

# EFECTOS DE LOS SECUESTRANTES DE MICOTOXINAS EN LOS PIENSOS

Dante J. Bueno\*. 2014. PV ALBEITAR 05/2014.

\*EEA INTA Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina.

[bueno.dante@inta.gob.ar](mailto:bueno.dante@inta.gob.ar)

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Volver a: [Intoxicaciones](#)

## HAY MILES DE METABOLITOS DE HONGOS POTENCIALMENTE TÓXICOS

La mayoría de las micotoxinas que causan intoxicaciones en el campo de la producción animal son producidas por especies de hongos pertenecientes a los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*. Para evitar las intoxicaciones, los animales deben ingerir alimentos libres de micotoxinas mediante estrategias preventivas de contaminación o con el uso de sustancias no nutritivas secuestrantes.

Las micotoxinas son un grupo diverso de toxinas de hongos que contaminan naturalmente el alimento. Muchas de ellas están implicadas como agentes químicos en enfermedades tóxicas de humanos y animales. El número de micotoxinas es desconocido, pero los metabolitos potencialmente tóxicos de los hongos son miles. Sin embargo, el número de micotoxinas que se encuentran involucradas en enfermedades son considerablemente menores. La mayoría de las micotoxinas que se consideran importantes en producción animal son producidas principalmente por especies pertenecientes a tres géneros de hongos llamados *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*. La mayor clase de estas toxinas son aflatoxinas, tricotecenos (toxina T-2 y deoxinivalenol, entre otras), fumonisinas, zearalenona, ocratoxinas y citrinina.

La susceptibilidad del individuo a las micotoxinas varía considerablemente dependiendo de especie, edad, sexo y nutrición. Estas toxinas pueden presentarse de manera combinada en el pienso, ejerciendo, en general, un efecto sinérgico, dado que un hongo puede producir más de una micotoxina y se puede encontrar simultáneamente más de un género de hongos en el alimento. Según estudios recientes, la mayoría de los productos y alimentos utilizados en alimentación animal están contaminados con al menos una micotoxina. Más frecuentemente a lo esperado, más de una micotoxina está presente en el mismo ingrediente o alimento. La ocurrencia de las aflatoxinas en el alimento ha sido muy estudiada; sin embargo la ocurrencia para el resto de micotoxinas es menos conocida.



Comedores con alimento para pollos de engorde expuestos a la contaminación natural con micotoxinas.

A pesar de que es imposible medir el verdadero impacto de los hongos y de las micotoxinas, los riesgos relacionados con su presencia están claramente identificados. Los productos agrícolas pueden contaminarse con micotoxinas en el campo o en el almacenamiento. Debido a la ubicuidad de los hongos productores de micotoxinas, y a nuestra incapacidad generalizada para prevenir muchas de las condiciones que favorecen su crecimiento y la producción de micotoxinas, la contaminación de los alimentos por estos agentes es una parte inevitable de la agricultura moderna. Además, la creciente irregularidad de los eventos meteorológicos vinculados al clima global en constante cambio es un desafío adicional al que enfrentarse anualmente.

La forma más adecuada de evitar las intoxicaciones es ingerir alimentos libres de micotoxinas. Como en los diferentes aspectos de la vida, la frase “prevenir es mejor que curar” también se adapta a las micotoxinas. Entre las estrategias previas y posteriores a la cosecha se incluyen rotaciones anuales, la irrigación durante la estación cálida y seca, el uso de plaguicidas para reducir la población de insectos, el secado de los granos hasta un nivel de humedad seguro, proveer almacenamiento adecuado, etc. Las medidas preventivas buscan la inhibición de la for-

mación de micotoxinas en los productos agrícolas y son la estrategia más efectiva para evitar la exposición a los animales.

Es bien sabido que no se puede producir alimento de calidad con una mala calidad de materia prima. Sin embargo, cuando se fabrica alimento equilibrado puede que se adquieran granos de cereales de buena o de mala calidad. Para el primer caso, se buscará el mantenimiento de esa calidad durante el almacenamiento y procesamiento hasta la distribución del producto. Para el caso de grano de baja calidad, se intentarán minimizar los riesgos y daños a la industria animal. En este último caso, para que un alimento contaminado con micotoxinas pueda utilizarse, sólo hay dos opciones: la retirada o la degradación de la toxina en compuestos menos tóxicos o sin toxicidad. Dentro de la primera opción, la estrategia más utilizada es el uso de sustancias no nutritivas secuestrantes.

## PROPIEDADES DE LOS AGENTES SECUESTRANTES

Un agente secuestrante efectivo es aquel que previene o limita la absorción de toxinas en el tracto gastrointestinal del animal. Estos agentes actúan por el fenómeno físico de la adsorción. De manera general, su incorporación como aditivos en la alimentación animal permite la formación de compuestos inertes, irreversibles y estables, que favorece su eliminación por las heces, previniendo la formación de cualquier metabolito tóxico más peligroso que la micotoxina de partida, independiente de las condiciones del tracto gastrointestinal y de su flora, así como del empleo de antibióticos o enzimas.

