001 |
| | MH + 0.5 SM | 0.1180 | 0.0255 | 25.0 | 4.624 | < .001 |
| | MH + 0.5 SM + HP | 0.1575 | 0.0255 | 25.0 | 6.172 | < .001 |
| MH + 1 SM | MH + 0.5 SM | -0.0887 | 0.0255 | 25.0 | -3.475 | 0.015 |
| | MH + 0.5 SM + HP | -0.0492 | 0.0255 | 25.0 | -1.928 | 0.329 |
| MH + 0.5 SM | MH + 0.5 SM + HP | 0.0395 | 0.0255 | 25.0 | 1.547 | 0.543 |

ANCOVA

Análisis estadístico de la canal en pollos de engorde.

| ANCOVA - Canal, % | | | | | |
|-------------------|-------------------|----|------------------|------|-------|
| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | p |
| Tratamiento | 8.11 | 4 | 2.03 | 1.50 | 0.239 |
| Residuos | 26.95 | 20 | 1.35 | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | p |
|------|-----|-----|-------|
| 2.00 | 4 | 20 | 0.133 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | P |
|-------------|-------|
| 0.951 | 0.263 |

ANCOVA

Análisis estadístico de la pechuga en pollos de engorde.

| ANCOVA - Pechuga, % | | | | | |
|---------------------|-------------------|----|------------------|------|-------|
| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | p |
| Tratamiento | 20.0 | 4 | 5.01 | 1.50 | 0.240 |

| ANCOVA - Pechuga, % | | | | | |
|----------------------------|--------------------------|-----------|-------------------------|----------|----------|
| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | p |
| Residuos | 66.9 | 20 | 3.34 | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | p |
|----------|------------|------------|----------|
| 0.735 | 4 | 20 | 0.579 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | p |
|--------------------|----------|
| 0.968 | 0.584 |

ANCOVA

Análisis estadístico del hígado en pollos de engorde.

| ANCOVA - Hígado % | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-----------|-------------------------|----------|----------|
| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | p |
| Tratamiento | 0.0851 | 4 | 0.0213 | 0.266 | 0.896 |
| Residuos | 1.6016 | 20 | 0.0801 | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | p |
|----------|------------|------------|----------|
| 2.03 | 4 | 20 | 0.129 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | p |
|--------------------|----------|
| 0.912 | 0.034 |

ANCOVA

Análisis estadístico de la grasa abdominal en pollos de engorde.

| ANCOVA - Grasa abd % | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------|-----------|-------------------------|----------|----------|
| | Suma de Cuadrados | Gl | Media Cuadrática | F | p |
| Tratamiento | 0.184 | 4 | 0.0459 | 0.938 | 0.462 |
| Residuos | 0.979 | 20 | 0.0489 | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | p |
|----------|------------|------------|----------|
| 0.644 | 4 | 20 | 0.638 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | p |
|--------------------|----------|
| 0.983 | 0.938 |

ANCOVA

Análisis estadístico del timo en pollos de engorde.

| ANCOVA - Timo, g | | | | | |
|-------------------------|--------------------------|-----------|-------------------------|----------|----------|
| | Suma de Cuadrados | Gl | Media Cuadrática | F | p |
| Tratamiento | 109 | 4 | 27.15 | 3.37 | 0.029 |
| Residuos | 161 | 20 | 8.05 | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | p |
|----------|------------|------------|----------|
| 0.948 | 4 | 20 | 0.457 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | p |
|-------------|-------|
| 0.899 | 0.018 |

Pruebas Post Hoc

| Tratamiento | Tratamiento | Diferencia de Medias | EE | gl | t | ptukey |
|-------------|-------------|----------------------|------|------|--------|--------|
| T0 | T1 | 4.754 | 1.79 | 20.0 | 2.650 | 0.098 |
| | T2 | 5.016 | 1.79 | 20.0 | 2.796 | 0.074 |
| | T3 | 0.704 | 1.79 | 20.0 | 0.392 | 0.995 |
| | T4 | 1.564 | 1.79 | 20.0 | 0.872 | 0.904 |
| T1 | T2 | 0.262 | 1.79 | 20.0 | 0.146 | 1.000 |
| | T3 | -4.050 | 1.79 | 20.0 | -2.258 | 0.200 |
| | T4 | -3.190 | 1.79 | 20.0 | -1.778 | 0.413 |
| T2 | T3 | -4.312 | 1.79 | 20.0 | -2.404 | 0.155 |
| | T4 | -3.452 | 1.79 | 20.0 | -1.924 | 0.337 |
| T3 | T4 | 0.860 | 1.79 | 20.0 | 0.479 | 0.988 |

ANCOVA

Análisis estadístico de la bursa en pollos de engorde.

