



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTILÁN**

**EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE TRES
SECUESTRANTES COMERCIALES DE AFLATOXINAS EN
POLLOS DE ENGORDA**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A:**

ANTONIO COLLI CERVANTES

ASESOR: M. EN C. JUAN CARLOS DEL RÍO GARCÍA.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen Garcia Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Evaluación de la efectividad de tres secuestrantes comerciales de aflatoxina en pollos de engorda.

que presenta el pasante: Antonio Collí Cervantes

con número de cuenta: 9328407-7 para obtener el título de:
Médico Veterinario Zootecnista.

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 29 de JUNIO de 2004.

PRESIDENTE	<u>Dr. Ariel Ortiz Muñoz</u>	
VOCAL	<u>M.C. Juan Carlos Del Río García</u>	
SECRETARIO	<u>M.C. Juan Sebastián Barrientos Padilla</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>MVZ. Sergio Waldo Tello</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>MVZ. María de Lourdes Jara Ramírez.</u>	

DOY GRACIAS A DIOS

Por darme la oportunidad de seguir viviendo a lado de mis seres queridos.

Por darme la fuerza para recorrer dignamente el sendero de la vida.

Por ser el faro que iluminar mi vida y me hace llegar con bien a mi destino.

Y sobre todo permítame alcanzar mis objetivos y metas para poder ayudar a mis semejantes y ser digno de tu amor.

Dios depósito en tí mi fe, mi alma, mi fuerza y mi amor solo guíame hacia el camino que me tienes trazado.

A la UNAM, y la Facultad de Estudios Superiores Cuatitlán que me permitieron cursar la educación media superior y la licenciatura, por dar lo mejor como institución para forjar el carácter y la personalidad de todos sus estudiantes y ser un bastión de conocimiento, en donde uno puede prepararse a lado de los mejores docentes para que el día de mañana compitamos dignamente ante los diferentes retos que se nos presenten y que contribuyamos con un granito de arena para ser de México un gran país.

A mi asesor el M en C Juan Carlos del Río García por la atención que tuvo con mígo al apoyarme con mi proyecto de tesis y ser un buen amigo al cual respeto y admiro por su dedicación por la investigación y formar médicos comprometidos.

A los maestros y personal docente que dedicaron horas en mi educación y formación, a la gente que de alguna manera ha contribuido a mi enseñanza para ser mejor a todos ellos muchas gracias.

A mí padre el Ing. IGNACIO COLLI FERNANDEZ, al cual le debo todo lo que soy, muchas gracias por dedicarme tu tiempo y comprensión para formarme como hombre de bien y enseñarme que todo lo que uno se propone se puede alcanzar y sobre todo por demostrarme que aun en los peores momentos existe la alegría y el amor, por ser el motor que impulso mis sueños y ármelos por guiarme por el camino del trabajo y esfuerzo, por ser un hombre íntegro lleno de fuerza, valor y amor, mil gracias PAPÁ ya que sin tí no hubiera logrado nada.

A Malena por estar con nosotros
y dedicarnos su tiempo y amor.

A mí hermano YABIN, por ser mi mejor amigo, el que ha compartido todos mis anhelos, sueños y esperanzas por enseñarme que la verdadera fuerza esta dentro de uno y que los lazos están por siempre, y sobre todo gracias por seguir juntos y darme tu amor y por todo lo que me has enseñado a lo largo de nuestra vida.

A mis hermanas MARIANA, PAOLA Y FLOR, las cuales forman uno de mis pilares fundamentales en la vida, por compartir su alegría, bondad e inocencia, por demostrarme que no importa la edad para darte un buen consejo y por enseñarme esa gran pasión por la vida.

A mis abuelos, tíos y primos que han compartido su experiencia, su amor, su dedicación y que con su esfuerzo han dejado huella en mi vida, gracias por demostrarme que no importa que la vida nos llene de adversidades ya que por siempre estará abierta algunas de estas puertas para cuando me sienta cansado y necesite de su cobijo y amor.

A DIANA por ser otro pilar fundamental en mi vida, por ser tan tenaz y brindarme su apoyo, por recordarme que las cosas se alcanzan paso a paso y que el amor puede hacer cambiar mil cosas.

Gracias a la familia González por su Confianza, Cariño y comprensión.

A mis amigos y compañeros que han enriquecido mi vida y con los cuales he pasado mil aventuras, gracias por demostrarme lealtad, comprensión y enseñarme el valor de la amistad.

A todas aquellas personas que se nos adelantaron por haber dejado una huella imborrable en mi vida.

INDICE

Resumen	3
Introducción	5
Control y prevención	15
Justificación	24
Objetivos	25
Material y métodos	26
Diseño experimental	27
Análisis estadístico	29
Resultados	30
Discusión	36
Conclusiones	48
Bibliografía	50
Tablas y anexos	58

RESUMEN

La situación actual de México ha generado una alta demanda en productos alimenticios lo que ha motivado a la industria avícola ser la principal transformadora de proteína de origen animal.

Para esto se a balido de introducir millones de toneladas anuales de granos para poder cubrir sus necesidades, al almacenar esta gran cantidad de materia prima genera riesgos como son la posible contaminación con agentes físicos, biológicos ó químicos que deterioran la calidad del alimento y aun mas importante que contraen riesgos a la salud de las aves y por ende al hombre al ser consumidor final.

Dentro de los agentes biológicos existen hongos que crecen en los alimentos terminados y granos, estos producen micotoxinas que son eliminadas de manera natural y al estar sobre los alimentos las contaminan, al ser ingeridas por las aves les causan intoxicaciones que deterioran su estado de salud.

Las aflatoxinas son un grupo de micotoxinas que se pueden encontrar presentes como agentes contaminantes en una gran variedad de alimentos y piensos, por lo tanto son importantes en la industria avícola ya que causan intoxicaciones que deterioran el estado de salud de las aves produciendo baja en la productividad e incrementando los costos de producción.

Se ha demostrado que el uso de materiales absorbentes es capaz no solo de adsorber aflatoxinas, sino también de evitar su adsorción gastrointestinal al impedir que atraviesen la membrana intestinal.

El objetivo principal del presente estudio fue evaluar el efecto sobre la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad, producido por el consumo de alimento con aflatoxina (B1 Y B2) producida por Aspergillus flavus Link a lo largo de 42 días en pollos de engorda.

Para lo cual se requirió de 200 pollos de la estirpe Ross por Ross que se distribuyeron en 5 tratamiento con 3 repeticiones cada uno en los cuales se le adicionó al alimento 300 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de Aflatoxina B1 y 3 g/kg de HSCAS.

Los resultados demostraron que agregando 3 g/kg de HSCAS a la dieta contaminada con aflatoxina no se mejoraron los parámetros productivos significativamente de dos tratamientos ($p < 0.05$), siendo inferiores en algunos parámetro y en otros igual estadísticamente al tratamiento con aflatoxina sola, pero uno de los tratamiento adicionados con HSCAS si fue superior a los demás e igual al tratamiento control ($p > 0.05$).

Tomando en cuenta que el tratamiento con adsorbente de micotoxinas tuvo inferiores resultados en los parámetros productivos que el tratamiento control e incluso que el tratamiento de aflatoxina sola, esto puede sugerir que el secuestrante este absorbiendo nutrientes.

INTRODUCCIÓN

En México existen factores de tipo socioeconómicos que limitan el poder adquisitivo de la población que se ve reflejado al adquirir productos y servicios de baja calidad que son necesarios para poder vivir, esto representa un bajo rendimiento de la población a nivel productivo impidiendo un mejor desarrollo económico y social. Por lo tanto existe un vacío cada día creciente en la demanda de productos agropecuarios de buena calidad y de bajo costo que se ve afectado desafortunadamente con importaciones que no cumplen con un estricto control de calidad que garantice a la sociedad que los consume de que estos productos son inocuos a la salud.

Por lo tanto México enfrenta un serio reto de producir productos de alta calidad, con alto valor biológico y a bajo costo, para el mercado nacional e internacional lo que representa una excelente fuente de empleo para el Médicos Veterinarios Zootecnista y sector agropecuario asociado.

La carne de pollo por ser una buena fuente de proteína de origen animal con alto valor biológico, fácil adquisición y barata, impulsa fuertemente a incrementar sus niveles de productividad y eficiencia, sobresaliendo a nivel nacional y mundial el sector avícola mexicano. Tan solo en el 2000, la participación de la avicultura en el Producto Interno Bruto (PIB) agropecuario fue de 8.3% y de 33.4% dentro del PIB pecuario, aunado a esto la industria avícola genera más de 900 mil empleos: 150 mil directos y 750 mil indirectos, en su mayoría rural, por lo tanto esto se refleja en la producción de más de 4 millones de toneladas de alimento al año. El avance tecnológico en genética, nutrición y equipo, han permitido que la Industria productora de pollo y huevo incremente su productividad y competitividad. Por lo tanto México es el sexto país productor de huevo y el cuarto productor mundial de pollo, siendo la avicultura la principal industria transformadora de proteína animal, esto representa que México en su inventario cuentan con una parvada de más de 115 millones de gallinas ponedoras, 208 millones de pollos por ciclo y 801 mil pavos por ciclo. (UNA, 1999)

Para lograr esta producción la industria avícola utiliza cantidades masivas de granos para la nutrición de los animales y transformarlos así en carne y huevo para el consumo humano. Una operación que está enviando al rastro 1 millón de pollos de engorda por semana, recibe 2,600 toneladas de maíz o sorgo, para alimentar a dichas aves. Por ello que las compañías avícolas necesitan estar comprando continuamente granos en cantidades inmensas, para mantener activas sus plantas procesadoras de alimento. Por lo tanto la avicultura requiere 11.1 millones de toneladas de alimento balanceado y 7.0 millones de granos forrajeros anualmente. (UNA 1999)

Por esta razón, es difícil inspeccionar los granos cuidadosamente, respecto a la presencia de hongos y micotoxinas antes de comprarlos. (Hess, 1994)

Desafortunadamente son muchas las empresas avícolas y no somos capaces de cubrir la demanda de granos y los pocos que se producen en México tienen una desventaja que no son baratos aunque son de buena calidad por lo tanto se tiene que importar principalmente granos forrajeros de países que tienen excedentes en sus bodegas principalmente EUA. (UNA, 1999)

El almacenamiento de piensos o granos para la fabricación de alimentos balanceados, implica una logística impresionante, y cualquier falla en la misma representa un riesgo en la salud animal y de la gente que consume sus derivados. (Valdivia, 1996)

Existen microorganismos que crecen de forma natural en las plantas, semillas o alimentos ya preparados que son capaces de producir enfermedades que afectan de forma directa al ganado que los consume manifestándose en una baja en sus parámetros productivos y reproductivos ocasionando pérdidas económicas importantes para el productor. (Stanley et al; 1993)

Una de estas enfermedades es la micotoxicosis, la cual consiste en un grupo de enfermedades y trastornos originados en el hombre y en los animales, por metabolitos secundarios tóxicos que son producidos por especies fúngicas.

(Gimeno y Quintanilla, 1984)

Los hongos son organismos que pueden ser uní o pluricelulares, eucanotes, heterótrofos que ellos no son capaces de sintetizar materia orgánica utilizando la luz solar como fuente energética, por este motivo deben desarrollarse sobre un sustrato que contenga materia orgánica como son los piensos o semillas que se utilizan para la alimentación animal, contaminado con sus metabolitos estos mismo. (Engomix.com/nuevo/prueba/micotoxina1.asp Gimeno)

Los hongos están distribuidos universalmente en varios alimentos predominando más en los concentrados que en los forrajes, y bajo ciertas condiciones pueden producir micotoxinas. (Hesseltine, 1976)

La producción de micotoxinas puede ocurrir tanto en el campo antes de cosecharse, durante, después ó en el proceso de elaboración del alimento balanceado.

Dentro de los hongos con capacidad toxigénica estan varios géneros: ***Alternaria sp, Aspergillus sp, Botrytis sp, Cephalosporium sp, Cladosporium sp, Fusarium sp, Helminthosporium sp, Monilia sp, Geotrichum sp, Gleosporium sp, Mucor sp, Penicillium sp, Rhizopus sp, Sporotrichum sp, Trichotecium sp, Absidia sp, Thamnidium sp.*** (Gimeno y Engomix.com/nuevo/prueba/3)

Dentro de las condiciones para el crecimiento de hongos y producción de micotoxinas son necesarias las siguientes características (Cuadro 1):

<i>Condiciones de crecimiento</i>	
▪	Temperatura de 0 a 60 °C.
▪	Aproximadamente 70 % humedad.
▪	Oxígeno (solo es necesario 0.5 %).
▪	Un pH amplio, solo los detiene pH muy extremos.

Cuadro 1.
Cast, 1989.

