

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



Proyecto Especial de Graduación
**Efecto de un atrapador de micotoxinas en los indicadores
biológicos de pollos de engorde aparentemente sanos**

Estudiantes

Noel Napoleón Pereira Salgado

Kevin Enrique Vasquez Lazo

Asesores

Yordan Martínez, D.Sc.

Patricio E. Paz, Ph.D.

Honduras, abril 2021

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA MARGARITA MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

ROGEL CASTILLO

Director Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de cuadros	5
Resumen	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Materiales y métodos	10
Ubicación Experimental	10
Animales y Tratamientos	10
Condiciones Experimentales.....	11
Indicadores.....	12
Análisis Estadístico y Diseño Experimental.....	14
Resultados y Discusión.....	15
Ganancia Diaria de Peso, Consumo de Alimentos, Índice de Conversión Alimenticia, Mortalidad y Peso de Pollos de Engorde (0-31)	15
Variación de las Características de la Canal de Pollos de Engorde.	16
Pesos de Órganos Internos de los Pollos de Engorde con Inclusión de Secuestrantes de Micotoxinas	19
Variación de la Composición Fecal y Camas de Pollos de Engorde	21
Cambios en la Composición Sanguínea de Pollos de Engorde.....	23
Diferencias en los Costos de Producción	24
Conclusiones	26

Recomendaciones.....27

Referencias.....28

Índice de cuadros

Cuadro 1 Concentración de micotoxinas en el maíz molido.....	10
Cuadro 2 Ingredientes y aportes de la dieta de inicio para los pollos de engorde Ross 308.....	11
Cuadro 3 Efecto de la inclusión dietética de un secuestrante de micotoxinas en el desempeño productivo de pollos de engorde (0-31 días).....	15
Cuadro 4 Efecto de la inclusión dietética de un secuestrante de micotoxinas en las características de la canal de pollos de engorde (0-31 días).	17
Cuadro 5 Efecto de la inclusión dietética de un secuestrante de micotoxinas en el peso relativo de los órganos, pH cecal y bacterias ácidos lácticas cecales de pollos de engorde (0-31 días).....	19
Cuadro 6 Efecto de la inclusión dietética de un secuestrante de micotoxinas en el contenido de humedad, N, P y NH ₃ de heces fecales y cama de pollos de engorde (0-31 días).	21
Cuadro 7 Efecto de la inclusión dietética de un secuestrante de micotoxinas en los parámetros sanguíneos de pollos de engorde (0-31 días).	23
Cuadro 8 Efecto de la inclusión dietética de un secuestrante de micotoxinas en el costo para producir un kg de PV, pierna y en pechuga de pollos de engorde.(0-31días).....	25

Resumen

El sector avícola se encuentra actualmente en una posición de liderazgo en las industrias de producción de carne, así mismo la existencia de enfermedades causadas por la ingestión de alimentos contaminados tiene un impacto negativo en los ingresos por producción. El objetivo fue evaluar el efecto de un secuestrador de micotoxinas (Mycofix® Plus 5.0) en los indicadores biológicos de pollos de engorde aparentemente sanos. A total de 800 pollos de la línea genética Ross 308 de un día de edad se distribuyeron aleatoriamente en dos tratamientos, ocho repeticiones y 50 pollos por repetición durante 31 días. Los tratamientos dietéticos consistieron en una dieta basal (DB) y DB+atrapador de micotoxinas. El atrapador de micotoxinas mejoró ($P \leq 0.05$) el peso vivo, conversión alimenticia, viabilidad y consumo de alimento. Asimismo, este producto (atrapador) incrementó ($P \leq 0.05$) el rendimiento de la canal, la concentración de nutrientes en la pechuga (excepto el porcentaje de humedad) y el peso relativo de la bolsa de Fabricio, timo, páncreas y molleja y redujo ($P \leq 0.05$) el N y P en las heces fecales, aunque sin cambios notables ($P > 0.05$) para el peso relativo de la grasa abdominal, intestinos, hígado, corazón, pH cecal, bacterias ácido-lácticas cecales, parámetros sanguíneos y humedad, N y P en la cama. Además, el empleo de un atrapador de micotoxinas redujo ($P \leq 0.05$) el costo para producir un kg de canal y pechuga. Se recomienda el uso de un atrapador de micotoxinas en las dietas de los pollos de engorde aparentemente sanos para mejorar la eficiencia productiva.

Palabras clave: Micotoxinas, pollos de engorde, rendimiento, secuestrantes.

Abstract

The poultry sector is currently in a leading position in the meat production industries, likewise the existence of diseases caused by the ingestion of contaminated food has a negative impact on production income. The objective was to evaluate the effect of a mycotoxin scavenger (Mycofix® Plus 5.0) on the biological indicators of apparently healthy broilers. 800 chickens of the Ross 308 genetic line of one day of age were randomly distributed in 2 treatments, 8 repetitions and 50 chickens per repetition for 31 days. The dietary treatments consisted of a basal diet (DB) and DB+mycotoxin trapper. The mycotoxin scavenger improved ($P \leq 0.05$) live weight, feed conversion, viability and feed consumption. Likewise, this product (trapper) increased ($P \leq 0.05$) the performance of the carcass, the concentration of nutrients in the breast (except the percentage of moisture) and the relative weight of Fabriciu's bag, thymus, pancreas and gizzard and reduced ($P \leq 0.05$) the N and P in feces, although without notable changes ($P > 0.05$) for the relative weight of abdominal fat, intestines, liver, heart, cecal pH, cecal lactic acid bacteria, blood parameters and moisture, N and P in the bed. In addition, the use of a mycotoxin scavenger reduced ($P \leq 0.05$) the cost to produce one kg of carcass and breast. The use of a mycotoxin scavenger is recommended in the diets of apparently healthy broilers to improve production efficiency.

Keywords: Broilers, Mycotoxins, sequestrants, yield.

Introducción

La avicultura es una de las actividades agropecuarias que muestra una excelente rentabilidad. Además, cabe destacar que, en los últimos años la producción de carne aviar ha tenido un notable crecimiento, superior a la carne de cerdo (Gallard y Menichelli 2014). Es conocido que, la alimentación es la base para un alto rendimiento en la producción. El balanceado de los ingredientes, como la selección de las materias primas desempeñan un papel importante en la producción avícola. La mayoría de las fórmulas en las dietas para aves de corral consisten en granos, de los cuales un alto porcentaje están colonizados por hongos productores de toxinas, que en condiciones medioambientales favorables producen metabolitos que, por su ingestión llegan a causar problemas de intoxicación en los pollos. Dichos metabolitos consumidos y absorbidos en el tracto intestinal llegan a desencadenar enfermedades que incrementan la mortalidad; lo que afecta negativamente la producción y provoca pérdidas económicas considerables (García 2019). Por ello, el monitoreo y la mitigación se han considerado, indispensables.

