

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación
Evaluación de un protector hepático en una dieta enranciada en pollos
de engorde

Estudiantes

Elvis Alejandro Cofre Perdomo

Edwin Joselo Chavez Caicedo

Asesores

Patricio E. Paz, Ph.D.

John Jairo Hincapié, D.Sc.

Honduras, octubre 2024

Autoridades

SERGIO ANDRÉS RODRÍGUEZ ROYO

Rector

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Directora del Departamento de Ciencia y Producción Agronómica

JULIO NAVARRO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros	4
Índice de Anexos	5
Resumen	6
Abstract	7
Introducción	8
Materiales y Métodos	10
Ubicación del Estudio	10
Animales y Tratamientos	10
Condiciones Experimentales	10
Desempeño Productivo	10
Peso Relativo de los Órganos	11
Diseño Experimental y Análisis Estadísticos	11
Características de Hepavex 200®	11
Resultados y Discusión	14
Conclusiones	22
Recomendaciones	23
Referencias	24
Anexos	26

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Dietas experimentales para Cobb500™	12
Cuadro 2 Valores medios (g) para el peso vivo, hígado, corazón, timo, bolsa de Fabricio, bazo, proventrículo, molleja en pollos de engorde Cobb500™ a los 18 días de vida tratados con diferentes concentraciones de Hepavex 200®	15
Cuadro 3 Valores medios (g) para el peso vivo, hígado, corazón, timo, bolsa de Fabricio, bazo, molleja en pollos de engorde Cobb500™ a los 32 días de vida tratados con diferentes concentraciones de Hepavex 200®.	16
Cuadro 4 Valores medios (g) para el peso vivo, peso canal, pechuga, pierna, grasa abdominal en pollos de engorde Cobb500™ a los 32 días de vida tratados con diferentes concentraciones de Hepavex 200®.	17
Cuadro 5 Valores de química sanguínea realizado en el día 32 en la evaluación de un protector hepático en una dieta enranciada en pollos de engorde.	20
Cuadro 6 Efecto del Hepavex 200® en el agua de bebida sobre el desempeño productivo de pollos de engorde alimentados con aceite enranciado (0-32 días).	21

Índice de Anexos

Anexo A Distribución de los pollos línea Cobb500™	26
Anexo B Protector hepático	27
Anexo C Inclusión de Hepavex 200®	28
Anexo D Sacrificio y toma de muestras de sangre	29
Anexo E Pesaje de órganos	30
Anexo F Identificación de afectaciones en el hígado	31
Anexo G Prueba de química sanguínea	32
Anexo H Análisis de resultados de química sanguínea	33

Resumen

El uso de suplementos que protegen el hígado es una práctica habitual cuando se utilizan altas concentraciones de lípidos como reguladores energéticos en los pollos de engorde. El objetivo es evaluar el desempeño productivo y los indicadores hematológicos mediante la implementación de dos dietas: una dieta control y otra con la adición de aceite de palma enranciado (AE) y la inclusión de Hepavex 200® en diferentes concentraciones (AE+0.5 mL/L, AE+1.0 mL/L y AE+1.5 mL/L). Se ubicaron aleatoriamente 1200 pollos de engorde de la línea Cobb-500™ en cinco tratamientos, cinco repeticiones y 48 pollos/repeticion durante 32 días de edad. A los 18 y 32 días de edad se sacrificaron 10 pollos/tratamiento y 20 pollos/tratamiento respectivamente para determinar el peso relativo de los órganos inmunes, vísceras y peso canal en el día 32. Se realizó un examen hematológico de cuatro pollos/tratamiento en el día 32. Los datos se procesaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) y se empleó la prueba Tukey para crear intervalos de confianza. Se observó diferencias ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos en cuanto al peso relativo de órganos. El peso relativo del hígado se redujo por efecto del aceite enranciado, sin embargo la inclusión del hepatoprotector no logró evitar el daño por completo. Por otro lado, se observó que la alanina aminotransferasa y fosfata alcalina incrementaron a causa de trastornos hepáticos ocasionados por la inflamación de órganos debido a lesiones celulares. En conclusión, la administración del hepatoprotector por un periodo mayor al recomendado genera efectos adversos.

Palabras clave: Aceite de palma enranciado, estrés oxidativo, hepatoprotector, hígado graso.

Abstract

The use of supplements that protect the liver is a common practice when high concentrations of lipids are used as energy regulators in broilers. With the objective of evaluating the productive performance and hematological indicators from the implementation of a control diet and another diet with the addition of rancid palm oil (AE) with the inclusion of Hepavex 200® in different concentrations, AE+0.5 mL/L, AE+1.0 mL/L and AE+1.5 mL/L. Twelve hundred Cobb-500TM® broilers were randomly placed in five treatments, five replicates and 48 broilers/replicate for 32 days of age. At 18 and 32 days of age, 10 broilers/treatment and 20 broilers/treatment, respectively, were sacrificed to determine the relative weight of immune organs, viscera and carcass weight at day 32. A hematological examination of four broilers/treatment was performed at day 32. Data were processed by analysis of variance (ANOVA) and Tukey test was used to create confidence intervals. Differences ($P \leq 0.05$) between treatments were observed for relative organ weight. The relative weight of the liver was reduced by the effect of the rancid oil; however, the inclusion of the hepatoprotectant did not completely avoid the damage. On the other hand, it was observed that alanine aminotransferase and alkaline phosphate increased due to hepatic disorders caused by organ inflammation due to cellular lesions. In conclusion, the administration of the hepatoprotector for a longer period than recommended generates adverse effects.

