



Abanico Veterinario. Enero-Diciembre 2023; 13:1-9. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2023.29>

Caso Clínico. Recibido:05/03/2023. Aceptado:12/12/2023. Publicado:24/12/2023. Clave: e2023-9.

https://www.youtube.com/watch?v=96J_jRzTARQ

Micotoxicosis causada por la combinación de aflatoxina y fumonisina en pollo de engorda: caso clínico

Mycotoxigenosis caused by the combination of aflatoxin and fumonisin in broiler chickens: a clinical case



Macias-Flores Mario¹ ID*, Gutiérrez-Arenas Diana² ID, Sánchez-Chiprés David³ ID, García-Munguía Margarito⁴ ID, Martínez-González Sergio⁵ ID, Avila-Ramos Fidel² ID**

¹Universidad de Guanajuato, Maestría en producción Pecuaria, Campus Irapuato – Salamanca, Carretera Irapuato-Silao km 9, CP 36500 Irapuato, Guanajuato, México. ²Universidad de Guanajuato, Departamento de Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Guanajuato. Carretera Irapuato-Silao km 9, CP 36500 Irapuato, Guanajuato, México. ³Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ramón Padilla Sánchez 2100 Nextipac, 45200 Zapopan, Jalisco, México. ⁴Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Agropecuarias, Av Universidad 940, Ciudad Universitaria, CP 20131, Aguascalientes, Aguascalientes. ⁵Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Nayarit, México. *Autor responsable Macias-Flores Mario: **Autor de correspondencia: Avila-Ramos Fidel. E-mail: ma.maciasflores@ugto.mx, diana.gutierrez@ugto.mx, david.schipres@academicos.udg.mx, almagamu@hotmail.com, sergiotepec@hotmail.com, ledifar@hotmail.com

RESUMEN

Se presenta una intoxicación en pollo de engorda de la línea Ross durante un ensayo de palatabilidad con fibra de nopal como aditivo. Un grupo de 100 aves se dividió en cuatro sub grupos de 25 para adicionar 0, 100, 200 y 400 mg/kg de fibra por kg de alimento. A la segunda semana las aves presentan diferencias de tamaño, plumaje erizado, no pueden caminar, aves en decúbito lateral y dorsal, pedaleo, letargo, ataxia, temblores, palidez de piel y mucosas, cianosis en cresta y barbilla, mortalidad variable entre grupos, pero las aves que recibieron 400 mg/kg de fibra presentaron menos signos. A la necropsia no hay hallazgos, se realizan estudios para descartar Influenza y Newcastle, el maíz, la pasta de soya y alimento terminado se cultivan para conocer la presencia de hongos. A la quinta semana las aves tienen diarrea verde pastosas, luxación de mandíbula, flacidez en el pico, hueso frontal y parietal del cráneo, osteomalacia, molestias, chasquidos en huesos durante el manejo, el suero sanguíneo se coagula, se diagnostica intoxicación por aflatoxinas, se administra otro alimento y los signos desaparecen lentamente. En alimento se identifican hongos de *Penicillium*, *Alternaria* y *Fusarium* spp, el contenido de aflatoxina y fumonisina fue de 5 y 1.85 partes por billón. Se concluye que la interacción aflatoxina con fumonisina a las dosis reportadas en pollo de engorda causan un cuadro nervioso pero los signos disminuyen con 400 mg/kg la fibra de nopal en el alimento.

Palabras clave: hongos en alimento, aflatoxinas en alimento, fumonisina, aflatoxina.

ABSTRACT

A poisoning occurred in Ross line broiler chicken during a palatability test with cactus fiber as an additive. A group of 100 broilers was divided into four subgroups of 25 to add 0, 100, 200 and 400 mg/kg of fiber per kg of feed. In the second week the birds show differences in size, ruffled plumage, cannot walk, birds in lateral and dorsal recumbency, pedaling, lethargy, ataxia, tremors, pale skin and mucous membranes, cyanosis in crest and chin, variable mortality between groups but birds that received 400 mg/kg of fiber showed fewer signs. In the necropsy there are no findings, studies are carried out to rule out Influenza and Newcastle, corn, soybean paste and feed are grown to determine the presence of fungi. At the fifth week the birds have green pasty diarrhea, jaw dislocation, sagging in the beak, frontal and parietal bones of the skull, osteomalacia, discomfort, clicking in bones during handling, blood serum clots, aflatoxin poisoning is



