



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Animal en Altiplano



Micotoxicosis en animales domésticos

Autores:

Carolina Segundo Zaragoza
Carolina Moreno Ramos

Coordinadora:

Carolina Segundo Zaragoza



Directorio

Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Enrique Luis Graue Wiechers
Rector

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas
Secretario General

Dr. Alfredo Sánchez Castañeda
Abogado General

Dr. Luis Agustín Álvarez-Icaza Longoria
Secretario Administrativo

Dr. Alberto Ken Oyama Nakagawa
Secretario de Desarrollo Institucional

Lic. Raúl Arcenio Aguilar Tamayo
Secretario de Prevención, Atención y Seguridad Universitaria

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Dr. Francisco Suárez Güemes
Director

Dr. José Ángel G. Gutiérrez Pabello
Secretario General

LAE José Luis Espino Hernández
Secretario Administrativo

Dr. Francisco A. Galindo Maldonado
Secretario de Vinculación y Proyectos Especiales

MPA Héctor Basurto Camberos
Director Técnico del CEIEPAA

Lic. Manuel Casals Cardona
Jefe Departamento de Publicaciones

MVZ Enrique Basurto Argueta
Jefe Departamento de Diseño Gráfico y Editorial

Primera edición, 3 de marzo 2021.

DR © 2021 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, Ciudad de México

ISBN: 978-607-30-1361-1 (Temas Selectos de Micología Veterinaria)
ISBN Volumen 5: 978-607-30-4304-5

Hecho en México

Esta edición y sus características son propiedad de la UNAM.



Esta obra está bajo licencia internacional [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas 4.0](#).

Cómo citar

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio, sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.

El Comité Editorial de la FMVZ de la UNAM reconoce el trabajo que realizó la **Dra. Beatriz Arellano Reynoso**, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, por la revisión técnica de esta obra.

Se agradece a la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) - UNAM, el apoyo recibido para la publicación de la presente obra a través del Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME) **PE206819: “Desarrollo de estrategias multimedia para la adecuación y mejora de los recursos didácticos en Micología Veterinaria”**

Diseño editorial y formación electrónica: LDCV Rosalinda Meza Contreras

Diseño de portada: LSCA Edgar Emmanuel Herrera López

Fotografías: Dra. Irma Eugenia Candanosa Aranda y Dra. Carolina Segundo Zaragoza.

Ortotipografía y gestión legal: MVZ Laura E. Martínez Álvarez

Webmaster: LCG Marco Antonio Domínguez Guadarrama

Contenido

1.	Introducción	5
2.	Definición de micotoxinas.....	5
2.1	Factores que determinan la gravedad de la micotoxicosis	6
2.2	Alimentos susceptibles de presentar micotoxinas	6
3.	Géneros de hongos productores y tipos de micotoxinas	7
3.1	Factores que favorecen el desarrollo de hongos filamentosos y la producción de micotoxinas.....	7
3.2	Tipos y descripción de las micotoxinas más frecuentes	11
4.	Efectos en la salud y productividad de los animales	12
5.	Normativa regulatoria de las micotoxinas en los piensos y los alimentos.....	13
6.	Reducción de las micotoxinas en los alimentos	16
6.1	Métodos de prevención contra las micotoxinas.....	16
6.2	Métodos de detección de micotoxinas.....	18
7.	Bibliografía	19

1. Introducción

Entre los grandes retos que enfrenta la industria pecuaria se encuentran los efectos adversos que las micotoxinas causan en los cultivos utilizados para la alimentación y/o preparación de alimento para el ganado. Las micotoxinas tienen impacto sobre la salud humana y animal, además de ocasionar importantes pérdidas económicas al mermar considerablemente la calidad y cantidad de los productos de origen animal.

Es necesario que el personal que trabajan de forma directa o indirecta con los animales tenga conocimiento acerca de los cultivos que pueden estar afectados por las micotoxinas, los hongos que las producen, los diferentes factores involucrados para propiciar la contaminación de los granos, los efectos en la salud y la producción animal, así como los tratamientos y las posibles medidas de prevención que favorezcan la disminución de casos de micotoxicosis en los animales.

