

# LA PRESENCIA DE LAS MICOTOXINAS EN EL PIENSO Y SU IMPACTO EN LA PRODUCCIÓN AVÍCOLA

Juancarlos Blandon Martínez y Muzaffer Denli

Unidad de Nutrición animal. Facultad de Veterinaria. Universidad autónoma de Barcelona

## Introducción

La industria avícola es el sector agrícola con más dinamismo a nivel mundial y es una de las principales fuentes de proteína animal para consumo humano. Este sector se ha valido del aporte de la selección genética, de la nutrición y de la sanidad para alcanzar su punto más alto en su desarrollo.

Con el control de las enfermedades infecciosas, los desórdenes metabólicos pasaron a ser el principal problema del sector, donde las micotoxinas empezaron a jugar un papel importante por sus efectos negativos, tanto a nivel económico como de salud animal y por lo tanto, un riesgo para la salud pública. Además, debido a la ubicuidad natural de los hongos y por consiguiente de las micotoxinas que producen, unido a nuestra incapacidad para prevenir las condiciones favorables para su desarrollo y diseminación, se convierten en el enemigo silencioso número uno del sector.

La contaminación de alimentos y materias primas para piensos con micotoxinas, es un problema muy importante a nivel mundial. Las micotoxinas son metabolitos tóxicos producidos por diferentes géneros de hongos, dentro de los cuales los más importantes son *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*. Hasta el momento se han descrito más de 300 tipos de micotoxinas, de las cuales sólo unas cuantas reciben atención especial por el riesgo que representan para la salud humana y animal. Las aflatoxinas, ocratoxinas, tricotecenos, zearelenona, fumonisinas y alcaloides ergóticos son las micotoxinas de mayor importancia agro-económica.

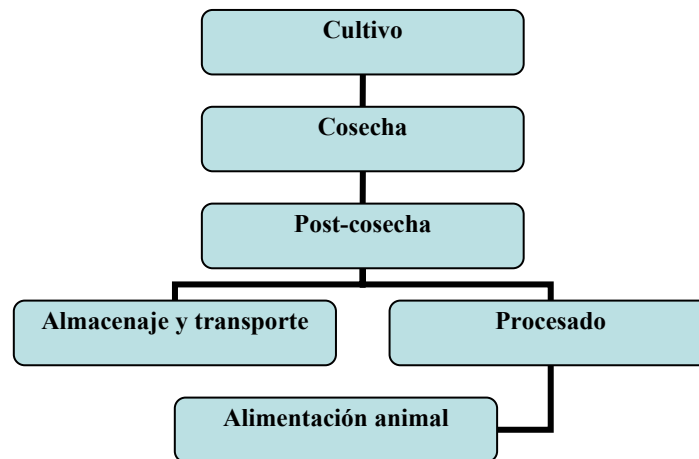
Los efectos agudos o crónicos de las micotoxinas sobre los animales, dependen de la susceptibilidad de éstos y por supuesto de la especie. Generalmente, los animales monogástricos son los más susceptibles a la toxicidad de las micotoxinas. El suministro de dietas contaminadas con micotoxinas causa serios problemas en la mayoría de aves domésticas, provocando reducciones en la productividad y en casos más graves, la muerte. La exposición a altos niveles de toxina puede inducir el bajo consumo de alimento, descenso en la producción de huevos, inducir daños en órganos internos y muerte de los animales, mientras que la exposición crónica afecta la eficiencia alimenticia, deprime el sistema inmune y reduce la eficiencia reproductiva.

El impacto económico de las micotoxinas en la producción avícola incluye un aumento en los costos de producción, segmentados en parámetros sanitarios, reducción de la producción, disposición final de alimentos y materias primas contaminadas e inversión en investigación y aplicación de métodos que reduzcan la severidad del problema.

## Factores que intervienen en la producción de micotoxinas

Son muchas las especies de hongos que pueden producir toxinas en los alimentos, ya sea durante el crecimiento de los cultivos o tras su cosecha, durante el almacenaje, transporte, procesado y utilización de los piensos en la granja. La temperatura, humedad

y la actividad de diferentes insectos son factores ambientales que pueden favorecer la diseminación y crecimiento del hongo y la producción de micotoxinas. Por otra parte, son también importantes las condiciones ambientales y de manejo presentes durante la cosecha, el almacenaje y el transporte. La presencia y concentración de toxinas es variable durante todo el año debido a las variaciones climáticas. En el siguiente esquema (Figura 1) podemos apreciar la secuencia de pasos y la confluencia de diferentes factores que propician la producción y posterior presencia de micotoxinas en los piensos destinados a la alimentación de los animales.