diagnosed, Another food is given and the signs slowly disappear. *Penicilium*, *Alternaria* and *Fusarium* spp fungi were identified in food, the content of aflatoxin and fumonisin was 5 and 1.85 parts per billion. It is concluded that the interaction aflatoxin with fumonisin at the doses reported in broiler chickens causes a nervous condition but the signs decrease with 400 mg/kg of cactus fiber in the feed.

Keywords: fungi in feed, aflatoxins in feed, fumonisin, aflatoxin.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el uso de maíz y la pasta de soya como ingredientes energéticos o proteicos para elaborar dietas para el pollo de engorda es común. Los hongos del género *Aspergillus*, *Penicillium* o *Fusarium* tienen afinidad a estos insumos tanto en el campo como en los almacenes, contaminan los granos con facilidad, se alimentan, crecen y producen metabolitos secundarios llamados micotoxinas (Fouad *et al.*, 2019). A partir de los primeros diagnósticos de las micotoxinas en la década de los años sesenta se han identificado diferentes tipos como la aflatoxina, fumonisina, ocratoxina, zearalenona, tricotecenos, deoxinivalenol y toxina T-2. Las micotoxinas han mostrado diferentes efectos negativos sobre las aves, desde diarreas clásicas hasta cuadros nerviosos complejos difíciles para su diagnóstico que dependen de la interacción entre las micotoxinas y nivel de toxicidad en el ave (Murugesan *et al.*, 2015). Además, las micotoxinas pueden tener efecto tóxico, carcinogénico, inmunosupresor, mutagénico y teratogénico (Rojas *et al.*, 2021).

Los efectos observados a la micotoxicosis en pollos dependen del tipo de micotoxina presente en el alimento, nivel de contaminación, su tiempo de consumo y la interacción entre y cantidades de micotoxinas (Lara, 2003). En conjunto estos factores ejercen influencia directa sobre las variables productivas como el consumo de alimento, la ganancia de peso, la conversión alimenticia que disminuyen durante el periodo productivo y la presencia y aumento de mortalidad (Brake *et al.*, 2000). Los signos clínicos más comunes reportados para esta enfermedad son los signos nerviosos, pérdida de plumas, diarrea, deshidratación, palidez de mucosas y piel, trastornos en la coagulación sanguínea, así como fragilidad de los huesos (Ochoa *et al.*, 2014). Según Reyna-Santamaría *et al.* (2016) las aves de producción son más susceptibles a intoxicarse por micotoxinas desde los primeros días de edad y los machos son más susceptibles a presentar los signos.

Dentro de las medidas de prevención y control empleadas para la detoxificación del alimento balanceado se encuentran los métodos físicos, químicos, biológicos e inorgánicos a través de absorbentes (Bueno *et al.*, 2001). Estos métodos permiten descomponer y evitar la adhesión de las estructuras tóxicas del alimento, por lo que evitan su absorción intestinal y efectos negativos (Bueno *et al.*, 2001). Además, se ha descrito el uso de bacterias ácido-lácticas en la dieta para inhibir el crecimiento de los hongos o sus metabolitos secundarios (Bueno *et al.*, 2001). Dentro de las alternativas para la modulación de la microbiota bacteriana en el pollo se encuentra la adición prebiótica que estimula el crecimiento de bacterias benéficas en el tracto gastrointestinal que tienen la capacidad de transformar a las micotoxinas en compuestos no tóxicos (Ferrer *et al.*, 2015). Sin embargo, no se ha reportado su implementación como aditivo en dieta de las aves debido a la diversidad y cantidad de micotoxinas. Por esta razón, el objetivo de la



presente investigación es describir el caso clínico de un grupo de aves con micotoxicosis que se presentó por la combinación de aflatoxina y fumonisina. Así como la acción prebiótica de la fibra de nopal en pollo de engorda.