Keywords: Hepatoprotective, fatty liver, oxidative stress, rancid palm oil.

Introducción

La industria avícola es una de las más importantes en el mundo por el crecimiento que ha presentado a través de la producción de gallinas ponedoras y pollos de engorde. Se espera que la producción de aves alcance 100.9 millones de toneladas entre 2021 y 2025, con un crecimiento del 4.1% (Cuéllar, 2022).

La carne de pollo es una fuente de proteína accesible en todos los estatus sociales. Su industria busca reducir costos de producción habiendo mejora genética en las líneas comerciales, buenas instalaciones, manejo, sanidad y nutrición; en esta última se busca disminuir el índice de conversión alimenticia suministrando promotores de crecimiento en la dieta haciendo que haya una mayor actividad hepática.

El hígado es la glándula más grande y los procesos en los que participa en el desarrollo del animal son vitales al convertir las calorías de los alimentos en glucosa depositándose en el torrente sanguíneo como fuente de energía; si no se requiere, se almacena como glucógeno mediante la gluconeogénesis. A su vez, actúa como un filtro que procesa y elimina toxinas provenientes de desechos que se generan a partir del metabolismo que se encuentran en microorganismos o el ambiente (Olivera y Blanch, 2017).

El correcto funcionamiento del hígado hace que las aves puedan expresar su máximo potencial genético y rendir económicamente al productor. Los sistemas de producción avícola que más producen son los intensivos, lo que hace que se obtenga una elevada cantidad de carne en un espacio reducido, causando alteraciones en órganos importantes como el hígado, donde la deficiente actividad hepática puede disminuir los estándares de productividad (Alfaro, 2021).

Se puede suministrar los fármacos disueltos en el agua o incluidos en la dieta. La principal forma usada en la industria es a través del agua ya que las aves no paran su consumo aun al atravesar problemas de salud.

La dosificación de un producto fármaco depende del uso final del animal (gallina ponedora o pollo de engorde), la edad y el peso del animal (Hernández, 2024). El uso de dietas con alto contenido en lípidos puede provocar eventos negativos en pollos de engorde o gallinas ponedoras. El exceso de lípidos hace que el hígado trabaje al máximo de su capacidad y exista un déficit, normalmente causando hígado graso. Otra causa común para que estos animales desarrollen hígado graso es la reacción de los ingredientes de la dieta con el ambiente como es el caso de la oxidación de los aceites incluidos en la mezcla.

Los hepatoprotectores son hechos para mejorar el desempeño del hígado ante complicaciones durante el proceso productivo en la industria avícola. Los componentes que conforman estos hepatoprotectores son extractos de hierbas, antioxidantes, vitaminas y minerales haciendo posible su recuperación y buen desempeño (Villalobos, 2024b).

Estos productos actúan protegiendo el hígado de las toxinas y estimulan las funciones vitales para el crecimiento y producción eficiente de aves. Hepavex 200® es un producto que contiene sorbitol, carnitina, metionina, cloruro y sulfato de magnesio los cuales ayudan al hígado acelerando el metabolismo y ayudando a realizar sus funciones fisiológicas (Marcuello, 2010).

Por lo tanto, este experimento tuvo como objetivo: Evaluar la eficiencia del protector hepático Hepavex 200® en el desempeño productivo y porciones comestibles en pollos de engorde y estimar el efecto de la administración del fármaco durante un período más largo del recomendado por el fabricante en pollos de engorde de la línea Cobb-500™.

Materiales y Métodos

Ubicación del Estudio

Este estudio se realizó en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicado en el Valle de Yegüare, municipio de San Antonio de Oriente, departamento de Francisco Morazán, a 32 km de Tegucigalpa, Honduras. El centro se encuentra en una altura de 800 msnm con una temperatura promedio de 26 °C.

Animales y Tratamientos

Se ubicaron aleatoriamente 1200 pollos de engorde Cobb-500™ (sexo mixto) de un día de edad en cinco tratamientos experimentales, cinco repeticiones por tratamiento y 48 pollos por repetición durante 32 días de edad. Las dietas consistieron en una dieta control (T1; DC), dieta con aceite enranciado (T2; DAE) y la inclusión del hepatoprotector en distintas concentraciones, DAE+0.5 mL/L (T3), DAE+1.00 mL/L (T4) y DAE+01.5 mL/L (T5). Hepavex 200® se suministró en el agua de bebida durante 13 días, desde el día 5 de vida.

Condiciones Experimentales

Cada repetición estuvo constituida por un corral con una densidad de 12 aves/m². El alimento y el agua se suministraron *ad libitum* en comederos tipo tolva y bebederos de niple, respectivamente. La temperatura y la ventilación dentro del galpón se controlaron mediante criadoras de gas, manejo de cortinas y ventiladores. Previo a la llegada de las aves, la nave se desinfectó según las normas de calidad medioambientales. No se utilizó medicamentos, ni atención veterinaria terapéutica durante toda la etapa experimental.

Desempeño Productivo

En las fases experimentales (crecimiento y finalización) se determinaron los indicadores de desempeño productivo de los pollos de engorde. La viabilidad se determinó por los animales vivos entre los existentes al inicio del experimento. Se calculó la conversión alimenticia como la cantidad de alimento ingerido, para una ganancia de 1 kg de peso vivo (PV). El peso inicial y el final se realizó de

forma individual, en una balanza industrial Mettler Toledo® IND226 con precisión ± 1.00 g, respectivamente. El consumo de alimento acumulado (CA) se calculó diariamente mediante el método de oferta y rechazo.