Usar secuestrantes o atrapadores de micotoxinas es una opción no solo óptima si no también eficaz. Los secuestrantes como Mycofix® Plus 5.0 trabajan en función de una triple estrategia de control para las micotoxinas, su método de acción inicia por la biotransformación, la absorción y finalmente la bioprotección. Cada materia prima puede estar potencialmente afectada con micotoxinas. El maíz es la materia prima más perjudicada por una gran variedad de micotoxinas, como las fumonisinas, deoxinivalenol y zearalenona (Infopork 2015)

Las micotoxinas son metabolitos secundarios de los hongos, que comprometen la inocuidad de los alimentos y por consecuencia, la salud de los humanos y animales. En su investigación Pleadin et al. (2019), indican que la incidencia natural de este tipo de toxinas en el alimento para consumo humano y animal es un problema de salud de interés, sin embargo, aun con el buen control de todos los factores (humedad y temperatura), que favorecen la proliferación de estos hongos, el riesgo de

contaminación es constante. Se conocen diferentes especies de hongos con un alto nivel de afectación en la producción aviar.

Las micotoxinas son producidas por diferentes especies de hongos, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Claviceps* (Ramos Girona et al. 2020). Con el avance tecnológico, se han descubierto nuevos productos que ayudarán a los avicultores a combatir los problemas que causa la micotoxicosis. Los secuestradores o atrapadores de micotoxinas, apuestan por solucionar los problemas que actualmente se enfrentan los productores, no obstante, a carencia de información que sostenga como los secuestrantes pueden corregir dichas enfermedades. Esto lleva a plantear los siguientes objetivos en el siguiente estudio:

Evaluar el efecto de un atrapador de micotoxinas en el desempeño productivo, características de la canal, peso relativo de los órganos y parámetros hematológicos de los de pollos de engorde

Evaluar el efecto de un atrapador de micotoxinas en las características las heces y yacija en el ciclo de producción.

Evaluar el costo para producir un kg de peso vivo, pierna y pechuga con la inclusión de un atrapador de micotoxinas.

Materiales y métodos

Ubicación Experimental

El experimento se llevó acabo en el centro de investigación y enseñanza avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Localizada en el Valle del Yegüare, a 30 km de Tegucigalpa-Danlí en el municipio de San Antonio de Oriente, departamento de Francisco Morazán. Con temperaturas anuales que promedian a 23 °C y precipitaciones de 1100 mm anuales.

Animales y Tratamientos

Un total de 800 pollos de engorde Ross 308 de un día de nacidos (hembras y machos) de la misma parvada se distribuyeron aleatoriamente en dos tratamientos, con ocho repeticiones y un total de 50 pollos por repetición durante 31 días. Para identificar los efectos del atrapador, se evaluó la concentración de micotoxinas presente en el maíz (Cuadro 1), seguidamente se formuló la dieta con los requerimientos nutricionales óptimos, elaborada en planta de concentrados de la Escuela Agrícola Panamericana. Los tratamientos consistieron en una dieta basal (DB) y DB+la inclusión de 0.12% de Mycofix® Plus 5.0 según las recomendaciones de la empresa BIOMIN®.

Cuadro 1

Concentración de micotoxinas en el maíz molido.

Micotoxinas	Media	DE	CV (%)
Aflatoxinas	3.12	0.115	3.69
Ocratoxina	1.30	0.205	15.76
Fumonisina	1.20	0.115	9.58
Zearalenona	1.27	0.055	4.33
T-2 toxina	19.34	5.035	26.04

Cuadro 2*Ingredientes y aportes de la dieta de inicio para los pollos de engorde Ross 308*

Ingredientes	Inicio (10 días)		Crecimiento (11-24 días)		Acabado (25-31 días)	
	DB	DB+SM	DB	DB+SM	DB	DB+SM
Harina de maíz (7.79 %)	49.72	49.60	55.64	55.52	59.64	59.52
Harina de soya (48%)	39.54	39.54	34.86	34.86	30.21	30.21
Premezcla de minerales y vitaminas	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Cloruro de sodio	0.50	0.50	0.35	0.35	0.35	0.35
Aceite de palma	6.15	6.15	5.45	5.45	6.44	6.44
Colina	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
DL-Metionina	0.38	0.38	0.32	0.32	0.27	0.27
L-Treonina	0.10	0.10	0.06	0.06	0.05	0.05
L-Lisina	0.25	0.25	0.21	0.21	0.19	0.19
Carbonato de calcio	1.13	1.13	1.05	1.05	1.00	1.00
Biofos	1.58	1.58	1.41	1.41	1.20	1.20
Mycofix plus 5.0	0.00	0.12	0.00	0.12	0.00	0.12
Enzimas Lumis Lbzyme X50	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Total	100	100	100	100	100	100
zeolita	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
Total con zeolita	100	100	100	100	100	100
Costo de las dietas (USD/t)	438.75	446.24	419.05	426.54	408.72	416.21
<i>Composición proximal (%)</i>						
EM (kcal/kg MS)	3000	3000	3100	3100	3200	3200
Proteína cruda	23.43	23.43	21.5	21.5	19.5	19.5
Ca	0.96	0.96	0.87	0.87	0.79	0.79
P disponible	0.48	0.48	0.45	0.45	0.40	0.40
Met+Cys	0.95	0.95	0.87	0.87	0.80	0.80
Thr	0.86	0.86	0.77	0.77	0.67	0.67
Val	0.91	0.91	0.84	0.84	0.77	0.77
Ile	0.80	0.80	0.73	0.73	0.66	0.66
Lys	1.28	1.28	1.15	1.15	1.03	1.03
Arg	1.30	1.30	1.19	1.19	1.07	1.07
Trp	0.24	0.24	0.22	0.22	0.20	0.20
Phe	0.80	0.80	0.74	0.74	0.68	0.68

Nota. DB: dieta basal; SM: Secuestrador de micotoxinas.