Los hongos de los géneros ***Aspergillus sp***, ***Fusarium sp***, y ***Penicillium sp*** son los más importantes en la producción de micotoxinas con impacto en la producción animal, (Cuadro 2):

<i>Hongos y micotoxinas producidas.</i>	
Hongo	Micotoxina
1. <i>Aspergillus</i>	▪ Aflatoxina B1, B2, G1, G2
2. <i>Fusarium</i>	▪ Toxina (t-2) ▪ Deoxinivalenol (DON) ▪ Zearalenone
3. <i>Penicillium</i>	▪ Fumosina ▪ Ocratoxina

Cuadro 2.
Special Nutrients. Inc, 2000

Las micotoxinas son compuestos policetónicos resultantes de las reacciones de condensación que tienen lugar cuando se interrumpe la reducción de los grupos cetónicos en la biosíntesis de los ácidos grasos realizada por los hongos, estos ácidos grasos son metabolitos secundarios los cuales son utilizados como reservorio de energía. (George, 1979)

Se ha realizado un enorme número de estudios para identificar las micotoxinas, describir su mecanismo de acción, determinar bajo cuales condiciones pueden ocurrir más comúnmente las micotoxicosis, y lo más importante desarrollar estrategias de prevención y control. (Engomix.com/nuevo/prueba/micotoxina1 y Gimeno)

Tomando en cuenta que el presente trabajo se enfoca en evaluar la efectividad de 3 secuestrante de aflatoxina nos referiremos mas a sus acciones y modo de evitar la adsorción de micotoxinas.

Las aflatoxinas son un grupo de metabolitos fúngales altamente tóxicos, carcinogénicos y hepatotóxicos, producidos por ciertas cepas de ***Aspergillus flavus***, ***Aspergillus parasiticus***, ***Aspergillus niger***, ***Aspergillus fumigatus*** y ***Penicillium pubertum***. (Cruz, 1996)

Son compuestos relativamente estables en el alimento normal y en productos alimenticios, pero muy reactivos a la luz ultravioleta, al pH extremo además de ser sensibles a agentes oxidantes como los hipocloritos. (Mirocha, 1994)

Originalmente las aflatoxinas fueron divididas en dos grandes grupos, B y G, llamados así por el color fluorescente que emiten cuando son observados bajo luz ultravioleta. Posteriormente (Hartley et al 1966) fueron los primeros en separar las por cromatografía, designándolas B1, B2, G1 y G2 de acuerdo a su valor decreciente de resistencia al flujo (Rf). Se representan algunas de las estructuras químicas de las aflatoxinas en la figura 1:

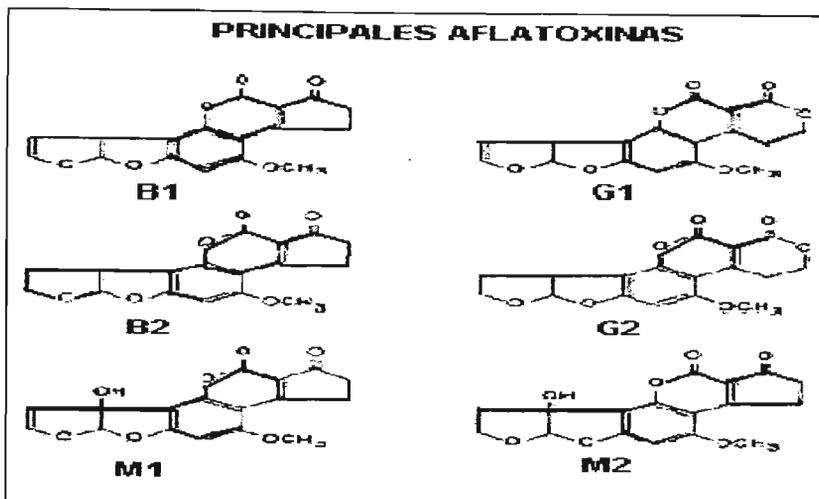


Figura 1.
 Micotoxinas.com.br/formulas.

El descubrimiento de las aflatoxinas a principios de los sesentas, fue el primer caso documentado de un metabolito tóxico contaminante del alimento que tenía efectos devastador en la salud de los animales, las aflatoxinas como contaminante que ocurren de manera natural en el ambiente es una de las micotoxinas más prevalentes formadas en materias primas para alimentos ya que crecen los géneros aflatoxigénicos en casi todos los granos de cereales y semillas oleaginosas, otros factores son la prevalencia en el ambiente y que pueden ser aislados de casi cualquier ingrediente para alimento utilizado en la industria avícola. (Wyatt, 1990 y Mirocha, 1994)

El mecanismo de acción causante de efectos cancerígenos, es la interacción con el DNA, es decir el evento inicial crítico en esta acción donde la AFB interfiere con la transcripción del DNA causando una síntesis deficiente de DNA y síntesis de RNA. Alterando la síntesis de proteína, la formación de anticuerpos y altera el transporte de las grasas. (Wogan, 1966)

Una de las causas fundamentales para la extrema toxicidad de las aflatoxinas en las aves, es la rápida distribución y absorción de la toxina en el tracto gastrointestinal; esta rápida absorción es evidenciada por la aparición de las aflatoxinas en la sangre de forma inmediata, las aflatoxinas pueden unirse reversiblemente a la albúmina, la exposición de tejidos ocurre mientras las aflatoxinas no unidas pasan de las arterias a los tejidos circundantes como hígado, seguido por el músculo, páncreas, piel, tejido adiposo, pulmones y bazo. Los metabolitos de las aflatoxinas pueden ser eliminados por diferentes rutas, la excreción biliar, urinaria, intestinal y a través del huevo, siendo en las aves la excreción biliar la principal vía de eliminación. (Cruz, 1996; Miranda, et al 1992; Wyatt, 1990)

La aflatoxicosis altera los parámetros productivos como son, ganancia de peso, consumo de alimento, eficiencia en la conversión alimenticia, pigmentación, producción de huevo y el desarrollo reproductivo de hembras y macho. (Hoerr, 1991)

Los principales signos de acuerdo a Hamilton (1976) en caso de aflatoxicosis aviar son: baja en el crecimiento, pobres conversiones alimenticias, aumento en la mortalidad, incremento de la susceptibilidad a hematomas, la coagulación se altera, así como la función del riñón, se afecta la respuesta inmunológica celular y humoral lo que resulta una pobre respuesta a las vacunas y aumenta la susceptibilidad a procesos infecciosos, mientras disminuye la habilidad para abatir el estrés. Así como también hepátomegalia, aumento en el tiempo de protrombina, aumento en el tamaño del proventrículo, retraso en el desarrollo embrionario, reducción de proteínas séricas, disminución peso corporal, aumento en el tamaño de la molleja, atrofia testicular, malformaciones embrionarias. (Special Nutrients.com/esp/myco-ad)

Los efectos biológicos de las aflatoxinas se pueden resumir en (cuadro 3):

EFFECTOS BIOLÓGICOS DE LAS AFLATOXINAS
1. Forma aguda con signos clínicos obvios.
2. Forma subaguda, signos clínicos menos notorios pero aparentes alteraciones en la salud y en los parámetros productivos y reproductivos.
3. Inmunosupresión.
4. Forma crónica con efecto carcinogénico y teratogénicos.

Cuadro 3. Morrilla, 1990

Las aflatoxinas provocan en ocasiones una disminución de la resistencia del ave hacia ciertas enfermedades, este efecto depende del tiempo de exposición, la dosis, línea genética, sexo, edad, estado nutricional y susceptibilidad individual, (Cuadro 4).

EFFECTOS DE LAS AFLATOXINAS SOBRE LA RESISTENCIA DE LOS POLLOS DE ENGORDA.
Las aflatoxinas disminuyen la resistencia en :
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Salmonelosis. ▪ Cólera aviar. ▪ Candidiasis. ▪ Coccidiosis cecal. ▪ Enfermedad de Marek. ▪ Enfermedad de Gumboro.
Las aflatoxinas no alteran la resistencia en:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tifoidea aviar. ▪ Aspergilosis. ▪ Enfermedad de Newcastle.

Cuadro 4. Morrilla, 1990

Principales presentaciones y signos de la aflatoxicosis aviar son:

a) La presentación subclínica, afecta principalmente al sistema inmunológico, dando como resultado muchas enfermedades incorrectamente diagnosticadas como el problema primario, debido a los niveles bajos de aflatoxina (5 ppb), las vacunas no funcionan como deberían, ya que son bajos los títulos de anticuerpos protectivos y aunque se den antibióticos como terapéuticos, no funcionan aun utilizándolos a una dosis alta o por largo tiempo ya que el problema principal es a causa de las aflatoxinas, también se presentan problemas respiratorios de origen desconocido y problemas de despigmentación de la yema y piel.

b) La presentación aguda se observa con mayor frecuencia en verano, en áreas cálidas y húmedas, y en aquellos granos o materia prima importada. Esto también es influenciado por la variación en T° entre el día y la noche, así como por la presencia de insectos.

La manifestación clínica, es de mala conversión, desordenes metabólicos, se eleva la mortalidad y hay rechazo de alimento, heces blandas o diarreas, y se refleja en mala uniformidad de la parvada, también hay problemas reproductivos con incremento de muertes embrionarias y disminución de la producción de huevo culminando con disminución en la salud y por ende mas susceptibilidad a las enfermedades.

c) La presentación clínica se da en muy pocas ocasiones, principalmente en países cálidos y húmedos, en donde hay muy poco control de calidad de la materia prima y se asocian no solamente con problemas de micotoxicosis sino también con interacciones con crecimientos bacteriales y contaminación en general, principalmente por un mal manejo a nivel de granja.
(Special Nutrients.com/esp/myco-ad)

Los signos clínicos se manifiestan en mala conversión alimenticia, mayor desorden metabólico, alta mortalidad y rechazo alimenticio, pero también hay alteraciones en los parámetros reproductivos y baja de parámetros productivos así como muchas enfermedades, y daños a órganos a causa de tumores en riñones, hígado, páncreas y sistema linfático, necrosis en el sistema digestivo y úlceras en la cavidad oral. (Hamilton, 1976)

Considerando que las aflatoxinas son la principal micotoxina contaminante de alimentos para aves, esto a obligado a legislar normas que aseguren la calidad del pienso utilizado en la alimentación de las mismas en el mundo. En México existe la PROY-NOM-188-SSA1-2002, la cual trata de mantener un estándar de calidad en la fabricación de alimento para aves tolerando solamente 21 a 100 ppb de aflatoxina totales por lo tanto la Norma Oficial Mexicanas pretende proteger la calidad del alimento y mantener la salud de las aves.

Esto también ocurre en Estados Unidos y la Comunidad Económica Europea marcando como máximo a 20 ppb de la suma de las 4 aflatoxinas para permitir la comercialización y uso de granos y alimentos para las aves, excediendo estas cantidades estos sugieren suspender el alimento para evitar intoxicaciones por aflatoxinas en los pollos, y la posible presentación de los cuadros patológicos causados por la intoxicación.

(Engomix.com/nuevo/prueba/areadealimentosbalanceados/notas.134)

La contaminación esporádica de granos y alimentos es evidentemente inevitable, por ende la responsabilidad de la industria avícola es el incrementar las técnicas de manejo para reducir el crecimiento de hongos, implementar estrategias de control y prevención para evitar subsecuentes formaciones de micotoxinas los alimentos. (Wyatt, 1993)

CONTROL Y PREVENCIÓN

Considerando que la contaminación de los alimentos con micotoxinas es virtualmente inevitable, se ha tratado de poner en práctica algunas estrategias para minimizar los efectos adversos de estas toxinas en la salud humana y animal. (ilider.com/notascientificas)

Para la inactivación de micotoxinas se han empleado varios métodos de los cuales los principales son:

- Procedimientos físicos:
 1. inactivación por calor.
 2. irradiación ultravioleta.

- Procedimientos químicos:
 1. inactivación.
 2. extracción y arrastre con solventes orgánicos.

- Procedimientos bioquímicos:
 1. adsorción.

- Procedimientos biológicos:
 1. utilización de microorganismos.

Diversos autores coinciden en que, el mejor camino puede ser el de la detoxificación de las micotoxinas y dentro de este camino, el sistema de detoxificación utilizando es el de aditivos adsorbentes. (avicultura.com/docsav/SA2002Ago567.572, Borrell y Gimeno)

Es importante tomar en cuenta dentro de las estrategias a seguir que es lo que se desea evitar ya sea el crecimiento de los hongos o las micotoxinas o ambas, por lo tanto se debe saber que puede detectarse la micotoxina sin la presencia del hongo productor, puesto que las formas vegetativas y germinativas del hongo pueden ser inactivadas por procesos químicos o por alteración de los factores ecológicos, no ocurriendo lo mismo con las micotoxinas, que permanecen en el sustrato, y si tienen que escoger entre usar un inhibidor del crecimiento de los hongos y un adsorbente de micotoxinas debe tomar en cuenta que las micotoxinas causan más problemas que los hongos, pero siempre se recomienda utilizar ambos. (Cast, 1989)

La estrategia más práctica es la combinación de la micotoxina con un compuesto inerte antes de que ésta pueda ser absorbida en el tracto digestivo del ave e impedir la distribución a través del torrente circulatorio y evitando su acción. (Mumpton y Fishman, 1977)

Los adsorbentes son compuestos que se incorporan al pienso y una vez dentro del organismo animal tienen en general un mecanismo de acción que lleva a que se formen complejos estables e irreversibles de la misma naturaleza química que los quelatos, vía fuerzas electrostáticas o por formación de enlaces covalentes entre la micotoxina y el aditivo, posteriormente éstos son excretados por el animal y sin mayor efecto en la salud ni en su rendimiento. (Perkins, 1998)

En base a la literatura científica de los últimos años (Wyatt, 1991) parece que los adsorbentes químicos se unen preferentemente a las aflatoxinas; no se ha aclarado la causa pero probablemente se deba a la singular relación entre la molécula de la aflatoxina y la estructura molecular del adsorbente químico.