2. Definición de micotoxinas

Las micotoxinas se definen como productos del metabolismo de hongos filamentosos que pueden ocasionar daño importante en la salud humana y animal. La mayoría de los hongos productores de micotoxinas pueden encontrarse en el aire y el agua, y son las principales fuentes de contaminación de los alimentos o los piensos (**Figura 1**), así como las materias primas utilizadas para su elaboración. La ingestión de alimentos o piensos contaminados pueden generar en el ser humano y en los animales un trastorno toxicológico denominado micotoxicosis.



Figura 1. Ensilado a base de maíz contaminado con hongos. Segundo-Zaragoza, C.

2.1 Factores que determinan la gravedad de la micotoxicosis

La gravedad de los efectos de las micotoxinas en los humanos y los animales, está determinada por los siguientes factores:

- ▶ Toxicidad de la micotoxina.
- ▶ Biodisponibilidad y concentración de la micotoxina en el alimento.
- ▶ Sinergismos entre diversas micotoxinas presentes en el mismo alimento, se ha reportado que en la mayoría de los alimentos contaminados, pueden estar más de una micotoxina presente.
- ▶ Presencia de micotoxinas en diversos alimentos que conformen la dieta del individuo.
- ▶ Cantidad del alimento contaminado consumido.
- ▶ Continuidad o intermitencia en la ingestión del alimento contaminado.
- ▶ Peso, edad y estado fisiológico del individuo susceptible.

2.2 Alimentos susceptibles de presentar micotoxinas

Entre los alimentos para animales que pueden contaminarse con micotoxinas, se encuentran:

1. Los cereales, principalmente el maíz, debido al alto contenido de humedad, por la edad y por la frecuencia en que aparecen granos rotos y almidón libre, favoreciendo la contaminación por hongos productores de micotoxinas.
2. Subproductos de los cereales, como el salvado, el gluten y las harinas.
3. Leguminosas, como la soya y el girasol.
4. Alimentos verdes y fibrosos, como los pastos, ensilados, henos y pajas (incluso las de la cama), que pueden estar contaminadas con las esporas de hongos y son la fuente principal de micotoxinas para animales herbívoros, rumiantes (bovinos, ovinos y caprinos) y no rumiantes (équidos, conejos).

Se ha reportado que en los ensilados, así como en las materias primas utilizadas en la elaboración de los alimentos para el consumo animal, las micotoxinas no se distribuyen de forma uniforme. Por ejemplo, en el ensilado habrá zonas con alto y bajo contenido de micotoxinas, y los animales enfermarán cuando consuman el alimento proveniente de las zonas con mayor concentración de micotoxinas, conocidas como “áreas calientes”, que generalmente son las zonas centrales del silo, donde se acumula mayor humedad. Por los mecanismos de fermentación que ocurren por otros microorganismos presentes, se incrementa la temperatura, de tal

modo que a mayor temperatura y humedad los hongos proliferan y producen micotoxinas.

En el ser humano, la contaminación por hongos y micotoxinas se ha observado en alimentos mal conservados o almacenados por largo tiempo. Algunos ejemplos son: frutos secos, frutas y verduras, café, vino y otras bebidas, copos de cereales, pan, repostería, legumbres y alimentos de origen animal (embutidos, leche y derivados, huevos, etcétera).

3. Géneros de hongos productores y tipos de micotoxinas

Las diferentes micotoxinas son producidas por varias especies de hongos filamentosos. Los principales géneros son *Aspergillus* (Figura 2), *Penicillium* (Figura 3), *Fusarium* (Figura 4) y *Claviceps*, entre otros (Cuadro 1).

3.1 Factores que favorecen el desarrollo de hongos filamentosos y la producción de micotoxinas

Los hongos filamentosos pueden contaminar y producir las micotoxinas en los alimentos, en diferentes etapas:

a) el crecimiento de los cultivos; b) la cosecha; c) la poscosecha; d) el almacenaje; e) el transporte, y f) el procesado y utilización del ensilado en las explotaciones pecuarias (Figura 5).