Condiciones Experimentales

Los pollos se distribuyeron con una densidad de 12 aves/m². El alimento y el agua se suministraron *ad libitum*, en comederos tolva para ofrecer el alimento y bebederos tipo de nipple. Por medio de cortinas, ventiladores y calentadores de gas la temperatura del galpón fue controlada. La

desinfección del galpón se realizó 24 horas antes de la llegada de los pollos siguiendo las normas de calidad ambiental establecidas en el protocolo del centro de investigación avícola.

Indicadores

El desempeño productivo de los pollos se calculó en el periodo de 0-31 días. El consumo de alimento se obtuvo mediante el método de oferta y rechazo. El peso vivo inicial y final fue calculado semanalmente con una balanza OHAUS® Navigator, modelo N38110 con una precisión de ± 1 g. El índice de conversión alimenticia se calculó como la cantidad de alimento ingerido para una ganancia de peso 1 kg de peso vivo. Para calcular la viabilidad se tomó en cuenta el número de animales vivos al final de cada etapa entre los existentes al inicio del experimento.

A los 31 días de edad, se seleccionaron 10 pollos (cinco machos y cinco hembras) de cada repetición con un total de 80 pollos por tratamiento, para evaluar el efecto de Mycofix® Plus 5.0 en las características de la canal. Sometidos a un ayuno por seis horas para seleccionar aleatoriamente los pollos que iban para el sacrificio. La eutanasia se realizó por una dislocación cervical mecánica, método de aturdimiento, en el momento que las aves estaban inconscientes, fueron sometidas a la técnica del desangrado, posteriormente colocadas en un embudo de sacrificio durante dos minutos. Seguidamente, se utilizó un escaldador con una temperatura de 60 °C donde fueron sumergidas las canales por un tiempo de tres minutos con un flujo de agua de 1 L/ave/min. A continuación, pasaron por una desplumadora circular que realizó la siguiente fase por 10 segundos. La evisceración fue ejecutada manualmente. Con el fin de determinar el peso relativo de las porciones comestibles, los pollos se pesaron antes del sacrificio en un Mettler Toledo IBOA224-15NP (Jiangsu, China) con una precisión de 62 g. Seguido del eviscerado, la canal, la pechuga con hueso y la grasa abdominal se pesaron. Posteriormente se tomaron muestras de carne de pechuga de cada tratamiento (tres pollos machos y tres hembras) almacenadas a una temperatura de -15 °C hasta ser llevadas a un análisis en el laboratorio. Para determinar la composición química de la pechuga se utilizaron las muestras anteriores (tres de pollos machos y tres hembras). Libre la piel, las muestras fueron descongeladas y

sometidas a una trituración realizada por una batidora homogeneizadora que transformo el tejido en una pasta. Seguidamente se determinó el contenido de grasa, cenizas y proteínas según la metodología descrita por la AOAC (2006). L*(luminosidad), a* (índice rojo) y b* (índice amarillo) se evaluaron según un espectrofotómetro de esfera Minolta CR-400/410 Chroma Meter (Konica Minolta Sensing Inc., Osaka Japón).

Para determinar el efecto en los órganos, se extrajeron y pesaron los siguientes órganos: órganos inmunes (Bolsa Fabricio, bazo y timo) y órganos digestivos (ciego, molleja, proventrículo e intestino delgado). Se pesaron los órganos en una báscula TruWeigh™ BLAZE BL, modelo 100-01-BK, con una precisión de ± 0.01 g (Dalman Enterprises Ltd, Wycombe, Buckinghamshire, Reino Unido). Después del sacrificio, con el uso de un potenciómetro digital Oakton® 700 (Oakton Instruments, Vermon Hills, IL, EE. UU.) se determinó el pH del intestino delgado y ciego de 10 pollos por tratamiento. Con el uso de tampones de pH de 1.68, 4.01, 7.00, 10.01 y 12.45 el potenciómetro fue calibrado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

La volatilización de NH_3 se monitoreo por medio de sensores Basic Ammonia Detector – NH3000® (Forensics Detectors). Las muestras para medir el pH de las camas se tomaron en la etapa de finalización y fue a través de una solución acuosa (relación 1:3) mediante el potenciómetro PH-245/PK-835 Aquariums®. Para la recolección de las muestras de las heces se realizó de forma aleatoria. Se introdujeron en una jaula metabólica por 12 horas para disponer de sus heces, posteriormente fueron identificadas y llevadas al laboratorio para su procesamiento el día de la recolección y determinación de la humedad en un análisis por triplicado. Al obtener el dato del peso húmedo, fueron sometidas a 105 °C por 24 horas, colocadas en un recipiente de aluminio e introducidas en un horno después se pesaron. La humedad fue determinada relación peso húmedo: peso seco. Para determinar N y P en heces fecales y camas se recolectaron tres de muestras de camas y tres de heces fecales, dichas muestras se almacenaron a -4 °C; seguidamente llevadas al Laboratorio de Suelos de Zamorano. Fueron sometidas a 1045 °C por 24 horas en mufla, después de este tiempo fueron molidas

para poder determinar el N total de Kjeldahl. Se separaron 50 g por muestra que fueron secados a $-400\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta pasar a cenizas y obtener el dato de P total de ácido ascórbico.

Análisis Estadístico y Diseño Experimental

Los resultados se expresan como media y \pm EE. Se realizó una prueba de T de Student para dos muestras independientes utilizando SPSS 23.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EE. UU.). Se tomaron valores de $P \leq 0.05$ para indicar diferencias significativas. La mortalidad se determinó por comparación de proporciones.

Resultados y Discusión

Ganancia Diaria de Peso, Consumo de Alimentos, Índice de Conversión Alimenticia, Mortalidad y Peso de Pollos de Engorde (0-31)

En el Cuadro 3 se muestra el efecto de la inclusión de un atrapador de micotoxinas en el desempeño productivo de pollos de engorde de (0–31 días). En el presente estudio, para la variable peso vivo inicial no existió diferencia entre los tratamientos ($P > 0.05$). Sin embargo, para las variables peso vivo final, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad, hubo diferencias notables entre los tratamientos ($P \leq 0.05$), el grupo experimental DB+SM fue el que mostró valores promedio más altos.

Cuadro 3

Efecto de la inclusión dietética de un secuestrante de micotoxinas en el desempeño productivo de pollos de engorde (0-31 días).

