



UNIVERSIDAD DEL ZULIA
REVISTA CIENTÍFICA



FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN

MARACAIBO, ESTADO ZULIA, VENEZUELA



NIVELES DE AFLATOXINAS EN ALIMENTOS BALANCEADOS PARA GALLINAS PONEDORAS Y POLLOS DE ENGORDE, DISTRIBUIDOS EN GRANJAS AVÍCOLAS DE VENEZUELA (ESTADOS: ARAGUA, CARABOBO, LARA Y ZULIA)

AFLATOXIN LEVELS IN FEED FOR LAYING HENS AND BROILER in Farms Distributed in Venezuela (State: Aragua, Carabobo, Lara y Zulia)

Darwin Arrieta-Mendoza¹, Elías Rafael Ascanio¹, Elena del Carmen Briceño¹, Gema Carolina Maniglia¹, Aouiqw Rafael Ascanio², Sergio Alejandro Flores¹, Gladys Mollero³ y Maria Pérez-Arevalo⁴

¹Departamento de Ciencias Biomédicas, Cátedras de Farmacología, Facultad de Ciencias Veterinarias, ²Departamento de Estadística, Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Apartado 4563 / 2101-A. Maracay, estado Aragua, Venezuela. ³Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas-Zulia. ⁴Facultad de Ciencias Veterinarias, La Universidad del Zulia. Correo-E: darwin@yahoo.com

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar los niveles de aflatoxinas totales (AFT) en alimentos balanceados para gallinas ponedoras y pollos de engorde, distribuidos en granjas avícolas de los estados Aragua, Carabobo, Lara y Zulia de Venezuela. Las muestras de alimento balanceado fueron tomadas de comederos de granjas seleccionadas y que permitieron su muestreo durante el periodo 2006-2007. Un total de 80 muestras de alimento fue obtenido de las granjas de gallinas ponedoras (n= 32) y de pollos de engorde (n= 48). Todas las muestras fueron pasadas por columnas de inmutofinidad y luego a través de ELISA, usando los protocolos de RIDASCREEN® para detección de AFT. Los niveles de AFT fueron contrastados con los establecidos por COVENIN, FAO/OMS, FDA y UE. Se detectaron valores de AFT en muestras (65 de un total de 80 granjas) distribuidos en granjas avícolas de Aragua, Carabobo, Lara y Zulia, encontrándose niveles de AFT en concentraciones menores y superiores a los niveles permitidos (20 µg/kg), establecidas por organizaciones nacionales (COVENIN) e internacionales (FAO/OMS y FDA). Los rangos detectados para granjas de ponedoras fueron: 0,3-156µg/kg y para granjas de pollos 0,604-184µg/kg. No se detectó diferencia (P > 0,05) entre promedios detectados en granjas de pollos (48,72 µg/kg) y de ponedoras (41,83 µg/kg). Estos resultados de prevalencia en alimentos avícolas, indican que, posiblemente las aves de estas granjas muestreadas, recibieron alimentos con niveles de AFT mayores a los límites oficiales permitidos, durante el periodo evaluado. Es recomendable, mejorar la supervisión en los alimentos balanceados, destinados a la industria avícola nacional por las organizaciones responsables y considerar siempre la sensibilidad y coeficiente de variación de los métodos de detección sobre la interpretación de los resultados.

Palabra clave: Aflatoxinas; pollos de engorde; ponedoras; avicultura; alimento balanceado.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the levels of Total Aflatoxins (TAF) in feed for laying hens and broiler in farms distributed in the States of Aragua, Carabobo, Lara and Zulia in Venezuela. Balanced food samples were taken from farm feedlots, which authorized its sampling during 2006-2007. A total of 80 food samples were obtained from laying hen farms (n = 32) and broilers (n = 48). All samples were passes through the immunoafinity column and then through ELISA using RIDASCREEN® protocols for TAF. TAF levels were compared with those established by FAO/OMS, FDA, E.U. and COVENIN. Averages were compared between laying hens and broilers farms. The levels of TAF in analyzed samples, presented smaller (<20 µg/kg) and greater (>20 µg/kg) concentrations at the level allowed, established by organizations national (COVENIN, 1980) and international (the FAO/OMS and FDA). Detection ranges for laying hens farms were: 0.3-156µg/kg and 0.604-184µg/kg for broiler farms. The statistical differences were not detected (P ≥ 0.05) at average values in farms of broiler (48.72 µg/kg) and laying hens (41.83 µg/kg). These results indicated that laying hens and broiler from these farms, received food with levels of aflatoxins higher to the limits allowed during the season study. The results suggest, to improve the supervision in the balanced foods, destined to the national poultry industry by the organizations responsible and always consider the sensitivity and coefficient of variation of detection methods on the interpretation of results.

Key words: Aflatoxin; farms; broiler; layers; poultry; balaced feed.

INTRODUCCIÓN

La producción de materias primas vegetales para elaborar alimentos destinados al consumo animal y humano crece a nivel mundial, especialmente en los cereales. Su calidad está condicionada por eventos que pueden ocurrir antes, durante y después de que los mismos sean cosechados, describiéndose la colonización por hongos micotoxigénicos con especial atención por sus implicaciones en salud humana y animal [50]. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), hasta un 25% de las cosechas de alimentos mundiales están contaminadas con algún tipo de micotoxinas [16]. Las aflatoxinas son las principales toxinas que se reportan en cereales, afectando frecuentemente la industria avícola, cuando las aves consumen alimentos fabricados con materias primas contaminadas [28, 40, 50].

Las aflatoxinas son metabolitos secundarios producidos principalmente por algunas cepas del género *Aspergillus*, describiéndose generalmente la aflatoxina B₁ como un compuesto altamente hepatotóxico en pollos de engorde y gallinas (*Gallus gallus domesticus*) [28, 42], causando hepatocarcinomas en humanos entre otras patologías [20]. Son muy termoestables y la peletización de los alimentos (entre otros procedimientos térmicos agroindustriales) elaborados con materias primas contaminadas no las destruyen, por lo que su presencia en alimentos de consumo animal, es un problema de salud pública [50]. En Venezuela [13] y otros países se restringen los niveles de aflatoxinas en alimentos para animales destinados a consumo humano, no permitiendo concentraciones mayores de 20µg/kg [20].

La toxicidad de la aflatoxina en aves dependerá principalmente de dosis o concentración y tiempo de exposición a la toxina [28], reportándose efectos inhibitorios del desarrollo [37], alteraciones hematológicas y bioquímicas [35, 36], cambios patológicos [26], presencia de residuos en tejidos y en huevos [41], inmunodepresión [39, 47], generando aves con inadecuados índices zootécnicos, mayor susceptibilidad al estrés ambiental y a los agentes microbianos, disminuyendo la eficiencia en programas de vacunación, aumentando la mortalidad [28, 42, 47], afectando negativamente la industria avícola, la disponibilidad y comercialización de sus productos.

La avicultura nacional es una de las principales consumidoras de maíz (*Zea mays*), para elaborar alimentos balanceados [29]. En Venezuela se ha detectado en materias primas destinadas a la elaboración de alimentos avícolas, niveles de aflatoxinas superiores a los permitidos para alimentación animal, donde el maíz presentó la mayor concentración [18]. La necesidad de controles agroindustriales para evitar las consecuencias descritas de la aflatoxicosis es de importancia en la empresa avícola venezolana, debido a que genera gran cantidad de proteína animal para el consumo humano, que puede contener residuos de aflatoxinas y producir efectos irreversibles o acumulativos, porque aún la presencia de cantidades mínimas en la dieta

humana representa un riesgo [12].