CASO CLÍNICO

Se reporta un caso clínico en pollos de engorda en las instalaciones de la Universidad de Guanajuato, Campus Irapuato – Salamanca. Se realizó una prueba de palatabilidad para fibra de nopal en la dieta con 100 aves divididas en cuatro grupos de 25 colocadas en cubículos de 2 m². Las dietas fueron elaboradas a base de maíz y pasta de soya (Cuadro 1). Adicionalmente, se colocó aluminosilicato para secuestrar micotoxinas del alimento al 4% y fibra de nopal como prebiótico a 0, 100, 200 y 400 mg/kg de alimento (Tratamiento 1, 2, 3 y 4, respectivamente). Como medida profiláctica se vacunó contra Newcastle a los nueve días (Biozoo®, Newcastle, cepa La Sota). El proyecto fue autorizado por el Comité de Bioética de la Universidad de Guanajuato con el folio CIBIUG-P62-2020.

Cuadro 1. Composición nutrimental de las dietas

Ingredientes	Crecimiento	Finalización
Maíz	55.1	65.78
Pasta de soya	37.8	27.50
Aceite de soya	3.72	3.65
Caco3	1.50	1.52
Ortofosfato	1.44	1.20
Vitaminas y minerales	0.10	0.10
Sal	0.10	0.10
L-lisina	0.08	0.06
DL-metionina	0.16	0.09
Composición nutrimental		
EM(Mcal/kg)	3.05	3.15
PC (%)	22.00	18.00
Ca (%)	0.95	0.89
Pd (%)	0.45	0.38
Lys (%)	1.30	1.00
Met (%)	0.50	0.38

¹Cantidad en mg por kg de alimento: vitamina A, 10,000 IU; vitamina D3, 2,500 IU; vitamina K3, 2 mg; tiamina, 2 mg; riboflavina, 7 mg; ácido pantoténico, 10 mg; piridoxina, 4 mg; ácido fólico, 1 mg; Vitamina B12, 0.015 mg; y biotina 0.010 mg (Vipresa.), Tepatitlán de Morelos, México. Cantidad en mg por kg de alimento: Se, 0.20; I, 0.30; Cu, 7; Fe, 65; Zn, 75; Mn, 65; y Co, 0.4 (Vipresa.), Tepatitlán de Morelos, México.

Las aves se pesaron al inicio del ensayo, el consumo de alimento, la ganancia de peso y conversión de alimento se determinó cada siete días, la mortalidad al suceder. A partir de la segunda semana se observaron aves con plumaje erizado, la diferencia en su tamaño era evidente, se encontraron aves aletargadas, con trastorno en la marcha, dificultad para permanecer de pie y caminar, ataxia, temblores. Algunas de ellas que permanecían en el suelo movían sus extremidades como se pedalea una bicicleta, otras aves en posición decúbito dorsal o lateral, piernas abiertas como split de ballet. Por la signología clínica se notificó a la Comisión México-Estados Unidos para Prevención de la fiebre aftosa y otras enfermedades exóticas de los animales (CPA) con el objetivo de



realizar un muestreo contra la enfermedad de Newcastle o Influenza aviar, las muestras que se tomaron fueron negativas a la prueba de PCR-RT.

En la cuarta semana de experimentación los signos nerviosos de los Tratamientos 1 y 2 fueron más evidentes en los pollos. A la inspección clínica las aves presentaron la piel de la cara pálida y en las mucosas fue más evidente esa coloración al compararlas con las aves de los Tratamientos 3 y 4 que recibieron más fibra en la dieta. Además, las aves cambiaron la posición de decúbito dorsal y comenzaron a sentarse sobre sus tarsos, la torticollis se presentó como un signo clínico presente y continuo en las aves. La presencia de cianosis en cresta y barbilla, diarreas verde pastosas, en pocas aves el pico flácido al tacto igual que el hueso frontal y parietal del cráneo, osteomalacia, molestias y chasquidos en huesos durante su manejo.