Ítems	Tratamientos experimentales		EE±	Valor de P
	DB	DB+SM		
PVI (g)	43.23	43.40	0.236	0.400
PVF (g)	1923.09	1994.22	16.847	<0.001
CA (g/ave)	2676.75	2731.73	25.417	0.001
CON	1.42	1.40	0.022	0.018
Mortalidad (%)	4.38	2.50	1.48	0.009

Nota. DB: dieta basal; SM: Secuestrador de micotoxinas; PVI: peso vivo inicial; PV: peso vivo; CA: consumo de alimentos; CON: conversión alimenticia

Con los resultados del Cuadro 3 se observa que el tratamiento DB+SM presentó el mayor peso vivo final, comparado con el tratamiento DB. Según Mallmann et al. (2007) mencionan que, la micotoxicosis afecta a los animales en una reducción de eficiencia productiva, baja conversión alimenticia, reducción de la tasa de crecimiento y de la ganancia de peso, por lo tanto, al incluir un secuestrador de micotoxinas a la dieta de pollos de engorde se mejoran los parámetros productivos y esto se ve reflejado en un aumento del peso vivo final de los pollos de engorde. Los resultados de este estudio coinciden con los resultados obtenidos por Velíz (2012), en donde aumentó la ganancia de peso de pollos de engorde.

El consumo de alimento mostró diferencias significativas, con valor alto en la dieta experimental. Por lo tanto, se concuerda con Masaquiza (2012) quien aclara en su investigación que, al incluir Mycofix® Plus registró un mayor consumo de alimento. En cuanto al índice de conversión alimenticia resultó ser menor en el tratamiento DB+SM, es necesario resaltar que, al tener una conversión alimenticia baja, la eficiencia del pollo en convertir el alimento consumido en carne es alta. Debido a estos resultados, se coincide con Carmona (2020) quien utilizó un secuestrante comercial a base de silicato de aluminio hidratado, donde obtuvo una mejor conversión de alimento.

La mortalidad es un dato de interés para los avicultores, el reducir este dato es una manera clave para mejorar la producción, en el Cuadro 3 se observa que, en el tratamiento experimental DB+SM la mortalidad fue menor. Según Hedayati (2014) las principales causas de mortalidad se presentan por una reducción en la ingesta de alimento y alteración en el metabolismo de las proteínas. Es por esto que la inclusión de un secuestrador de micotoxinas reduce los índices de mortalidad y aumenta la rentabilidad de producción de pollos de engorde. Este resultado concuerda con Hedayati (2014) quien evaluó la eficacia de un aglutinante de micotoxinas y dieron como resultado que la mortalidad fue inferior a comparación de los demás tratamientos. Los resultados mostraron de manera precisa y eficiente la importancia del atrapadores de micotoxinas. Mycofix® Plus 5.0 demostró ser eficaz dando resultados que favorecen a los pollos en parámetros productivos y económicos.

Variación de las Características de la Canal de Pollos de Engorde.

El en Cuadro 4 se observa el efecto de la inclusión dietética de un secuestrante de micotoxinas en las características de la canal de pollos de engorde, en donde el uso de secuestrantes de micotoxinas no mostró una diferencia significativa en las características de rendimiento de grasa abdominal ($P > 0.05$). Sin embargo, en los parámetros evaluados de peso de canal, pechuga y pierna se encontraron diferencias ($P \leq 0.05$). Los resultados obtenidos en esta investigación difieren con los hallazgos por Perez Vargas (2017) , quien en su trabajo no encontró diferencias entre tratamientos sobre el rendimiento de la canal con la utilización de 0.0, 0.15 y 0.30% de un secuestrante a base de

un aluminosilicatos de sodio y calcio hidratado en la composición química de la pechuga, a excepción de la humedad quien no presentó datos notables.

Cuadro 4

Efecto de la inclusión dietética de un secuestrante de micotoxinas en las características de la canal de pollos de engorde (0-31 días).

Ítems	Tratamientos experimentales		EE±	Valor de P
	DB (%)	DB+SM (%)		
Canal	69.24	73.42	1.061	0.019
Pechuga	24.66	26.80	0.610	0.021
Pierna	19.58	21.37	0.514	0.013
Grasa abdominal	1.08	0.90	0.343	0.490
Composición química de la pechuga				
Humedad	71.72	73.93	1.579	0.475
Proteína	21.96	22.19	0.317	0.052
Cenizas	1.21	1.25	0.068	0.004
L*	57.31	54.60	1.198	0.050
a*	7.84	10.94	0.861	0.043
b*	18.79	19.76	0.665	0.029

Nota. DB: dieta basal; SM: Secuestrador de micotoxinas; L: luminosidad; a: índice rojo y b: índice amarillo.

Con los resultados obtenidos del Cuadro 4 se observa que el tratamiento DB+SM aumentó el rendimiento de la canal. Por lo que al incluir un secuestrante de micotoxinas en las dietas de pollos de engorde tiene un impacto directo en el rendimiento de la canal, lo que se traduce en una mayor producción de carne. Estos resultados son superiores a los obtenidos por Masaquiza (2012) , quien obtuvo una diferencia de 3.89% en comparación con el tratamiento control del peso de la canal, sin embargo, estos resultados pueden diferir debido a que se usó una inclusión del 0.1% de Micofix® Plus 5.0 en la dieta evaluada, cabe resaltar que también hubo una diferencia de 14 días en comparación a este estudio. Por otro lado, en un estudio realizado por Kehinde et al. (2018), no presentó diferencias significativas en cuanto al rendimiento de la canal de pollos de engorde.

Para las variables de porcentaje de pechuga, pierna y grasa abdominal se utilizó una inclusión de 0.12% de Mycofix®, en donde el rendimiento de la pechuga y la pierna aumentó en comparación al tratamiento DB. La variación de estos resultados puede ser atribuidos a que en el presente estudio

se utilizó Mycofix® Plus 5.0, el cual contiene enzima que biotransforman fumosinas, bacterias que biotransforman los tricotecenos (deoxinivalenol y toxina T-2 y el MTV), y una levadura que biotransforma la zearalenona y ocratoxina (Infopork 2015). Una de las micotoxinas más conocidas son las aflatoxinas. Un amplio rango de efectos crónicos ha sido reportado por aflatoxinas cuando se les da en el alimento a los pollos. Mallman et al. (2008) indican que, el peligro de las micotoxinas está en sus efectos, los residuos de micotoxinas en el alimento no sólo implican que el animal ingiera dietas contaminadas y presente signos de toxicidad, sino también el peligro para los humanos que los consuman. Las dietas con un contenido de 250-500 ppb de aflatoxinas encontradas en el alimento predispuso un ataque por bacterias y virus. Es conocido que las aflatoxinas atacan el sistema inmune como resultado de las células T. Las células T son un tipo de linfocito, son unas de las células importantes de los glóbulos blancos del sistema inmune y juegan un papel importante en la respuesta a la adaptación inmunológica.