Entre estos aditivos se tiene a materias naturales y sintéticas como carbón activado, polivinilpirrolidona, arcillas como aluminosilicatos (zeolitas, esmectitas-

montmorillonita), magnesiosilicatos (atapulgita), dimethicona y ciertas grasas animales y vegetales (aceite de coco y girasol).

(lleider.com.pe/servicios/publicaciones/notas/micotoxinas3)

La mayor parte de estos estudios se han centrado en las aflatoxinas y los sistemas de detoxificación adicionando materiales adsorbentes nutricionalmente inertes a los piesos, entre estos las arcillas, que por ahora han dado los mejores resultados en el ámbito industrial práctico y viable. (Giddey, 1977; G. Viroben, 1990; Gimeno y Martins, 1987 y Park et al, 1981)

Las arcillas están formadas por dos o más capas de óxido mineral. Estas capas son unidades paralelas apiladas de láminas de sílice y alúmina. El sílice forma láminas tetraédricas y la alúmina forma láminas octaédricas. Algunas de estas partículas de arcilla tienen la habilidad de absorber humedad y se expanden, mientras que otras no. La diferencia es consecuencia de la química de la arcilla y los elementos (cationes) que son componentes de las capas. Algunos de los enlaces son más débiles y permiten la expansión de las capas, mientras que otros son más fuertes y no permiten que las capas se vean separadas por agua entre ellas. Estas capas paralelas contienen grandes cantidades de aluminio y silicio. El empilado de partículas puede ser de carga neutra, con igual número de cargas positivas y negativas, o pueden tener cargas negativas en abundancia. Cuando hay sustituciones de los elementos de estas capas o cuando capas completas se cambian, se obtienen enlaces diferentes de las capas y se forman arcillas distintas. La cantidad por unidad de peso de la arcilla es la Capacidad de Intercambio Catiónico (CEC) medida en miliequivalentes (Meq) por 100 gramos de arcilla seca. Para que una partícula de arcilla adsorba o retenga moléculas orgánicas, tales como las micotoxinas de los alimentos, debe haber cargas eléctricas opuestas que la atraigan. Las arcillas con una alta capacidad de intercambio catiónico (CEC) tienen un elevado número de cargas negativas en sus superficies. Aquellas arcillas con CEC medios o bajos tienen cargas positivas y negativas mezcladas. (Perkins, 1998)

Las partículas de arcilla pueden ser eléctricamente neutras, con igual número de cargas positivas y negativas. Como la Aflatoxina B1 ha mostrado que se retiene con aluminosilicatos y bentonitas, los cuales contienen un elevado número de cargas negativas (alto CEC), la molécula de Aflatoxina debe contener cargas positivas o ser capaz de absorber una carga positiva.

(Special Nutrients.com/esp/myco-ad)

Para que ocurra retención impenetrable, puede requerir de múltiples puntos eléctricos para retener la molécula de micotoxina aún cuando se encuentren presentes las cargas eléctricas adecuadas. Y para que esto suceda depende mucho de las características de las arcillas. (Perkins, 1998)

Para evaluar una arcilla debe tomarse en cuenta:

El tipo de carga y polaridad, si es expandible o no expandible, su origen, su formación, la estructura, la capacidad de intercambio catiónico, el pH, el tamaño de la partícula y el secado de la arcilla.

Las cargas en las arcillas son de dos tipos :

Cargas permanentes producidas por "sustitución isomórfica" las cuales son cargas negativas (-).

Cargas inducidas o dependientes del pH, entre más ácido el pH (aparato digestivo) más cargas inducidas que están en la superficie y que son cargas positivas (+).

Por su origen las arcillas se caracterizan por ser (figura 3):

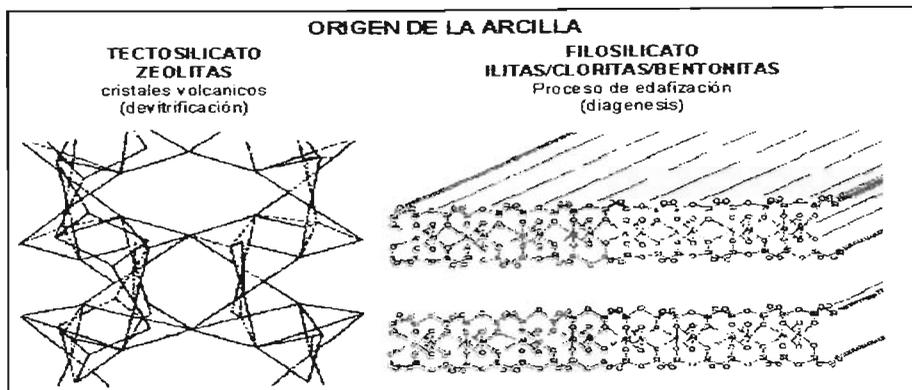


Figura 3.
Special nutrients.com/esp/myco-ad

La formación de los filosilicatos es la siguiente (figura 4)

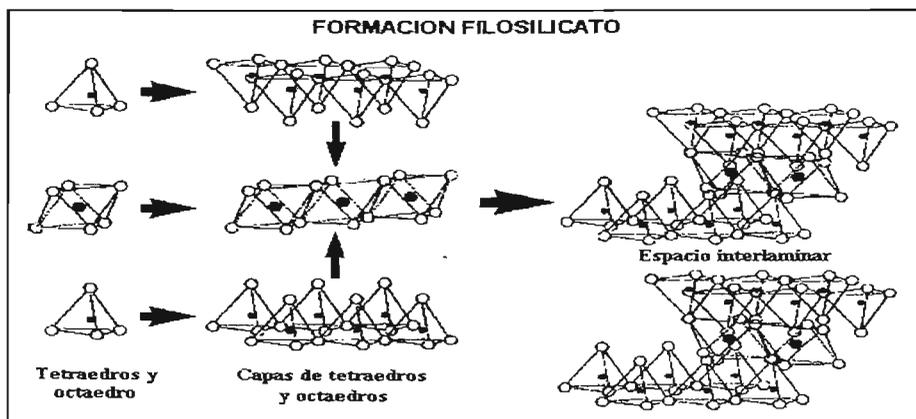


Figura 4.
Special nutrients.com/esp/myco-ad

Existen dos formas estructurales de filossilicato (figura 5):



Figura 5.
Special nutrients.com/esp/myco-ad

De todas las características antes mencionadas sobre las arcillas o compuestos formados a partir de estas, se resumen en el cuadro 5:

CLASIFICACION DE LAS ARCILLAS				
GRUPO DE ARCILLAS	FORMACIÓN Mg^{2+} / Al^{3+}	FORMACIÓN Si^{4+} / Al^{3+}	CATIONES INTERLAMINARES	INTERCAMBIO CATIONICO (MEQ)
Zeolitas (Clinoptilolitas, Aragonitas, etc.)	TECTOSILICATOS / DIOCTAEDRAL	1:2 Si - Al - Al (Polar, Expandible)	Alto en calcio y/o sodio	60-120
Montmorillonitas (Esméctica, Bentonitas, Beidelita, etc.)	DIOCTAEDRAL	2:1 Si - Al - Si (Polar, Expandible)	Alto en calcio y/o sodio	60-120
Micas - Hidratadas (Sepiolitas, Vermiculitas, Atapulguita)	DIOCTAEDRAL Y/O TRIOCTAEDRAL	2:1 Si - Al - Si (Polar y/o Bipolares) (Expandible)	Alto en potasio Bajo en magnesio	20-60
Micas- No Hidratadas (Illitas, Cloritas)	TRIOCTAEDRAL	2:1:1 Si - Al - Si - Al (Bipolares, No expandible)	Alto en magnesio Bajo en potasio	20-60

Cuadro 4. Special nutrients.com/eps/myco-ad

Por lo tanto la forma de la superficie de las partículas de arcilla, el tamaño del poro, el origen, su estructura, la capacidad de intercambio catiónico y el pH también pueden afectar la retención.

De acuerdo a lo anterior podemos concluir que un buen adsorbente debe contener una serie de factores indispensables para que se considere bueno, por lo tanto cualquier arcillas que se quiera utilizar como detoxificante de ciertas micotoxinas, tiene que tener una capacidad de intercambio catiónico entre 20 y 60 MEQ, no ser expansible, ser bipolar, el tamaño del poro mayor debe estar alrededor de 2,5 Å, el tamaño de partícula ideal debe estar comprendido entre 300 y 400 mesh, el pH debe ser moderadamente alcalino, la temperatura a la que se somete la arcilla o arcillas después de su extracción debe estar comprendida entre 94 y 149 °C.

(Special Nutrients.com/esp/myco-ad)

Las arcillas como las bentonitas, los aluminosilicatos, y las zeolitas son utilizadas como secuestrantes de micotoxinas. Pero sólo algunas han tenido éxito, y muy pocas son utilizadas comercialmente, teniendo su principal acción con las aflatoxinas.

Entre estos, los aluminosilicatos han sido los más efectivos, forman parte de una compleja familia, tiene singulares propiedades funcionales entre las que destacan su alta porosidad y variable intercambio catiónico con diversos puntos de actividad para la inmovilización de moléculas (Osuna 1991). Son activados in vivo y secuestran y absorben a las micotoxinas principalmente a la aflatoxina. La superficie molecular de estos aditivos, cuando son saturados con agua sus cationes Ca y Na, localizados en sus estructuras interlaminares de sus estratos tetraédricos, en el sistema digestivo del ave, atrae la estructura atómica polar funcional de la micotoxina y la atrapa en su superficie. Esto aísla a la micotoxina del proceso digestivo, evitando su absorción a nivel intestinal (principalmente), y en la figura 6 se aprecia el mecanismo de acción de un secuestrante.

(Mumpton y Fishman, 1977)

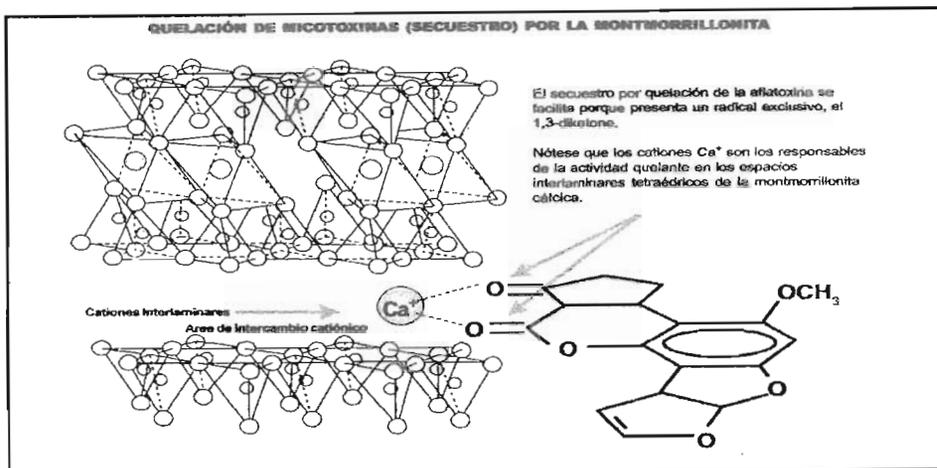


Figura 6. Notas científicas, 1998.

La mayoría de los secuestrantes de micotoxinas están compuestos por aluminosilicatos de calcio y sodio hidratados, ya que a diferencia de otros:

- No crean problemas de residuos.
- No destruyen las vitaminas y las proteínas.
- No producen reacciones parciales.
- No crean metabolitos tóxicos.
- No tienen un precio demasiado elevado.

También estos productos pueden incluir inhibidores de hongos, tratando de controlar el problema desde dos puntos diferentes de la cadena de contaminación del alimento.

Por tanto, resulta muy provechoso utilizar secuestrantes del mas amplio espectro posible y a su vez selectivos y específicos, para adsorber las micotoxinas económicamente importantes. Además deben tener poca o mínima interferencia con la adsorción de los diversos nutrientes de la ración, para garantizar plenamente el verdadero objetivo de la alimentación.