Peso Relativo de los Órganos

A los 32 días de edad se sacrificaron, mediante el método de desangrado en la vena yugular, 20 aves/tratamiento sometidas a una ayuna de ocho horas (10 machos y 10 hembras), para determinar el peso relativo de los órganos del sistema inmunológico (bazo, timo y bolsa de Fabricio), accesorios (proventrículo y molleja) y vísceras (corazón e hígado). Se utilizó una balanza digital Truweigh™ Blaze digital scale BL-100-01-BK con precisión ± 0.1 g.

Características de la Canal

A los 32 días de edad se sacrificaron por el método de desangrado en la vena yugular 20 aves (hembras y machos) /tratamiento sometidas a una ayuna de diez horas. Para determinar el peso relativo de la canal, se realizó un pesaje de los pollos de ceba antes del sacrificio en una balanza digital Truweigh™ Blaze digital scale BL-100-01-BK con precisión ± 0.1 g. Después del sacrificio se pesó la canal, pechuga, pierna y grasa abdominal.

Diseño Experimental y Análisis Estadísticos

Los datos se procesaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) de clasificación simple según un diseño totalmente al azar mediante el software SAS® 9.4. En los casos necesarios se empleó la dódima de rangos múltiples de medias de la prueba Tukey. La viabilidad se determinó por comparación de proporciones. Para verificar la normalidad de los datos se realizó la prueba de Kolmogorov–Smirnov; el nivel de significancia exigido fue de $P \leq 0.05$.

Características de Hepavex 200®

Mejora el metabolismo lipídico al promover la eliminación de depósitos grasos en el hígado y mejora la digestibilidad ayudando a eliminar toxinas (Anexo B) (Invesa, 2019).

Composición:

Sorbitol, 200 g,

D,L -Metionina, 10 g,

Cloruro de colina, 18.75 g,

L-Carnitina CIH, 25 g,

Sulfato magnésico, 10 g,

En el Cuadro 1 se muestra la dieta suministrada en fase inicial, crecimiento y engorde a los pollos del experimento, cabe mencionar que esta dieta, corresponde a dieta control(T1), a los otros cuatro tratamientos se les añadió aceite de palma enranciado al momento de realizar la mezcla de ingredientes de la dieta.

Cuadro 1

Dietas experimentales para Cobb500™

Ingredientes (%)	Inicio (0-8 días)	Crecimiento (9-18 días)	Finalización 1 (19-32)
Harina de maíz	51.36	56.75	58.53
Harina de soya	39.16	34.27	32.10
Premezcla	0.35	0.35	0.35
Cloruro de sodio	0.23	0.23	0.23
Bicarbonato de sodio	0.28	0.28	0.28
Aceite de palma africana	4.81	4.60	5.44
Colina	0.05	0.05	0.05
DL-Metionina	0.34	0.31	0.28
L-treonina	0.12	0.07	0.03
L-lisina	0.19	0.19	0.14
Carbonato de calcio	1.39	1.31	1.16
Biofos	1.50	1.37	1.19
secuestrante de micotoxinas	0.12	0.12	0.12
Enzimas exógenas	0.05	0.05	0.05
Coccidiostático	0.05	0.05	0.05
Costo (USD/t)	614.42	596.74	591.99
<i>Aportes nutricionales</i>			
EM (kcal/kg)	2975	3025	3100
PC (%)	22.00	20.00	19.00
Lisina (%)	1.22	1.12	1.02
Metionina+cistina (%)	0.91	0.85	0.80
Treonina (%)	0.83	0.73	0.66
Valina (%)	0.88	0.81	0.77
Triptófano (%)	0.23	0.20	0.19
Ca (%)	0.90	0.84	0.76
P disponible (%)	0.45	0.42	0.38

Ingredientes (%)	Inicio (0-8 días)	Crecimiento (9-18 días)	Finalización 1 (19-32)
Na (%)	0.18	0.18	0.18
CL (%)	0.16	0.16	0.16
FC (%)	2.61	2.53	2.48
FDN (%)	9.63	9.49	9.37
FAD (%)	4.26	4.05	3.95
LAD (%)	0.52	0.53	0.54

Resultados y Discusión

En el Cuadro 2 se observa el efecto de Hepavex 200® proporcionado en el agua en diferentes concentraciones durante 13 días (5 a 18 días) en el peso de los pollos al día 18 que consumieron la dieta enranciada (Cuadro 1) y el hepatoprotector (Anexo B).

Se encontró diferencia ($P \leq 0.05$) en el hígado entre el T1 (DC) y T2 (DAE) donde el peso relativo de T2 (DAE) es menor que T1 (DC), pero estadísticamente similar a T3 (DAE + 0.5mL/L Hepavex 200®), T4 (DAE + 1mL/L Hepavex 200®) y T5 (DAE + 1.5mL/L Hepavex 200®) indicando que el uso de la dieta enranciada afectó el peso del hígado y el hepatoprotector no logró minimizar ese daño.

En el corazón se observó diferencia ($P \leq 0.05$) entre el T1 (DC) y T4 (DAE + 1mL/L Hepavex 200®). En el bazo se observó una diferencia ($P \leq 0.05$) en la media del peso entre los tratamientos T4 (DAE + 1 mL/L Hepavex 200®) y T5 (DAE + 1.5mL/L Hepavex 200®).

El timo presentó una diferencia ($P \leq 0.05$) en la media del peso, el T1 (DC) y T2 (DAE) son menores al resto de tratamientos, se observó un aumento del peso de este órgano linfoide primario que produce linfocitos T de defensa inmunológica y esto pudo estar relacionado con un efecto inmune o a una hiperinmune por la administración del protector hepático (Fariñas, 2015).