Hay tres elementos que intervienen en la eficiencia de adsorción de una micotoxina por un adsorbente en el medio dado: la interacción entre la micotoxina y el secuestrante, la interacción entre la micotoxina y el medio y la interacción entre el medio y el secuestrante.

El medio incluye el interior del aparato digestivo del animal, cuyas condiciones varían entre especies (los principales parámetros son el pH y la osmolaridad) y dependen en cierta medida de otros factores como son el estado de salud del organismo, la edad y la dieta. Hay que tener en cuenta que la micotoxina es una molécula orgánica cuyas propiedades varían según su estructura química, determinada por su peso molecular (tamaño), polaridad (balance de electronegatividad en función de los grupos funcionales), solubilidad y estereoquímica (configuración en el espacio). Por otro lado, las propiedades de los secuestrantes vienen dadas especialmente por su estructura atómica y cristalográfica, y propiedades fisicoquímicas, que dependen entre otros factores de la composición química, su origen y su configuración.

Por todo ello, para ser usado como un secuestrante o adsorbente de micotoxinas en los alimentos de uso pecuario, todo producto debería cumplir con las siguientes características:

- ◆ Alta capacidad de adsorción para la micotoxina en cuestión (especificidad).
- ◆ Bajo nivel de desorción para dicha micotoxina.
- ◆ Amplio espectro de adsorción para cubrir el mayor número de micotoxinas posible.
- ◆ Nula afinidad para minerales, vitaminas, pigmentos, aminoácidos, etc.
- ◆ Biodegradable tras la excreción.
- ◆ Inocuidad (toxicidad nula) para el ser humano y los animales.
- ◆ Libre de contaminantes (metales pesados, dioxinas, pesticidas, bacterias y hongos).
- ◆ Granulometría homogénea y alto poder de mezcla.
- ◆ Estabilidad térmica durante los procesos de elaboración de los alimentos y el almacenaje.
- ◆ Baja capacidad higroscópica.
- ◆ Bajo nivel de inclusión.
- ◆ Disponibilidad y bajo costo.
- ◆ Adecuada palatabilidad.
- ◆ Estudios *in vitro* e *in vivo* como secuestrantes.



Comedero con alimento para gallinas ponedoras expuesto a la contaminación natural con micotoxinas.

## TIPOS DE PRODUCTOS SECUESTRANTES

En general, hay dos tipos de secuestrantes: los orgánicos y los inorgánicos. Los primeros enlazan la toxina en sitios de unión sin que estén relacionados directamente con cargas electrostáticas y corresponden, en general, a derivados de la pared celular de *Saccharomyces cerevisiae* (b-D-glucanos). Estos productos presentan acción secuestrante para diversas micotoxinas (aflatoxinas, ocratoxina A, fumonisinas, toxina T-2, deoxinivalenol, y zeaxenona) a una dosis de inclusión en la dieta 1-2 kg/t (0,1-0,2 %). Por otro lado, están los secuestrantes inorgánicos, que enlazan la micotoxina por diferencia de carga. En general, estos compuestos corresponden a minerales de arcillas (por ejemplo, bentonita), zeolitas, carbón activado, colestiramina y clorofilina. Normalmente, no se trata de un adsorbente de micotoxinas, sino de un adsorbente específico para las aflatoxinas. Eventualmente, tiene lugar una acción secuestrante por parte de estos productos para otras toxinas como toxina T-2 y deoxinivalenol. Algunos estudios muestran la posibilidad de adsorción de minerales y otros nutrientes junto a las micotoxinas, pero en general se supone que no existe unión significativa con otros componentes de la dieta. Su dosificación es de 1 a 10 kg de adsorbente por tonelada de alimento (0,1-1 %).

La bentonita se origina de la ceniza volcánica y consiste principalmente en montmorillonita. Su composición puede variar de un lugar a otro, principalmente por sus iones intercambiables sodio, potasio, calcio, y magnesio. Recientemente, se ha informado en estudios realizados en broilers de una adsorción no selectiva de la bentonita sobre medicamentos como la monensina. Por su parte, las zeolitas son aluminosilicatos de estructura tridimensional con distintas habilidades para captar distintas micotoxinas. Las zeolitas naturales son extraídas de rocas especiales, y entre ellas destacan la chabazita, la clinoptilolita, la stilbita, la erionita, la mordenita y la heulandita. Las zeolitas sintéticas, en cambio, están purificadas químicamente. Entre éstas se encuentran faujasita y zeolitas sódicas (ZSM-5 y ZSA). Por otro lado, el carbón activado es obtenido de una gran variedad de materiales, como cáscara de nueces, madera (carbón), musgo, etc., y se ha utilizado como tratamiento médico para las intoxicaciones graves. En cambio, la colestiramina es una resina de intercambio de aniones que liga ácidos, que se utiliza en medicina humana para absorber ácidos biliares en el tracto gastrointestinal y como tratamiento para reducir el colesterol, mientras que la clorofilina es un derivado hidrosoluble de la clorofila de las plantas verdes.