Para que los hongos se desarrollen y produzcan micotoxinas requieren de una serie de factores que se enlistan a continuación:

- ▶ **Intrínsecos:** especie fúngica y nivel de contaminación, que influyen sobre la cantidad de toxina producida.
- ▶ **Extrínsecos:** condiciones ambientales que determinan el crecimiento del hongo y, por lo tanto, la producción de micotoxinas.
- ▶ **Factores físicos:** humedad y agua disponible, temperatura, zonas de la microflora e integridad física de los granos.
- ▶ **Factores químicos:** pH, composición del sustrato, nutrientes minerales, potencial de óxido reducción (O_2/CO_2).
- ▶ **Factores biológicos:** presencia de invertebrados como insectos y ácaros, la flora microbiana y la competencia entre cepas fúngicas, el estrés de la planta (sequía, exceso de agua, heladas), la resistencia de la cutícula de los granos, ya sea por resistencia genética o integridad física.



Figura 2. Cultivo de *Aspergillus flavus* en agar dextrosa Sabouraud y cabezas conidiales teñidas con azul de lactofenol (40x). Segundo-Zaragoza, C.

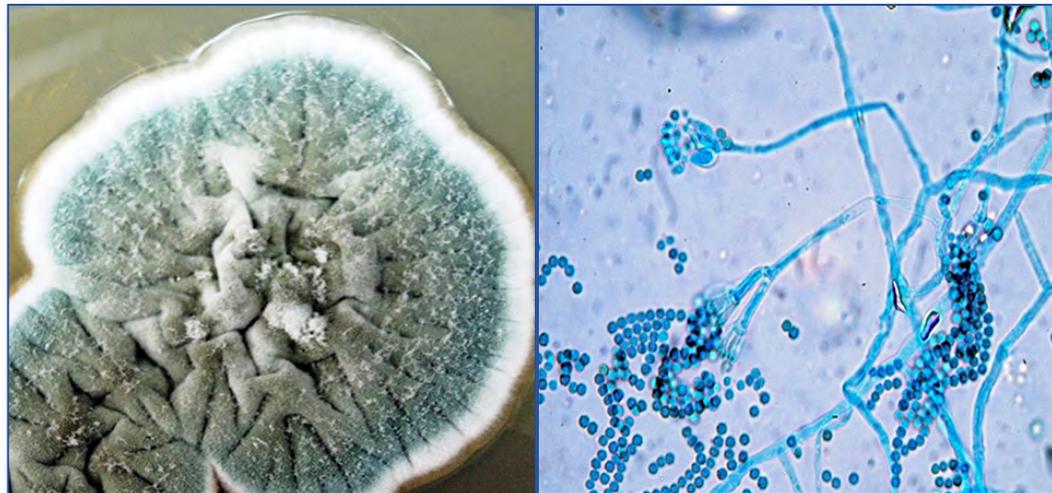


Figura 3. Cultivo de *Penicillium* spp. en agar dextrosa Sabouraud y cabezas conidiales teñidas con azul de lactofenol (40x). Segundo-Zaragoza, C.