El continuo monitoreo de aflatoxinas en alimentos terminados que se ofertan en la avicultura nacional, es una relevante evaluación para vigilar la calidad del proceso agroindustrial para su elaboración, poder diagnosticar y tomar decisiones sobre los factores o eventos que contribuirían a la presencia de aflatoxinas, para corregir o prevenir la contaminación del producto terminado y la posible aparición de residuos de esta micotoxina, en alimentos de origen avícola destinados al consumo humano nacional.

Considerando lo antes descrito, a fin de contribuir con la seguridad agroalimentaria, aportando nueva información para la industria avícola, este estudio tuvo el objetivo de determinar los niveles de aflatoxinas en alimentos balanceados para gallinas ponedoras y pollos de engorde, colectados en granjas de cuatro Estados (Aragua, Carabobo, Lara y Zulia) de Venezuela en el periodo 2006-2007.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en granjas avícolas ubicadas en los estados Aragua, Carabobo, Lara y Zulia de Venezuela. En estos Estados se incluyeron para la investigación, tanto granjas de GGP, como granjas de pollos de engorde (GPE). Las granjas avícolas muestreadas en el estudio constituyeron un total de 80; de las cuales 32 granjas fueron de gallinas ponedoras y 48 granjas de (GPE). La cantidad de granjas muestreadas por Estado para GGP fue: 19 en Aragua, 6 en Carabobo, 3 en Lara y 4 en Zulia. En el caso de GPE, los números por Estado fueron los siguientes: 14 en Aragua, 15 en Carabobo, 7 en Lara y 12 en Zulia.

Periodo

El muestreo se desarrolló en un año, durante el periodo comprendido entre los meses de julio 2006 a julio 2007, haciendo los muestreos sin orden cronológico programado y sin considerar la época o estación climática en este periodo, debido a que la entrada en granjas dependía de la autorización de las empresas y logística de seguridad de acceso para los investigadores en las regiones muestreadas.

Muestreo

Las muestras de alimento balanceado para aves fueron tomadas de comederos de aquellas granjas que autorizaron su muestreo en cada Estado. Tanto en GPE como en GGP se colectó un mínimo de 15 kilogramos (Kg) de alimento por granja, incluyéndose alimento de todos aquellos galpones que permitieron ser muestreados en cada granja. En las GPE se muestreó entre los 5 a 7 últimos días (d) del ciclo productivo (alimento finalizador) y en las GGP se muestreó el alimento en fase de producción (entre semana (sem) 34 a 42). Este procedimiento se realizó en razón de obtener información sobre los niveles de aflatoxinas en los tipos de alimentos mencionados, para estimar el posible

riesgo de residuos de aflatoxinas presentes en los productos avícolas de consumo humano (músculo esquelético de pollo y huevos de ponedoras), considerando los criterios de que los huevos en fase de producción (son destinados al consumidor) proceden de gallinas que recibieron el alimento correspondiente a esta fase, asimismo, contemplando que el alimento finalizador es suministrado en comederos a los (GPE), antes de ser beneficiados para comercializar su carne en la población humana. El alimento se tomó exclusivamente de los comederos y fue colectado aleatoriamente según el método descrito por Whitaker y col. [51], en bolsas de papel debidamente identificadas.

Una vez que las muestras de una determinada granja llegaban al laboratorio, se realizó un submuestreo, que consistió en extender en una superficie de papel los 15 kg de alimento contenidos en las bolsas procedentes de la respectiva granja avícola. El alimento extendido permitió tomar varias submuestras del contenido de estas bolsas de manera aleatoria con paleta plástica, para obtener una muestra final de 50 gramos (g), lo más homogénea posible y representativa del alimento ofertado en los comederos de la respectiva granja. Este procedimiento se realizó por separado para cada granja.

A cada muestra por granja (50 g) se le realizó el procedimiento de detección de aflatoxinas en el laboratorio de Micotoxinas de la Cátedra de Farmacología de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela, Maracay, estado Aragua.

Purificación y extracción de las muestras

La Purificación de las muestras y extracción de las aflatoxinas se basó en procedimientos previamente descritos [2], en el método oficial de ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC) 991.31 [6] y utilizando columnas de inmunoafinidad AFLAPREP®, R-BIOPHARM que contiene anticuerpos específicos para aflatoxinas (B_2 , B_1 , G_2 , G_1), para aislar, purificar, concentrar las aflatoxinas. Una vez obtenidos los analitos mediante extracción, se almacenaron a $-20\text{ }^\circ\text{C}$ (congelador marca: General/Electric, LG, modelo: GCB207FTC, LG Electronics, Panamá S.L. Panamá), hasta el momento de realizar la detección de aflatoxinas.

Detección de aflatoxinas

Se empleó el método de ELISA [19, 27], utilizando el *kit* RIDASCREEN® Aflatoxin total (AFT). Los analitos obtenidos de la extracción se diluyeron con el buffer del *kit* RIDASCREEN® AFT de la siguiente manera: 50mL de eluato + 450mL de *buffer*, utilizando 50mL por pozo de esta dilución. Se adicionaron 50mL de los estándares y de las muestras a analizar a los micropozos correspondientes. Se utilizó una punta de pipeta nueva para cada estándar y cada muestra. Se adicionaron 50mL de conjugado AFT-enzima a los micropozos correspondientes. Se adicionaron 50mL de anticuerpo anti-AFT. Se mezcló el contenido de la placa lentamente y se dejó en la oscuridad en el laboratorio por 30 minutos (min) a una temperatura 20 a 25° C. Se vaciaron los

micropozos y se golpearon luego enérgicamente (4 a 5 veces consecutivas) sobre un papel absorbente limpio, para asegurar la eliminación completa de restos de líquido. Se lavaron los micropozos con agua destilada (250 mL por micropozos) utilizando una pipeta multicanal, repitiendo este lavado tres veces. Se agregaron 50mL de substrato y 50mL de cromógeno a cada pozo. Se mezcló lentamente y se incubó por 30 min. Se adicionaron 100mL de solución neutralizadora (stop-solution). Se mezcló suavemente y se midió la absorbancia a 450nm, mediante un cromatógrafo para leer placas de ELISA Awareness Technology, Inc., Marca: STAT FAX, Modelo: 303/PLUS (EUA).

La lectura de los resultados obtenidos de la prueba de ELISA se realizó con un programa computacional (marca: RIDA® SOFT Win). Las especificaciones de sensibilidad del método descritas por los fabricantes establecen un límite promedio de detección más bajo de aproximadamente 50 ng/kg (ppt), con un límite de detección para cereales y alimentos terminados de 1,75 mg/kg (ppb).

La reproducibilidad y precisión fue determinada a partir de resultados de tres repeticiones experimentales. Los coeficientes de variación (CV, %) obtenidos de los valores de absorción de los estándares, se compararon con las concentraciones correspondientes de AFT de las muestras. La tasa de recuperación promedio fue determinada en un 85% con un coeficiente de variación de 15%.