A las aves que murieron en esta etapa se les realizó su respectiva necropsia, durante la revisión de la cabeza, las bases óseas se encontraron flácidas y el cartílago que forma el pico de las aves estaba flácido, flexible y se desprendió con facilidad. Además, se observó disminución en el tamaño del hígado, sin lesiones macroscópicas aparentes y fragilidad anormal de la epífisis proximal del fémur, los órganos omitidos en la descripción no presentaron ninguna anomalía. En los sueros sanguíneos obtenidos de la sangre se observó coagulación en todas las muestras. Al final de la quinta semana se optó por administrar alimento comercial, la mortalidad y los signos referentes a micotoxicosis desaparecieron parcialmente en las semanas posteriores.

Las variables productivas fueron alteradas y erráticas durante las seis semanas que duró la engorda para todos los grupos (Cuadro 2). Sin embargo, las aves del tratamiento cuatro presentaron la mayor ganancia de peso, consumo de alimento y menor mortalidad, las aves en general no se recuperaron. Los resultados de las muestras de alimento terminado indicaron la presencia de hongos del género *Penicillium*, *Alternaria*, *Fusarium* spp y *Fusarium* verticilloides (Laboratorio AG, Celaya, Guanajuato). Para identificar las micotoxinas presentes en el alimento se tomó como referencia el hongo identificado, la detección de fumonisina y aflatoxina fue reportada a 5 y 1.85 PPB, respectivamente (Laboratorio CAMPI LAB. Ezequiel Montes, Querétaro, México). Por lo tanto, los signos clínicos mencionados se atribuyen a la combinación de fumonisina y aflatoxina a las ppm reportadas, se cambió el alimento a una línea comercial y los signos clínicos desaparecieron en las siguientes semanas.

DISCUSIÓN

Los granos usados para elaborar las dietas de las aves son susceptibles a la infección hongos de los géneros *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium*, los cuales pueden producir aflatoxinas, fumonisinas, tricotecenos y zearalenona. Pero las interacciones de las micotoxinas presentes en el alimento pueden causar cuadros clínicos diversos y complicados para su diagnóstico, de acuerdo con el tipo de micotoxinas, cantidad involucradas, tiempo de ingestión y la edad de las aves. Los estudios diagnósticos realizados en el presente caso clínico muestran la presencia de tres organismos fúngicos relacionados con la producción de micotoxinas y muestran cantidades puntuales de fumonisina y aflatoxinas (Swamy, 2012). Diferentes autores (Perusia & Rodríguez, 2001;



[Azcarate et al., 2008](#); [Zhai et al., 2021](#)) mencionan que los hongos del género *Alternaria*, *Fusarium*, y *Penicillium* son los principales productores de aflatoxinas, fumonisina, ocratoxina, tricotecenos, ácido tenuazónico o alternariol. Sin embargo, [Lara \(2003\)](#) reportó que la presencia de hongos o mohos en los ingredientes no es un hallazgo estricto de la presencia de sus metabolitos secundarios. Los hongos deben realizar sus funciones vitales para crecer, reproducirse y producir micotoxinas que causen problemas patológicos en las aves y para lograrlo deben infectar al cultivo en campo o al grano en el almacén. Esto puede relacionarse con lo reportado por [Azcarate et al. \(2008\)](#) quienes indican que los granos cosechados pueden estar contaminados por varias especies de hongos, estos mantienen una competencia continua por los nutrientes y su producción de micotoxinas depende de su capacidad de adaptación, nutrición y supervivencia. [Lara \(2003\)](#) reporta que la distribución de las micotoxinas en los granos del alimento es heterogénea por los factores indicados.