El proventrículo presentó diferencias ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos T2 (DAE) y T4 (DAE + 1 mL/L Hepavex 200®) donde se concluye que el protector hepático redujo la inflamación del proventrículo causada por el estrés oxidativo ocasionada por la dieta enranciada (Abasolo, 2019). Por último, la molleja y la bolsa de Fabricio no presentaron diferencia entre tratamientos ($P > 0.05$).

Cuadro 2

Valores medios (g) para el peso vivo, hígado, corazón, timo, bolsa de Fabricio, bazo, proventrículo, molleja en pollos de engorde Cobb500™ a los 18 días de vida tratados con diferentes concentraciones de Hepavex 200®.

Parámetros	Tratamientos experimentales					EE±	Valor de p
	T1	T2	T3	T4	T5		
Peso vivo	505.47	519.13	506.35	505.67	524.2	16.169	0.9777
Hígado	16.785 ^a	15.035 ^{ab}	14.63 ^b	13.675 ^b	14.745 ^b	0.310	0.0004
Corazón	4.48 ^a	4.315 ^{ab}	3.895 ^{ab}	3.835 ^b	4.27 ^{ab}	0.117	0.0107
Timo	1.405 ^b	1.6 ^{ab}	1.85 ^a	1.895 ^a	1.91 ^a	0.070	0.0052
Bolsa de Fabricio	0.94	0.99	1.07	1.01	1.15	0.045	0.3264
Molleja	13.93	14.41	13.6	13.76	15.1	0.321	0.2979

Nota. ^{a, b, c} Medias con letras diferentes en la misma fila difieren a $P \leq 0.05$. T1: dieta control (DC), T2: dieta enrancada (DAE); T3: DAE+0.5 mL/L Hepavex 200®; T4: DAE+1.0 mL/L Hepavex 200®; T5: DAE+1.50 mL/L Hepavex 200®.

En el Cuadro 3 se observa el efecto de Hepavex 200® proporcionado en diferentes concentraciones a los 32 días de vida de los pollos de engorde.

Se observó que el peso vivo no tuvo diferencia ($P > 0.05$) entre la dieta control y los tratamientos que contenían aceite enrancado de palma con y sin hepatoprotector. En el peso del hígado se observaron diferencias ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos de T1 (DC) y T2 (DAE) siendo menor el peso relativo de este último, indicando que la presencia del aceite de palma enrancado afecta directamente este órgano ocasionando daños hepáticos y la disminución de las funciones del hígado en el metabolismo del pollo de engorde.

Sin un adecuado manejo los lípidos de origen vegetal pueden atravesar efectos oxidativos y al ser ingeridos causar daños en órganos involucrados con el metabolismo como hígado y corazón. El aceite enrancado genera estrés oxidativo en ambos órganos, en el hígado ocurre una acumulación anormal de grasa (esteatosis hepática) y eleva los niveles de alanina aminotransferasa (ALT). En el corazón puede generar inflamación y reducir la capacidad de bombear sangre de manera eficiente (Rojano, 1997). La inclusión de los aceites en dietas proporciona el doble de energía que los carbohidratos.

Las funciones del hígado y el corazón están directamente relacionadas. Si el hígado no realiza sus procesos de forma correcta, tiene consecuencias en la calidad de la sangre que pasará por el corazón. El timo y bazo, órganos del sistema linfático, no presentaron diferencias ($P \leq 0.05$) entre T1 (DC) Y T2 (DAE), contrario a lo encontrado con la bolsa de Fabricio.

Los valores obtenidos del timo y bazo se atribuyen a que son órganos del sistema linfático y como tal se necesita más tiempo para manifestarse un efecto sobre ellos, además, tienen bien desarrollado las defensas contra los efectos oxidantes que fueron producidos por el aceite (Oláh y Vervelde, 2008).

El valor de la bolsa de Fabricio del T1 (DC) presentó diferencias ($P \leq 0.05$) con el T2 (DAE) siendo este tratamiento el que presentó un peso mayor. El estrés oxidativo producido por el aceite enranciado (AE) causa inflamación en la bolsa de Fabricio como respuesta a los estímulos inmunitarios del organismo, así, aumenta la actividad y tamaño del órgano (Oke et al., 2024).

Hubo diferencia del valor de la molleja entre los tratamientos ($P \leq 0.05$), el T2 (DAE) es menor al resto, mencionar que en este tratamiento (DAE) no hubo suministración del hepatoprotector en el suministro de agua.

Al tener una dieta con agentes oxidativos se ocasiona daños a la mucosa intestinal lo que puede inducir a una menor participación de la molleja en el proceso digestivo del animal, afectando la motilidad del alimento y reduciendo la capacidad de trabajo de la molleja, consecuencia de ello se reduce su tamaño por la inactividad (Svihus, 2014).

Cuadro 3

Valores medios (g) para el peso vivo, hígado, corazón, timo, bolsa de Fabricio, bazo, molleja en pollos de engorde Cobb500TM a los 32 días de vida tratados con diferentes concentraciones de Hepavex 200[®].