JUSTIFICACIÓN

Tomando en cuenta, que el principal componente de las dietas balanceadas son los granos, y que estos se encuentran comúnmente contaminados con micotoxinas (aflatoxina), nos vemos en la necesidad de encontrar nuevos métodos y estrategias de detoxificación, es por ello que evaluaremos el funcionamiento de tres secuestrantes comerciales.

OBJETIVOS

Evaluar el efecto a lo largo de 42 días en pollo de engorda la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad, producido por el consumo de alimento con aflatoxina (B) producida por Aspergillus flavus.

Evaluar el efecto que causo la adición de tres secuestrantes comerciales y la adición en el alimento de la aflatoxina, sobre los parámetros productivos y respuesta a la recuperación de los pollos, al suspender en la última semana el alimento contaminado con aflatoxina y HSCAS para completar el ciclo de 7 semanas de la engorda .

MATERIAL Y MÉTODOS

Producción de aflatoxina. Cepa toxigénica de Aspergillus flavus Link se obtuvo del laboratorio UNIGRAS, de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán-UNAM. El hongo se inoculó en 24 Kg. de maíz quebrado (previamente esterilizado). Se agregarán 500 ml de una suspensión de esporas conteniendo aproximadamente 9×10^6 por cada 4 Kg. de maíz, posteriormente se incubo a 27 °C con una humedad del 18% por un periodo de 30 días. Después de este periodo se ajusto la cantidad de aflatoxina producida, por la técnica de columna de inmunoafinidad (aflatest). La concentración final fue de 300 µg/kg de aflatoxina (AFB).

Secuestrantes. Se emplearon tres formulaciones, proporcionados por NOREL México S. A. de C. V., mezcla de aluminosilicato de sodio y calcio sintetizado. A dosis recomendada por NOREL México S. A. de C. V.

Realización de necropsias. Estas se programaron para el día 21 y 42 de edad respectivamente, las cuales se realizaron en el laboratorio de patología de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán-UNAM. Se seleccionaron al azar 3 aves por tratamiento, el método por el cual se sacrificaron fue dislocación de la articulación atlanto-occipital. El material utilizado fue mesa de necropsias, tijeras de punta roma, tijeras de pollero, pinzas con diente de ratón y disección, lámparas, manguera, cubetas, agua, jabón escobetas, guantes overol, botas y cámara fotográfica.

DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento se realizó en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo-4, UNAM, en el módulo de aves, del centro de producción animal.

Se utilizaron 200 pollos de engorda de un día de edad, sin sexar, estirpe Ross por Ross, seleccionados al azar, se aplicando 5 tratamientos con tres repeticiones, cada uno los cuales se distribuyeron de la siguiente manera:

Tratamiento I	AFB 0 $\mu\text{g}/\text{kg}$	Secuestrante 0 g/kg.
Tratamiento II	AFB 300 $\mu\text{g}/\text{kg}$	Secuestrante 0 g/kg.
Tratamiento III	AFB 300 $\mu\text{g}/\text{kg}$	Secuestrante-1, 3 g/Kg.
Tratamiento IV	AFB 300 $\mu\text{g}/\text{kg}$	Secuestrante-2, 3 g/Kg.
Tratamiento V	AFB 300 $\mu\text{g}/\text{kg}$	Secuestrante-3, 3 g/Kg.

Las aves se mantuvieron durante un periodo de 49 días dentro de la caseta experimental de la FES-C. Al día 42 se suspendió el alimento contaminado con aflatoxina y adicionado con los HSCAS. Se alimentaron con alimento de iniciación y finalización.

Los parámetros productivos evaluados fueron: peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad.

Las aves se inmunizaron contra la enfermedad de Newcastle, utilizando la cepa La Sota (virus vivo modificado) a los 10 días de edad y se revacunaron al día 24 de edad.

Se realizaron necropsia de las aves que murieron durante el experimento; además se sacrificaron y se realizaron la necropsia de 3 aves por tratamiento el día 21 y 42 de edad, de las cuales se determinaron el grado de lesión

macroscópica de tejido hepático, renal, timo y bolsa de Fabricio, para determinar si hubo daño a consecuencia de la inclusión de aflatoxina a los tratamientos y saber grado de protección que confirieron los HSCAS utilizados.

También se realizó el análisis químico proximal (AQP) del alimento utilizado para obtener % de proteína, energía y fibra.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico para cada variable se realizó con base en un diseño de bloques completamente al azar y para la comprobación de medias se utilizó la prueba de TUKEY.

$$Y_{ijk} = M + t_i + B_j + E_k$$

En donde:

Y_i = Diferencia de ($P_i - P_f$)

M = Media general

T_i = Tratamiento $i = 1, 2, 3, \dots$

B_j = Bloque

E_k = Error aleatorio

RESULTADOS

En el presente trabajo se evaluaron los efectos que causan las aflatoxinas en presencia de 3 diferentes secuestrantes sobre los parámetros productivos, (peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad) de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados.

Peso

Se observó que el peso no tuvo ninguna variación significativa de la semana 1° a la 4° entre los tratamientos, no mostrando diferencias estadísticas entre ellos ($p > 0.05$).

Sin embargo en la semana 5° de edad se observaron cambios entre los tratamientos. El tratamientos I (1562.85 g) y IV (1518.83 g), fueron los de mayor peso ($p < 0.05$), en esa semana en comparación con los demás tratamientos, pero el tratamiento IV y tratamiento II (1483.59 g), tuvieron entre ellos un peso estadístico igual, comparando el tratamiento II con el tratamiento I, fue inferior estadísticamente, el tratamiento III (1450.64 g), y el tratamiento V (1468.02 g) fueron los de menos peso en relación a los tratamientos I y IV, pero iguales estadísticamente al resto de los tratamientos.

En la semana 6° también se encontraron diferencias estadísticas ($p > 0.05$) entre los tratamientos.

El tratamiento I (2003.20 g) y tratamiento II (1984.96 g) no tuvieron una diferencia significativa ($p > 0.05$) entre ellos, en el tratamiento IV (1925.49 g) el peso alcanzado por las aves en esa semana fue estadísticamente igual al tratamiento II, no así con el tratamiento I, el tratamiento III (1889.74 g) y tratamiento V (1887.55 g), fueron entre ellos estadísticamente iguales, pero inferiores a los demás tratamientos excepto con el tratamiento IV.

Al comienzo de la semana 7° de edad se suspendió la mezcla de alimento con aflatoxina y secuestrantes, al final de la semana no se registró ninguna variación significativa estadísticamente en el peso de las aves. (Tabla 1 y gráfica 1)

Consumo de alimento

Con respecto al consumo de alimento, la parvada durante las primeras cuatro semanas de edad no tuvo ningún cambio estadístico ($p>0.05$).

En la 5° semana de edad se observó que los tratamientos registraron variaciones entre ellos estadísticamente, las aves que consumieron más en esta semana fueron las del tratamiento IV (1059.69 g), del mismo modo el tratamiento I (1027.18 g), también registrando el mismo consumo. El tratamiento II (985.80 g), III (1001.02 g) y V (989.29 g) fueron inferiores al compararlos con el tratamiento IV estadísticamente ($p<0.05$), pero no así con el tratamiento I en donde las aves tuvieron el mismo consumo al no registrar ninguna variación significativa entre ellos ($p>0.05$).

En las siguientes 2 semanas comprendidas de la 6° a la 7° de edad, las aves tuvieron el mismo consumo, asumiendo que los tratamientos no tuvieron cambios significativos estadísticamente ($p>0.05$) entre ellos. (Tabla 2 y gráfica 2)

Ganancia de peso semanal

En el caso de la ganancia de peso semanal la parvada tuvo el mismo comportamiento durante las primeras 4 semanas de edad, tomando en cuenta que estadísticamente los promedios semanales no tuvieron diferencias significativas entre ellos ($p>0.05$).

El cambio en la ganancia se reflejó en la 5° semana en donde las aves de cada tratamiento tuvieron diferencias, los tratamientos que presentaron una ganancia de peso igual estadísticamente fueron los del tratamiento I (553.26 g), y IV (526.72 g), los tratamientos II (481.23 g) y V (497.42 g), fueron diferentes al tratamiento I, no así con el tratamiento IV al registrar la misma ganancia de peso ($p>0.05$), el tratamiento que menos gana peso en esta semana fue el tratamiento III (462.92 g), pero estadísticamente no fue así con los tratamientos II y V ya que con estos no hubo una diferencia significativa ($p>0.05$).

Tomando en cuenta que las diferencias entre los tratamientos puede no existir ya que estadísticamente no es representativa, en las subsecuentes 2 semanas comprendidas de la 6° a la 7°, en las cuales los tratamientos no tuvieron cambios estadísticos representativos, se explica en la tabla 3, gráfica 3.

Ganancia diaria de peso.

Esta no tuvo diferencia significativa ($p>0.05$) durante las primeras 4 semanas del experimento, los pollos alimentados con las diferentes dietas no presentaron algún indicio estadístico que demostrará que la adición de HSCAS o de Aflatoxina le provocara alguna alteración o fuera benéfico para los pollos.

El cambio estadístico se presentó en la quinta semana como se observó también en la ganancia de peso semanal, donde el tratamiento I (79.02 g) fue junto con el tratamiento IV (75.25 g) los que tuvieron la mayor ganancia de peso diaria, pero el tratamiento II (69.75 g), presentó un peso igual estadísticamente al obtenido por el tratamiento IV, los tratamientos III (66.13 g) y V (71.06 g) fueron los de menor ganancia de peso diaria, no así el tratamiento V ya que fue estadísticamente igual al tratamiento II. Las últimas dos semanas de la engorda, los pollos se comportaron estadísticamente igual ($p>0.05$). (Tabla 4 y gráfica 4)

Conversión alimenticia

La medición de esta en el presente trabajo se realizó semana a semana, en la cual se observó que la adición de 3 grs/kg de HSCAS no causó ningún impacto negativo en este parámetro ya que no fue estadísticamente diferente al tratamiento control, de igual manera el agregarle 300 mg/kg de aflatoxina B1 al alimento no provocó cambio significativo ya que también este no tuvo diferencia estadística con el tratamiento control y con los tratamientos que contenían HSCAS en la dieta.

En la conversión alimenticia final se presentó de la siguiente manera, el tratamiento II (2.11 Kg.), fue el que tuvo mejor promedio, seguido por el tratamiento I (2.18 Kg.), el tratamiento III y IV tuvieron el mismo promedio (2.23 Kg.), el tratamiento que tuvo el menor aprovechamiento del alimento fue el tratamiento V (2.33 Kg.).

El análisis general de la parvada en relación con este parámetro nos indica que ningún tratamiento fue mejor que otro, es decir que ninguna medición fue diferente significativamente ($p > 0.05$) por lo tanto los tratamientos tuvieron la misma conversión. (Tabla 5 y grafica 5)

Necropsias

La realización de las necropsias a las aves fueron en todos los tratamiento con el fin de encontrar alguna lesión, que nos pudiera indicar si esta fue por el efecto de las aflatoxinas en los tratamiento, y comprobar el grado de protección conferida a las aves por el uso de aluminosilicatos de sodio y calcio hidratados sacrificando 3 aves por tratamiento, en dos distintas fechas.

La apariencia macroscópica de la mayoría de los hígado en el tratamiento II que contenía 300 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de aflatoxina en la dieta muestran una coloración amarillenta,

hígado agrandado, friable, con sus bordes redondeados y hemorragias en la superficie, también los riñón presentaban cambios macroscópicos principalmente en su tamaño ya que se encuentran sus bordes ligeramente fuera de su cavidad. También otro hallazgo a la necropsia fue la presencia de hemorragias petéquiales en pierna, muslo y pechuga principalmente, otra lesiones consistieron en hemorragias en timo, las bolsas de Fabricio estaban mas pequeñas, bazos aumentados de tamaño, corazones hipertrofiados y las mollejas erosionadas.

La adición 3gr/kg de HSCAS comercial 2 y 3 al alimento contaminado con aflatoxina de los tratamientos IV y V, favoreció que a la mayoría de las aves examinadas no presentaran ningún cambio aparente macroscópico en hígado, riñón, músculo, corazón, bazo, timo y bolsa de Fabricio, pero se detectaron dos aves una de cada tratamiento con la mismas lesione que consistieron en hígados agrandados con coloración amarillenta, corazones aumentados de tamaño, riñones que sobresalían fuera de su cavidad, y el bazo de ambos pollos tenia petequias hemorragiales.

El tratamiento III que contenía el HSCAS-1 y aflatoxina fue el que presentó mayor número de pollos con lesiones de los tratamientos que contenían secuestrante de aflatoxina, y las cuales consistieron en hígados aumentados de tamaño con sus bordes redondeados, con coloración amarillenta y friables, corazones con aumento de tamaño hemorragias petéquiales en grasa coronaria y pericardio, bolsas de Fabricio disminuidas de tamaño, y los muslos presentaban petequias y riñones ligeramente aumentados de volumen.