Análisis estadístico

El estudio es un diseño cuantitativo, transversal, observacional de campo, descriptivo-comparativo. Los datos se analizaron en el paquete estadístico de nombre Statistix (Versión 8.0). Para las comparaciones de los promedios de niveles de AFT entre granjas de ponedoras y pollos de engorde se utilizó la prueba estadística de *t* pareada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La TABLA I presenta los valores detectados de AFT en las muestras de alimentos analizadas distinguidas por Estado. Se evidenció AFT en muestras de alimentos ofertados en los comederos, tanto de granjas de gallinas ponedoras, como de granjas de pollos de engorde, encontrándose niveles bajos ($< 5\text{ }\mu\text{g/kg}$), así como, niveles ($> 20\text{ }\mu\text{g/kg}$) que consumidos continuamente por periodos prolongados, pueden comprometer la salud y/o el desempeño productivo de las aves [17, 23, 25, 31, 42]. Aún cuando la mayoría de las granjas muestreadas pertenecen al estado Aragua ($> 40\%$), los valores detectados en alimento de comederos obtenidos en granjas de los estados Carabobo, Lara y Zulia, también presentan niveles importantes de AFT ($> 100\text{ }\mu\text{g/kg}$), al igual que en granjas de Aragua. Asimismo, se observa que en todos los Estados muestreados el promedio de aflatoxinas sobrepasan los límites ($20\text{ }\mu\text{g/kg}$) permitidos [1, 13, 52].

TABLA I
NIVELES DE AFLATOXINAS TOTALES ($\mu\text{g}/\text{Kg}$), DETECTADOS EN ALIMENTOS BALANCEADOS, DISTRIBUIDOS EN GRANJAS AVÍCOLAS DE CUATRO ESTADOS DE VENEZUELA

Estado											
Aragua (n = 33)			Carabobo (n = 21)			Lara (n = 10)			Zulia (n = 16)		
Granja(E)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	DE(\pm)	Granja(E)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	DE(\pm)	Granja(E)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	DE(\pm)	Granja(E)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	DE(\pm)
A	18	0,025	A	154	0,05	A	14	0,02	A	184	0,08
B	26	0,08	B	85	0,023	B	125	0,08	B	Nd	-
C	Nd	-	C	28	0,017	C	85	0,043	C	125	0,033
D	5,26	0,12	D	128	0,044	D	8,7	0,014	D	28	0,024
E	58	0,034	E	14	0,08	E	Nd	-	E	71	0,012
F	24	0,07	F	34	0,025	F	124	0,047	F	112	0,035
G	154	0,38	G	78	0,05	G	88	0,031	G	Nd	-
H	85	0,025	H	Nd	0,052	Promedio:	74,11	-	H	Nd	-
I	109	0,08	I	10	0,004	Granja(P)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	DE(\pm)	I	45	0,021
J	Nd	-	J	75	0,024	A	48	0,052	J	54	0,034
K	14	0,052	K	1,12	0,011	B	Nd	-	K	23	0,002
L	112	0,4	L	0,604	0,001	C	Nd	-	L	Nd	-
LI	Nd	-	LI	1,6	0,003	Valor*:	48	-	Promedio:	80,25	-
M	35	0,014	M	1,1	0,02				Granja(P)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	DE(\pm)
Promedio:	58,2	-	N	1,21	0,01				A	84	0,017
Granja(P)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	DE(\pm)	Promedio:	43,68	-				B	28	0,021
A	86	0,02	Granja(P)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	DE(\pm)				C	130	0,051
B	54	0,031	A	62,4	0,011				D	148	0,027
C	156	0,22	B	125	0,041				Promedio:	97,5	-
D	Nd	-	C	21	0,052						
E	16	0,078	D	142	0,2						
F	66	0,051	E	25	0,071						
G	8	0,012	F	5,23	0,02						
H	93	0,025	Promedio:	63,43	-						
I	0,4	0,2									
J	5,59	0,7									
K	7,41	0,17									
L	3,45	0,02									
LI	4,13	0,41									
M	15,5	0,71									
N	0,716	0,05									
Ñ	1,02	0,09									
O	0,3	0,03									
P	2	0,01									
Q	0,687	0,04									
Promedio:	30,60	-									

Nd: niveles no detectables; DE= desviación estándar; P= Gallinas Ponedoras; E= Pollos de Engorde; n = 80 granjas
 *No se obtuvo un promedio

Ensayos en Venezuela en cinco tipos de materias primas para elaborar alimentos balanceados avícolas detectaron aflatoxina en cuatro de ellas, presentando la harina de maíz los mayores niveles (34,1 µg/kg) de aflatoxinas [18]. En otras investigaciones realizadas en granos de maíz en Venezuela, se han encontrado niveles de aflatoxinas por encima de 20µg/kg, presentes en muestras de campo y de almacén [10, 30]. En otros reportes que evaluaron aflatoxinas en granos de maíz blanco provenientes de los estados Yaracuy y Guárico, describen que la concentración promedio de aflatoxinas en Yaracuy fue de 26,51µg/kg, superando los límites permitidos para maíz (20 µg/kg), mientras que en Guárico fue de 16,67µg/kg, concluyendo que la concentración de aflatoxinas puede variar entre híbridos por la presión de inóculo que se genera en el campo, la capacidad aflatoxigénica del moho, susceptibilidad de los híbridos y las condiciones ambientales imperantes en las zonas productoras de maíz [8].

A este respecto, algunos autores describen que la calidad de los granos de maíz, arroz (*Oryza sativa*), sorgo (*Sorghum bicolor*) y otros cereales, está condicionada por eventos que pueden ocurrir aún antes de cosechados, es así como, desde su formación en el campo, hasta que son procesados para ser transformados en alimentos, están expuestos a la acción de factores abióticos (condiciones adversas de humedad y temperatura, condición de los suelos de siembra, daños mecánicos, deficiencias durante la cosecha, transporte y almacenamiento) y de factores bióticos (aves silvestres, roedores, insectos, microbiota toxigénica y genética vegetal del los cereales, entre otros). El número de ellos y la intensidad con la que estos factores actúan simultáneamente sobre los granos y su entorno determinan su calidad y pueden ocasionar su deterioro acelerado [11, 27, 50].

En Venezuela al igual que otros países del trópico, los granos se exponen a ocurrencia de los factores antes citados, estos aspectos asociados al contenido de energía y carbono de cereales (maíz, sorgo, arroz, principalmente), utilizados como materias primas vegetales en la elaboración nacional de alimentos balanceados para animales, promueven el desarrollo de hongos aflatoxigénicos [8, 32], y contribuirían a incrementar el riesgo para que estos alimentos, se oferten contaminados con aflatoxinas.

Otros factores que pueden contribuir al riesgo de contaminación, son las dinámicas socioeconómicas que se han presentado en la nación, en razón de la importación de cereales en Venezuela debido a varias razones [20, 32], una de ellas es que la producción nacional para alimentación animal no es suficiente, y la gran demanda de cereales por la industria avícola, hace necesario la importación de maíz amarillo principalmente [29].

A pesar de que, las normativas oficiales nacionales [13] de ingreso de maíz amarillo, indican que a nivel de puertos marítimos se debe exigir a los importadores, el análisis de AFT y otros residuos tóxicos a la materia prima que adquieren [43], hay que destacar, que el traslado de cereales importados en barcos

y su permanecía (a veces prolongada) en los puertos marítimos aduaneros de latitud venezolana o tropical [9], es otro factor de riesgo, que favorece el crecimiento de hongos micotoxigénicos en estos cereales, en razón de que estos granos se exponen a ambientes de mayor temperatura y humedad, con respecto a los países de origen (por ejemplo los de latitudes nórdicas o de climas fríos). Sin embargo, la presencia de aislados de estos hongos micotoxigénicos, en un alimento o materia prima, no implica necesariamente la presencia de micotoxinas, sino que indica un riesgo potencial de contaminación [50], razón por la cual, cereales importados con niveles de aflatoxinas no detectables o menores a los máximos permitidos pueden contaminarse posteriormente con estas toxinas, de no tomarse las medidas preventivas de almacenamiento para evitar el desarrollo de cepas aflatoxigénicas.