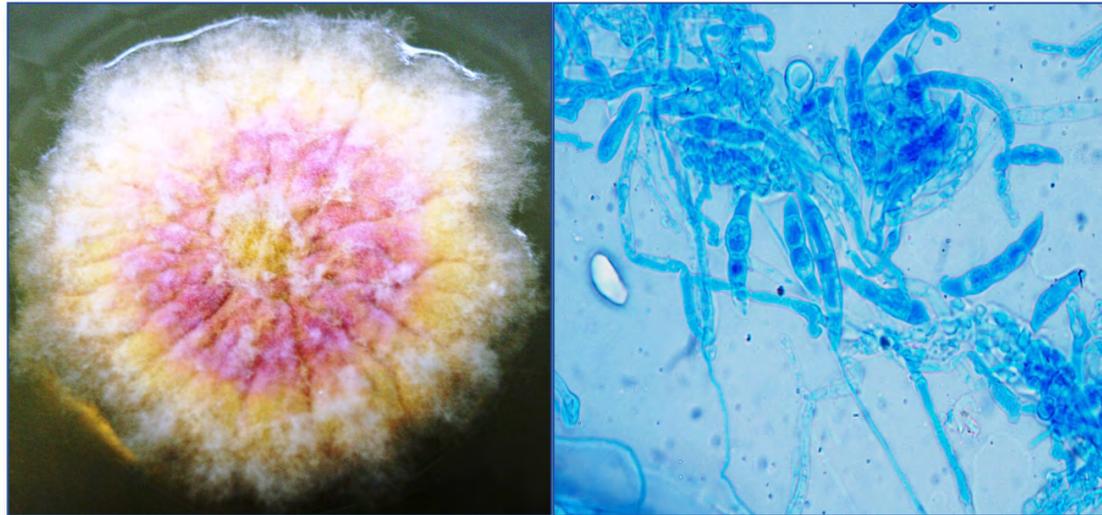


Figura 4. Cultivo de *Fusarium graminearum* en agar dextrosa Sabouraud y microconidios piriformes teñidos con azul de lactofenol (40x). Segundo-Zaragoza, C.

Cuadro 1. Hongos productores de micotoxinas en piensos y materias primas y su efecto biológico.

Género y especie micótico	Micotoxina	Efecto
<i>Aspergillus flavus</i> <i>A. parasiticus</i>	Aflatoxinas: B1, B2 y M1	Carcinogénico y teratogénico
<i>A. ochraceus</i>	Ocratoxina A	Nefrotóxico
<i>Penicillium viridicatum</i> <i>P. cyclopium</i>		Hepatotóxico Carcinogénico
<i>Fusarium culmorum</i> <i>F. graminearum</i> <i>F. poae</i>	Zearalenona	Estrogénico
<i>F. culmorum</i> <i>F. graminearum</i> <i>F. sporotrichioides</i>	Deoxinivalenol: T2 y HT-2	Descenso consumo de alimento y ganancia de peso
<i>F. proliferatum</i> <i>F. verticillioides</i>	Fumonisinias: B1, B2	Hepatotóxico Nefrotóxico
<i>F. sporotrichioides</i> <i>F. poae</i>	T-2 toxina	Pérdida de peso, lesiones cutáneas, hemorragias
<i>F. sporotrichioides</i> <i>F. graminearum</i> <i>F. poae</i>	Diacetoxyscirpenol	
<i>Acremonium coenophialum</i> <i>Claviceps purpurea</i>	Alcaloides ergóticos	Depresor del Sistema Nervioso Central
<i>Penicillium expansum</i>	Patulina	Citotóxico
<i>Alternaria spp.</i>	Ácido tenuazónico	Hematotóxico
<i>Phomopsis leptostromiformis</i>	Fomopsina	Hepatotóxico
<i>Pithomyces chartarum</i>	Esporidesmina	Enfermedades en piel
<i>Stachybotrys chartarum</i>	Satratoxina	Inhibe síntesis de proteínas
<i>Monascus ruber</i>	Citrinina	Nefrotóxico

D'Mello y MacDonald, 1997; Santillán-Mendoza *et al.* 2017.

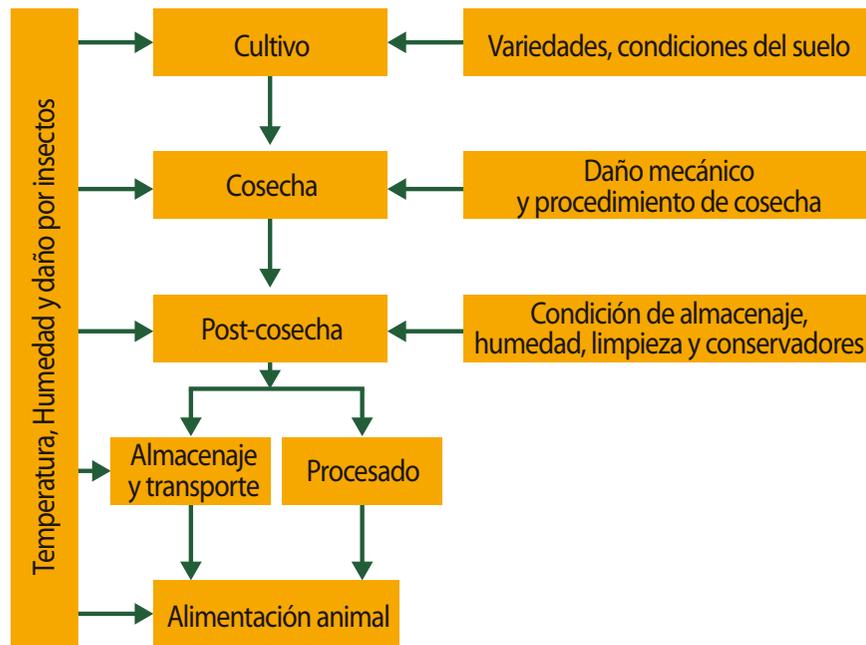


Figura 5. Etapas de contaminación de los cultivos y factores que favorecen el crecimiento fúngico y la producción de micotoxinas. (Tomado de: Denli y Pérez, 2006.)