Se ha dividido las especies fúngicas en hongos de campo y de almacenaje por su presencia ya sea en el campo o en las bodegas. Los de campo requieren altas condiciones de humedad (20-21%) e incluyen los géneros *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, entre otros. Ello también depende del tipo de cultivo (amiláceo u oleaginoso), de la disponibilidad de agua (época del año) y del grado de infestación de insectos que puedan causar daño además del efecto que puede ejercer la mecanización al cosechar. En post-cosecha, los hongos de bodega requieren menos humedad (13-18%) y normalmente no representan problema antes de la cosecha; este grupo lo forman principalmente los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*. Las condiciones de almacenaje, la humedad, temperatura, limpieza y uso de conservantes, juegan un papel fundamental en la presencia o no de las micotoxinas.

### **La importancia de las micotoxinas a nivel mundial**

La importancia de las micotoxinas empezó a ser evidente desde que se descubrió que la aflatoxina B1, molécula producida por el hongo *Aspergillus Flavus*, causó la muerte masiva de aves de corral en Inglaterra en los años sesenta y su interés se refleja en la gran cantidad de estudios moléculas.

Según la FAO (2001), más del 25% de la producción mundial de cereales y materias primas destinadas al consumo humano y animal, están contaminados con algún tipo de toxina de origen fúngico y entre el 25 y 40 % de éstos cereales están contaminados con varios tipos de micotoxinas. Sin embargo, en ciertas regiones, algunas toxinas se producen más fácilmente que en otras, aunque la irregularidad meteorológica y los cambios climáticos han hecho que se encuentren especies de hongos donde antes no se encontraban. En la tabla 1 se presenta las principales micotoxinas más comunes en las diferentes zonas geográficas.

Tabla 1. Micotoxinas más comunes, según la zona geográfica.

Localización	Mycotoxina
Europa (Oeste)	Ocratoxina, Vomitoxina, Zearalenona
Europa (Este)	Zearalenona, Vomitoxina
América del Norte	Ocratoxina, Vomitoxina, Zearalenona, Aflatoxina
América del Sur	Aflatoxina, Fumonisina, Ocratoxina, Vomitoxina, Toxina T2
África	Aflatoxina, Fumonisina, Zearalenona
Asia	Aflatoxina
Australia	Aflatoxina, Fumonisina, lolitrem alcaloide

[2]

### Principales micotoxinas en la avicultura

La mayoría de especies de hongos tienen la capacidad de sintetizar una serie de micotoxinas con efectos perjudiciales a la salud y productividad animal. Cabe resaltar que con la presencia de una sola especie de hongos, es posible encontrar varios tipos de micotoxinas, ya que algunos tienen la capacidad de producir una o más clases de estas moléculas. Así por ejemplo, el *Aspergillus Flavus* es considerado el principal productor de aflatoxinas, pero también tiene la capacidad de producir otro tipo de molécula tóxica conocida como ácido ciclopiazónico.

De las micotoxinas hasta ahora identificadas, se destacan las que presentan una mayor incidencia o impacto sobre las aves:

Tabla 2. Hongos y sus respectivas toxinas más importantes en aves.

Hongo	Micotoxina
Género <i>Aspergillus</i>	
<i>A. Flavus</i> y <i>A. Parasiticus</i>	Aflatoxinas B1, B2, G1, G2
<i>A. Flavus</i>	Acido ciclopiazónico
<i>A. Ochraceus</i>	Ocratoxinas
<i>A. Versicolor</i>	Sterigmatocistina
Género <i>Penicillium</i>	
<i>P. Viridicatum</i>	Ocratoxinas
<i>P. citrinum</i>	Citrinina
Género <i>Fusarium</i>	
<i>F. Tricinctum</i>	T-2, diacetoxyscirpenol (DAS), HT-2
<i>F. Graminearum</i> , <i>F. Solani</i>	Monoacetoxyscirpenol, deoxinivalenol
<i>F. moniliforme</i> , <i>F. proliferatum</i>	Moniliformina, Fumonisinas B1 y B2
<i>F. Graminearum</i> y <i>F. Roseum</i>	Zearalenona (ZEN)

## Toxicidad

Los principales factores que influyen en la toxicidad de las micotoxinas, los podemos resumir en:

- a) La especie animal (diferencia en sensibilidad)
- b) La concentración de la toxina y el tiempo de exposición
- c) Nutrición y estado sanitario de los animales
- d) La edad y sexo de los animales
- e) Condiciones inadecuadas de los animales y presencia de varias toxinas (sinergismos).