Las células T nacen de las células hematopoyéticas encontradas en la médula ósea, luego se desarrollan a células T que migran a la glándula del timo para madurar (Ryding 2020). Las aflatoxinas tienen una relación directa en el efecto del tejido linfático en los pollos. Una involución o encogimiento tímico no están relacionados con la bolsa de Fabricio y el tejido linfático, ha sido inducido por niveles moderados de aflatoxinas (0.5 ppm o 500 µg/kg). La presencia de aflatoxinas tiene efecto en la absorción de un número de componentes esenciales como coccidios tatos, vitaminas y amino ácidos. Esto puede traer un efecto perjudicial en la salud y producción de los pollos (Jewers 1990).

Para los parámetros de composición química de la pechuga, las variables de porcentaje de humedad y proteína no presentaron diferencias, sin embargo, el tratamiento con inclusión de secuestrante de micotoxinas al parecer favoreció la digestión de los nutrientes, lo que incrementó la proteína y las cenizas en la pechuga, similares resultados fueron encontrados por Kehinde et al. (2018) cuando utilizaron secuestrantes en las dietas. El color es correlacionado con coordenadas de intensidad L^* , rojo-verde a^* , amarillo-azul b^* , donde la luminosidad y el color rojo tienen mayor

aceptación, constituyendo una medida directa y eficiente de la aceptación comercial de la carne fresca (Sánchez y Albarracín 2010). Es importante tomar en cuenta las diferencias significativas en los parámetros evaluados, como son la composición de la canal, pechuga y pierna, lo cual es un respaldo respecto al uso de Mycofix® Plus 5.0, esto debido a que tuvo un excelente desempeño en comparación a la dieta basal que carece de secuestrantes de micotoxinas.

Pesos de Órganos Internos de los Pollos de Engorde con Inclusión de Secuestrantes de Micotoxinas

El Cuadro 5 muestra el efecto de la inclusión dietética de un secuestrante de micotoxinas en el peso relativo de los órganos, pH cecal y bacterias ácido lácticas cecales de pollos de engorde. Las variables de peso de bazo, hígado, corazón, intestino delgado, ciegos, pH cecal y BAL cecales no existió diferencias ($P \geq 0.05$) entre los tratamientos. Por otro lado, el peso de la bolsa de Fabricio, timo, páncreas y molleja mostró diferencias ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos, siendo los pollos del grupo experimental DB+SM los que presentaron el valor promedio más alto, con excepción del peso de la molleja que fue mayor en el tratamiento DB ($P \leq 0.05$).

Cuadro 5

Efecto de la inclusión dietética de un secuestrante de micotoxinas en el peso relativo de los órganos, pH cecal y bacterias ácidos lácticas cecales de pollos de engorde (0-31 días).

Ítems (g/kg)	Tratamientos experimentales		EE±	Valor de P
	DB	DB+SM		
Bolsa de Fabricio	0.14	0.16	0.013	0.018
Timo	0.29	0.41	0.033	0.008
Bazo	0.10	0.11	0.015	0.362
Hígado	2.38	2.34	0.069	0.691
Páncreas	0.30	0.34	0.018	0.021
Corazón	0.59	0.64	0.025	0.318
Molleja	1.87	1.60	0.085	0.017
Intestino delgado	4.49	4.51	0.166	0.384
Ciegos	0.64	0.75	0.053	0.195
pH cecal	6.40	6.43	0.095	0.081
BAL cecales (UFC/g)	6.67	6.46	0.380	0.904

Nota. DB: dieta basal; SM: Secuestrador de micotoxinas; BAL: Bacterias ácido lácticas.

La suplementación de un secuestrante de micotoxinas en la dieta de pollos de engorde mostró un efecto sobre el peso de los órganos. En la presente investigación los pollos alimentados con DB+SM mostraron un aumento de peso en la bolsa de fabrico y el timo. Sin embargo, el peso de la molleja aumentó en la DB, el resultado tiene relación con los efectos del secuestrante, Mycofix® Plus 5.0 cuenta con una arcilla que tiene la facilidad de compactar las partículas del concentrado, la molleja es afectada por la granulometría del concentrado. Además, partículas de tamaños grandes favorecen a un mejor desarrollo del estómago muscular y vuelve más eficiente la digestibilidad de los nutrientes (Solís 2016). Estos resultados difieren a los obtenidos por Agboola et al. (2015), quienes incluyeron un captador de micotoxinas y no encontraron un efecto sobre los pesos de los órganos, excepto el páncreas que si mostró diferencias ($P \leq 0.05$). Por el contrario, el peso de la bolsa de Fabricio y el timo fueron similares a los obtenidos por Chand et al. (2011), quienes investigaron el efecto de que de Cardo Mariano (*Silybum marianum*) y un secuestrante de micotoxinas.

En cuanto a los pesos de: el hígado, corazón, intestino delgado, bazo y los ciegos no presentaron diferencias entre tratamientos. García Hernández et al. (2016) mencionan que, el bazo es un órgano indicador de estimulación inmunológica, siendo un órgano linfoide primario. Asimismo, Lagawany y Elnesr (2019) indican que, el bazo aumenta su peso cuando es atacado por patógenos o presencia de enfermedades. Por otro lado, Gimeno y Martins (2008) mencionan que las micotoxinas pueden alterar el peso de los órganos.

Por otro lado, los datos del hígado del Cuadro 5 coinciden con los datos del Cuadro 7, esto debido a que la AST: Aspartato Trasaminasa, ALT: Alanina Aminotransferasa, PT: Proteína Total, A/G: Albumina, Globulina, los cuales permanecen sin diferencias, son enzimas que evidencian la presencia o ausencia de problemas en el hígado, al no haber una variación importante se puede descartar la existencia de un problema con el hígado. Cuando existen variación en datos como AST, ALT, PT,

Albumina, Globulina se puede afirmar que existe un problema en el hígado, ya sea infección, deshidratación u otros organismos que afectan su funcionamiento.