Mortalidad.

La mortalidad que se presento a lo largo del trabajo en los diferentes tratamientos no fue significativamente diferente ($p > 0.05$).

El tratamiento I el cual solo se le otorgo alimento comercial, presento el 2.5 % , el tratamiento III tuvo 2.5 % , los tratamientos IV y V registraron respectivamente los siguientes porcentajes, 7.3 % y 9.7%.

Con lo que respecta al tratamiento II el cual se le adiciono 300 $\mu\text{g}/\text{kg}$ AFB a su dieta estos pollos tuvieron un 7.3 % y considerando que fue el tratamiento al cual se esperaban mas muertes por la acción de la AFB y por lo tanto esté registrara la diferencia significativa ($p>0.05$), en comparación con el resto de los tratamientos.

Las causas más frecuentes de mortalidad detectadas al término de las necropsias fueron en un principio infección del saco vitelino, enfermedad crónica respiratoria complicada, síndrome ascítico y choque térmico principalmente.

DISCUSIÓN

En el presente estudio se evaluó la capacidad de tres diferentes HSCAS para absorber AFB a baja concentración (300 ppb), y como afectan estas en los parámetros productivos de las aves. Jones (1982) señala que dosis bajas de AFB 30 ppb, tiene un efecto negativo sobre el desempeño productivo de las aves, así como Huff (1986) utilizaron 25 ppb durante tres semanas, observo repercusión negativa sobre los parámetros productivos. Como también Allcroft (1969), resume que a concentraciones de 450 ppb dadas a pollos de engorda afecta los parámetros productivos sobre todo en las últimas 3 semanas del ciclo de producción.

De acuerdo a los resultados obtenidos en relación al peso en la 5° semana de edad este tuvo un incremento significativo en el tratamientos IV comparando con el tratamiento que recibió AFB sola y los dos restantes con HSCAS, esto concuerda con los datos obtenidos del experimento *in vitro* de Phillips *et al.*, (1988) que demuestra que mas de 1 de los 11 HSCAS utilizados por el, tiene alta afinidad para ligar AFB, de igual manera concuerda con los resultados *in vivo* de Scheideler (1993), al reportar que al menos uno de los tratamientos con HSCAS fue mejor que el tratamiento con AFB sola.

Sin embargo en la semana 6 de edad el tratamiento con AFB sola, tuvo un peso estadístico igual al tratamiento IV y mejor que el de los tratamientos III y V que contenían cada uno HSCAS. Esto se puede atribuir a la concentración real de AFB que tal vez en esta semana no fue la de 300 ppb lo cual pudo deberse a un mal procedimiento en la adición de AFB en el alimento. Sin embargo no se puede omitir que los secuestrantes utilizados en el tratamiento III y V no tuvieron la capacidad de absorber adecuadamente AFB como lo reportan los experimentos de Oguz y Kurtoglu (2000), quienes utilizaron una zeolita natural (clínoptolite), la razón por la cual ellos atribuyen la baja capacidad de ligar AFB son a las características físicas y al tipo de CLI utilizada, también a la concentración de AFB en la dieta y a la línea de pollos. Estos

resultados son similares a los reportados por Kubena *et al.*, (1991) utilizando carbón activado, donde no encontraron efectos benéficos. Phillips *et al.*, (1988), aunque varios compuestos de zeolita sean capaces de ligar aflatoxina *in vitro*, pero frecuentemente son reversibles y depende de los cambios de pH, temperatura y solvente, por que estas variables usualmente reducen la capacidad de ligar aflatoxina, por lo tanto en el tracto gastrointestinal los cambios de pH, temperatura y solventes durante el proceso de digestión, potencializan a la aflatoxina *in vivo* y disminuyen al HSCAS la supuesta capacidad de ligar como lo demostró *in vitro*, Harvey *et al.*, (1993). Otro factor es el pH ya que este puede determinar la capacidad de absorber aflatoxinas como lo demostraron Araba (1992), Santurio *et al.*, (1999), los cuales trabajaron con distintas bentonitas evaluando el efecto de distintos valores de pH, demostrando que las bentonitas a un pH de 9 tiene mas eficiencia de absorber aflatoxina, no siendo así en el proventrículo que posee un pH de 2 o 3.

La adsorción de aflatoxinas mediante HSCAS en ocasiones ha demostrado ser un proceso que depende decisivamente del pH y de la temperatura, ya que la estabilidad frente al pH del complejo de adsorción es muy importante si se tiene en cuenta el gran intervalo de valores de pH que se encuentran en el tracto gastrointestinal de las aves, con valores que varían desde el extremadamente ácido, hasta los valores marcadamente básicos. En donde el complejo adsorbente-aflatoxina sea capaz de resistir estos cambios de pH sin destruirse ni liberar la toxina. Aunado a este factor existe la posibilidad de que el HSCAS 1 y 3 favorecieran la reducción del tiempo de transito del alimento a través del tracto gastrointestinal, como se ha visto que ocurre con las bentonitas Carson, (1982) y Smith, (1980). Y si también tomamos que materiales como la bentonita y los HSCAS tienen un alto intercambio catiónico, esto hace que interfieran con la absorción de minerales traza (zinc, manganeso, cobre y hierro) en el tracto digestivo provocando un desbalance de minerales que se ve reflejado en un crecimiento deficiente del pollo, lo que pudo suceder en este trabajo.

La falta de eficacia de los HSCAS en los tratamientos III y V, contrasta con la acción protectora contra aflatoxina observada en los aluminosilicatos (HSCAS) al ser adicionados en la dieta, Harvey et al., (1989), Kubena et al., (1990), Phillips et al., (1988). En sus estudios donde utilizaron 0.5 % de HSCAS, confieren una protección del 60 a 100 %, de los efectos asociados con la aflatoxina adicionada a los tratamientos, en pollos de engorda. Como también concuerda con lo reportado por Kubena et al., (1987), (1990), Phillips et al., (1988), donde menciona que a concentraciones de 0.5 % en la dieta, disminuyen significativamente muchos de los efectos perjudiciales causados por la AFB1 y de otras micotoxinas en pollos Shantha, (1987); Kubena et al, (1991) y Davidson et al, (1987).

Por lo que en este caso se considera que la concentración utilizada (0.3 %) no fue capaz de ligar suficiente aflatoxina ya que tal vez la mezcla no suministro el suficiente adsorbente para la AFB y que no cuenta con numerosos puntos de adsorción que son necesarios para asegurar que el adsorbente este en contacto cercano con la aflatoxina.

No obstante cuando el adsorbente alcanza su porcentaje medio de adsorción aunque se incremente este no ofrecería ninguna ventaja en cuanto a la adsorción total alcanzada, mientras que si supondría un mayor costo económico en un proceso de detoxificación en caso de estar pensando en adicionar más al alimento.

En la 5° semana la adición al tratamiento II de 300µg/kg de AFB1 en la dieta, trajo como consecuencia una disminución en el consumo de alimento, efecto esperado y descrito por De Falla et al., (1987), Reddy et al., (1984), quienes observaron disminución en el consumo al utilizar dosis bajas de AFB1 (500 ppb y 750 ppb).

Sin embargo también en la 5ª semana la disminución en el consumo de alimento se presentó en los tratamientos III y V, adicionados con 3 g/kg de HSCAS más 300 µg/kg de AFB₁, este efecto se observa en el experimento realizado por Santurio et al., (1999), al reportar que al final del trabajo experimental el consumo de alimento del tratamiento con 3 mg/kg de AFB₁ sola y los dos tratamientos que contenían 3 mg/kg de AF más 0.25 y 0.50 % de Bentonita de sodio respectivamente tuvieron el mismo consumo de alimento estadísticamente. Esto concuerda con los resultados obtenidos en el presente trabajo, siendo este otro efecto que causa la adición de los HSCAS a la dieta en los tratamientos III y V y tal vez sea un signo de una interacción negativa entre las aves y el secuestrante ya que estadísticamente se estaría esperando un mejor consumo en estos tratamientos que el tratamiento con AFB₁ sola. Araba y Wyatt (1991), comprobaron que la utilización de aluminosilicato de sodio produce una reducción en el consumo de alimento lo cual hace aún más dudosa la eficiencia de estos dos HSCAS utilizados en estos tratamientos.

También en la 5ª semana se observó que el tratamiento I, el cual no contenía AFB₁ y HSCAS tuvo el mismo consumo de alimento que el tratamiento II, esto también es reportado en el trabajo realizado por Oguz y Kurtoglu., (2000), quienes reportaron el mismo consumo en el tratamiento que contenía AFB₁ sola y el tratamiento sin AFB₁ y HSCAS, utilizando una zeolita natural (clinoptolite). Este comportamiento lo podemos atribuir a que la utilización de una dosis baja de AFB₁ no está causando ningún efecto negativo aparente en los parámetros productivos, este hecho concuerda con los autores que indican que para obtener una baja en el consumo de alimento la adición de AFB₁ debe ser mayor a 500 ppb en el alimento Todd et al., (1968), Giambone., (1985), Beura., (1993).

El tratamiento IV el cual contenía 3 g/kg de HSCAS más 300 µg/kg de AFB₁ en la dieta, fue el que consumió más alimento, esto muestra que la utilización del HSCAS-2 no causa efectos negativos en los pollos. Y concuerda con el resultado

de Scheideler., 1993, donde al menos uno de los 4 HSCAS utilizado por el, tuvo un consumo mejor o igual estadísticamente que el tratamiento sin AF y HSCAS.

El comportamiento de los pollos en el parámetro ganancia de peso semanal y de peso diaria estadísticamente fue el mismo en la quinta semana en los 5 tratamientos. El tratamiento I que contenía solamente alimento comercial sin AFB y HSCAS, junto con el tratamiento IV adicionado con 3 g/kg de HSCAS-2 mas 300 μ g/kg de AFB en la dieta tuvieron una ganancia de peso estadísticamente igual, este resultado concuerda con lo obtenido por Valdivia et al., (2001), el cual utilizo N-Acetilcisteina (NAC) en una dosis de 800 mg/kg de peso, obteniendo ganancias de peso estadísticamente igual en el tratamiento que contenía alimento sin AFB y sin NAC de igual forma el tratamiento que fue adicionado con 800 mg/kg de peso de NAC y 3 μ g/kg de AFB, también Kubena et al., (1993), (1990), Phillips et el., (1988), los cuales adicionaron 0.5% de HSCAS a las dietas contaminadas con AFB, obteniendo ganancia de peso igual estadísticamente al tratamiento sin AFB1 y HSCAS.

Esto demuestra que la utilización de HSCAS-2 provee protección en contra de los efectos adversos de la AF y que al adicionar este tipo de HSCAS a las dietas de pollos de engorda no causan ninguna repercusión en los parámetros productivos.

El tratamiento II el cual fue adicionado con 300 μ g/kg de AFB en la dieta, el tratamiento V al cual se le adiciono 3 g/kg de HSCAS-3 mas 300 μ g/kg de AFB1 en la dieta, tuvieron respectivamente ganancias de peso estadísticamente igual. En el experimento realizado por Santurio et al. , (1999) con bentonita de sodio, el reporta que el tratamiento con AFB sola , el tratamiento con 3 mg/kg de AFB y con 0.25% de bentonita y el tratamiento con 3 mg/kg de AF mas 0.50% de bentonita, cada uno tuvieron la misma ganancia de peso estadísticamente durante los 42 días que duro el experimento, Santurio (1999), lo atribuye a

diversos factores, incluyendo una diferencia en los niveles de AF y al pH de la bentonita. Araba y Wyatt (1991) compararon la eficiencia de absorción de la bentonita de sodio, calcio hidratado y aluminosilicato de sodio en concentraciones de 5 y 10 g/kg en raciones de pollos de engorda, los autores observaron que la utilización de aluminosilicato de sodio produce una reducción en el consumo de alimento, baja en la ganancia de peso y incrementa el consumo de agua, por lo tanto la ganancia de peso semanal y diaria se ve afectada también, esto corrobora que el utilizar HSCAS no siempre tiene efectos benéficos.

De igual manera pasa en el tratamiento III al cual fue adicionado con 3 g/kg de HSCAS-1 mas 300 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de AFB en la dieta al registrar la menor ganancia de peso semanal y diaria aun mas baja que la del tratamiento con AFB sola, Sheideler (1993) comparo varios tipos de aluminosilicatos y encontró que el aluminosilicato de sodio sintético y el aluminosilicato de sodio y calcio hidratado natural tuvieron menor capacidad de ligar AFB por la falta de intercambio de cargas, y que ligaban nutrientes esenciales. Willis et al, (1982); Waldroup et al., (1984) observaron que los aluminosilicatos tiene otros efectos en la productividad de los pollos, Ballard y Edwards, (1988), observaron efectos negativos en el crecimiento y salud de las aves, los efectos negativo incluyen incremento discondroplasia de tibia y descalcificación de hueso, por lo tanto los HSCAS tienen otros efectos en los pollos y no siempre son favorables.