Parámetros	Tratamientos Experimentales					EE±	Valor de P
	T1	T2	T3	T4	T5		
Peso vivo	2060.05	2041.95	2024.7	1987.55	2018.75	24.79	0.6773
Hígado	44.64 ^a	39.46 ^b	40.34 ^{ab}	38.87 ^b	39.95 ^{ab}	0.653	0.0087

Parámetros	Tratamientos Experimentales					EE±	Valor de P
	T1	T2	T3	T4	T5		
Corazón	11.615 ^{ab}	12.52 ^a	11.005 ^b	10.5 ^b	10.8 ^b	0.224	0.0018
Timo	4.89	5.265	5.25	5.69	5.745	0.175	0.3946
Bolsa de Fabricio	2.78 ^b	3.59 ^a	2.71 ^b	3.2 ^{ab}	2.705 ^b	0.096	0.0009
Bazo	2.03	2.12	1.91	1.72	1.93	0.059	0.1616
Molleja	33.57 ^{ab}	32.66 ^b	36.53 ^{ab}	35.505 ^{ab}	36.87 ^a	0.509	0.0191

Nota. ^{a, b, c} Medias con letras diferentes en la misma fila difieren a $P \leq 0.05$. T1: dieta control (DC), T2: dieta enrancada (DAE); T3: DAE+0.5

mL/L Hepavex 200[®]; T4: DAE+1.0 mL/L Hepavex 200[®]; T5: DAE+1.50 mL/L Hepavex 200[®].

En el Cuadro 4 se observa el efecto de Hepavex 200[®] a los 32 días de vida proporcionado en diferentes concentraciones en pollos de la línea Cobb500[®]. En los valores medios del peso canal y peso vivo no se observó diferencia ($P > 0.05$) entre los tratamientos. En la pechuga se observó diferencia ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos, observando que la dieta enrancada y la inclusión de Hepavex 200[®] disminuyó el rendimiento de la pechuga, el estrés oxidativo causado por la dieta enrancada afectó la salud y funciones en las células y paredes intestinales, resultando en una menor absorción de nutrientes y mayor susceptibilidad a enfermedades (Villalobos, 2024a).

La lisina junto con los aminoácidos azufrados presentan efectos en la composición de la canal y en la síntesis de proteína muscular reflejada en la pechuga (Moraes et al., 2013). En la pierna y la grasa abdominal no se observó diferencia ($P > 0.05$) entre los tratamientos.

Cuadro 4

Valores medios (g) para el peso vivo, peso canal, pechuga, pierna, grasa abdominal en pollos de engorde Cobb500TM a los 32 días de vida tratados con diferentes concentraciones de Hepavex 200[®].

Parámetros	Tratamientos experimentales					EE±	Valor de P
	T1	T2	T3	T4	T5		
Peso vivo	2060.05	2041.95	2024.7	1987.55	2018.75	24.79	0.6773
Peso canal	1523.05	1445.85	1424.1	1488.65	1430.65	19.42	0.0951
Pechuga	384.15 ^a	358.35 ^{ab}	338.6 ^b	354.05 ^{ab}	355.15 ^{ab}	5.856	0.0376
Pierna	306.25	302.5	295.45	298.95	297.95	4.261	0.8479
Grasa abdominal	20.65	20.715	19.1	17.31	19.655	0.58	0.3315

Nota. ^{a, b, c} Medias con letras diferentes en la misma fila difieren a $P \leq 0.05$. T1: dieta control (DC), T2: dieta enrancada (DAE); T3: DAE+0.5

mL/L Hepavex 200[®]; T4: DAE+1.0 mL/L Hepavex 200[®]; T5: DAE+1.50 mL/L Hepavex 200[®].

En el Cuadro 5, el suministro de Hepavex200® en una medida mayor a la recomendada en la etiqueta del producto generó eventos negativos como hipoglucemia, lo que se pudo evidenciar en el T5 (DAE + 1.5 mL/L Hepavex 200®). Pues el aceite enranciado provocó retención de glucosa en el hígado y una lenta liberación al sistema circulatorio.

El exceso de grasa en el hígado disminuye la eficiencia con la que se procesan, así, se quedan retenidas en su estructura, volviéndose de textura friable y su coloración se torna amarilla pálida (Anexo F). Otro evento ocasionado fueron hemorragias internas en el hígado provocando hematomas esto se pudo evidenciar cuando se realizó la necropsia en el día 32 (Santiago y Rangel, 2021).

En los tratamientos: T2 (DAE); T3 (DAE + 0.5 mL/L Hepavex 200®); T4 (DAE + 1 mL/L Hepavex 200®) y T5 (DAE + 1.5 mL/L Hepavex 200®) se observó que el peso del hígado disminuyó en relación con el T1 (DC) esto se atribuye al suministro y acción del hepatoprotector. No se observó diferencias entre los niveles de creatinina en los cinco tratamientos ya que la relación del contenido de esta no tiene relación directa con la esteatosis hepática.

La concentración de Nitrógeno Ureico en la Sangre (BUN) en los tratamientos T2 (DAE); T3 (DAE + 0.5 mL/L Hepavex 200®); T4 (DAE + 1 mL/L Hepavex 200®) y T5 (DAE + 1.5 mL/L Hepavex 200®) donde se incluyó aceite enranciado de palma es menor en comparación con el T1 (DC) la cual no llevó dicho ingrediente. Los sistemas inmunológico y digestivo en la fase inicial de las aves son susceptibles a aumentos drásticos de grasas en la dieta pues aún son inmaduros (Mateos et al., 1995).

La proteína total (PT) es la sumatoria de las proteínas plasmáticas albuminas (ALB) y globulinas (GLOB) presentes en el sistema circulatorio (Serrano y Devis, 2014).

Los valores de ALB y GLOB de la sangre de los cinco tratamientos fueron similares y a su vez permanecían dentro del rango establecido 0.7-1.7g/dL y 1.93-4.35g/dL. El tratamiento T3 (DAE + 0.5 mL/L) fue el que presentó una menor concentración de las proteínas antes mencionadas. La proteína total (PT) fue establecida por la relación entre ALB/GLOB donde se observó que mientras el valor de GLOB es menor, la proteína total será mayor.