El intestino delgado es un constituyente del tracto gastrointestinal, donde se absorben los nutrientes suministrados en el alimento, esto lo convierte en el primer órgano afectado por las micotoxinas. Sin embargo, no se encontró literatura que haga constatar que la presencia de micotoxinas altere su peso. Al no mostrar diferencias significativas, se concluye que, Mycofix® Plus 5.0 no tuvo efecto en el peso relativo del intestino delgado. Los resultados de la presente investigación demuestran que el pH cecal y BAL cecales no obtuvieron diferencias significativas ($P \geq 0.05$), estos resultados difieren a los obtenidos por Tsiouris et al. (2021), quienes en su investigación informaron una reducción de pH cecal y el aumento de BAL cecales al suministrar un desintoxicante de micotoxinas multicomponente (MMDA).

Variación de la Composición Fecal y Camas de Pollos de Engorde

Se encontraron diferencias ($P \leq 0.05$) al evaluar los efectos de un secuestrante de micotoxinas en una dieta para pollos de engorde para las variables de humedad, N y P de las heces fecales (Cuadro 6). Siendo el tratamiento de DB + SM el que demostró valores promedios menores. Sin embargo, las variables de humedad, N y P de la cama no mostraron diferencias ($P > 0.05$).

Cuadro 6

Efecto de la inclusión dietética de un secuestrante de micotoxinas en el contenido de humedad, N, P y NH3 de heces fecales y cama de pollos de engorde (0-31 días).

Ítems (%)	Tratamientos experimentales		EE±	Valor de P
	DB	DB+SM		
Heces fecales				
Humedad	78.70	69.23	0.643	<0.001
N	5.00	4.29	0.102	<0.001
P	0.96	0.88	0.045	0.009
Cama				
Humedad	20.77	21.75	1.455	0.671
N	2.30	2.51	0.155	0.796
P	0.65	0.67	0.069	0.979

Ítems (%)	Tratamientos experimentales		EE±	Valor de P
	DB	DB+SM		
NH3 (ppm)	8.58	8.91	0.278	0.282

Nota. DB: Dieta basal; SM: Secuestrador de micotoxinas; NH3: Amoníaco; N: Nitrogeno; P: Fósforo

Los parámetros de las heces fecales mostraron diferencias ($P \leq 0.05$). La forma de excretar sustancias no deseables para el organismo es por medio de las heces. Mycofix® Plus 5.0 mostró un efecto positivo en los parámetros de las heces fecales, el N es un nutriente esencial para el desarrollo de los pollos por su relación directa con el aumento de masa muscular (Lu et al. 2017). Este estudio demuestra que la cantidad de N excretado en el tratamiento experimental manifestó una reducción y aumentando la capacidad de absorción de proteínas. En el tratamiento experimental la humedad de las heces fue reducida, de igual forma la presencia de heces líquidas. Existen micotoxinas contaminantes del intestino que afectan las células epiteliales, por otra parte, la ocratoxina afecta la función renal que da como resultado heces líquida (Berrú Román 2014).

El amoníaco es un compuesto químico de preocupación para los avicultores por su grado de contaminación ambiental y por la producción de malos olores en los galpones, de igual forma Mycofix® Plus 5.0 no mostró un efecto en el porcentaje de humedad, Nitrógeno y Fosforo en las camas. Estos resultados difieren a los obtenidos Merchán y Quezada (2013), quienes en su investigación evaluaron el efecto de zeolita en la absorción de nutrientes, logrando reducir los olores amoniacaes y la humedad mostrando diferencias ($P \leq 0.05$). Sin embargo, no se mostró reducción en la concentración de amoniaco ($P \geq 0.05$).

La dieta del pollo se compone de una variedad de ingredientes que aportan los nutrientes necesarios para su desarrollo, uno de ellos es la proteína aportada en forma de proteína cruda, que produce ácido úrico durante su metabolismo, siendo excretado mediante las heces y la orina por lo tanto se convierte en NH_3 en condiciones favorables (Naseem y King 2018). Mycofix® Plus 5.0 no redujo el NH_3 , compuesto que depende de factores ambientales para su producción. El ácido Úrico por su parte pasa por un proceso enzimático que en condiciones favorables se convierte en NH_3 (Naseem y King 2018).

Cambios en la Composición Sanguínea de Pollos de Engorde

No se encontraron variaciones significativas en ningún parámetro sanguíneo en los pollos de engorde (Cuadro 7). Odunsi et al. (1999) afirman que los valores hematológicos de la sangre pueden variar por el estado nutricional, sexo, edad, hábitat, la época del año, el estado reproductivo y el estrés ambiental.

Estos parámetros son óptimos para conocer el funcionamiento hepático, sobre todo en presencia de una micotoxina. Los daños en el hígado, puede ser revelados por un aumento del AST. Por otra parte, el aspartato transaminasa (ASL) elevado, muy parecido al AST, indica que pueden existir problemas de infección o la presencia de organismos que afectan directamente al hígado. No se obtuvieron variaciones en dichos parámetros con lo cual se afirma que el secuestrante Micofix® Plus 5.0 no afecta al AST y ASL en la sangre.

La concentración de globulina indica una función hepática deficiente y una concentración baja está relacionada con la mal absorción de proteínas causada por problemas renales. Por otro lado, los niveles altos de albúmina suelen manifestarse como deshidratación. Al incluir el agente quelante de micotoxinas Micofix® Plus 5.0, no se obtuvieron datos importantes sobre albúmina y globulina, por lo que se infiere que el producto no tiene efecto sobre los niveles de globulina y albúmina.

Cuadro 7

Efecto de la inclusión dietética de un secuestrante de micotoxinas en los parámetros sanguíneos de pollos de engorde (0-31 días).

Ítems	Tratamientos experimentales		EE±	Valor de P
	DB	DB+SM		
AST (U/L)	181.67	194.00	9.204	0.068
ALT (U/L)	23.33	25.00	1.853	0.097
PT (g/dl)	3.37	3.43	0.322	0.206
Albumina (g/dl)	1.07	1.10	0.105	0.621
Globulina (g/dl)	2.30	2.33	0.343	0.056
A/G	0.47	0.48	0.080	0.075

Nota. DB: dieta basal; SM: Secuestrador de micotoxinas; TGO: aspartato aminotransferasa; ALT: alanina aminotransferasa; PT: proteína total; A/G: albúmina/globulina; AST: aspartato trasaminasa.