Cada toxina tiene unas características y efectos específicos. Sin embargo, cabe destacar que la concurrencia de dos o más micotoxinas, como normalmente se encuentran en la naturaleza, puede causar más efectos adversos, que la presencia de una sola. Por ejemplo, la Aflatoxina en combinación con ocratoxina o tricotecenos, produce hepatitis, alta incidencia de salmonelosis, coccidiosis y bursitis en pollos [3].

Las aves y en especial los pollos broilers y gallinas de puesta, tienen una gran sensibilidad a la Aflatoxina B1 (potente toxina carcinogénica, teratogénica y hepatotóxica), manifestando un descenso en el crecimiento y en la producción, en el peso y calidad de huevo, comprometiendo su incubabilidad. La afección del sistema inmune también se hace evidente con el oportunismo de microorganismos de su flora natural, desencadenando patologías que no supondrían ninguna relación con la presencia de las micotoxinas. [2] [4] [5] [6].

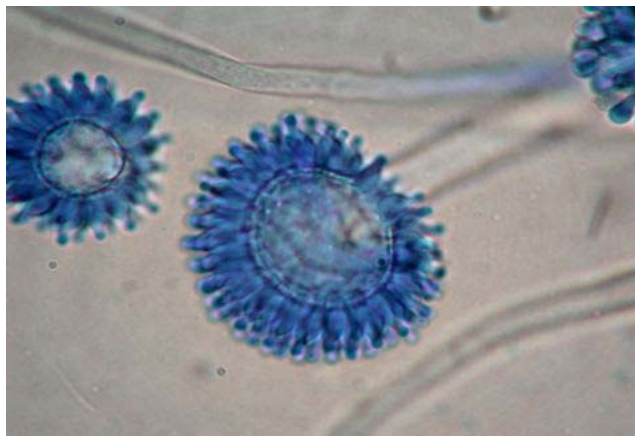


Figura 2. Hongo *Aspergillus Flavus* productor de diferentes toxinas entre las que se destaca la aflatoxina B1 por su poder cancerígeno, teratogénico y mutagénico. El principal síndrome producido es el hepatotóxico, pudiendo afectar también los riñones y los sistemas nervioso central e inmunológico. Con concentraciones mayores a 50 ppb de AFB1 en pollos broiler, se inhibe el crecimiento y hay manifestación macroscópica de daño hepático. En aves de puesta, concentraciones de 100 ppb en el alimento, reduce la tasa de puesta, la calidad del huevo y su incubabilidad.

El ácido ciclopiazónico está asociado a daños hepáticos, renales y del sistema digestivo, con presencia de lesiones hemorrágicas en músculo y tracto gastrointestinal, además de efectos neurotóxicos en broilers [7]. En aves de puesta, está asociado a la pérdida de calidad de huevo por su acción quelante de minerales en el proceso de formación de la cáscara [2].

La intoxicación aguda con ocratoxina, se manifiesta por la inmovilidad del animal (postración), con tendencia a formar grupos y presencia de diarrea, temblores y otros efectos neurológicos hasta su muerte. También ha resultado tener efectos adversos sobre

el sistema inmunitario, causando una depleción y regresión celular de los órganos linfoides perjudicando la inmunidad mediada por la célula [8]. Los riñones son los órganos diana de ésta toxina, causando un descenso en la osmolaridad urinaria, incrementando la excreción de iones (Na, K, Ca, P) y un gradual aumento de la alcalosis. A nivel productivo, se manifiesta un descenso en el consumo de alimento, desencadenando en una pésima eficiencia alimenticia.

La esterigmatocistina, como precursor de la aflatoxina [9], también tiene su centro de acción sobre el tejido hepático y en asocio con ésta, potencian sus efectos sinérgicamente.

Las fumonisinas, aunque se manifiestan con menos intensidad en pollos [8], en concentraciones de 10000 a 500000 ppb en pollos de 2 días y por periodos entre 6 y 21 días, se demostraron que disminuían el peso vivo y alteraban el peso del hígado, bazo y bolsa de fabricio y modificaban parámetros hematológicos [4].