3.2 Tipos y descripción de las micotoxinas más frecuentes

Aflatoxinas

Se trata de un grupo de aproximadamente 20 compuestos, producidos por especies del género *Aspergillus*, en especial de

A. flavus. Las aflatoxinas pueden contaminar cultivos básicos para la alimentación, incluyendo el maíz, el cacahuate y la nuez, y causan trastornos agudos y crónicos en la población humana. La aflatoxina B1 (AFB1) es la más tóxica de todas y se ha correlacionado con el carcinoma hepatocelular en humanos y en una amplia variedad de especies animales.

La AFB1 afecta principalmente a las aves, a los cerdos y otros monogástricos. Los rumiantes son menos vulnerables a la ingestión de este compuesto.

Fumosinas

Las fumosinas son producidas por especies del género *Fusarium*; el cereal más afectado es el maíz, aunque también se han encontrado en el sorgo y el arroz. La fumosina más común encontrada en maíz es la fumosina B1 (FB1); mientras que las fumosinas B2 y B3 (FB2 y FB3) son cocontaminantes comunes de los cereales.

Las fumonisinas afectan fundamentalmente a los caballos, las aves y los cerdos. La FB1 es hepatotóxica en la mayoría de las especies estudiadas, incluidas las ratas, caballos, ratones, conejos y cerdos. Los caballos son la especie animal más susceptible.

Tricotecenos

Los tricotecenos son micotoxinas producidas por diversas especies del género *Fusarium*, que contamina cultivos de trigo, maíz, cebada, centeno y arroz en el campo o en la poscosecha.

Estas toxinas se clasifican en:

- a) Tricotecenos tipo A: incluyen las toxinas T-2 y HT-2, que son las más tóxicas de esta familia.
- b) Tricotecenos del tipo B: incluyen la toxina más estudiada y regulada, el deoxinivalenol (DON) o vomitoxina, menos tóxicas que las del tipo A, aunque producidas en mayor cantidad.

Ocratoxina

Las ocratoxinas (OTA) se producen principalmente por *Penicillium verrucosum* y *Aspergillus ochraceus*. Estas toxinas pueden contaminar una amplia variedad de alimentos como los cereales y sus productos finales, nueces, frutos secos, especias, carne, leche, vino, cerveza, fórmulas infantiles y alimentos para bebés.

La OTA es nefrotóxica para todas las especies animales. En dosis elevadas suministradas a las aves y los cerdos ocasiona daño renal, anorexia, debilidad, pérdida de peso e incremento de la mortalidad tras el consumo de la toxina.

Zearalenona

La zearalenona (ZEA) es producida por diversas especies del género *Fusarium*, y es una micotoxina de carácter estrogénico de amplia distribución en granos, principalmente en el maíz (maíces viejos) y en menor cantidad en otros cereales.

Los cerdos son la especie animal más sensible, especialmente los lechones.

4. Efectos en la salud y productividad de los animales

Los efectos de las micotoxinas en los animales van a variar dependiendo de :

- a) La toxina involucrada.
- b) La concentración y duración de la exposición a las toxinas.
- c) Especie animal afectada, sexo, edad y estado inmunológico general del animal afectado.

En general, los animales monogástricos y jóvenes son los más susceptibles a los efectos de las micotoxinas en comparación con los rumiantes o animales adultos.