Pero también hay que tomar en cuenta que la utilización de 300 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de AFB no causan ningún efecto negativo en los parámetros productivos, como se puede observar en todas las mediciones que se efectuaron en este trabajo ya que el tratamiento II fue mejor casi siempre que los tratamientos III y V y al menos en una semana fue igual estadísticamente al tratamiento I y al tratamiento IV que fueron los que registraron mejores promedios en el experimento.

Podemos decir que la utilización de esta concentración de AFB (300 ppb) no causan ningún efecto negativo, al contrario las aves alimentadas con esta concentración tuvieron mejor respuesta en ganancia de peso, conversión alimenticia, consumo de alimento comparando las con los tratamientos III Y V. Allcroft (1969) utilizó una dosis 210 ppb, parecida a la utilizada en este trabajo, el cual reporta escasas lesiones en hígado y un crecimiento normal del pollo, Doerr et al., (1983) asegura que la concentración mínima de aflatoxina necesaria para causar efectos adversos en la salud de los pollos de engorda es de 2.7 mg/kg. También Giambrone (1985) menciona que con dosis de 0.5 ppm de AFB los parámetros productivos no son afectados, Glanh y Beura (1993), indican que un nivel máximo de seguridad de aflatoxina es de 0.4 hasta 0.8 ppm, no causas efectos adversos sobre los parámetros productivos en aves.

La conversión alimenticia de todos los tratamientos durante los 49 días del experimento no mostró diferencias estadísticas, en ninguna semana hubo alguna variación que se le pudiera atribuir al efectos de la adición de la AFB sola en la dieta o a la interacción que pudiera haber entre la AFB y a los HSCAS. Sin embargo la adición de aflatoxinas en la dieta por lo general causa efectos negativos en las conversiones alimenticias de los pollos alimentados con estas como lo reportan Márquez., (1993), Hoerr., (1991), Wyatt., (1990), Hamilton., (1976), los cuales reportaron una alteración significativa en la conversión por el efecto de la adición de aflatoxina a la dieta. Pero otros autores no concuerdan con lo publicado por los antes mencionados, ya que en sus experimentos no reportan variaciones entre los tratamientos. Con la adición de 2.5 mg/kg de AF sola y la de 1% de zeolita no mostró diferencia estadística significativa en la eficiencia de la utilización del alimento en los pollos de los diferentes tratamientos Miazzo et al., (2000), también en el experimento realizado por Kubena et al., (1990^a), donde encontraron que la eficiencia de la utilización de alimento no fue afectada en ningún tratamiento utilizando 3.5 mg/kg de AFB y 0.5

rango de efectividad. Kubena et al (1998), reporta el peso relativo de el hígado fue significativamente incrementado en los pollos alimentados con la dieta contaminada con AFB sola y la dieta con AFB y .25% de adsorbente.

Los presentes datos muestran que el mecanismo de protección contra la toxicidad de la AFB, el secuestro de AFB en el tracto gastrointestinal y la absorción química del adsorbente se redujo, mas específicamente el mecanismo de absorción química del adsorbente (HSCAS) por la AF y la formación del complejo del sistema B-carbonilo de la AF con incoordinación del sitio union con los iones de calcio y sodio del HSCAS. Indicativo de interacciones negativas con el HSCAS lo cual en el presente trabajo sucedió ya que los tratamientos adicionados con HSCAS y AFB fueron los que sufrieron los más bajos rendimientos productivos.

El HSCAS 2 fue el que confirió la mayor protección porque no se afectaron significativamente los parámetros productivos de este tratamiento y tuvo el mejor rendimiento productivo de los tres tratamientos adicionados con HSCAS. El HSCAS 1 y 3 tuvieron un rendimiento bajo ya que la interacción de la AFB1 y HSCAS afectaron de forma negativas los parámetros productivos, por lo tanto la utilización de este aluminosilicato no confiere una protección efectiva.

Las lesiones que presenta el tratamiento III son consecuencia de la adición de 300µg/kg AFB, y del bajo poder de protección del HSCAS utilizado en este tratamiento, los efectos negativos que causo se reflejaron en el comportamiento productivo de los pollos de este tratamiento y las lesiones que presentaron, ya que las AFB, producen aumento en el peso del hígado, riñón, corazón y bazo, Glahn et al (1990); Ledoux et al (1999); Kubena et al (1998); Harvey et al (1992), causan hemorragias por un incremento en la fragilidad capilar debida al aumento de la actividad de las enzimas hemolíticas de origen lisosomal, en los tejidos musculares y en las paredes de los vasos sanguíneos, Doer,(1981); Wyatt, (1990).

Al presentarse estas lesiones características de intoxicación por AF, debemos tomar en cuenta que tan efectivo es el HSCAS, y si es capas de ligar suficiente AFB para evitar causarle daño a los pollos y que en ocasiones la adición de cantidades bajas de HSCAS causa mas daño que beneficio.

Los HSCAS utilizados a la concentración recomendada por el fabricante 0.3% no fue efectiva tomando en cuenta los resultados obtenidos y que la mayoría de los investigadores sugieren que para disminuir significativamente muchos de los efectos adversos causados por la aflatoxina en pollos debe adicionarse entre 0.5 a 2.0 % de HSCAS al alimento Por lo tanto debemos conocer el tipo de arcilla utilizada, la concentración recomendada para evitar efectos negativos en las aves para tener un mayor grado de seguridad al utilizarla y asi evitar graves problemas que repercutirían en el estado de salud y en la productividad de las aves.

Los efectos tóxicos de la aflatoxina son diversos van desde reducción en la ganancia de peso, consumo de alimento, eficiencia en la conversión alimenticia, pigmentación, procesos productivos, algunas influencias son directas a los efectos de la intoxicación, mientras otras son indirectas. Las aflatoxinas afectan los órganos del sistema inmune, así como una aparente alteración en la función esplénica, en ocasiones provoca una disminución de la resistencia del animal hacia ciertas enfermedades, un importante incremento en la fragilidad capilar, producen cuagulopatias de forma extrínseca determinada por el momento en los tiempos totales de coagulación de la sangre y los tiempos de protrombina.

La distribución de las aflatoxinas en los tejidos parece ser difusa, una acumulación mayor de aflatoxina ocurre en varios órganos vitales, principalmente en hígado, seguido por músculo, páncreas, piel, tejido adiposo, pulmones y bazo.

Las aflatoxinas requieren activación metabólica para reacciones subsecuentes y estas reacciones están mediadas primordialmente por enzimas hepáticas que biotransforman a la AFB por la monooxigenasa hepática del citocromo P-450. Por esta razón el hígado es considerado el principal órgano blanco en casos de aflatoxicosis, causa inhibición de la síntesis de proteína Tung et al (1975), baja la concentración de proteína sérica total, albúmina, colesterol y glucosa por baja de la actividad de la colinesterasa y aumento de la actividad de la creatinina kinasa, gama glutamiltransferasa y lactato deshidrogenasa Huff et al (1986) y (1988); Kubena et al (1990), indicativo de la hepatotoxicidad de la AFB.

Considerando que el tratamiento II presentó la mayoría de las lesiones macroscópicas antes descritas y que no faltaron otro tipo de mediciones, no sabremos con exacta precisión el grado de lesión real que pudo causar la adición de 300 ppb de AFB₁, y considerando que algunos autores mencionan que la cantidad utilizada en este trabajo no es capaz de causar graves daños a las aves y que tal vez solo provocamos un cuadro subagudo no letal y que la aflatoxicosis en las aves es una enfermedad compleja, la causa fundamental para el alto grado de toxicidad está relacionado con alteración de los procesos bioquímicos básicos necesarios para el funcionamiento normal de todos los procesos fisiológicos.

Por lo tanto no podría explicar con exactitud que fue lo que ocurrió en relación a los parámetros productivos ya que este tratamiento fue superior o igual que los tratamientos III y V pero no mejor que el tratamiento IV y I, solo podría decir que las aves del tratamiento II tuvieron una mayor capacidad para detoxificar y eliminar la toxina más rápido, que el grado de lesión que pudo haber causado la toxina no fue severo y que el factor HSCAS pudo ser la clave para no tener diferencias significativas en todas las mediciones al estar afectando este a los tratamientos adicionales con el mismo.

La utilización de secuestrantes de aflatoxinas en ocasiones pueden interferir en la captación de nutrientes en el lumen intestinal, ya que la mayoría de estos procesos son a través de intercambio de cargas y tomando en cuenta que los

HSCAS también funcionan de la misma manera es importante saber el tamaño de la partícula, el pH, el número de poros de la partícula, si es sintética o natural, ya que con estos nos daremos una idea de la manera en que puede reaccionar el secuestrante y que efectos podría tener en el animal y evitar interacciones negativas que pudieran poner en riesgo la salud de las aves y afectar el rendimiento esperado.

Tomando en cuenta todo esto podemos decir que la utilización de las formulas de HSCAS 1 y 3 no funcionaron adecuadamente ya que no tuvieron la suficiente capacidad de ligar aflatoxina al ser estos los tratamientos con mas bajo rendimiento productivo, esto sugiere que estos HSCAS empleados captaron nutrientes que afectaron el comportamiento de las aves y contaron con lesiones sugerentes de intoxicación por aflatoxina, es decir que se sumaron las acciones negativas de los HSCAS y la AFB dando como resultados malos parámetros productivos de estos dos tratamientos. Y podemos decir que si afectaron de manera directa la utilización de estos aluminosilicatos por que el comparar los resultados con el tratamiento con AFB sola, este fue mejor ya que sus parámetros finales fueron superiores o iguales al de los tratamientos con HSCAS 1 y 3.

Con respecto al HSCAS 2, este se comportó mejor a los dos anteriores y cumplió con su función ya que no afectó significativamente el rendimiento productivo de las aves alimentadas con este secuestrantes, confiriéndoles una buena protección en contra de intoxicaciones con AFB, y no interfirió en el proceso de captación de nutrientes.

CONCLUSIONES

- La utilización de el HSCAS 1 y 3 tuvieron repercusiones negativas en los parámetros productivos de las aves de estos tratamiento y es importante conocer que tipo de mineral se esta empleando ya que dependiendo del tipo de material utilizado es la capacidad de ligar AFB o algunos nutrientes.
- La utilización de 300 ppb de AFB en las condiciones que se llevó el experimento si alteraron los parámetros productivos de las aves al meno en una semana como se esperaba.
- La utilización del HSCAS 2 tuvo efectos benéficos a las aves alimentadas con este secuestrante ya que fue capaz de ligar la suficiente AFB para evitar algún daño aparente.
- Es necesario implementar tratamientos de inocuidad del producto utilizado para tener la certeza de que no este afectado de manera negativa los resultados y contar con un mayor número de animales y repeticiones por tratamiento.
- Se deben realizar otro tipo de mediciones como son contenido de minerales, enzimas hepáticas, proteínas plasmáticas, hematocrito, histopatología de los principales órganos, que nos indiquen el grado de lesión causado por la aflatoxina.
- La concentración utilizada de HSCAS fue baja por lo que se recomienda utilizar dosis mas altas para tener mejores resultados.
- Llevar acabo pruebas in vitro de la capacidad de los compuestos utilizados para saber el porcentaje medio de adsorción de aflatoxinas y asi evitar posibles subdosificaciones o sobredosificaciones.