Adicionalmente, también hay que destacar, que la presencia de aflatoxinas y otras micotoxinas en muestras procedentes de granjas, es también un problema de campo entre otras razones y no solo debido a inadecuadas condiciones de almacenamiento en las plantas procesadoras [11, 27, 32]. Otros autores mencionan, que aquel maíz blanco que no es destinado al consumo humano es descartado por la agroindustria nacional, debido a elevada humedad, elevado grado de impurezas, altos niveles de aflatoxinas y otras condiciones inadecuadas a los estándares de calidad que demandan las empresas de alimento para consumo humano [32, 43] y posiblemente se destine a consumo animal. Asimismo, no se puede descartar la posible ausencia de algunos controles de calidad sobre las materias primas importadas y la escases de las mismas, que suele presentarse eventualmente según las épocas del año por razones agroclimáticas extremas (inundaciones por precipitación o sequías atribuidas posiblemente al cambio climático) a nivel nacional e internacional [14, 48]. La información descrita anteriormente, podría contribuir a explicar los niveles de aflatoxinas detectadas en muestras del presente estudio, a pesar de las normativas establecidas en la nación para la alimentación animal.

La TABLA II, presenta los valores detectados de AFT en las muestras de alimentos analizadas, distinguiendo las granjas PGE y GGP según nivel y rango de concentración de aflatoxinas detectadas. Se evidenciaron 15 granjas con niveles mayores a los 100µg/kg y grupos de granjas con rangos entre 20 a 100µg/kg. No obstante, se distinguieron 26 granjas dentro del total que presentan concentraciones detectables menores al nivel máximo permitido (20 µg/kg) para la alimentación animal según la normativa nacional [13], a las cuales se les incorpora un grupo de 12 granjas más, cuyos niveles de AFT están por debajo del límite de detección del método utilizado.

TABLA II

NIVELES Y RANGOS DE CONCENTRACIÓN DETECTADA DE AFLATOXINAS EN ALIMENTOS BALANCEADOS, DISTRIBUIDOS EN GRANJAS AVÍCOLAS DE VENEZUELA (ARAGUA, CARABOBO, LARA Y ZULIA)

N° de granjas (15) con niveles >100µg/kg		N° de granjas (15) con niveles entre 50 y 100µg/kg		N° de granjas (12) con niveles entre 20 y 50µg/kg		N° de granjas (26) con niveles < 20		N° de granjas (12) con niveles no detectables (nd)	
GPE	154	GPE	58	GPE	26	GPE	18	GPE	Nd
GPE	109	GPE	85	GPE	24	GPE	5,26	GPE	Nd
GPE	112	GPE	85	GPE	35	GPE	14	GPE	Nd
GPE	154	GPE	78	GPE	28	GPE	14	GPE	Nd
GPE	128	GPE	75	GPE	34	GPE	10	GPE	Nd
GPE	125	GPE	85	GPE	45	GPE	1,12	GPE	Nd
GPE	124	GPE	88	GPE	23	GPE	0,604	GPE	Nd
GPE	184	GPE	71	GPE	28	GPE	1,6	GPE	Nd
GPE	125	GPE	54	GGP	21	GPE	1,1	GPE	Nd
GPE	112	GGP	84	GGP	25	GPE	1,21	GGP	Nd
GGP	156	GGP	86	GGP	48	GPE	14	GGP	Nd
GGP	125	GGP	54	GGP	28	GPE	8,7	GGP	Nd
GGP	142	GGP	66			GGP	16		
GGP	130	GGP	62,4			GGP	8		
GGP	148	GGP	93			GGP	0,4		
						GGP	5,59		
						GGP	7,41		
						GGP	3,45		
						GGP	4,13		
						GGP	15,5		
						GGP	0,716		
						GGP	1,02		
						GGP	0,3		
						GGP	2		
						GGP	0,687		
						GGP	5,23		

Granjas de Pollos de engorde (GPE)

Granjas de Gallinas Ponedoras (GGP)

Total de granjas muestreadas: n= 80

En relación con los niveles oficiales permitidos, estos resultados evidencian un mayor número de granjas avícolas (42 granjas) del total muestreado (80 granjas) con alimentos en sus comederos que excedieron los límites oficiales nacionales de aflatoxinas (20 µg/kg), para alimentos de consumo animal [13]. Asimismo, estas granjas presentan valores que también son mayores al límite máximo permitido propuesto por la Food and Drug Administration (FDA) en EUA., la cual establece que los alimentos de uso animal no pueden tener más de 20µg/kg de aflatoxinas [1]. También exceden los límites permitidos (20 µg/kg) establecidos por la Food And Agriculture Organization (FAO) y

Organización Mundial de la Salud (OMS) [52]. Adicionalmente, se observaron granjas avícolas (45 granjas), con niveles mayores a los permitidos por la Unión Europea (15 µg/kg) y 48 granjas con concentraciones mayores a otros límites oficiales (10 µg/kg), descritos en reglamentación para alimentación de pollitos en Japón [15]. Hay que destacar que estos límites oficiales máximos permitidos (15 µg/kg), son en función de evitar la presencia de residuos de aflatoxinas en alimentos de origen animal para consumo humano, tomando nuestra especie como el “eslabón más susceptible” a las aflatoxinas dentro de la cadena alimentaria por razones de seguridad agroalimentaria y salud pública.

Sin embargo, investigaciones realizadas en aves han determinado que bajas concentraciones de aflatoxinas por periodos de exposición prolongado, generalmente reportan efectos subclínicos y no por ello, menos nocivos, los cuales frecuentemente requieren ser demostrados por pruebas o exámenes hepáticos muy sensibles que permiten detectar la auténtica severidad de la aflatoxicosis [3, 4, 17, 38]. Una prolongada exposición con bajas concentraciones de aflatoxinas en la dieta causa importantes efectos inmunodepresivos, caracterizados por la aparición inesperada de enfermedades infecciosas y parasitarias, además los animales no responden adecuadamente a los programas de vacunación [39, 47], siendo las parvadas más susceptibles a enfermedades infecciosas, causando pérdidas económicas considerables a la industria avícola y disminuyendo la disponibilidad de productos avícolas de calidad en el mercado.

En el supuesto caso de que las parvadas avícolas se expongan durante periodos prolongados a las concentraciones de aflatoxinas, detectadas en muestras de alimentos ofertados en comederos de granjas avícolas de la presente investigación (TABLA II), provocarían una aflatoxicosis de tipo crónica [4, 17, 40], con alteración en la síntesis de proteínas [28, 50] y suponiendo el caso del no uso de secuestrantes o aditivos antimicotoxinas en sus dietas.

Experimentos que utilizaron alimento con bajos niveles de aflatoxina, evidencian, que pollos sometidos a dietas contaminadas (60 µg/kg) presentaron aflatoxicosis clínica [46], asimismo deficiente conversión de alimento, pobre crecimiento y pigmentación se apreció a concentraciones < 50µg/kg [23], mientras que otros ensayos no detectan variaciones significativas en conversión de alimento, consumo y ganancia de peso, en pollos que recibieron aflatoxina (50 µg/kg) en la dieta [38]. Una significativa frecuencia de lesiones hepatotóxicas de tipo leve y moderada con mínima proliferación y dilatación de los conductos biliares, fueron producto de la ingestión de bajas concentraciones de aflatoxina B₁ (70 µg/kg) en la dieta de pollos de engorde durante 42 d [2].