Existen diversos tratamientos que pueden usarse para cambiar las propiedades de un adsorbente. Entre ellos, se pueden destacar el térmico, el ácido, el álcali, el de catión único, el pilareado y el orgánico. También pueden usarse los tratamientos para mantener una calidad constante del secuestrante, que es difícil de mantener en productos de origen natural debido a la variación propia de los yacimientos de donde provienen los secuestrantes inorgánicos. A pesar de los efectos favorables, los tratamientos, en algunos casos, pueden tener efectos contraproducentes, como la adsorción de nutrientes.

Para el caso de micotoxinas menos polares (tricotecenos, ZEA), en los que adsorbentes inorgánicos no serían muy efectivos, se suele agregar algún microorganismo o enzimas secretadas por la microflora ruminal capaces de romper grupos funcionales importantes de la toxina, originando compuestos no tóxicos. Por otro lado, los organoaluminosilicatos (aluminosilicatos con una molécula orgánica que recubre su superficie) se presentan como una clase de adsorbentes que ofrecen muy buenas propiedades de adsorción de ZEA, ocratoxina A, fumonisina B1 y, en menor grado, de aflatoxinas y tricotecenos.

## INCLUSIÓN EN LA RACIÓN

Generalmente, los secuestrantes no son fuente de nutrientes y ni siquiera dejan residuos porque no se absorben. Por ello, se deben buscar productos de alta eficiencia con bajos niveles de inclusión para optimizar el resultado y evitar el efecto de dilución del valor nutricional de las materias primas contaminadas.

En los Estados Unidos, la utilización de los adsorbentes, indicados para unirse a las aflatoxinas u otras micotoxinas en el tracto gastrointestinal de los animales, no ha sido aprobada por clasificarse como un medicamento más que como un aditivo alimentario, con criterios distintos para su aprobación. En general, en otros países no hay legislaciones que restrinjan su uso.

Muchas veces se muestran los efectos de un producto in vitro, pero la capacidad de un compuesto de secuestrar una micotoxina in vitro no necesariamente se correlaciona con la respuesta in vivo. Sin embargo, el análisis in vitro del secuestro de micotoxinas es una poderosa herramienta para determinar el potencial de los agentes secuestrantes. Si un agente secuestrante no adsorbe una micotoxina in vitro, hay pocas o ninguna probabilidad de que lo haga in vivo. Estas técnicas de laboratorio pueden ser muy útiles en la identificación de agentes secuestrantes potenciales en la dieta y para ayudar a determinar los mecanismos y condiciones favorables para que haya este efecto. Por otro lado, cualquier estudio in vitro debe estar apoyado por experimentos in vivo que utilicen especies a las que está destinado el compuesto, y con alimentos contaminados con niveles de micotoxinas que normalmente se encuentran en el campo. Esto último no es común por los costes y puede verse fortalecido por ensayos controlados con animales, donde la dosis de contaminación del alimento con micotoxinas es mucho mayor que la encontrada en el campo.

## CONSIDERACIONES FINALES

Lo más recomendable para conocer el estatus de un alimento antes de ser consumido por los animales es la monitorización del nivel de micotoxinas presente en las materias primas que van a componer ese alimento. Ésta debe ser sistemática, persistente y debe permitir detectar tendencias. Para ello, se debe tomar una muestra representativa, dada la distribución heterogénea de las micotoxinas en los granos. Si esto no es posible, se deben tomar los valores de los análisis nutricionales de la materia prima para derivar la misma según la categoría de los animales. La materia prima de peor calidad nunca debe destinarse a los animales más jóvenes.

En caso de materias primas con valores nutricionales muy bajos, se recomienda medir el nivel de contaminación de micotoxinas de la materia prima antes de incorporarla a la ración. Bajo la posibilidad de un alimento de riesgo para los animales, los secuestrantes de micotoxinas deberían ser incorporados en la dieta. Por eso, en la actualidad se fabrican “productos a medida” y se utiliza el índice de contaminación múltiple con micotoxinas (ICMM), el cual toma en cuenta los valores informados por el laboratorio para las micotoxinas analizadas, en relación al máximo nivel establecido por la empresa.