Cuadro 2. Media de variables productivas de la semana 1 a la 6

Tratamiento	Iniciación		Crecimiento				Total
	Semana						
	1	2	3	4	5	6	
Ganancia de peso (g)							
T - 1	139.8	244.0	196.5	124.0	241.0	219.0	1164.3
T - 2	131.8	229.0	250.2	87.7	182.1	115.0	995.8
T - 3	141.6	273.5	300.0	119.0	300.0	384.5	1518.6
T - 4	136.6	273.0	307.0	147.5	314.0	358.5	1536.6
Consumo de alimento (g)							
T - 1	143.5	304.6	246.8	643.5	261.3	536.8	2136.5
T - 2	151.5	301.5	306.3	494.9	197.5	416.9	1868.6
T - 3	163.9	339.2	389.2	617.1	307.2	442.4	2259.0
T - 4	159.2	332.3	341.6	599.2	532.9	870.5	2835.7
Conversión alimenticia (kg)							
T - 1	1.0	1.2	1.3	5.2	1.1	2.5	2.0
T - 2	1.1	1.3	1.2	5.6	1.1	3.6	2.3
T - 3	1.2	1.2	1.3	5.2	1.0	1.2	1.8
T - 4	1.2	1.2	1.1	4.1	1.7	2.4	1.9
Mortalidad (%)							
T - 1	4.2	0.0	12.5	16.6	12.5	4.2	50.0
T - 2	0.0	3.8	26.9	15.4	19.2	7.7	73.0
T - 3	4.2	0.0	8.3	0.0	8.3	12.5	33.3
T - 4	3.8	0.0	7.6	7.6	3.8	3.8	26.6

En la presente investigación se determinó la presencia de fumonisina y aflatoxina que tienen como límites ≤ 10 y < 5 ppb generales en los ingredientes o alimentos terminados para aves de forma individual, esos valores indican su límite de seguridad, pero al



combinarse en diferente concentración pueden interactuar y sus efectos patógenos aumentan sobre las aves a dosis por debajo de su límite de seguridad recomendado.

Los signos clínicos ocasionados por las micotoxinas dependen de su origen fúngico o precursor, el tipo de micotoxina y su tiempo de exposición (Zain, 2011). Los signos nerviosos que presentan las aves se relacionan con la alteración de su sistema nervioso central que bloquea a la enzima ceramida sintasa lo cual provoca alteraciones en la biosíntesis de la ceramida, esfingomielina y glicosfingolípidos (Wang *et al.*, 1991). La deficiencia de los esfingolípidos altera el crecimiento, la diferenciación celular, señalización intra y celular del tejido nervioso (Guerre *et al.*, 2022).

Las alteraciones óseas descritas en los signos clínicos pudieron ser ocasionadas por el desequilibrio en la producción y la utilización de la vitamina D, su forma activa 1,25 dihidroxiciferol se sintetiza en el hígado y los riñones que permiten utilizar el calcio y fósforo para aumentar el número de osteoclastos en la matriz ósea (Valero & Hawkins, 2007). Pero la presencia de ocratoxina, aflatoxina o tricotecenos generan daño hepático y renal que provoca la disminución de 1,25 dihidroxiciferol que causa fallas en la fijación del calcio en huesos y función ósea, signos observados al aumentar el tiempo de la intoxicación e ingestión en las aves a las cinco semanas (Swamy, 2012). Además, es probable que las micotoxinas encontradas provocaran daño en la función hepática causando alteraciones provocando la coagulación del suero sanguíneo de las aves elegidas para tomar las muestras de sangre (Swamy, 2012; Zhai *et al.*, 2021). En aves el daño hepático disminuye la síntesis de las proteínas plasmáticas participantes en la cascada de la coagulación que causa la alteraciones indicadas (Guerrero & López, 2015).

Adicionalmente, la atrofia senil evidente en las necropsias puede deberse a la administración continua de micotoxinas hepatotóxicas desde los primeros días de vida en las aves, alterando su crecimiento, función y estructura (Wang *et al.*, 2019; Murugesan *et al.*, 2015). En las aves se observó palidez en la piel de los pollos, es posible que la piel cambio de color debido a la presencia de la aflatoxina que intervienen en la absorción, transporte y deposición de los carotenoides en las células de la mucosa, hígado y suero (Schaeffer *et al.*, 1988). Además, el daño hepático pudo provocar la alteración en la absorción de las grasas y con ello los carotenoides liposolubles afectando su fijación en las células y color de la piel. Motivo por el cual presentaron esa coloración al compararlas con aves que no presentaron signos clínicos marcados.