Las ALB son producidas en el hígado y las GLOB se producen una parte en el hígado y otra en el sistema inmunitario. Las ALB ayudan al transporte de medicamentos, hormonas, vitaminas y que la sangre no se salga de los vasos sanguíneos, por otro lado las GLOB ayudan a combatir infecciones (MedlinePlus, 2021).

La relación de ALB/GLOB en la sangre tienen una relación directa, si la ALB aumenta, la relación incrementará, pero si esta disminuye y la GLOB tiene mayor concentración el valor de la relación es menor. Los factores que intervinieron en la producción de proteínas como ALB y GLOB fueron malnutrición y enfermedad hepática, siendo esta última la principal causa (Labtestsonline, 2022).

El valor de ALT correspondiente a la dieta control fue el menor al compararse con los demás tratamientos, esto indicó que existió un menor impacto en el hígado como daños celulares e inflamación. La ALT se halla en varios órganos como en el duodeno, páncreas, proventrículo, hígado, corazón y músculo esquelético. El valor de ALT aumento al momento de presentarse un trastorno hepático y producirse una lesión celular en un lugar no específico (Samour, 2010).

El menor valor de la fosfatasa alcalina (ALKP) se dio en el T4 (DAE + 1 mL/L Hepavex 200®) indicando la mayor protección hepática, los altos niveles de esta enzima están estrechamente relacionados con enfermedades hepáticas, óseas y biliares. La ALKP se encuentra en el duodeno y riñón, pero en menores concentraciones en el hígado.

El aumento de la fosfatasa alcalina provocó mayor actividad celular, esta se da en situaciones donde el ave se halla en plena producción como la puesta de huevos en gallinas ponedoras, aves jóvenes o recuperándose de un evento negativo tales como fracturas y neoplasias infecciosas (Samour, 2010).

Cuadro 5

Valores de química sanguínea realizado en el día 32 en la evaluación de un protector hepático en una dieta enranciada en pollos de engorde.

Parámetros	Tratamientos experimentales					Media	Rango
	T1	T2	T3	T4	T5		
GLU (mg/dL)	234	212	205.5	203	195.75	264	232-296
CREA (mg/dL)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.0-0.1
BUN (mg/dL)	2.25	2	2	2	2	2	1.0-3.0
TP (g/dL)	3.35	3.63	3.17	3.33	3.4	4.35	3.7-5.0
ALB (g/dL)	1.28	1.36	1.25	1.35	1.33	1.2	0.7-1.7
GLOB (g/dL)	2.07	2.25	1.9	1.97	2.03	3.14	1.93-4.35
ALB/GLOB (g/dL)	0.63	0.63	0.67	0.67	0.65	0.6	0.5-0.7
ALT (U/L)	21.25	23	28.5	24.25	26.5	9.5	0-19
ALKP (U/L)	322.5	331.75	370.5	297.75	439.75	62	15-109

Nota. T1: dieta control (DC), T2: dieta enranciada (DAE); T3: DAE+0.5 mL/L Hepavex 200®; T4: DAE+1.0 mL/L Hepavex 200®; T5: DAE+1.50

mL/L Hepavex 200®; Glu: glucosa; Crea: creatinina; BUN: nitrógeno ureico en sangre; PT: proteína total; Alb: albumina; Glo: globulina; ALT: alanina aminotransferasa; ALKP: fosfatasa alcalina.

En el Cuadro 6, se observó diferencias ($P \leq 0.05$) en el consumo de alimento, siendo mayor el T5 (DAE +1.5 mL/L Hepavex 200®) lo que provocó que la conversión alimenticia incrementará (1.51Kg), similar al grupo con aceite enranciado sin Hepavex 200® (1.48kg). Los tratamientos T3 (DAE + 0.5 mL/ Hepavex 200®) y T4 (DAE + 1 mL/L Hepavex 200®) indicaron similar conversión alimenticia al tratamiento control.

En la viabilidad se observó diferencias ($P \leq 0.05$) entre tratamientos, siendo el más viable el tratamiento control (DC) corroborando que el uso de aceite enranciado con o sin aditivo provocó que los pollos más débiles murieran por la toxicidad del aceite enranciado y el protector hepático Hepavex 200® no impidió la mortalidad de los pollos susceptibles y se mantuvo en porcentajes similares.

Debido al estrés oxidativo sufrido en el intestino, en el hígado se produjo un alto nivel de ALB para compensar los daños provocados por el aceite enranciado el mismo que produce problemas cardíacos formando una serie de tejidos grasos alrededor del corazón (Cortés et al., 2006).

Cuadro 6

Efecto del Hepavex 200® en el agua de bebida sobre el desempeño productivo de pollos de engorde alimentados con aceite enranciado (0-32 días).

Parámetros	Tratamientos experimentales					EE±	Valor de P
	T1	T2	T3	T4	T5		
CA (g/ave)	2868.1 ^{ab}	2861.90 ^{ab}	2841.34 ^{ab}	2807.52 ^b	2927.04 ^a	25.284	0.019
ICA	1.43	1.48	1.44	1.43	1.51	0.025	0.322
Viabilidad (%)	97.61 ^a	94.33 ^b	95.64 ^b	94.99 ^b	94.78 ^b	0.478	0.001

Nota. ^{a, b, c} Medias con letras diferentes en la misma fila difieren a $P < 0.05$. T1: dieta control, T2: dieta enranciada (DAE); T3: DAE+0.5 mL/L

Hepavex 200®; T4: DAE+1.0 mL/L Hepavex 200®; T5: DAE+1.50 mL/l Hepavex 200®. CA: consumo de alimento; ICA: conversión alimenticia;

VIAB: viabilidad.