| ANCOVA - Bursa, mm | | | | | | |
|--------------------|-------------------|----|------------------|------|-------|--|
| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | p | |
| Tratamiento | 184 | 4 | 46.02 | 5.96 | 0.003 | |
| Residuos | 155 | 20 | 7.73 | | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | p |
|----------|------------|------------|----------|
| 1.93 | 4 | 20 | 0.145 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | p |
|--------------------|----------|
| 0.973 | 0.729 |

Pruebas Post Hoc

Comparaciones Post Hoc – Tratamiento

| Comparación | | Diferencia de Medias | EE | gl | t | p_{tukey} |
|--------------------|--------------------|-----------------------------|-----------|-----------|----------|--------------------------|
| Tratamiento | Tratamiento | | | | | |
| T0 | - T1 | -5.866 | 1.76 | 20.0 | -3.337 | 0.024 |
| | - T2 | -8.326 | 1.76 | 20.0 | -4.736 | 0.001 |
| | - T3 | -5.204 | 1.76 | 20.0 | -2.960 | 0.053 |
| | - T4 | -4.588 | 1.76 | 20.0 | -2.610 | 0.106 |
| T1 | - T2 | -2.460 | 1.76 | 20.0 | -1.399 | 0.635 |
| | - T3 | 0.662 | 1.76 | 20.0 | 0.377 | 0.995 |
| | - T4 | 1.278 | 1.76 | 20.0 | 0.727 | 0.948 |
| T2 | - T3 | 3.122 | 1.76 | 20.0 | 1.776 | 0.414 |
| | - T4 | 3.738 | 1.76 | 20.0 | 2.126 | 0.248 |
| T3 | - T4 | 0.616 | 1.76 | 20.0 | 0.350 | 0.996 |

Nota. Las comparaciones se basan en medias marginales estimadas

ANCOVA

Análisis estadístico del bazo en pollos de engorde.

ANCOVA - Bazo, mm

| | Suma de Cuadrados | gl | Media Cuadrática | F | p |
|-------------|--------------------------|-----------|-------------------------|----------|----------|
| Tratamiento | 69.6 | 4 | 17.39 | 4.44 | 0.010 |
| Residuos | 78.3 | 20 | 3.92 | | |

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

| F | gl1 | gl2 | p |
|----------|------------|------------|----------|
| 1.05 | 4 | 20 | 0.406 |

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

| Estadístico | p |
|--------------------|----------|
| 0.974 | 0.751 |

Pruebas Post Hoc

Comparaciones Post Hoc – Tratamiento

| | | Comparación | | | | | |
|--------------------|--------------------|-----------------------------|-----------|-----------|----------|--------------------------|--|
| Tratamiento | Tratamiento | Diferencia de Medias | EE | gl | t | P_{tukey} | |
| T0 | - T1 | -1.694 | 1.25 | 20.0 | -1.353 | 0.663 | |
| | - T2 | -3.532 | 1.25 | 20.0 | -2.822 | 0.070 | |
| | - T3 | -2.510 | 1.25 | 20.0 | -2.005 | 0.299 | |

Comparaciones Post Hoc – Tratamiento

| | | Comparación | | | | | |
|--------------------|--------------------|-----------------------------|-----------|-----------|----------|--------------------------|--|
| Tratamiento | Tratamiento | Diferencia de Medias | EE | gl | t | P_{tukey} | |
| | - T4 | 1.072 | 1.25 | 20.0 | 0.857 | 0.909 | |
| T1 | - T2 | -1.838 | 1.25 | 20.0 | -1.469 | 0.593 | |
| | - T3 | -0.816 | 1.25 | 20.0 | -0.652 | 0.964 | |
| | - T4 | 2.766 | 1.25 | 20.0 | 2.210 | 0.216 | |
| T2 | - T3 | 1.022 | 1.25 | 20.0 | 0.817 | 0.922 | |
| | - T4 | 4.604 | 1.25 | 20.0 | 3.679 | 0.012 | |
| T3 | - T4 | 3.582 | 1.25 | 20.0 | 2.862 | 0.065 | |

Nota. Las comparaciones se basan en medias marginales estimadas

Anexo 11. Evidencias fotográficas

Figura 12

Limpieza general de galpón.



Antes



Después

Figura 13

Reutilización de guano.



Figura 14

Medida de diámetro y circulación con nordex por corral.

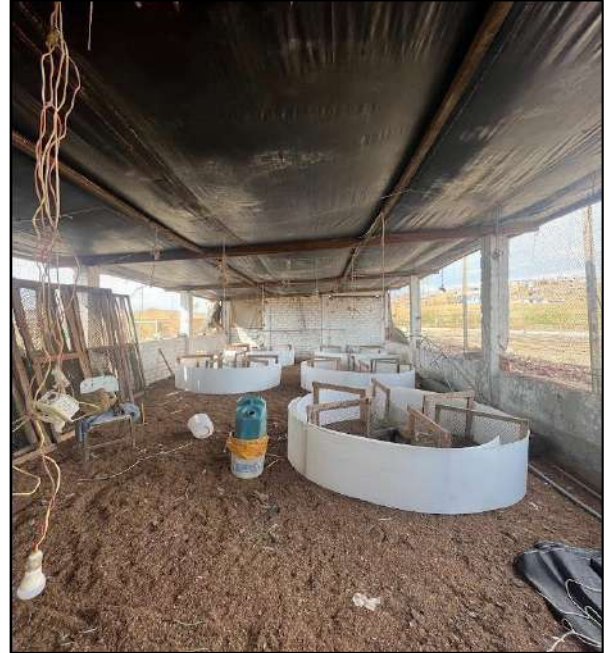


Figura 15

Instalación de gas y de agua.