- Las concentraciones bajas de AFB no incrementaron la mortalidad de las aves de forma directa en las condiciones que se llevó a cabo el experimento.
- Los HSCAS no son capaces de ligar en un 100 % a las aflatoxinas ya que llegan a tener un rango de saturación y efectividad.
- Los HSCAS en ocasiones suelen alterar las funciones metabólicas ya que son capaces de captar nutrientes.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

BIBLIOGRAFÍA

1. Araba, M., and Wyatt, R. D., 1991., Effects of sodium bentonite, hydrated sodium calcium aluminosilicate (Novasil), and ethical on aflatoxicosis in broiler chickens., *Poultry Sci.*, 70:S6(Abstr.)
2. Araba, M., 1992., Factors relating to prevention and control of aflatoxicosis in broiler chickens., Ph. D Thesis, University of Georgia, Athens, USA.
3. Ballard, R., and Edwards, H. M., 1988., Effects of dietary zeolite and vitamin A on tibial dyschondroplasia in Chickens., *Poultry Sci.* 67:113-119.
4. Beura, C. K., Sadagopan V. R., Johri, T. S., and Panda B. K., 1993., Interaction of dietary level on dose response relationship during aflatoxicosis in commercial broilers., Physical response., Livability and nutrient retention., *Indian J. Poultry Sci.*, 28(3):170-177
5. Carson M. S., 1982., The effect of dietary fiber and non-nutritive mineral additives on T-2 toxicosis in rats., MSc Thesis, Department of Nutrition., University of Guelph, Ontario, Canada.
6. Cast, Council for Agricultural Science and Technology. 1989. *Mycotoxins: Economic and Health Risks*. Task Force Report No. 116. Ames, Iowa.
7. Cruz, Alonso, Susana., 1996. Revisión bibliográfica de los problemas toxicos mas comunes relacionados con la alimentación de el pollo de engorda. Tesis de licenciatura. FES-C, UNAM. México.
8. Chung, T. K., Erdman, J. W., y Baker, D. H., 1990., Hydrated sodium aluminosilicate: effects on zinc, manganese, vitamin A, and riboflavin utilization., *Poultry Science.*, 69:1364-1370.
9. Davidson, J. N., Babish, J. G., Delaney, K. A., Taylor, D. R. and Phillips, T. D., 1987. Hydrated sodium calcium aluminosilicates decreases the bioavailability of aflatoxin in the chicken. *Poult. Sci.*, 66(Suppl, 1):89.
10. Doerr, J. A., and Hamilton, P. B., 1981., Aflatoxicosis and intrinsic coagulation function in broiler chickens. *Poultry Sci.*, 60:1406

11. Esqueda, V. M. Y Villegas, O. R. M. 1991. Efecto de la producción de aflatoxina por *Aspergillus flavus* en maíz, sus métodos de degradación y su posible control con lectinas. *Rev. Vinculación*. 3(20): 44-47.
12. Gaibor g. J. I. 2001. Que son y como funcionan son los Secuestradores. *Publicación Científica No. 217*:15-22.
13. George T.Edds (1979) "Aflatoxins" in Conference on Mycotoxins in Animal Feeds and Grains Related to Animal Health. PB?300 300. Sponsored by: Bureau of Veterinary Medicine. Food nd Drug Administration, June 8, Rockville, Maryland (USA), pp.80 – 16.
14. Giambrone, J. J., Diener, U. L., Davis, N. D., Panangala, V. S., and Hoerr, F. J., 1985. Effects of aflatoxin on young turkeys and broiler chickens. *Poultry Sci.*, 64:1678-1684.
15. Gimeno, A., and Quintanilla, J. A., 1984. Proc. Int. Symp. Mycotoxins. Cairo (Egipto), p.387 - 392, in proceedings book.
16. Gimeno,A., y Martins,M.L.(1987) Curso Teórico Practico sobre Micotoxinas y Hongos Toxicogénicos, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Patología y Sanidad Animal en colaboración con la Asociación Española de Especialistas en Micología (AEEM), Madrid, 6 a 10 de Julio, España, pp.13 - 29.
17. Giddey,C. (1977) XV Symposium Científico Sección Española de la Asociación Mundial de Avicultura Científica (WPSA), Barcelona (España), 29 de Noviembre a 1 de Diciembre, pp.53 - 67.
18. Glahn, R. P., Beers, K. W., Bottje, W. G., Wideman, R. F., Huff, W. E., Altered renal function in broilers during aflatoxicosis., *Poultry Science.*, 69:1796-1799.
19. G.Viroben (1990), Session AFTAA des 25 y 26 Octobre à Paris, Aliscope, ISSN 0763?7853, Mai - Juin, Vol.90 - 5/6, pp.29 - 32.
20. Harvey, R., Kubena, L. F., Phillips, T. D., Huff, W. E., and Corrier, D. E., 1989, Prevention of aflatoxicosis by addition of hydrated sodium calcium aluminosilicate to the diests of growing barrows., *Am J. Vet. Res.* 50:416-420.

21. Harvey, R. B., Kubena, L. T., Elissalde, M. H. y Phillips, T. D., 1993., Efficacy of zeolitic ore compounds on the toxicity of aflatoxin to growing broiler chickens., *Avian Diseases.*, 37:67-73.
22. Hesseltine, C. W., 1976. *Mycotoxins and Other Fungal Related Food Problems* (Joseph V. Rodricks (Ed), American Chemical Society, Washington DC, pp.1 - 22.
23. Hoerr, J. F., 1991., *Mycotoxicosis in diseases of poultry*; Calneck, B. W. 9th Edition Iowa State University Press.
24. Huff, W. E., Kubena, L. F., Harvey R. B., Hagler, W. M., Swanson, S. P., Phillips, T. D. y Creger, C. R., 1986., Individual and combined of aflatoxin and deoxinivalenol (DON, Vomitoxin) in broiler chickens., *Poultry Science.*, 65:1291-1298.
25. Huff, W. E., Harvey, R. B., y Kubena, L. T., Rottinghaus, G. E., 1988., Toxic synergism between aflatoxin and T-2 toxin in broiler chickens., *Poultry Science.*, 67:1418-1423.
26. Huwig, A., Freimund, S., Käppeli, O., y Dutler, H., 2001., *Mycotoxin detoxication of animal feed by different adsorbents.*, Elsevier., 122:179-188.
27. Jones, F. T., Hagler, W. M. and Hamilton, P. B., 1982., Association of low levels of aflatoxin in feed with productivity losses in commercial broiler operations., *Poultry Sci.* 61:861-868.
28. Kubena, L. T., Harvey, R. B., Phillips, T. D., Corrier, D. E., y Huff, W. E., 1990., Disminution of aflatoxicosis in growing chickens by the dietary addition of a hydrated, sodium calcium aluminosilicate., *Poultry Science.*, 69:727-735.
29. Kubena, L. T., Harvey, R. B., Huff, W. E., Corrier, D. E., Phillips, T. D., y Rottinghaus, G. E., 1990., Efficacy of a hydrated sodium calcium aluminosilicate to reduce the toxicity of aflatoxin and T-2 toxin., *Poultry Science.*, 69:1078-1086.

30. Kubena, L. F., Huff, W. E., Harvey, R. B., Yersin, A. G., Elissalde, M. H., Witzel, D. A., Giroir, L. E., Phillips, T. D. and Peterson, H. D., 1991. Effects of a hydrated sodium calcium aluminosilicate on growing turkey poult during aflatoxicosis. *Poult. Sci.*, 70: 51-59.
31. Kubena, L. T., Harvey, R. B., Phillips, T. D., y Clement, B. A., 1993., Effect of hydrated sodium calcium aluminosilicatos on aflatoxicosis in broiler chicks., *Poultry Science.*, 72:651-657.
32. Kubena, L. T., Harvey, R. B., Huff, W. E., Elissalde, M. H., Yersin, A. G., Phillips, T. D., Rottinghaus, G. E., 1993., Efficacy of a hydrated sodium calcium aluminosilicate to reduce the toxicity of aflatoxin and diacetoxyscirpenol., *Poultry Science.*, 72:51-59.
33. Kubena, L. T., Harvey, R. B., Bailey, R. H., Buckley, S. A., Rottinghaus, G. E., 1998., Effects of a hydrated sodium calcium aluminosilicate (T-Bind™) on micotoxicosis in young broiler chickens., 1998., *Poultry Science.*, 1998., 77:1502-1509.
34. Ledoux, D. R., Rottinghaus, G. E., Bermudez, A. J., y Alonso-Debolt, M., 1999., Efficacy of a hydrated sodium calcium aluminosilicate to ameliorate the toxic effects of aflatoxin in broiler chicks., *Poultry Science.*, 78:204-210.
35. Marquez, N. R., Tejada de Hernández, I., 1993., Estudio comparativo de varios aluminosilicatos y su efecto adsorbente de aflatoxina B1 en raciones contaminadas para pollos., *Avirama.*, 3:35-43.
36. Martínez, Briones Rosa Maria., 1999., Efecto de dosis bajas de aflatoxina B1 sobre los parametros productivos en pollos de engorda., Tesis de licenciatura., FES-C, UNAM., México.
37. Medina, J. C., Fierro, J. A., Rivera, L., Muñoz, J., Lara, J., 2000., Vitamina A, xantofilas y minerales traza como parámetros de inocuidad de adsorbentes de micotoxinas., *Mem. ANECA.*, 185-189., México.
38. Mirocha, C. J., 1994., Aflatoxina, química, metabolismo y sus efectos en la salud animal., *Avirama.*, 2:35-38.

39. Miazzo, R., Rosa, C. A. R., De Queiroz Carvalho, E. C., Magnoli, C., Chiacchiera, S. M., Palacio, G., Saenz, M., Kikot, A., Basaldella, E. y Dalcero, A., 2000., Efficacy of synthetic zeolite to reduce the toxicity of aflatoxin in broiler chicks., *Poultry Science.*, 79:1-6.
40. Morilla, G. A., 1990., Aflatoxinas e inmunidad., *Avirama* (3) 93.
41. Mumpton, F. A. and Fishman, P. H., 1977. The application of nature zeolite in animal science and aquaculture. *J. Anim. Sci.*, 45: 1188-1203.
42. Oguz, H., y Kurtoglu, V., 2000., Effect of clinoptilolite on performance of broiler chickens during experimental aflatoxicosis., *British Poultry Science.*, 41:512-517.
43. Osuna, O., 1991., Micotoxinas: Problemas de salud publica. Efectos en aves, métodos de análisis y nuevos tratamientos. *MV Rev. Cienc. Vet.* 7(2):2-8, Lima.
44. Park, D.L., Jemmali, M., Lafarge, C., and Yvon, M. (1981) International Symposium and Workshop on Mycotoxins, September 6 - 16, Cairo, Dokki, Egypt, Proceedings Book (1983), pp.257 - 266.
45. Perkins, B. W., Química de las arcillas y adsorción de micotoxinas., 1998.
46. Phillips, T. D., Kubena, L. F., Harvey, R. B., Taylor, D. R. and Heidelbaugh, N. D., 1987. Hydrated sodium calcium aluminosilicate: a high affinity for aflatoxin. *Poult. Sci.*, 67:243-247.
47. Phillips, T. D., Kubena, L. T., Harvey, R. B., Taylor, R. D., Heidelbaugh, D. N., 1988., Hidrated sodium calcium aluminosilicate: a high affinity sorbent for aflatoxin., *Poultry Science.*, 67:243-247.
48. Quezada, T., Cuellar, H. Jaramillo-Juarez, F., Valdivia, G.A, Reyes, J. L., 2000., Effects of aflatoxin B1 on the liver and kidney of broiler chickens during development., *Elsevier.*, 125:265-272.
49. Ramos, G. A. J., y Hernández, G. E., Adsorción *in vitro* de aflatoxinas mediante la utilización de compuestos adsorbentes: Montmorillonita., 1997., *Rev Iberoam Micol.*, 14:72-77.

50. Reddy, N., Rao, P., Reddy, V., and Yadgiri, B., 1994., Effect of select levels of dietary aflatoxin on the performance of broilers chickens., *Indian J. Animal Sci.* 68-73.
51. Rosa, C. A. R., Miazzi, R., Magnoli, C., Salvano, M., Chiacchiera, S. M., Ferrero, S., Saenz, M., De Queiroz Carvalho, E. C., y Dalcero, A., 2001., Evaluation of the efficacy of bentonite from the south of Argentina to ameliorate the toxic effects of aflatoxin in broilers., *Poultry Science.*, 80:139-144.
52. Roland, A. D., y Dorr, E. P., 1989., Beneficial effect of synthetic sodium aluminosilicate on feed efficiency and performance of comercial leghorns., *Poultry Science.*, 68:1241-1245.
53. Santurio, J. M., Mallmann, C. A., Rosa A. P., Appel, G., Heer, A., Dageförde, S., and Böttcher, M., 1999., Effect of sodium bentonite on the performance and blood variables of broiler chickens intoxicated with aflatoxins., *British Poultry Sci.*, 40:115-119.
54. Scheideler, E. S., 1993., Effects of various types of aluminosilicatos and aflatoxin B1 on aflatoxin toxicity, chick performance, and mineral status., *Poultry Science.*, 72:282-288.
55. Secretaria de Salud., PROY-NOM-188-SSSA1-2000, Bienes y servicios. Control de aflatoxinas en cereales para consumo humano y animal. Especificaciones sanitarias.
56. Shantha, T. 1987. Detoxification of groundnut seed and products in India. In: Summary and Recommendations of the International Workshop on Aflatoxin Contamination of Groundnut. ICRISAT Center, India. 16.
57. Smith, T. K., Influence toxicosis in rats and swine., 1980., *J. Anim. Sci.*, 50: 278-285.
58. Smith, T. K., 1984., Spent conola oil bleaching clays: potential for treatment of T-2 toxicosis in rats and short-term inclusion in diets for immature swine. *Can J Physiol Pharmacol.*, 64:725-732.