Entre los principales síntomas que se pueden observar en el ganado a causa de una micotoxicosis son:

- ▶ Rechazo del pienso o alimento.
- ▶ Retraso o detención del crecimiento.
- ▶ Menor ganancia de peso vivo.
- ▶ Peor índice de transformación.
- ▶ Emplume deficiente.
- ▶ Manadas o colectivos poco uniformes.
- ▶ Disminución en la producción: carne, leche, huevos, etc.
- ▶ Problemas de fertilidad: abortos, anestros.
- ▶ Alteraciones en la calidad de la cáscara de los huevos.
- ▶ Efectos sobre la inmunidad, haciendo a los animales más susceptibles a otros procesos infecciosos.
- ▶ Gastroenteritis con presentación de vómito y diarrea.
- ▶ Parálisis, paresias y convulsiones.
- ▶ Mortalidad.

En el **Cuadro 2**, se presentan las micotoxinas más comunes, la especie animal afectada y los efectos observados en ellos tras la ingesta de las toxinas.

5. Normativa regulatoria de las micotoxinas en los piensos y los alimentos

Debido a los riesgos potenciales de las micotoxinas sobre la salud humana y animal, diversos organismos internacionales, como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Food and Drug Administration (FDA) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) han establecido los límites permitidos de micotoxinas en los piensos y en los alimentos, lo cual facilita el comercio y la implementación de medidas comunes entre países.

Los parámetros considerados para establecer los límites permisibles de micotoxinas son: a) las fuentes y propiedades toxicológicas de las micotoxinas; b) los efectos sobre la salud humana así como sobre la salud y la productividad animal; c) el riesgo de residuos de toxinas en los productos de origen animal (**Cuadros 3-5**).

Cuadro 2. Efectos de las principales micotoxinas en los animales

Micotoxinas	Especie animal afectada	Efectos observados
Aflatoxina B1	Aves	-Descenso en el crecimiento y en la producción -Peso y calidad de los huevos -Residuos de aflatoxina B1 y M1 en huevos y carne -Reducción en la respuesta inmune -Incremento en la mortalidad
	Cerdos	-Descenso en el crecimiento, consumo y eficiencia de utilización del alimento -Inmunosupresión e incremento en la incidencia de otras enfermedades -Diarrea, desajustes reproductivos y mortalidad
	Bovinos, ovinos y caprinos lecheros	-Reducción en el crecimiento y en la producción de leche -Residuos de aflatoxina M1 en leche
	Otros rumiantes	-Reducción en el consumo, crecimiento y respuesta inmune
Ocratoxina A	Aves	-Descenso en la producción de huevos, consumo y eficiencia de utilización del alimento -Descenso en la utilización de la energía y la proteína -Inmunosupresión -Incremento en la mortalidad
	Bovino, ovino y caprino lechero	-Residuos de OTA y sus derivados en leche
	Cerdos	-Significativo descenso en el crecimiento
Zearalenona	Cerdos	-Infertilidad, hiperestrogenismo, anestro -Reducción de camadas
	Rumiantes	- Hiperestrogenismo -Reducción de la producción láctea
Deoxinivalenol	Todas las especies	-Descenso en el consumo de alimento y ganancia de peso
Fumonisinias	Todas las especies	-Lesiones hepáticas en cerdos y vacas. Leucoencefalomalacia equina (ELEM), Edema Pulmonar Porcino (PPE)
Diacetoxycirpenol y toxina T-2	Aves y cerdos	-Pérdida de peso, lesiones cutáneas, hemorragias
Ergotina y otros alcaloides	Todas las especies	- Reducción en el crecimiento - Descenso en la producción láctea

Tomado de: Denli y Pérez, 2006.

Cuadro 3. Niveles permisibles por la FDA para la presencia de aflatoxinas en los alimentos.

Niveles máximos (ppb)	Ingredientes	Especies
0.5 (AFM1)	Leche	Humanos
20	Todos excepto leche	Humanos
20	Todos	Todas
Excepciones		
100	Maíz	Bovino reproductor, cerdas y ponedoras
200	Maíz	Engorde de cerdos (>45 kg)
300	Maíz	Engorde de terneros
300	Semilla de algodón	Todas las especies

FDA: Food and Drug Administration.
Tomado de: Denli y Pérez, 2006.

Cuadro 4. Niveles permisibles por la FDA para la presencia de fumonisina en los alimentos.