Otros autores [40] evaluaron los efectos de la aflatoxicosis crónicas a los 42 d (50 µg/kg de aflatoxina en la dieta) y no encuentran diferencia significativa en la frecuencia de lesiones hepáticas con respecto a las aves de su grupo control, pero describen cambios histológicos hepáticos, tales como leve degeneración hidropica y cambios lipídicos en los hepatocitos, con leve proliferación de conductos biliares y fibrosis periportal, igualmente estos autores reportan que aves que reciben 100µg/kg de aflatoxina en la dieta manifestaron lesiones microscópicas significativas con respecto al control, pero con un grado de severidad moderado. Investigaciones en pollos de engorde expuestos a aflatoxicosis experimentales durante 42 d [17], reportan un significativo incremento del contenido de lípidos en hígados con respecto al control, con niveles de 75µg/kg de aflatoxinas en la dieta. Otros experimentos en pollos de engorde, que recibieron niveles de 20µg/kg de aflatoxina B₁ en la dieta

durante 5 sem, sugieren una tendencia a que el duodeno de estas aves sea más susceptible a la infección por *E. acervulina* [31].

Los citados experimentos al parecer indican que, existe una relativa contradicción entre los distintos ensayos con aves expuestas prolongadamente a bajos niveles de aflatoxina en dietas experimentales. Otros investigadores señalan que, discrepancias como éstas podrían deberse a la interacción que ocurre entre las aflatoxinas y otros factores no deseados, tales como: nutrición inadecuada del ave, agentes infecciosos, condiciones ambientales extremas, otras micotoxinas en el alimento [25].

Adicionalmente, heterogeneidad en los ensayos controlados, así como, la edad, manejo, nutrientes y estado de salud de las progenitoras de las aves utilizadas en los distintos experimentos, y posibles cambios por mejoramiento genéticos en las líneas avícolas sobre la capacidad de biotransformación de micotoxinas, los cuales en condiciones de campo podrían interactuar para causar mayor o menor efecto sobre la salud de las aves.

Los efectos tóxicos descritos anteriormente en aves sometidas a aflatoxicosis experimentales, pudieran presentarse en condiciones de campo en granjas avícolas que oferten en sus comederos alimentos contaminados con aflatoxinas, en niveles semejantes a los detectados en este estudio (20 a 50 µg/kg), produciendo eventualmente efectos subclínicos en algunos casos. Asimismo, podrían causar signos y/o lesiones crónicas, con mayor frecuencia de decomisos en plantas beneficiadoras en aquellas granjas donde las concentraciones sobrepasan los límites oficiales permitidos de manera más evidente (> 50 µg/kg), y provocar brotes o casos de aflatoxicosis crónicas aún más nocivos donde los niveles de aflatoxinas en alimento sobrepasan los límites oficiales de manera excesiva (>100 µg/kg), disminuyendo el desempeño productivo en las aves de estas granjas y causando importantes pérdidas económicas.

En la TABLA III, se comparan los promedios obtenidos con los valores de las concentraciones detectadas de AFT, entre muestras de alimentos procedentes de granjas de gallinas ponedoras (41,83 µg/kg) y de granjas de pollos de engorde (48,72 µg/kg). Al hacer la comparación estadística entre ambos valores no se detectó diferencia significativa ($P > 0,05$). El rango obtenido de AFT detectables en alimentos para GGP fue de 0,3µg/kg a 156µg/kg y de 0,604µg/kg a 184µg/kg para GPE. Sin embargo, a pesar de no haber diferencias estadísticas, se observó una tendencia de mayor nivel de AFT en alimentos destinados a pollos de engorde.

A este respecto, hay que destacar que el periodo de vida en el ciclo productivo de un pollo de engorde y una gallina ponedora son muy distintos, debido a que las gallinas ponedoras tendrían mayores periodos de exposición a estos promedios y/o rangos de AFT presentes en las muestras de alimentos analizados en este estudio que serian ofertados a estas aves para su consumo.

TABLA III
COMPARACIÓN DE PROMEDIOS DE AFLATOXINAS TOTALES DETECTADAS EN MUESTRAS DE ALIMENTOS
BALANCEADOS, DISTRIBUIDOS EN GRANJAS AVÍCOLAS DE VENEZUELA (ARAGUA, CARABOBO, LARA Y ZULIA)

Tipo de Granja	Valor Promedio*	Valor Mínimo	Valor Máximo	N° de Granjas
Pollos de Engorde	48,72 µg/kg	0,604 µg/kg	184 µg/kg	36
Gallinas Ponedoras	41,83 µg/kg	0,3 µg/kg	156 µg/kg	29
Significancia Estadística	P > 0,05	-	-	-

*Para obtener los promedios, no se incluyeron granjas con niveles no detectables de aflatoxinas.

Está demostrado que las gallinas ponedoras alimentadas con dietas contaminadas con aflatoxina, pueden eliminar residuos de la misma en sus huevos [41]. A continuación, se describen experimentos en donde se detectaron los residuos de aflatoxinas en tejidos de pollos de engorde, gallinas ponedoras y sus huevos, después del consumo de dietas experimentales (sin secuestrantes o aditivos anti-micotoxinas), contaminadas con aflatoxinas a diferentes niveles de contaminación y periodos de exposición.

Mintzlaff y col. [34] reportaron que, con niveles de 100µg/kg de aflatoxina B₁ en la dieta de pollos, se detecta una media 0,02µg/kg con un valor máximo de 0,23µg/kg de residuos de aflatoxina B₁ en muslo, no obstante, con iguales niveles de contaminación en el alimento se detectan promedios 0,12µg/kg, con valores máximos de 0,35µg/kg de residuos de aflatoxina B₁ en hígado. En pollos de engorde sometidos a dietas con 70µg/kg de aflatoxina B₁ durante 42 d, presentaron 2,45µg/kg en el promedio de residuos de aflatoxina B₁ en hígado [5]. Estas variaciones en residuos de aflatoxinas en tejidos en los ensayos descritos, puede ser debido a diferencias en las condiciones ambientales (nutrición, latitud geográfica, clima, manejo entre otros factores) durante la ejecución de los ensayos, así como, factores inherentes a las aves sometidas a los experimentos (edad, sexo, genética), y adicionalmente a la concentración de aflatoxinas en alimento y al periodo de exposición a las dietas contaminadas [22].

En relación a los residuos de aflatoxinas en huevos de gallinas ponedoras, los niveles detectados en alimentos de granjas productoras de huevos, presentan mayor importancia en razón de que estas aves tendrían mayor periodo de exposición a los niveles detectados en este estudio (especialmente ≥ 100 µg/kg), debido al prolongado periodo de sus ciclos productivos con relación al de los pollos de engorde. Al respecto, Galvano y col. [21], describen que los reportes de rangos (desde 250:1 hasta 66200:1) de transmisión (aflatoxina B₁ en alimento:residuos de aflatoxina B₁) al huevo son extremadamente variables. Otros estudios, describen que gallinas ponedoras que recibieron alimento contaminado con 1170µg/kg presentaron residuos de aflatoxina M₁ en un valor medio de 180µg/kg y un valor máximo de 198µg/kg [44].