Los tricotecenos (MAS, DAS, T-2, DON) tienen su principal efecto tóxico a nivel celular, inhibiendo la síntesis de proteína y la interrupción de la síntesis de ADN y ARN. Afectan la división celular de los tejidos epiteliales de tracto intestinal, mucosas, piel, tejido linfoide y células eritroides. En aves se ha evidenciado desórdenes neurológicos, alteraciones en el plumaje, hemorragias del tracto digestivo y atrofia de la bolsa de fabricio.

La zearalenona, micotoxina estrogénica por excelencia, ataca más intensamente a otras especies animales más sensibles como los cerdos, aunque en aves con concentraciones mayores a 300 ppm, afectan la bolsa de fabricio y se manifiestan quistes en el tracto genital e hipertrofia del oviducto [8].

### **Regulación, prevención y tratamiento.**

Teniendo en cuenta los riesgos que representan las micotoxinas sobre la salud pública, diferentes organismos a nivel mundial (OMS, FAO, FDA), han establecido límites en el contenido de micotoxinas en los alimentos para humanos y animales.

El establecimiento de estas directrices ha facilitado el comercio y la adopción de medidas entre los diferentes países. Los primeros límites fueron fijados para las aflatoxinas y para el año 2003 ya había 100 países con regulación de micotoxinas para alimentos e ingredientes para la alimentación animal.

Las recomendaciones para la prevención y reducción de las micotoxinas en los ingredientes destinados a la alimentación animal, las podemos agrupar en buenas prácticas de manejo de los cultivos y en el protocolo de establecimiento de puntos críticos y de control de riesgos (HACCP). Sin embargo, en la práctica es difícil controlar todos los factores y especialmente los ambientales. Con las siguientes estrategias se pretende reducir la carga de micotoxinas en las materias primas y alimentos:

#### *1) Estrategias agronómicas*

Reducir el estrés de las plantas, control de insectos, eliminación de residuos vegetales y rotación de terrenos, utilización de agentes antifúngicos y desarrollo de variedades de plantas resistentes a la contaminación fúngica.

#### *2) Estrategias posteriores a la cosecha*

Control medioambiental de conservación: contenido de agua, presión de O<sub>2</sub> y temperatura, control de plagas (insectos y roedores), separar granos partidos y cosechas dañadas antes de su almacenaje y utilizar inhibidores fúngicos, como el ácido propiónico.

Sin embargo, una vez las micotoxinas han alcanzado a contaminar un ingrediente o un alimento, resulta sumamente difícil lograr su total eliminación; por lo que se hace necesario recurrir a diferentes medios para neutralizarlas o por lo menos minimizar su concentración. Para realizar el control y eliminación de las micotoxinas es necesario saber cual o cuales son las toxinas de mayor incidencia, conocer su estructura y su capacidad de reacción frente a otras moléculas, que las pueda hacer menos tóxicas o completamente inocuas. Los métodos utilizados para este propósito se pueden agrupar en físicos, químicos y biológicos. Algunos métodos físicos utilizados son la inactivación de las micotoxinas con elevadas temperaturas, los rayos UV y X o las irradiaciones con microondas. Otros métodos que pueden resultar efectivos son la limpieza de las semillas, su fraccionamiento mediante cribados y la extrusión. Entre los métodos químicos, se ha utilizado la amonización y otros agentes oxidantes como peróxido de hidrógeno y ozono y algunos ácidos y álcalis.

La descontaminación biológica mediante la utilización de microorganismos es otra de las estrategias utilizadas. Algunas bacterias lácticas o levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) que se utilizan ampliamente en la fermentación de los alimentos poseen estructuras en la pared celular con capacidad para adherir micotoxinas [10].