Además, Tzá et al. (2008) menciona que en los últimos años la selección genética hacia mayor velocidad de crecimiento ha tenido impacto negativo en el desarrollo del sistema inmunitario, dando como resultado pollos de engorde más susceptibles a patógenos infecciosos; por lo tanto, el rendimiento de la producción se ve disminuido. Los parámetros sanguíneos son indicadores al manifestarse una patología. No se encontraron variables que constatan un cambio en la composición de la sangre de los pollos al usar Mycofix® Plus 5.0. Sin embargo, no mostró un efecto negativo en la composición de la sangre.

Diferencias en los Costos de Producción

Se observó que es más factible realizar la dieta con el secuestrante de micotoxinas Mycofix® Plus 5.0. El enfoque de la mayoría de las granjas dedicadas a la producción de ceba es la reducción de costos. Según Orozco Campo et al. (2004), para los productores la prioridad es cubrir sus costos de producción y obtener un margen de ganancia por la actividad que realizan. Sin embargo, en el incremento del peso vivo del ave (PV) los resultados no reflejaron variaciones significativas en comparación con la dieta que tenía inclusión de secuestrante a diferencia de Cruz Anchapuri (2016), que en su investigación comprobaron los efectos que conlleva incluir un secuestrante en la dieta, diferente al que se utilizó en el experimento, el cual obtuvieron indicadores que muestran claramente que el grupo con adición de secuestrante mejoró la ganancia de peso vivo respecto al grupo con dieta sin secuestrante.

En el Cuadro 8 se muestra que Micofix® Plus 5.0 es un producto rentable y es una vía óptima para minimizar gastos, la rentabilidad de utilizar una medida preventiva es mayor que al usar una correctiva.

Cuadro 8

Efecto de la inclusión dietética de un secuestrante de micotoxinas en el costo para producir un kg de PV, pierna y en pechuga de pollos de engorde.(0-31días).

Ítems	Tratamientos experimentales			Valor de P
	DB	DB+SM	EE±	
Costo/kg PV (USD)	0.33	0.32	0.008	0.054
Costo/kg/canal (USD)	0.47	0.43	0.001	0.012
Costo/kg/pechuga (USD)	1.33	1.18	0.045	0.001

Nota. DB: dieta basal; SM: Secuestrador de micotoxinas; PV: peso vivo.

Según Rayburn (1999), la contabilidad de costos es un elemento fundamental en el proceso productivo; ésta identifica, mide, define, reporta y analiza los diversos elementos de costos. En los resultados obtenidos hubo variables notables ($P \leq 0.05$), tanto en los costos/kg/canal y costos/kg/pechuga; los resultados fueron distintos en el caso de costo/kg/PV debido a que no se notaron variables ($P > 0.05$). En industria avícola, el costo de alimentos para animales a nivel de los pollos de engorde es el mayor costo dentro de la producción.

Conclusiones

El atrapador de micotoxinas incluido al 0.12% en las dietas de pollos de engorde promovió el peso vivo, la eficiencia alimentaria, la viabilidad y el rendimiento de la canal. Asimismo, incrementó el peso relativo de la bolsa de Fabricio, timo, páncreas y molleja, aunque sin cambios para los parámetros hematológicos y características cecales.

El atrapador de micotoxinas redujo la humedad, N y P en las heces fecales, aunque estos indicadores se mantuvieron inalterables en la cama.

El empleo dietético de un atrapador de redujo el costo para producir un kg de canal y de pechuga, sin cambios para el costo de un kg de peso vivo.

Recomendaciones

Comprobar la efectividad de Mycofix® Plus 5.0 en diferentes sistemas de producción y bajo diferentes condiciones ambientales.

Evaluar la efectividad de Mycofix® Plus 5.0 suministrado en dietas con altas concentraciones micotoxinas

Evaluar la efectividad de Mycofix Plus 5.0 a diferentes porcentajes de inclusión en la dieta.

Referencias

- Agboola F, Omidwura O, Odu O, Odupitan A. 2015. Effect of Probiotic and Toxin Binder on Performance, Intestinal Microbiota and Gut Morphology in Broiler Chickens. *J. Anim. Sci. Adv.*, 5(7):1369. doi:10.5455/jasa.20150709085312.
- Berrú Román JR. 2014. Utilización de aji de gallinazo capsicum frutescens como micostático en el engorde de pollos parrilleros. Machala, Ecuador: Universidad Técnica de Machala. 65 p. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/1524>.
- Carmona Bello JE. sep. 2020. Inclusión de diferentes niveles de secuestrante de micotoxinas de dietas para pollos de engorda [Tesis profesional]. Tlatlauquitepec, Puebla, México: Benemérita Universidad Autónoma de PueblaTlatlauquitepec. <https://hdl.handle.net/20.500.12371/10117>.
- Chand N, Muhammad D, Durrani FR, Qureshi MS, Ullah SS. 2011. Protective Effects of Milk Thistle (*Silybum marianum*) against Aflatoxin B1 in Broiler Chicks. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* 24(7):1011–1018. doi:10.5713/ajas.2011.10418.
- Cruz Anchapuri CS. 2016. Uso de secuestrantes de micotoxinas (Caolín Coloidal) en la alimentación de pollos de engorde de la Línea Coob 500 en la etapa de crecimiento, Tacna–2016. Tacna - Perú: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. 35 p. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/unjbg/1613>.
- Gallard, E y Menichelli, M. 2014. Avicultura, una actividad con nuevas fronteras y grandes oportunidades. *Revista Voces y Ecos* Nro. 31. http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_vye_nro31_avicultura_actividad_con_nuevas_fronteras.pdf.
- García H. 2019. TesinaGarcíaOliveras2020... Toluca Mexico: Universidad Autónoma del Estado de México. 74 p; [consultado el 21 de jun. de 2021]. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/109994/TesinaGarcíaOliveras2020...pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- García Hernández Y, Pérez-Sánchez T, Boucourt R, Balcázar JL, Nicoli JR, Moreira-Silva J, Rodríguez Z, Fuertes H, Nuñez O, Albelo N, et al. 2016. Isolation, characterization and evaluation of probiotic lactic acid bacteria for potential use in animal production. *Res Vet Sci.* 108:125–132. eng. doi:10.1016/j.rvsc.2016.08.009.
- Gimeno G, Martins ML. 2008. Micotoxinas en pollos y gallinas: ¿Habrán más riesgos de micotoxicosis con el uso de nuevas materias primas? *Engormix.* 1–15. https://www.avideter.com/ftp_public/A4250408.pdf.
- Hedayati M. 2014. Commercial Broilers Exposed to Aflatoxin B1: Efficacy of a Commercial Mycotoxin Binder on Internal Organ Weights, Biochemical Traits and Mortality. *International Journal of Agriculture and Forestry.* 4:351–358.
- Infopork. 2015. Verena Starkl. MSc Biomin, Austria: Entrevista a Verena Starkl, Biomin [Producción Porcina]. [sin lugar]: [sin editorial]. 3 p; [consultado el 18 de jun. de 2021]. <https://www.youtube.com/watch?v=bOz7dFKMmJo>.
- Jewers K. 1990. Mycotoxins and their effect on poultry production. *L'aviculture en Méditerranée Montpellier: CIHEAM.* (7):195–202. <https://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=Ci901593>.