Algunos autores señalan que, si un límite máximo oficial de 20µg/kg en alimento de gallinas ponedoras es respetado, no debería haber trazas o metabolitos de aflatoxina B₁ en huevos, indicando que solo se encontrarían bajos rangos correspondientes a ng/kg cuando los niveles en el alimento consumido por las aves estén sobre 100µg/kg [21]. A este respecto, es importante destacar que no existen niveles seguros de aflatoxinas en alimentos para consumo humano, debido a que sus residuos podrían producir efectos acumulativos irreversibles, porque aún la presencia de cantidades mínimas en la dieta humana representa un riesgo [12]. Asimismo, como se mencionó anteriormente, los rangos de transmisión para aflatoxina B₁ en alimento: residuos de aflatoxina B₁ al huevo son extremadamente variables, pudiendo ser muy bajos en algunos casos y con niveles más nocivos en otros casos, debido a que la aparición de residuos en huevos de ponedoras, no solo depende de la concentración de aflatoxinas en el alimento consumido, también intervienen variables como, el periodo de exposición a la dieta, la edad del ave, fase del periodo de producción, estado de salud, factores nutricionales/alimentación, ambientales y/o manejo [33], así como, la presencia de otras micotoxinas, xenobióticos/agroquímicos, y/o secuestrantes u otros aditivos anti-micotoxinas en la dieta o entorno del ave.

Experimentos con gallinas ponedoras que consumieron alimento contaminado con 100 y 200µg/kg de aflatoxina B₁, presentando promedios de residuos en huevo de 0,2 y 0,8µg/kg con valores máximos de 0,4 y 2,2µg/kg de aflatoxina B₁, respectivamente. Adicionalmente se observa, que gallinas que recibieron alimentos contaminados con niveles de aflatoxina B₁ en concentraciones menores (13 µg/kg) a los límites permitidos (20 µg/kg) presentaron medias de residuos de aflatoxina B₁ de 0,01µg/kg con valores máximos de 0,05µg/kg en la yema de sus huevos, no obstante, cuando los niveles de contaminación en alimento fueron mayores (25; 38; 42; 50; 63 y 84 µg/kg) a los niveles permitidos, el promedio de residuos en yema de huevos no varió significativamente, pero los valores máximos de residuos de aflatoxina B₁ incrementaron (0,06; 0,22; 0,43; 0,42; 0,15 y 0,33 µg/kg, respectivamente) de forma variable [44].

Por su parte Jacobson y Wiseman [24] reportan que, ponedoras expuestas a dietas contaminadas con 100; 200 y 400µg/kg de aflatoxinas en la dieta presentaron residuos de

aflatoxinas en huevos en concentraciones de 0,23µg/kg; 0,78µg/kg y 1,40µg/kg, respectivamente. Otros experimentos, describen hepatotoxicidad evidenciada por lesiones histopatológicas en hígado de pollitos de 1 d de nacidos, procedentes de gallinas que recibieron dietas contaminadas con aflatoxina B₁, a una concentración de 20µg/kg [42].

Los estudios previamente citados, sugieren que probablemente se pueden detectar residuos de aflatoxinas en huevos de gallinas ponedoras, cuando éstas consumen alimentos contaminados con niveles de aflatoxinas tan bajos, como los máximos permitidos (20 µg/kg) en el país por la normativa oficial [13]. En caso de que esto ocurra, con el tiempo puede tornarse en un problema de salud avícola, así como, de salud pública, cuando estos alimentos sean fabricados con materias primas, que pueden estar contaminadas con aflatoxinas y luego son distribuidos mediante la cadena comercial a granjas de pollos de engorde o gallinas ponedoras, cuyos consumidores finales en la cadena alimentaria será la población humana de las regiones locales o adyacentes.

Sin embargo, esta información también indica que sería inapropiado considerar exclusivamente la concentración de aflatoxina en la dietas de estas aves, como un indicador absoluto, para estimar lo que pudiera estar consumiendo la población humana cuando ingiere huevos u otros productos avícolas (músculo esquelético), procedentes de granjas que oferten alimentos contaminados con aflatoxinas. Esta observación, es en razón de considerar los factores reportados que llegan a tener influencia en los resultados al momento de detectar micotoxinas en alimentos, donde se describe fundamentalmente el muestreo [51], porcentaje de recuperación de la micotoxina y la sensibilidad/especificidad del método utilizado, especialmente aquellos de tipo inmunoquímico [7, 19, 27, 45, 49].

Asimismo, hay que contemplar que la cantidad de residuos de aflatoxinas en huevos de gallinas ponedoras o en tejidos de pollos de engorde expuestos al consumo de dietas contaminadas es muy variable, por lo que no depende exclusivamente del nivel de aflatoxina en el alimento ofertado en comedero, debido a que las aves podrían tener toxicocinéticas heterogéneas para esta micotoxina en cada granja, galpón o parvada avícola, la cual dependería de varios factores a los que se expone el ave cuando recibe dietas con aflatoxinas, tales como, manejos, ambientes e interacciones con nutrientes, otras micotoxinas, plaguicidas, desinfectantes, fármacos/xenobioticos/agroquímicos, secuestrantes y otros aditivos anti-micotoxinas. Sobre estos últimos aditivos, se reportan propiedades para disminuir la toxicidad de aflatoxinas y sus residuos en tejidos comestibles de aves que, recibieron dietas contaminadas experimentalmente [4, 5, 15, 26, 35, 36, 40].

CONCLUSIONES

Se detectaron valores de AFT en muestras (65 de un total de 80 granjas) de alimentos balanceados para gallinas ponedoras y pollos de engorde, distribuidos en granjas muestreadas en

Venezuela (Aragua, Carabobo, Lara y Zulia), encontrándose niveles menores y mayores a los máximos permitidos por organizaciones nacionales (COVENIN) e internacionales (FAO/OMS, FDA y Unión Europea). Los rangos detectados para granjas de ponedoras fueron: 0,3-156µg/kg y para granjas de pollos 0,604-184µg/kg. No se detectó diferencia ($P \geq 0,05$) entre promedios detectados en granjas de pollos (48,72 µg/kg) y de ponedoras (41,83 µg/kg).

RECOMENDACIONES

Estudiar la posibilidad de establecer como medida obligatoria, la determinación de micotoxinas (no solo aflatoxinas) de mayor impacto en seguridad alimentaria y salud pública, en materias primas y alimentos balanceados comerciales, distribuidos en la industria avícola nacional. Asimismo, profundizar sobre métodos de detección analíticos, para determinación de niveles de micotoxinas en alimentos balanceados para consumo avícola, debido a los coeficientes de variación en la detección de estas toxinas.