Hígados de pollos alimentados en ensayos controlados con pienso contaminado con aflatoxina en concentraciones algo superiores a las encontradas naturalmente. No se observan diferencias con respecto a los hígados del grupo control, porque para ello la contaminación del alimento debería ser muy superior.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bueno, D.J., Salvano, M., Silva, J.O., González, S.N. y Oliver, G. 2001. Micotoxinas: Diagnóstico y Prevención en Aves de Corral. *Boletín Micológico* 16: 23-36.
- CAST. 2003. *Mycotoxins: risk in plant, animal, and human systems*, Council for Agricultural Science and Technology, Ames.
- Dalcero, A. 2014. Prevención de micotoxicosis mediante el uso de agentes no biológicos. Libro de resúmenes XV Jornadas Argentinas de Microbiología, 14-16 de Agosto, Córdoba, Argentina.
- Dale, N. 1997. Secuestrantes de Micotoxinas: se exige más criterio. *Industria Avícola*. Oct.: 36-37.
- Díaz, DE, y Smith, TK. 2008. Agentes secuestrantes de micotoxinas: herramientas prácticas para su neutralización, pp. 345-362. En *El libro azul de micotoxinas*, D.E. Díaz (ed.), Nottingham University Press, Inglaterra.
- Ekperigin, H.E. 1998. Data needed by FDA's Center for Veterinary Medicine for evaluating the utility of substances proposed for use in binding aflatoxins in feeds. 19th Annual Meeting Abstracts PSA, USA, August 2-5.
- García, T. 2014. Entrevista a Joan Mesia "Hemos desarrollado una metodología para analizar micotoxinas y sus metabolitos en órganos diana". *Albèitar Junio*: 176.
- Horvath, E. 1998. Taking the threat out of mycotoxins. *Feed Tech*. 2(1): 32-33.
- Huwig, A., S. Freimund, O. Käppeli, and H. Dutler. 2001. Mycotoxin detoxification of animal feed by different adsorbents. *Toxicology Letters* 122: 179-188.
- Lara J., J. Muñoz, L. Rivera, A. Bringas, y R. Pérez. 1998. Los aluminosilicatos y la adsorción de micotoxinas, pp. 259-271. En *Temas de actualidad para la industria avícola*, MIDIA Relaciones S.A., D.F. México, México.
- Lara J., Muñoz J., Rivera L., y J.C. Medina. 2000. Organoaluminosilicatos como adsorbentes de micotoxinas. Libro de resúmenes III Congreso Latinoamericano de Micotoxicología, Córdoba, Argentina, 6-10 de Noviembre.p. 89.
- Magnoli AP, Monge MP, Miazzo RD, Cavaglieri LR, Magnoli CE, Merkis CI, Cristofolini AL, Dalcero AM, Chiacchiera SM. 2011. Effect of low levels of aflatoxin B<sub>1</sub> on performance, biochemical parameters, and aflatoxin B<sub>1</sub> in broiler liver tissues in the presence of monensin and sodium bentonite. *Poult Sci*. 90: 48-58.
- Medina, J.C, Fierro, J.A., Muñoz J., Altamirano M., Lara J., y Pérez R. 2006. Micotoxinas en la industria avícola: diagnóstico e interpretación de resultados analíticos, evaluación “in vitro” e “in vivo” de adsorbentes. *Memorias 10mo Ciclo de Conferencias Las pollas Bovan White, Tehuacán Puebla, México*.

- Nährer K., and Kovalsky P. 2014. Biomin mycotoxin survey: A summary of the major threats. [http://www.biomin.net/uploads/tx\\_news/ART\\_No09\\_MYC\\_EN\\_0214.pdf](http://www.biomin.net/uploads/tx_news/ART_No09_MYC_EN_0214.pdf). Acceso Agosto, 2014.
- Romero, A., y J.C. Medina. 2002. Adsorbentes de micotoxinas en la industria pecuaria ¿Iguales pero diferentes? Exposición Avícola Internacional 2002, Atlanta, Georgia, USA.
- Shatzmayr D. 2004. Estrategias combinadas para el control de micotoxinas. *Avicultura Profesional* 22: 28-30.
- Whitaker, T.B., Slate A.B., y Johansson A.S. 2008. Muestreo de alimentos para análisis de micotoxinas, pp. 1-26. En *El libro azul de micotoxinas*, D.E. Díaz (ed.), Nottingham University Press, Inglaterra.
- Wyatt R.D. 1991. Adsorción de las micotoxinas de la dieta mediante compuestos químicos. *Avicultura Prof.* 8 (4): 151-152.
- Zakhia-Rozis, N., Catalá A.I., Soriano J.M. 2007. Trazabilidad y descontaminación/detoxificación de las micotoxinas, pp. 119-132. En *Micotoxinas en alimentos*, J.M. Soriano del Castillo (Coord.). Ed. Díaz de Santos, España.

Volver a: [Intoxicaciones](#)