Figura 16

Recepción de pollos BB.

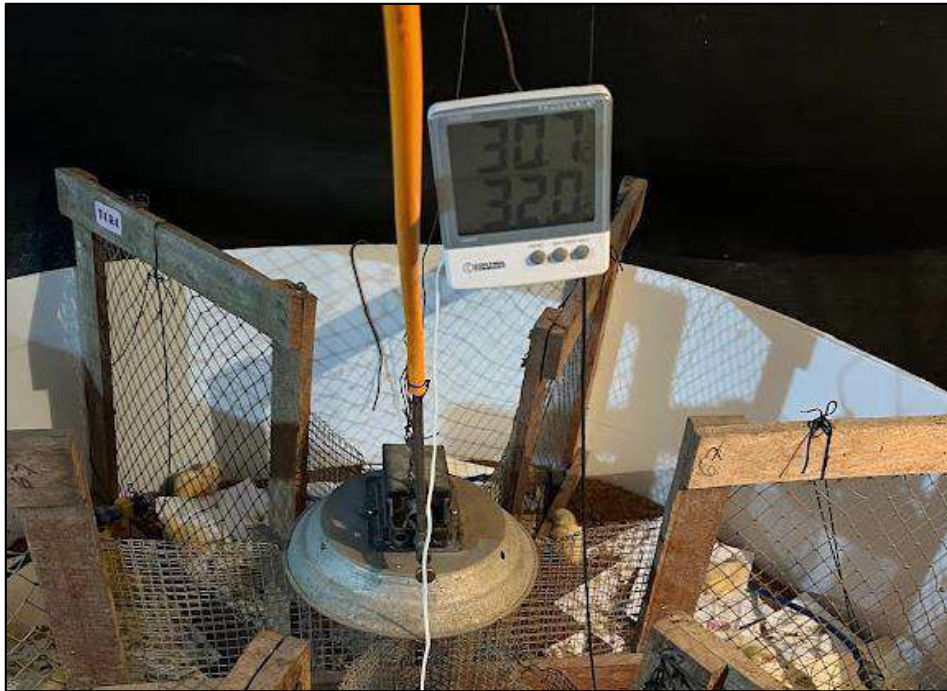


Figura 17

Recepción de pollos BB.



Figura 18

Mezcla de maíz con 8% de agua.



Figura 19

Uso de aditivo Rossind plus (aluminosilicato) y Liverin (silimarina).



Figura 20

Muestra de corral desde el día 0 – 14 días.



Figura 21

Muestra de corral desde el día 14 – 42 días.



Figura 22

Pesaje semanal de los pollos.

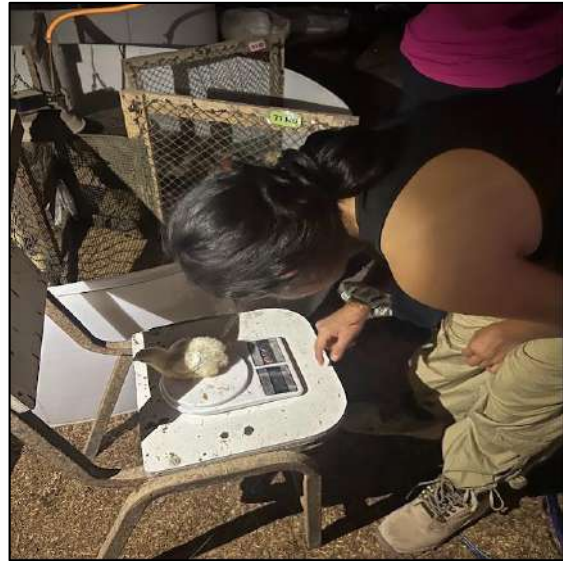


Figura 23

Beneficio de las aves experimentales.



Figura 24

Recolección de peso en ayuno.



Figura 25

Aturdimiento y corte en la vena yugular.



Figura 26

Proceso de desplumaje.



Figura 27

Peso del hígado en pollo de carne del grupo experimental.



Figura 28

Medición del tamaño del bazo en pollo de carne utilizando calibrador digital.



Figura 29

Peso de la bolsa de Fabricio en pollo de carne.



Figura 30

Peso del timo en pollo de carne.



Figura 31

Peso de la pechuga en pollo de carne.



Figura 32

Peso de la grasa en pollo de carne.