AGRADECIMIENTO

Los autores queremos agradecer al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela, al Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT) y Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria, Ciencia y Tecnología por contribuir en el financiamiento de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALVARADO, C. Micotoxinas en nutrición animal. 2005. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. En línea: <http://www.monografias.com/trabajos16/micotoxinas/> 25/07/2012.
- [2] ARRIETA, D.M.; PÉREZ, A.M.; GÓMEZ, C.; MOLERO, G.; NOVOA, E.; RINCÓN, H.; ASCANIO, E. Efecto del alimento contaminado con aflatoxina B₁ (0,07 mg/kg) sobre la morfología hepática y actividad enzimática sérica (AST y ALT) en pollos de engorde. **Rev. Científ. FCV-LUZ**. Vol. (XVI): 39-47. 2006^a.
- [3] ARRIETA, D.M.; PÉREZ-AREVALO, M.L.; GÓMEZ, C.; ASCANIO, E.; IRAUSQUIN, B.; MOLERO, G. Efecto del consumo de cultivo de levadura *Saccharomyces cerevisiae*¹⁰²⁶ y/o selenio en pollos de engorde expuestos a bajos niveles de aflatoxina B₁ en la dieta. 1: valores de proteínas séricas y actividad enzimática en suero. **Rev. Científ. FCV-LUZ**. Vol. (XVI): 613-621. 2006^b.
- [4] ARRIETA, D.M.; PÉREZ-AREVALO, M.L.; HERNÁNDEZ-FONSECA, J.; OVIEDO, M.G.; MIRANDA, S.; LUENGO, A. Efecto del consumo de cultivo de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* y/o selenio en pollos de engorde expuestos

- a bajos niveles de aflatoxina B₁ en la dieta. 2: morfología hepática. **Rev. Científ. FCV-LUZ**. Vol. (XVIII): 93-102. 2008^a.
- [5] ARRIETA-MENDOZA, D.; PEREZ-AREVALO, M.L.; GOMEZ, C.; ROMAN-BRAVO, R.; ASCANIO, E.; MOLERO, G. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* and/or selenium over aflatoxin B₁ residues in liver tissue from broiler chickens exposed to rations with low levels of aflatoxin B₁. **Poult. Sci.** J. 64(Suppl. 2):495. 2008^b.
- [6] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC) Official methods of analysis 991.31. Chapter 49. 18 Th. Ed. Washington. D.C. U.S.A. Pp 21-23. 2005.
- [7] BABU, D.; MURIANA, P.M. Sensitive Quantification of Aflatoxin B₁ in Animal Feeds, Corn Feed Grain, and Yellow Corn Meal Using Immunomagnetic Bead-Based Recovery and Real-Time Immunoquantitative-PCR. **Toxins** 6: 3223-3237. 2014.
- [8] BARROYETA, J.; CHAVARRI, M.; RUMBOS, R.; GARRIDO, M.J.; MAZZANI C. Micobiota toxigénica y aflatoxinas en granos de maíz blanco provenientes de los estados Yaracuy y Guárico, Venezuela. **Fitopatol. Venez.** 26 (1): 2-6. 2013.
- [9] CEDEÑO, J.L. Congestión en Puerto Cabello atrasa importación navideña. 2012. Agencia Carabobeña de Noticias (ACN). En línea: <http://www.acn.com.ve/portal/nacional/item/58270-congesti%C3%B3n-en-puerto-cabello-atrasa-importaci%C3%B3n-navide%C3%B1a>. 10/12/2012.
- [10] CHAVARRI, M. Evaluation of corn hybrids yellow to *Fusarium verticillioides* in experimental fields of three localities in the Portuguesa State, Venezuela. **Proc. VI Latin American Congress of Mycotoxicology and II International Symposium on Algal and Fungal Toxins for Industry**. Merida, Yucatan. 06-27/07-01. México. Pp 226-227. 2010.
- [11] CHAVARRI, M.; GONZÁLEZ, J.; MAZZANI, C.; LUZÓN, O.; FIGUEROA, R. Efecto de la humedad relativa y del contenido de humedad de los granos de maíz sobre la síntesis *in vitro* de aflatoxinas. **Fitopatol. Venez.** 26 (1): 7-10. 2013.
- [12] CHEN, C.J.; ZHANG, Y.J.; LU, S.N.; SANTELLA, R.M. Aflatoxin B₁ DNA adducts in smeared tumor tissue from patients with hepatocellular carcinoma. **Hepatol.** 16:1150-1155. 1992.
- [13] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). Norma Venezolana de Alimento Completo para Aves. Método de ensayo para determinar aflatoxina (1603). Ministerio de Fomento. Caracas, Venezuela. Pp 1181-1183. 1980.
- [14] COTTY, P.J.; JAIME-GARCIA, R. Influences of climate on aflatoxin producing fungi and aflatoxin contamination. **Int. J. Food Microbiol.** 119(1-2):109-15. 2007.
- [15] DEVEGOWDA, G.; MURTHY, T.N.K. Micotoxinas: sus efectos en aves y algunas soluciones prácticas. En: **El Libro Azul de las Micotoxinas**. 2^{da}. Ed. Nottingham University Press. Editado por Díaz D.E., Nottingham, England. Pp 1-25. 2005.
- [16] DEVEGOWDA, G.; RAJU, M.V.L.N.; SWAMY, H.V.L.N. Mycotoxins: Novel solutions for their counteraction. **Feedstuffs**. 70:12-16. 1998.
- [17] DOERR, J.A.; HUFF, W.E.; WABECK, C.J.; CHALOUPKA, G.W.; MAY, J.D.; MERKLEY, J.W. Effects of low level chronic aflatoxicosis in broiler chickens. **Poult. Sci.** 62:1971-7. 1983.
- [18] FERNÁNDEZ, G.; NEGRÓN, G.; ISEA, G.; SÁNCHEZ, E. Reporte de análisis cuantitativo de aflatoxinas por el método de ELISA en muestras de materias primas de alimento balanceado para aves provenientes de una planta ubicada en el municipio Mara del estado Zulia, Venezuela. **Rev. Científ. FCV-LUZ**. Vol. (X): 63-68. 2000.
- [19] FLORES, C.; HERNÁNDEZ, L.; MEDRANO, J. Contaminación de micotoxinas en alimento balanceado y granos de uso pecuario en México en el año 2003. **Tec. Pec. Mex.** 44:247-256. 2006.
- [20] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO) y WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Contaminantes: aflatoxinas. En: **El 49^{vo} Informe Técnico del Comité Mixto (FAO/WHO) de Expertos en Aditivos Alimentarios**. WHO-Ginebra, Suiza. Pp 73-87. 1999.
- [21] GALVANO, F.; RITIENI, A.; PIVA, G.; PIETRI, A. Micotoxinas en la cadena alimentaria humana En: **El Libro Azul de las Micotoxinas**. 2^{da}. Ed. Nottingham University Press. Editado por Díaz D.E., Nottingham, England. Pp 199-225. 2005.
- [22] GIMENO, A. Residuos de Aflatoxinas y Ocratoxina A en Alimentos de Origen Animal (Leche, Huevos, y Tejidos Comestibles). Engormix. 2007. En línea: http://www.engormix.com/s_articles_view.asp?art=1582&AREA=MYC-257.22/01/2012.
- [23] HAMILTON, P.B. Proof of mycotoxicosis being a field problem and a simple method for their control. **Poult. Sci.** 54:1706-708. 1982.
- [24] JACOBSON, W, C.; WISEMAN, H.G. Transmission of aflatoxin B₁ into eggs. **Poult. Sci.** 53:1743. 1974.
- [25] JONES, F.T.; HAGLER, V.H; HAMILTON, P.B. Association of low levels of aflatoxin in feed with productivity losses in commercial broiler operations. **Poult. Sci.** 61:861- 68. 1982.
- [26] KIRAN, M.M.; DEMET, O.; ORTATATH, M.; OGUZ, H. The effect of polyvinylpyrrolidone on aflatoxicosis in broilers. **Avian. Path.** 27:250-255. 1998.