Animales	Niveles máximos (ppm)
Équidos y conejos	1
Peces	10
Porcino	10
Rumiantes	30
Aves	50
Rumiantes, y gallenas reproductoras	15
Resto de especies de renta y animales de compañía	5

FDA: Food and Drug Administration.
Tomado de: Denli y Pérez, 2006.

Cuadro 5. Niveles permisibles por la FDA para la presencia de deoxinivalenol.

Especies	Ingrediente	Niveles máx (ppm)
Humanos	Productos del trigo (harina, salvado, germen)	1
Pollos y terneros >4 meses de edad	Cereales o su subproductos que no excedan el 50% de la ración	10
Cerdo	Cereales o sus subproductos que no excedan el 20% de la ración	5
Resto de especies	Cereales o sus subproductos que no excedan el 40% de la ración	5

FDA: Food and Drug Administration.
Tomado de: Denli y Pérez, 2006.

6. Reducción de las micotoxinas en los alimentos

La reducción de la contaminación de los alimentos, piensos y materias primas implica una serie de estrategias que se mencionan a continuación:

1. Estrategias agronómicas:

- ▶ Reducir el estrés sufrido por las plantas.
- ▶ Control de insectos.
- ▶ Eliminación de residuos vegetales y la rotación de terrenos.
- ▶ Utilización de agentes antifúngicos.
- ▶ 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 O₂ y temperatura.
- ▶ Control de plagas: insectos y roedores.
- ▶ Separar granos partidos y cosechas dañadas antes de su almacenaje.
- ▶ Utilizar agentes antifúngicos, como el ácido propiónico.

Es necesario considerar que los hongos que producen micotoxinas pueden crecer en diversos sustratos, y en general los hongos no pueden hacerlo en alimentos que están debidamente secos y almacenados de forma correcta. De este modo, la utilización de métodos y técnicas que propicien un secado y almacenamiento eficiente ayudará a que los hongos no tengan las condiciones adecuadas para su desarrollo y por consiguiente no haya producción de micotoxinas.

6.1 Métodos de prevención contra las micotoxinas

La forma para prevenir los efectos de las micotoxinas es la detoxificación, que se puede realizar en la poscosecha mediante diversos métodos, con el fin de eliminar o reducir los efectos de las micotoxinas en los animales.

Los métodos de detoxificación se dividen en:

- a) Químicos**, como la amonización y nixtamalización. Otros agentes utilizados han sido los agentes oxidantes (peróxido de hidrógeno, ozono), o algunos ácidos y álcalis.
- b) Biológicos**, mediante la descontaminación biológica utilizando algunas bacterias lácticas o levaduras como *Saccharomyces cerevisiae*, que se utilizan ampliamente en la

fermentación de los alimentos y que poseen compuestos en su pared celular con capacidad para adherirse a las micotoxinas.

- c) **Físicos**, entre los que se pueden mencionar 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. Sin embargo, estas técnicas son poco prácticas e ineficientes, y disminuyen los nutrientes de los alimentos.

Por otro lado, la tendencia actual es la del uso de **adsorbentes de micotoxinas**, con el objetivo de reducir los impactos sobre la salud humana y animal, así como las pérdidas económicas provocadas por estas toxinas.

Un **adsorbente** de micotoxinas se define como un material inerte, capaz de fijar a su superficie la micotoxina y salir del organismo junto con las heces. El adsorbente evita que la micotoxina sea absorbida por el animal y así se evita su efecto tóxico.

Para elegir el adsorbente ideal, deben considerarse las siguientes características:

- a) Adecuada capacidad para secuestrar o ligar un amplio rango de micotoxinas.

- b) Eficacia comprobada tanto *in vivo* como *in vitro*.
c) Baja tasa de inclusión efectiva en el alimento.
d) Alta afinidad para adsorber bajas concentraciones de micotoxinas.
e) Capacidad para actuar con rapidez antes de que la micotoxina sea adsorbida en el torrente sanguíneo.
f) Dispersión rápida y uniforme en el alimento durante el mezclado.
g) Estabilidad al calor durante el peletizado, extrusión y durante el almacenamiento.
h) Baja afinidad por las vitaminas, minerales u otros nutrientes.
i) Alta estabilidad en un amplio rango de pH (es necesario para que la micotoxina se mantenga adherida al adsorbente durante todo el intestino y sea excretada).
j) Adecuada biodegradabilidad.