- Kehinde HW, Sekoni AA, Olugbemi TS, Onimisi PA. 2018. Prevalence of aflatoxin b1 in some common poultry feed ingredients and optimum inclusion levels of mycofix binder as feed additive on performance of broiler chickens. *NJAP*. 45(2):137–149. doi:10.51791/njap.v45i2.495.
- Lagawany M, Elnesr S. 2019. Ácidos grasos omega-3 y omega-6 en la nutrición avícola efecto sobre el rendimiento de la producción y la salud; [consultado octubre 2019].
- Lu L, Liao X, Luo X. 2017. Nutritional strategies for reducing nitrogen, phosphorus and trace mineral excretions of livestock and poultry. *Journal of Integrative Agriculture*. 16(12):2815–2833. doi:10.1016/S2095-3119(17)61701-5.
- Mallman CA, Dilkin P, Zanini L, Hummes, Rauber, Ricardo, Emanuelli C. 2008. Micotoxinas en ingredientes para alimento balanceado de aves: In XX Congreso Latinoamericano de Avicultura. Porto Alegre.
- Mallmann C, Dilkin P, Zanini GL, Hummes Raube R, Pereira CE. 2007. Micotoxinas en ingredientes para alimento balanceado de aves. 4(44):1–14. <http://www.educa-bo.com/pdf/articulos/micotoxinas%20en%20ingredientes%20aves%20dr.%20mallmann.pdf>.
- Masaquiza Moposita DA. 2012. Evaluación de Cuatro Atrapadores de Micotoxinas (MYCOFIX) Plus, Mycofix Select, Aluminosilicatos, Paredes de Levadura) en Dietas para Pollos Parrilleros en Crecimiento- Engorde. Ecuador: Escuela Superior Politecnica De Chimborazo. 105 p. <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/1854>.
- Merchán VIS, Quezada UJC. 2013. Reducción de amoniaco de la pollinaza de pollos broiler mediante la adicción de zeolita en la ración alimenticia durante el periodo de crianza en la parroquia Paccha del cantón Cuenca, provincia del Azuay. [sin lugar]. spa. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/3399>.
- Naseem S, King AJ. 2018. Ammonia production in poultry houses can affect health of humans, birds, and the environment-techniques for its reduction during poultry production. *Environ Sci Pollut Res Int*. 25(16):15269–15293. eng. doi:10.1007/s11356-018-2018-y.
- Odunsi AA, Onifade AA, Babatunde G. 1999. Response of broiler chicks to virginiamycin and dietary protein concentrations in the humid tropics. 48:317–325. <http://dialnet.unirioja.es/>.
- Orozco Campo R, Meleán Romero R, Romero Medina A. 2004. Costos de producción en la cría de pollos de engorde. *Revista Venezolana de Gerencia*. 9(28):1–27. <https://www.redalyc.org/pdf/290/29092806.pdf>.
- Perez Vargas JO. 2017. Aluminosilicatos hidratados en la dieta de pollos de carne. Centro de Investigación Pecuaria. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional “Pedro Luis Gallo”.
- Pleadin J, Frece J, Markov K. 2019. Mycotoxins in food and feed. *Adv Food Nutr Res*. 89:297–345. eng. doi:10.1016/bs.afnr.2019.02.007.
- Ramos Girona AJ, Marín Sillué S, Molino Gahete F, Vila Donat P, Sanchis Almenar V. 2020. Las micotoxinas: el enemigo silencioso. *Arbor*. 196(795):540. doi:10.3989/arbor.2020.795n1004.
- Rayburn LG. 1999. Contabilidad y administración de costos. 6ª ed. Mexico, D.F.: Ultra. 971 p. ISBN: 9701024214.
- Ryding S. 2020. What are T Cells? [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 30 de mar. de 2021; consultado el 18 de jun. de 2021]. <https://www.news-medical.net/health/What-are-T-Cells.aspx>.

- Sánchez I, Albarracín W. 2010. Análisis sensorial en carne. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*; [consultado el 18 de jun. de 2021]. 23(2):227–239. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=295023450012>.
- Solís f. 2016. Importancia del tamaño de partículas en avicultura: 1 – pollo de engorde. República Dominicana: Instituciones Pecuarias Dominicanas; [actualizado 2021; consultado 2021]. <https://www.elsitioavicola.com/articles/2864/importancia-del-tamaao-de-partaculas-en-avicultura-1-a-pollo-de-engorde/>.
- Tsiouris V, Tassis P, Raj J, Mantzios T, Kiskinis K, Vasiljević M, Delić N, Petridou E, Brellou GD, Polizopoulou Z, et al. 2021. Investigation of a Novel Multicomponent Mycotoxin Detoxifying Agent in Amelioration of Mycotoxicosis Induced by Aflatoxin-B1 and Ochratoxin A in Broiler Chicks. *Toxins (Basel)*. 13(6). eng. doi:10.3390/toxins13060367.
- tzá OMF, López CC, Ávila GE, Gómez, Rosales S, Arce, Menocal J, Velásquez MPA. 2008. Efecto de la fuente energética y el nivel de energía sobre la longitud de vellosidades intestinales, la respuesta inmune y el rendimiento productivo en pollos de engorda. 34(4):357–375. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?idarticulo=21993>.
- Veliz E. 2012. Evaluación de zeolita sobre el comportamiento productivo de pollos de engorda en etapa de finalización. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?isisscript=tesisan.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mf=011066>.