59. Stanley, V.G., R. Ojo, S. Woldesenbet, D.H. Hutchinson, and L.F. Kubena, 1993. Use of *Saccharomyces cerevisiae* to suppress the effects of aflatoxicosis in broiler chicks.
60. Tung, H. T., Cook, F. W., Wyatt, R. D., and Hamilton, P. B., 1975., The anemia caused by aflatoxin., *Poultry Sci.*, 54:1962-196
61. Valdivia, G. A., Martínez, A., Damián, J. F., Quezada, T., Ortiz, R., Martínez, C., Llamas, J., Rodríguez, L. M., Yamamoto, L., Jaramillo, F., Loarca-Piña, G. M., y Reyes, J. L., 2001., Efficacy of N-Acetylcysteine to reduce the effects of aflatoxin B1 intoxication in broiler chickens., *Poultry Science.*, 80:727-734.
62. Valdivia, R., 1996., Producción de alimentos balanceados para aves., Curso técnico de producción alimento para animales., *Col Med. Vet.*, Perú.
63. Watts, M. C., Chen, C. Y., Ledoux, D. R., Broomhead, J. N., Bermudez, A. J., y Rottinghaus, G. E., 2003., Effects of multiple mycotoxins and hydrated sodium calcium aluminosilicate in poultry., *Poultry Science.*, 6:372-378.
64. Wyatt R, D., Formas prácticas para disminuir exitosamente las pérdidas por micotoxicosis., 1993., *Avicultura Profesional.*, 11(2): 64-67.
65. Wyatt. R. D., 1990., *Mycotoxin and animal foods.*, Smith, J. E., Henderson, R. S., CRC, PRESS.
66. Wyatt R. D., 1993., Formas prácticas para disminuir exitosamente las perdidas por micotoxicosis. 1.-Aflatoxicosis *Avic. Prof.* 11(2):64-67.
67. Wogan, G. N., 1966., Chemical nature and biological effects of the aflatoxins., *Bacteriol. Rev.* 309:460-470.
68. www.una.com/avicultura_mexicana
69. www.specialnutrients.com/esp/myco-ad
70. www.engomix.com/nuevo/prueba/micotoxina1.asp
71. www.engormix.com/nuevo/prueba/#3
72. www.ilender.com.pe/servicios/publicaciones/notas/micotoxinas3.
73. www.avicultura.com/seleccionesavicolas/
74. www.mycoad.com/spa_3_4
75. www.engomix.com/nuevo/prueba/areadealimentosbalanceados_notas.233

76. www.engomix.com/nuevo/prueba/areadealimentosbalanceados_notas.134
77. www.engomix.com/nuevo/pruba/areadealimentosbalanceados_notas137
78. www.mycoad.com/spa_5_14
79. www.mycoad.com/spa_16_25
80. www.mycoad.com/spa_26
81. www.reviberoamericana.com/1997-14/072077

TABLAS Y ANEXOS.

Tabla 1. Efecto de la inclusión de 3 HSCAS diferentes en el promedio semanal de peso de los pollos alimentados con 300 µg/kg de AFB1.

Tto	Tratamientos		Peso Semanal						
	HSCAS	AFB1	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°
	(g/kg)	(µg/kg)	(g)						
I	0.0	0.0	123.0a	267.8a	572.4a	1009.7a	1562.8a	2003.2a	2425.4a
II	0.0	300	124.7a	277.4a	550.2a	1002.4a	1483.6bc	1984.9ab	2392.5a
III	(1) 3.0	300	120.8a	272.8a	565.7a	987.7a	1450.6c	1889.7c	2253.3a
IV	(2) 3.0	300	115.7a	261.3a	569.7a	992.1a	1518.8ab	1925.5bc	2331.2a
V	(3) 3.0	300	127.8a	275.1a	571.6a	970.6a	1468.1c	1887.5c	2262.8a

a,b,c Resultados con distintos índices, en la misma columna, muestran diferencia estadística significativa ($p < 0.05$).

HSCAS= aluminosilicato de sodio y calcio hidratado.

Los números entre paréntesis de la columna HSCAS indican la formula de secuestrante utilizado.

Tabla 2. Efecto de la adición de 300 µg/kg de AFB1 sobre el consumo semanal de alimento en pollos de engorda y comparación con los tratamientos que recibieron 3 g/kg de HSCAS en la dieta.

Tto	Tratamientos		Consumo Semanal						
	HSCAS	AFB1	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°
	(g/kg)	(µg/kg)	(g)						
I	0.0	0.0	118.3a	268.4a	581.7a	796.0a	1027.2ab	1335.6a	1337.9a
II	0.0	300	121.6a	270.2a	544.4a	727.6a	985.8b	1366.3a	1247.7a
III	(1) 3.0	300	116.6a	276.1a	555.6a	768.5a	1001.1b	1248.4a	1273.8a
IV	(2) 3.0	300	116.1a	276.3a	564.1a	760.8a	1059.7a	1295.8a	1334.9a
V	(3) 3.0	300	126.6a	279.7a	587.2a	785.8a	989.3b	1255.8a	1291.5a

a,b,c Resultados con distintos índices, en la misma columna, muestran diferencia estadística significativa ($p < 0.05$).

HSCAS= aluminosilicato de sodio y calcio hidratado.

Los números entre paréntesis de la columna HSCAS indican la formula de secuestrante utilizado.

Tabla 3. Efecto de la utilización de 3 HSCAS en el promedio de ganancia de peso semanal, en dietas contaminadas con 300 µg/kg de AFB1 en pollos de engorda.

Tto	Tratamientos		Ganancia de Peso Semanal						
	HSCAS	AFB1	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°
	(g/kg)	(µg/kg)	(g)						
I	0.0	0.0	79.7a	144.4a	304.6a	437.3a	553.2a	440.3a	422.3a
II	0.0	300	83.83a	152.7a	272.8a	452.1a	481.2bc	501.4a	407.5a
III	(1)3.0	300	80.1a	152.1a	292.9a	421.9a	462.9c	439.1a	363.6a
IV	(2)3.0	300	74.7a	145.6a	308.4a	422.4a	526.7ab	406.7	405.7a
V	(3)3.0	300	86.6a	147.3a	296.57a	398.9a	497.4bc	419.5a	375.3a

a,b,c Resultados con distintos índices, en la misma columna, difieren entre si significativamente ($p < 0.05$).

HSCAS= aluminosilicato de sodio y calcio hidratado

Los números entre paréntesis de la columna HSCAS, indican la formula de secuestrante utilizada.

Tabla 4. Efecto de la utilización de 3 HSCAS en el promedio de ganancia de peso diaria, en dietas contaminadas con 300 µg/kg de AFB1 en pollos de engorda.

Tto	Tratamiento		Ganancia Diaria de Peso						
	HSCAS	AFB1	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°
	(g/kg)	(µg/kg)	(g)						
I	0.0	0.0	11.39a	20.63a	43.52a	62.47a	79.02a	62.91a	60.32a
II	0.0	300	11.98a	21.81a	38.97a	64.59a	68.75bc	71.62a	58.22a
III	(1)3.0	300	11.45a	21.72a	41.84a	60.28a	66.13c	62.73a	51.94a
IV	(2)3.0	300	10.68a	20.81a	44.06a	60.34a	75.25ab	58.09a	57.96a
V	(3)3.0	300	12.37a	21.04a	42.37a	57.00a	71.06bc	59.93a	53.61a

a,b,c Resultados con distintos superíndices, en la misma columna, difieren entre si significativamente ($p < 0.05$).

HSCAS= aluminosilicato de sodio y calcio hidratado.

Los números entre paréntesis de la columna HSCAS, indican la formula de secuestrante utilizada.

Tabla 5. Efecto de la adición de 300 µg/kg de AFB1 sobre la conversión alimenticia en pollos de engorda y comparación con los tratamientos que recibieron 3 g/kg de HSCAS en la dieta.

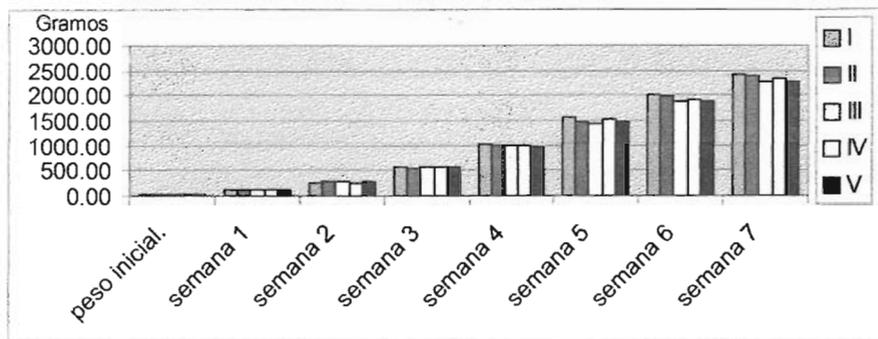
Tratamiento			Conversión alimenticia							
Tto	HSCAS	AFB1	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	\bar{x}
	(g/kg)	(µg/kg)	(g)							
I	0.0	0.0	1.50a	1.86a	1.91a	1.82a	1.86a	3.04a	3.18a	2.16a
II	0.0	300	1.45a	1.77a	2.07a	1.63a	2.05a	2.73a	3.07a	2.11a
III	(1) 3.0	300	1.46a	1.82a	1.90a	1.83a	2.16a	2.86a	3.57a	2.22a
IV	(2) 3.0	300	1.55a	1.91a	1.84a	1.80a	2.02a	3.19a	3.30a	2.23a
V	(3) 3.0	300	1.46a	1.90a	1.98a	1.97a	1.99a	3.01a	3.46a	2.25a

a,b,c Resultados con distintos índices, en la misma columna, difieren entre si significativamente ($p < 0.05$).

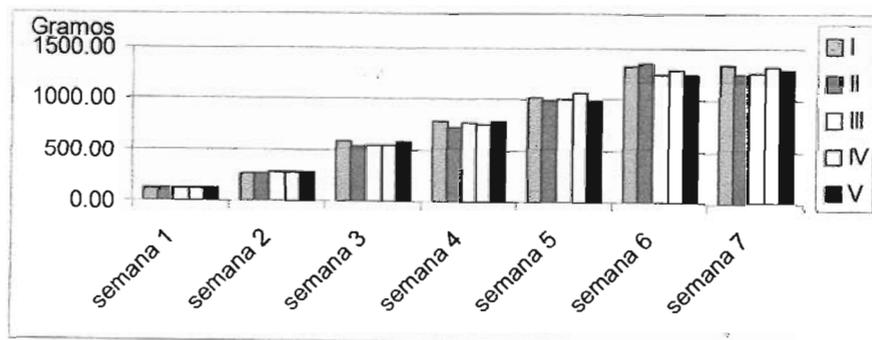
HSCAS= aluminosilicato de sodio y calcio hidratado.

Los números entre paréntesis de la columna HSCAS, indican la formula de secuestrante utilizada.

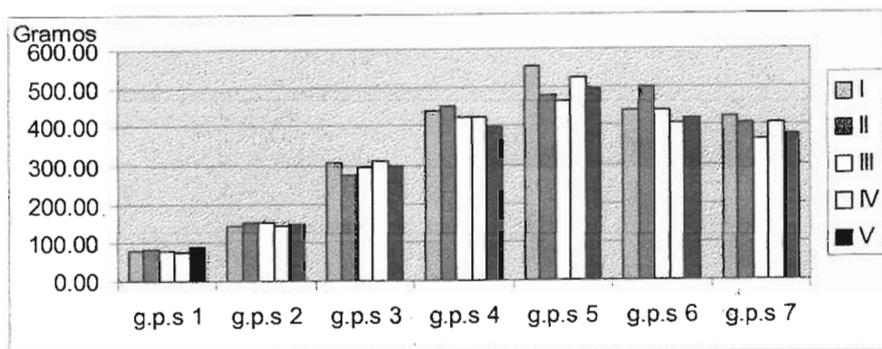
Grafica 1 “Ganancia de Peso Promedio Semanal por Tratamiento”



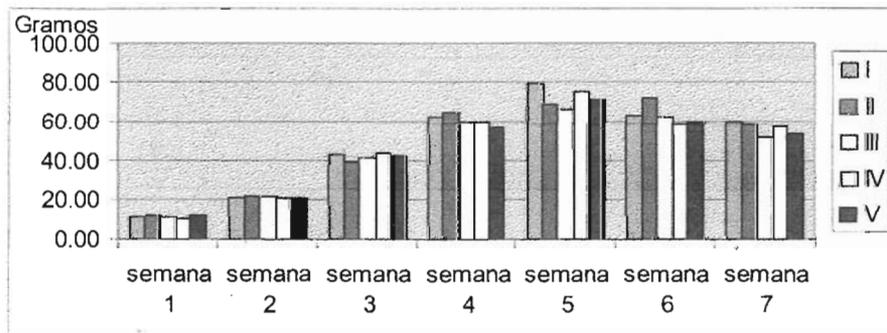
Grafica 2 “Consumo de Alimento Promedio Semanal por Tratamiento”



Grafica 3 “Ganancia de Peso Semanal Promedio por Tratamiento”



Grafica 4 “Ganancia Diaria de Peso Promedio Semanal por Tratamiento”



Grafica 5 “Conversión Alimenticia Promedio Semanal por Tratamiento”