Conclusiones

El suministro de Hepavex 200® en la dosis de 1mL como lo observado en el T4 (DAE+1.0mL/L Hepavex 200®) mejoró el consumo de alimento. En cuanto a las porciones comestibles el rendimiento de la pechuga disminuye en los tratamientos con dieta enranciada indicando que el protector hepático no logra eliminar los efectos del aceite enranciado.

La administración de Hepavex 200® por un período y dosis mayor al recomendado eleva los niveles de la Fosfatasa Alcalina en la sangre, como se observó en el T5 (DAE+1.5mL/L Hepavex 200®).

Recomendaciones

Realizar un análisis químico del hígado de pollos con las diferentes concentraciones de inclusión del protector hepático.

Mantener un buen manejo de los lípidos en cuanto al almacenamiento y la inclusión en la dieta, ya que es un factor que pueden generar daños hepáticos severos y reducir índices productivos en la producción de aves.

Referencias

- Abasolo, C. (2019). Efectos de los antioxidantes en las aves de corral. *BTSA*. <https://www.btsa.com/efectos-de-los-antioxidantes-en-las-aves-de-corral/#top>
- Alfaro, C. (2021, 17 de febrero). *Importance of hepatic protectors in the performance of broilers*. <https://avinews.com/en/importance-of-hepatic-protectors-in-the-performance-of-broilers/>
- Cortés, A., Estrada Contreras, A. y Ávila González, E. (2006). Productividad y mortalidad por síndrome ascítico en pollos de engorda alimentados con dietas granuladas o en harina. *Técnica En Pecuaria En México*, 44(2). <https://www.redalyc.org/pdf/613/61344209.pdf>
- Cuéllar, J. (2022, 13 de mayo). Dinámica y tendencias actuales del mercado avícola mundial: El mercado avícola mundial se está recuperando en su producción, por lo cual los pronósticos para 2022 son favorables. *Veterinaria Digital*. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/dinamica-y-tendencias-actuales-del-mercado-avicola-mundial/>
- Fariñas, F. (2015). *Funcionamiento del sistema inmune del ave*. Instituto de Inmunología Clínica y Terapia Celular. https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/16751_sistema%20inmune%20del%20ave_farinas.pdf
- Hernández, A. (2024, 3 de junio). *Vías de administración de medicamentos*. Avicultura.mx. <https://www.avicultura.mx/destacado/vias-de-administracion-de-medicamentos>
- Invesa. (2019). *Hepavex 200*. https://veterinariaalvear.com/wp-content/uploads/2019/FICHAS-TECNICAS/NUTRICIONALES/ORALES/HEPAVEX_200.pdf
- Labtestsonline. (2022, 10 de enero). *Proteínas totales, cociente albúmina-globulina (A/G)*. Sociedad Española de Medicina de Laboratorio. <https://www.labtestsonline.es/tests/proteinas-totales-cociente-albumina-globulina-ag>
- Marcuello, E. (2010, 20 de octubre). Hepavex 200®: el aliado del hígado en las aves. *Engormix*. https://www.engormix.com/avicultura/hepatoprotectores-aves/hepavex-200-aliado-higado_a28588/
- Mateos, G., Piquer, Javier; García, Mario y Medel, P. (1995). *Utilización de grasas y subproductos lipídicos en dietas para avicultura*. Universidad Politécnica de Madrid. <https://core.ac.uk/reader/33161570>
- MedlinePlus. (2021). *Proteínas totales y relación albúmina/globulina (A/G): Prueba de laboratorio de MedlinePlus*. MedlinePlus. <https://medlineplus.gov/spanish/pruebas-de-laboratorio/proteinas-totales-y-relacion-albumina-globulinaa-g/>
- Moraes, L., Nogueira, E., Perazzo Costa, F. G. y Goulart, C. (2013). *Aminoácidos en la nutrición de pollos de engorde*. https://www.engormix.com/avicultura/aminoacidos-aves/aminoacidos-nutricion-pollos-engorde_a40165/
- Oke, O. E., Akosile, O. A., Oni, A. I., Opowoye, I. O., Ishola, C. A., Adebisi, J. O., Odeyemi, A. J., Adjei-Mensah, B., Uyanga, V. A. y Abioja, M. O. (2024). Oxidative stress in poultry production. *Poultry Science*, 104003. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104003>
- Oláh, I. y Vervelde, L. (2008). Structure of the avian lymphoid system. En F. Davison, B. Kaspers y K. Schat (Eds.), *Avian Immunology* (2014^a ed., pp. 13–50).

https://www.google.hn/books/edition/Avian_Immunology/VNjpDoMmJbkC?hl=es&gbpv=1&dq=%22Avian+Immunology%22+por+Fred+Davison,+Bernd+Kaspers,+y+Karel+A.+Schat.&printsec=frontcover