El uso de secuestrantes de micotoxinas en la industria avícola es una práctica común debido a que las aves presentan signos clínicos debido a su sensibilidad y los secuestrantes disminuyen la absorción intestinal de las toxinas (Lai *et al.*, 2022). Sin embargo, la eficiencia del secuestrante de micotoxinas varía debido al tipo y características de las micotoxinas, pero una alternativa para ayudar a disminuir la cantidad de secuestrantes adicionales pueden ser los prebióticos. En el presente estudio se observó que la fibra de nopal a 400 mg/kg de alimento disminuyó ligeramente los efectos de las micotoxinas. Los prebióticos estimulan la proliferación de bacterias benéficas en el tracto gastrointestinal, estos microorganismos pueden degradar parte de las micotoxinas o modificar su modo de acción, neutralizarlas o convertirlas en sustancias



menos tóxicas como lo hacen los biotransformadores, pero su respuesta clínica puede variar debido al tipo de micotoxina ingerida y su cantidad (Harkai *et al.*, 2016).

CONCLUSIONES

La fumonisina combinada con aflatoxina a 5 y 1.85 partes por billón en alimento alteran los parámetros productivos, causan fallas en el crecimiento, signos neurológicos, signos digestivos y mortalidad en aves a partir de la segunda semana de edad. Los signos nerviosos aparecen de 7 a 10 días posteriores a su ingestión y los signos clínicos característicos de la enfermedad aparecen a la cuarta o quinta semana, pero la fibra de nopal a 400 mg/kg de alimento disminuye sus signos clínicos.

AGRADECIMIENTOS

A todos los estudiantes de Zootecnia y Producción de Aves y Especies no Tradicionales inscritos al curso 2021 Agosto – Diciembre. A la Comisión México-Estados Unidos para Prevención de la fiebre aftosa y otras enfermedades exóticas de los animales (CPA). A la Dra. Blanca Estela González Pacheco de Laboratorio AG, S.A de C.V. por la identificación de los hongos en ingredientes y alimento terminado. A la Maestra Laura Selena Sánchez Torres por la determinación de micotoxinas.

LITERATURA CITADA

AZCARATE MP, Patriarca A, Terminiello L, Pinto FV. 2008. Alternaria toxins in wheat during the 2004 to 2005 Argentinean harvest. *Journal of Food Protection*. 71(6):1262-5. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-71.6.1262>

BRAKE J, Hamilton PB, Kittrell. 2000. Effects of the trichothecen micotoxin diacetoxyscirpenol on feed consumption, body weight, and oral lesions of broilers breeders. *Poultry Science*. 79(6):856-863. <https://doi.org/10.1093/ps/79.6.856>

BUENO DJ, Salvano M, Silva JO, Gonzales SN, Oliver G. 2001. Micotoxinas: Diagnóstico y prevención en aves de corral. *Boletín Micológico*. 16:23-26. <https://revistas.uv.cl/index.php/Bolmicol/article/view/457>

ROJAS JJ, Chacón CM, Castañeda, Peláez L, Díaz TA. 2021. Cuantificación de aflatoxinas carcinogénicas en alimentos no procesados y su implicación para el consumo en Lima, Perú. *Nutrición Hospitalaria*. 38(1):146-151. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.03240>



FERRER M, Manyes L, Mañes J, Meca G. 2015. Influence of prebiotics, probiotics and protein ingredients on mycotoxin bioaccessibility. *Food Function*. 6(3):987-94. <https://doi.org/10.1039/c4fo01140f>

FOUAD AM, Ruan D, El-Senousey HK, Chen W, Jiang S, Zheng C. 2019. Harmful effects and control strategies of aflatoxin B1 produced by *Aspergillus parasiticus* strains on poultry: review. *Toxins*. 11(176):1-21. <https://doi.org/10.3390/toxins11030176>

GUERRE P, Travel A, Tardieu D. 2022. Targeted analysis of sphingolipids in turkeys fed fusariotoxins: first evidence of key changes that could help explain their relative resistance to fumonisin toxicity. *International Journal of Molecular Sciences*. 23(5):2512. <https://doi.org/10.3390/ijms23052512>

GUERRERO B, López M. 2015. Generalidades del sistema de la coagulación y pruebas para su estudio. *Investigación Clínica*. 56(4):432-454. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0535-51332015000400010