Ejemplos de adsorbentes utilizados en la investigación en dietas preparadas para ratas, aves, cerdos y ganado en general; se incluyen las arcillas (bentonitas), los carbones activados y los adsorbentes a base de levaduras (mananoligosacarido).

Al ser los ensilados uno de los principales ingredientes en la alimentación de los animales destinados a la producción,

en particular el ganado lechero, la incorporación de algún adsorbente en la dieta de estos animales es una buena estrategia que permite la reducción de una posible transferencia de micotoxinas del ensilado a la leche.

6.2 Métodos de detección de micotoxinas

La detección de micotoxinas en animales afectados, puede realizarse mediante:

- a)** Diagnóstico clínico, aunque los síntomas pueden muchas de las veces confundirse con otras afecciones; sin embargo, determinar perfiles hepáticos y proteícos, cuenta de leucocitos, determinación de células de defensa del sistema inmune como linfocitos, células T y macrófagos pueden ser de utilidad.
- b)** Diagnóstico anatomopatológico, en el que se buscan lesiones macroscópicas sugestivas de una micotoxicosis, como es la degeneración hepática y renal, así como úlceras de la mucosa oral.
- c)** Análisis micológico para el aislamiento y caracterización del hongo productor de micotoxinas.
- d)** Análisis para la determinación y cuantificación de micotoxinas, mediante columnas de afinidad, aplicación de pruebas de enzimoinmunoanálisis de adsorción (ELISA) y cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC), entre otros.

7. Bibliografía

- Castañeda SR, Chirivella MJ, Carbonell BE. Micotoxicosis derivadas de la nutrición animal. Revisión del tema. NE-REIS. 2012;4:51-61.
- De María P, Mauris V, Pose H, Sabbía J. Manual práctico micotoxinas en ganado lechero. 2017. Disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/foros/manual-practico-micotoxinas-ganado-t40194/>
- D'Mello JPF, Macdonald AMC. Mycotoxins. Anim. Feed Sci. Technol. 1997;69(1-3):155-166. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(97\)81630-6](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(97)81630-6)
- Denli M, Pérez JF. Contaminación por micotoxinas en los piensos: efectos, tratamiento y prevención. XXII Curso de Especialización FEDNA. 2006. p. 1-17.
- Espíndola FS. Micotoxinas y micotoxicosis en el ganado bovino lechero. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas. 2006;5:89-94.
- Manal MZ, El-Midany SA, Shaheen HM, Rizzi L. Mycotoxins in animals: Occurrence, effects, prevention and management. J. Toxicol. Environ. Health Sci. 2012;4(1):13-28. Disponible en: <http://www.academicjournals.org/JTEHS>. DOI: 10.5897/JTEHS11.072.
- OMS. 2018. Micotoxinas. Disponible en: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxins>
- Santillán MR, Rodríguez AG, Fernández PSP, Vázquez MG, Montero CJC, Benítez MJ. Micotoxinas: ¿qué son y cómo afectan a la salud pública? Revista Digital Universitaria (RDU). 2017;18(6):1-11. Recuperado de <http://revista.unam.mx/>.
- Serrano-Colli HA, Cardona-Castro N. Micotoxicosis y micotoxinas: generalidades y aspectos básicos. Revista CES Med. 2015;29(1):143-51.

Segundo Zaragoza, C., & Moreno Serrano, C. (2021). Micotoxicosis en animales domésticos: Temas Selectos de Micología Veterinaria. <https://sitio.web.ProypapimeCarolinaSegundo...//>

De la colección Temas Selectos de Micología Veterinaria:

“Micotoxicosis en animales domésticos”

Editada por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Se terminó el 5 de abril 2021.

Departamento de Diseño Gráfico y Editorial
de la Secretaría de Vinculación y Proyectos Especiales:
edificio 2, planta baja, FMVZ-UNAM.

Avenida Universidad 3000, Ciudad Universitaria,
Coyoacán, 04510, México, Ciudad de México.

Formación y composición tipográfica
en tipos Myriad Pro y Dax.

Medio electrónico: internet

Formato: PDF

Tamaño: 1.5 MB

Cuidado de la edición:

Carolina Segundo Zaragoza