- Olivera, S. y Blanch, A. (2017). Importancia del uso de protectores hepáticos en la producción de pollos de engorde. *NutriNews, Septiembre*, 106. <https://issuu.com/grupoagrinews/docs/nutrinews-revista-digital-septiembr?e=26014920/53490804>
- Rojano, B. (1997). *Oxidación de lípidos y antioxidantes* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia]. [repositorio.unal.edu.co. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11050](https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11050)
- Samour, J. (2010). *Medicina aviaria* (2ª ed.). Elsevier. <https://books.google.hn/books?id=vvclCQpqYD4C>
- Santiago, K. y Rangel, K. (2021). *Síndrome de hígado graso hemorrágico*. Universidad Francisco de Paula Santander. <https://es.slideshare.net/slideshow/sindrome-de-higado-graso-hemorragico/250728377#10>
- Serrano, M. y Devis, R. (2014, 1 de mayo). "Salado" (salting AOT) de proteínas, su aplicación en la separación y determinación de albuminas y globulinas en suero o plasma sanguíneo. Informe de laboratorio. Universidad de Oriente Nucleo Bolívar. <https://es.slideshare.net/slideshow/bioquimica-lab-2/35060977>
- Svihus, B. (2014). Function of the digestive system. *Journal of Applied Poultry Research*, 23(2), 306–314. <https://doi.org/10.3382/japr.2014-00937>
- Villalobos, G. (2024a). Abordando la inflamación crónica intestinal y el estrés oxidativo en avicultura y soluciones. *NutriNews*. https://nutrinews.com/download/nutriNews_NUPROXA-Abordando-inflamacion-intestinal-NutriLA-v03.pdf?swcfpc=1
- Villalobos, G. (2024b). *Entendiendo las diferencias entre un protector hepático y un modulador hepático en avicultura*. Salud Intestinal. <https://saludintestinal.ch/entendiendo-las-diferencias-entre-un-protector-hepatico-y-un-modulador-hepatico-en-avicultura/>

Anexos

Anexo A

Distribución de los pollos línea Cobb500™



Anexo B*Protector hepático*

Nota: Tomada de Livisto

Anexo C*Inclusión de Hepavex 200®*

Anexo D*Sacrificio y toma de muestras de sangre*

Anexo E

Pesaje de órganos



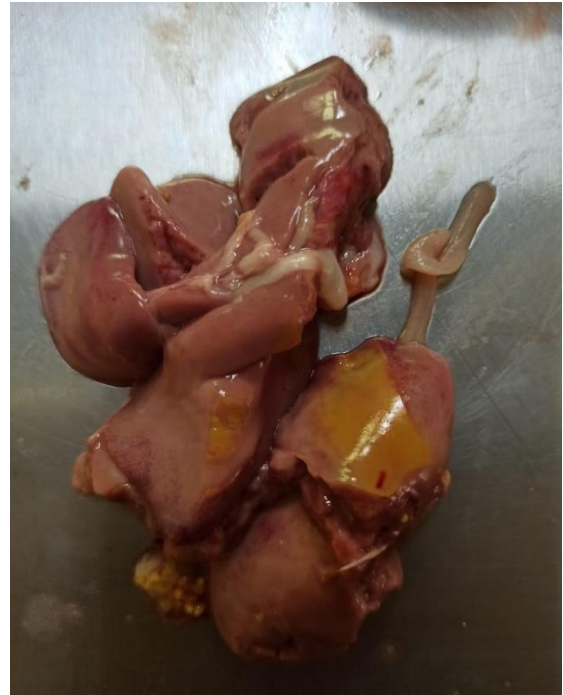
Anexo F

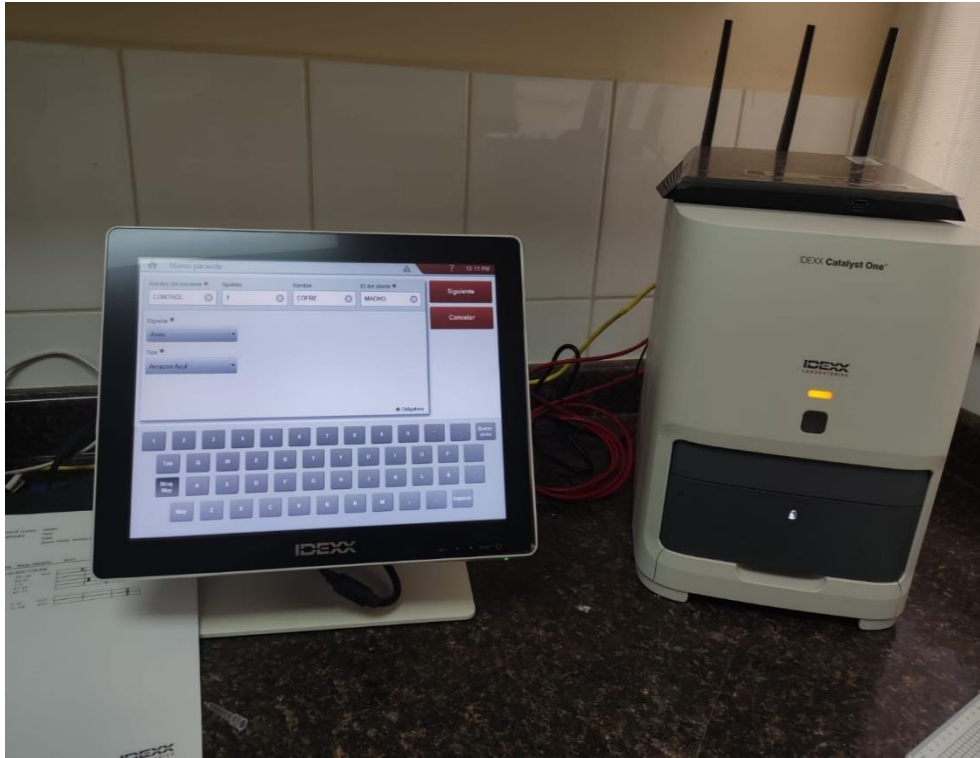
Identificación de afectaciones en el hígado

Hígado hemorrágico



Hígado graso



Anexo G*Prueba de química sanguínea*

Anexo H*Análisis de resultados de química sanguínea*