HARKAI P, Szabó I, Cserhádi M, Krifaton C, Risa A, Radó J, Balazs A, Berta K, Kriszt B. 2016. Biodegradation of aflatoxin B1 and zearalenone by *Streptomyces* sp. collections. *International Biodeterioration and Biodegradation*. 108:48-56. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2015.12.007>

LAI Y, Sun M, He Y, Lei J, Han Y, Wu Y, Bai D, Gou Y, Zhang B. 2022. Mycotoxins binder supplementation alleviates aflatoxin B1 toxic affects on the immune response and intestinal barrier function in broilers. *Poultry Science*. 101(3):101683. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101683>

LARA AJ. 2003. Métodos de determinación, identificación y control de micotoxinas en ingredientes para la nutrición animal. *Asociación Mexicana de Nutrición Animal*. 2(4). https://www.produccionnimal.com.ar/sanidad_intoxicaciones

MURUGESAN GR, Ledoux DR, Naehrer K, Berthiller F, Applegate TJ, Grenier B, Phillips TD, Schatzmayr G. 2015. Prevalence and effects of mycotoxins on poultry health and performance, recent development in mycotoxin counteracting strategies. *Poultry Science*. 94(6):1298-315. <https://doi.org/10.3382/ps/pev075>

OCHOA PJC, Hernández MFF, Chico SSA, Uribe SR, Sierra BJ. 2014. Intoxicación por micotoxinas en pollos de engorde: Reporte de caso. *Revista CITECSA*. 4(7):49-57. <https://biblat.unam.mx/hevila/RevistaCITECSA/2014/vol4/no7/6.pdf>



Perusia RO, Rodríguez AR. 2001. Micotoxicosis. *Revista de Investigaciones del Perú*. 12(2):87-116. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/1637/1413>

REYNA-SANTAMARÍA L, Basilio-Navarrete A, Martínez-Rojero RD, Casaubon-Huguenin MT. 2016. Comportamiento productivo y toxicosis en pollos de engorde alimentados con aflatoxinas B₁, B₂ y tres adsorbentes de micotoxinas. *Austral Journal of Veterinary Sciences*. 48(2):215-222. <https://www.redalyc.org/journal/5017/501752375012/html/>

SCHAEFFER JL, Tyczkowski JK, Hamilton PT. 1988. Depletion of oxycarotenoid pigments in chickens and the failure of aflatoxin to alter it. *Poultry Science*. 67(7):1080-1088. <https://doi.org/10.3382/ps.0671080>

SWAMY DVM. 2012. Conceptos actualizados de micotoxinas en aves. *Alltech Canadá*. 50-54. <http://bibliotecavirtual.corpmontana.com/bitstream/123456789/2714/1/M003004.pdf>

VALERO ZMA, Hawkins CF. 2007. Metabolismo, fuentes endógenas y exógenas de vitamina D. *Revista Española de Enfermedades Metabólicas Óseas*. 16(4):63-70. [https://doi.org/10.1016/S1132-8460\(07\)73506-7](https://doi.org/10.1016/S1132-8460(07)73506-7)

WANG E, Norred WP, Bacon CW, Riley RT, Merrill AH. 1991. Inhibition of phingolipid biosynthesis by fumonisins. Implications for diseases associated with *Fusarium moniliforme*. *Journal of Biological Chemistry*. 266(22):14486-14490. [https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(18\)98712-0](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)98712-0)

WANG W, Zhai S, Xia Y, Wang H, Ruan D, Zhou T, Zhu Y, Zhang H, Zhang M, Ye H, Ren W, Yang L. 2019. Ochratoxin A induces liver inflammation: involvement of intestinal microbiota. *Microbiome*. 7(1):151. <https://doi.org/10.1186/s40168-019-0761-z>

ZAIN ME. 2011. Impact of mycotoxins on humans and animals. *Journal of Saudi Chemical Society*. 15(2):129-144. <https://doi.org/10.1016/j.jscs.2010.06.006>

ZHAI S, Zhu Y, Feng P, Li M, Wang W, Yang L, Yang Y. 2021. Ochratoxin A: its impact on poultry gut health and microbiota, an overview. *Poultry Science*. 1000 (5):101037 <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101037>

Errata Erratum

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-veterinario/errata>