Actualmente, los esfuerzos para reducir la micotoxicosis en los animales, se han dirigido a la implementación de materiales adsorbentes de micotoxinas como aditivos en los piensos, para evitar que éstas se absorban en el intestino y al ser queladas por los adsorbentes, puedan ser excretadas sin que causen daño alguno al animal. Los materiales adsorbentes más utilizados son los aluminosilicatos (zeolitas naturales, clinoptilolita, aluminosilicatos de sodio y calcio hidratados (HSCAS), bentonitas naturales, montmorillonita), el carbón activo, tierra de diatomeas y diferentes polímeros especiales con propiedades secuestrantes. La eficacia de los adsorbentes de micotoxinas depende principalmente de la estructura química del adsorbente y la toxina. Así, muchos de estos adsorbentes tienen capacidad de adsorción para un pequeño grupo de micotoxinas pero no para todas. Debemos destacar también el riesgo de que algunos adsorbentes puedan fijar algunos micronutrientes, y reducir la biodisponibilidad de algunos minerales y vitaminas. En consecuencia, la certificación de nuevos adsorbentes de micotoxinas debe pasar por una evaluación experimental, con especial atención en lo que se refiere a su efectividad y seguridad en animales sensibles, y a la posible interacción con diferentes micronutrientes.

## **Conclusiones**

La presencia de micotoxinas en los alimentos destinados a la alimentación de las aves domésticas es inevitable bajo condiciones normales, y sus efectos adversos son un indicador múltiple de daño claro y persistente.

Para reducir sus efectos es necesario tomar una serie de precauciones preventivas y/o paliativas, dentro de las cuales encontramos la prevención del crecimiento de los hongos sobre los cultivos en el campo, en su cosecha, durante el almacenamiento y el procesado del alimento. Normalmente se toman medidas después que las aves han consumido los alimentos contaminados, y es antes que debemos actuar, aplicando los diferentes métodos para erradicar o por lo menos reducir la carga de toxina o de hongo presente en ellos.

La aplicación de un adsorbente de micotoxinas seguro para el animal, para el medio ambiente y para el consumidor, parece ser una buena alternativa que garantice productividad y seguridad sanitaria. Sin embargo las posibilidades de eliminar completamente estos riesgos son limitadas, dada la confluencia de los diversos factores

y la imposibilidad de controlarlos todos. Es así, como se hace necesario continuar con el establecimiento de nuevos productos que inactiven o bloqueen éstas moléculas en el tracto digestivo de los animales.

### **Bibliografía.**

- [1]. Bennett, J. and Klich, M. 2003. Mycotoxins. *Clin. Microbiol. Rev.* 16: 497-516.
- [2] Devegowda, G. and Murthy, T.N.K. 2005. Mycotoxins: Their effects in poultry and practical solutions. . In: *The mycotoxin Blue Book*. (D.E. Díaz, ed.) Nottingham University Press, pp. 25-56.
- Jørgensen, K. Rasmussen, G. and Thorup, I. 1996. Ochratoxin A in Danish cereals 1986-1992 and daily intake by the Danish population. *Food Addit. Contam.* 13: 95-104.
- [3] Jand, S.K., Singh, P.P., Singh, A., 1995. Observations on occurrence of poultry diseases associated with mycotoxins in feed. *Ind. J. Anim. Sci.* 65, 1063–1067.
- [4] Gimeno, A.y Martins, M.L. 2003. Micotoxinas y Micotoxicosis en animales y humanos. *Special nutrients, INC. Talleres gráficos D.E.L S.R.L. Buenos Aires.*
- [5] Denli, M., F. Okan, F. Doran and T.C. İnal. 2005. Effect of dietary conjugated linoleic acid (CLA) on carcass quality, serum lipid variables and histopathological changes of broiler chickens infected with aflatoxin B1. *South African Journal of Animal Science* 35 (2).
- [6] Surai, P. and Dvorska, J. Mycotoxins: Effects of mycotoxins on antioxidant status and immunity. In: *The mycotoxin Blue Book*. (D.E. Díaz, ed.) Nottingham University Press, pp. 93-137
- [7] Smith, E., Kubena, L., Brithwaite, C., Harvey, R., Phillips, T., Reine, A. 1992. Toxicological evaluation of aflatoxin and cyclopiazonic acid in broiler chicken. *Poult. Sci.* 71: 1136-1144
- [8] Leeson, S., Díaz, G. and Summers, J.1995. *Poultry metabolic disorders and mycotoxins*. University Books. Guelph, Ontario. Canada.
- [9] Santin, E. 2005. Mould growth and mycotoxin production. In: *The mycotoxin Blue Book*. (D.E. Díaz, ed.) Nottingham University Press, pp.225-234.
- [10]Shetty, P. H., and Jespersen, L., 2006. *Saccharomyces cerevisiae* and lactic acid bacteria as potential mycotoxin decontaminating agents. *Trends in Food Science & Technology* 17: 48–55