- [27] LARA, A. Métodos de Determinación, Identificación y Control de Micotoxinas en Ingredientes para la Nutrición Animal. 2003. Asociación Mexicana de Nutrición Animal (AMENA). En línea: http://www.producción_bovina.com/información-técnica/intoxicaciones-empaste-desordenes-metabolicos-digestivos. 12/02/2011.
- [28] LEESON, S.; DIAZ, G.J.; SUMMERS, J.D. Aflatoxins. In: **Poultry metabolic disorders and mycotoxins**. University Books. Guelph. Canada, Pp 249-298. 1995.
- [29] LÓPEZ, B.L. Cultivos herbáceos. **Cereales**. Vol. 1, Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. Pp 309-347. 1991.
- [30] LUZÓN, O.; CHAVARRI, M.; MAZZANI, C.; BARRIENTOS, V.; ALEZONES, J. Principales mohos y micotoxinas asociadas a granos de maíz en campos de los estados Guárico, Portuguesa y Yaracuy, Venezuela. **Fitopatol. Venez.** 20:25-30. 2007.
- [31] MARCANO, M.R.; CARABAÑO, E.J.; ASCANIO, E.E.; SILVA, A.S. Cambios en la Patogenicidad de *Eimeria acervulina* en Presencia de Aflatoxina B₁ en Pollos de Engorde. **Rev. Fac. Cs. Vets. UCV**. 46:61-72. 2005.
- [32] MAZZANI, C. Ocurrencia de hongos toxigénicos en granos. En: **Micotoxinas: perspectiva latinoamericana**. E.d. Luis Celso Hyginio da Cruz. Universidad Rural Río de Janeiro. Brasil. Pp 13-20. 1996.
- [33] MEDINA-SANFIEL, A. Efecto de la aflatoxina B₁ sobre la calidad del huevo fértil de gallinas reproductoras pesadas. Postgrado en Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Aragua, Venezuela. Tesis de Maestría. Pp 44-45. 2005.
- [34] MINTZLAFF, H.J.; LOTZSCH, R.; TAUCHMANN, F.; MEYER, W.; LEISTNER, L. Aflatoxin residues in the liver and muscle of broiler chicken given aflatoxin containing feed. **Die Fleischwirtschaft**. 54:774-778. 1974.
- [35] OGUZ, H.; KECECI, T.; BIRDANE, Y.O.; ONDER, F.; KURTOGLU, V. Effect of clinoptilolite on serum biochemical and hematological characters of broiler chickens during aflatoxicosis. **Res. Vet. Sci.** 69:89-93. 2000^a.
- [36] OGUZ, H.; KURTOGLU, F.; KURTOGLU, V.; BIRDANE, Y.O. Evaluation of biochemical characters of broiler chickens during dietary aflatoxin (50 and 100 ppb) and clinoptilolite exposure. **Res. Vet. Sci.** 73:101-103. 2002.
- [37] OGUZ, H.; KURTOGLU, V. Effect of clinoptilolite on performance of broiler chickens during experimental aflatoxicosis. **Br. Poult. Sci.** 41:512-517. 2000.
- [38] OGUZ, H.; KURTOGLU, V.; COSKUN, B. Preventive efficacy of clinoptilolite in broiler during chronic aflatoxin (50 and 100 ppb) exposure. **Res.Vet. Sci.** 69:197-201. 2000^b.
- [39] OGUZ, H.H.; HADIMLI, H.; KURTOGLU, V; ERGANIS, O. Evaluation of humoral immunity of broilers during chronic aflatoxin (50 and 100 ppb) and clinoptilolite exposure, **Rev. Med. Vet.** 154:483-486. 2003.
- [40] ORTATATLI, M.; OGUZ, H.; HATIPOGLU, F.; KARAMAN, M. Evaluation of pathological changes in broilers during chronic aflatoxin (50 and 100 ppb) and clinoptilolite exposure. **Res. Vet. Sci.** 78:61-8. 2005.
- [41] PANDEY, I.; CHAUHAN, S.S. Studies on production performance and toxin residues in tissues and eggs of layer chickens fed on diets with various concentrations of aflatoxin B₁. **Br. Poult. Sci.** 48:713-23. 2007.
- [42] PÉREZ-ARÉVALO, M.; SOTO-BRACHO, J.; ASCANIO, E.; ARRIETA-MENDOZA, D. Lesiones en pollitos recién nacidos causadas por aflatoxina B₁ transmitida vía transovárica. **Rev. Científ. FCV-LUZ**. Vol. (XXII): 217-224. 2012.
- [43] RIERA, J. Determinación de Fumonisin B₁ en maíz amarillo importado a Venezuela en el año 2002. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela. Trabajo de Ascenso. Pp 24-30. 2004.
- [44] RODRICKS, J.V.; STOLOFF, L. Aflatoxin residues from contaminated feed in edible tissues of food-producing animals. I: **Mycotoxins in human and animal health**. Rodricks, J.V.; Hesseltine, C.H.; Melhman, M.A. (Eds.) Pathotox Publishers, INC. Park Forest South Illinois, USA. Pp 67-79. 1977.
- [45] SCUDAMORE, K. Principios y aplicaciones del análisis de las micotoxinas. En: **El libro azul de las micotoxinas**. 2^a. Ed. Nottingham University press, United Kingdon. 171pp. 2008.
- [46] SMITH, R.B.; GRIFFIN, J.M.; HAMILTON, P.B. Survey of aflatoxicosis in farm animals. **Appli. Environm. Microbiol.** 31:385-388. 1976.
- [47] SURAI, F.P.; DVORSKA, E.J.; SPARKS, H.N.; JACQUES, A.K. Impact of mycotoxins on the body's antioxidant defense. In: **Proceeding Alltech's 18th Annual Symposium on Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries**. Lyons T.P.; Jacques, K. A. (Eds.) Nottingham, England. Pp 131-141. 2002.
- [48] UHLIG, S.; ERIKSEN, G.S.; HOFGAARD, I.S.; KRŠKA, R.; BELTRÁN, E.; SULYOK, M. Faces of a changing climate: semi-quantitative multi-mycotoxin analysis of grain grown in exceptional climatic conditions in Norway. **Toxins (Basel)**. 5(10):1682-97. 2013.

- [49] URUSOV, A.E.; ZHERDEV, A.V.; PETRAKOVA, A.V.; SADYKHOV, E.G.; KOROLEVA, O.V.; DZANTIEV, B.B. Rapid Multiple Immunoenzyme Assay of Mycotoxins. **Toxins** 7: 238-254. 2015.
- [50] VAAMONDE, G. Micotoxinas. En: **Toxicología de los Alimentos**, 2^{da} Ed. Silvestre, A.A. (Ed.) Editorial Hemisferio Sur. Argentina. Pp 153-193. 1996.
- [51] WHITAKER, T.B.; SLATE, A.B.; JOHANSSON, A.S. Muestreo de alimentos análisis de micotoxinas. En: **El Libro Azul de las Micotoxinas**. 2^{da} Ed. Nottingham University Press. Editado por Díaz D.E., Nottingham, England. Pp 1-25. 2005.
- [52] WORLD CANCER RESEARCH FUND (WCRF). Food, Nutrition and the Prevention of Cancer. En: **American Institute for Cancer Research**. Editado por Glade M.J., Washington, U.S.A. Pp 488-489. 1997.



REVISTA CIENTÍFICA

Vol, XXVIII, N° 3 _____

*Esta revista fue editada en formato digital y publicada en
Junio de 2018, por La Facultad de Ciencias Veterinarias,
Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela.*