

Micotoxinas en producción porcina y medidas preventivas

■ Juan Alcázar Triviño

Imágenes cedidas por el autor

► Resumen

El sector porcino comienza a asumir que las micotoxinas son factores limitantes de la producción por afectar a la salud y rendimiento animal, ocasionando importantes pérdidas económicas al originar patologías reproductivas, inmunitarias y digestivas. La complejidad de este peligro reside en la gran cantidad de micotoxinas existentes, las sinergias generadas entre ellas que agravan sus efectos tóxicos, el coste y disponibilidad de las técnicas de análisis, y la ausencia de métodos de descontaminación. Aplicar medidas preventivas utilizando como base la metodología del análisis de peligros y puntos críticos de control es esencial para gestionar este peligro que pone en riesgo la salud y productividad de los animales y la seguridad de sus productos.

Palabras clave: micotoxinas, seguridad alimentaria, prevención, APPCC

► Summary

Mycotoxins in swine production and preventive measures

The swine sector begins to assume that mycotoxins are limiting factors of production affecting animal health and performance, leading to significant economic losses and causing reproductive, immune and digestive pathologies. The complexity of this danger is the large number of existing mycotoxins, including the synergies that aggravate their toxic effects, cost and availability of analysis techniques, and the absence of decontamination methods. Preventive measures using as a basis the methodology of Hazard Analysis and Critical Control Points is essential to manage this danger that threatens the health and productivity of animals and the safety of their products.

keywords: mycotoxins, food security, prevention, HACCP

Contacto con el autor: Gesa consultores. P.I Oeste. C/Uruguay, parc 13, 30820 Telf: 868 94 88 29. Email: juan@gesaconsultores.com.

Las micotoxinas han sido responsables de problemas de salud desde que el hombre comenzó a practicar la agricultura. Se ha relacionado la intensa reducción demográfica experimentada en Europa occidental en el siglo XIII con la sustitución de centeno por trigo, importante fuente de micotoxinas del hongo *Fusarium*. Durante la Segunda Guerra Mundial, la producción de micotoxinas de *Fusarium* en cereales almacenados durante el invierno ocasionó la muerte de miles de personas. Esta micotoxicosis, conocida como “aleucia tóxica alimentaria” (ATA), producía vómitos, inflamación del tracto digestivo, anemia, insuficiencia circulatoria y convulsiones. En producción animal, el primer ejemplo descrito fue en 1960, durante un episodio de muertes en pavos, al que se le denominó “Enfermedad X” y donde posteriormente se identificó por primera vez la aflatoxina B1 como responsable de los efectos tóxicos.

MICOTOXINAS Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

Son objeto de interés mundial debido a las pérdidas económicas que acarrearán sus efectos sobre la salud de las personas, la productividad de los animales y el comercio nacional e internacional. En los países en desarrollo, donde los alimentos básicos son susceptibles de contaminación y constituyen un porcentaje elevado de la dieta, la población se ve afectada de forma significativa por la morbilidad y mortalidad relacionada con micotoxinas. En Europa, la EFSA (*European Food Safety Authority*) ha clasificado las micotoxinas como riesgo emergente, y durante 2013 fueron la tercera causa de alertas alimentarias en el sistema RASFF (*Rapid Alert System for Food and Feed*) de la FVO (*Food and Veterinary Office*), por detrás de microorganismos patógenos y residuos de plaguicidas.

Se consideran contaminantes alimentarios, definidos por el *Codex Alimentarius* como “cualquier sustancia no añadida intencionalmente al alimento, que está presente en dicho alimento como resultado de la producción (incluidas las operaciones realizadas en agricultura, zootecnia y medicina veterinaria), fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento de dicho alimento o como resultado de contaminación ambiental”. El objetivo principal de la seguridad ali-

mentaria debe ser que los niveles de los contaminantes y residuos presentes en los alimentos y piensos sean lo más bajos que razonablemente sea posible, aplicando para ello el principio ALARA (*as low as is reasonable achievable*) a través de buenas prácticas agrícolas (BPA) y buenas prácticas de fabricación (BPF) siguiendo una apropiada evaluación y gestión de riesgos.

PRODUCCIÓN DE MICOTOXINAS

Los responsables de la producción de micotoxinas son las cepas toxigénicas de los hongos *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium*, aunque también pueden estar implicados *Claviceps*, *Alternaria*, *Cladosporium* y *Dreschlera*. Los hongos son organismos que se caracterizan por su ubicuidad, pudiéndose dar contaminación fúngica en cualquier etapa de la producción de materias primas y piensos para alimentación animal.

Los hongos crecen en un amplio rango de temperaturas. La tasa de crecimiento es menor cuanto menor sea la temperatura y la cantidad de agua disponible. La actividad de agua necesaria para el crecimiento de hongos es 0,70 a 0,99. Cuanto mayor es la temperatura mayor es la actividad de agua y el crecimiento de hongos. Puede almacenarse maíz de forma relativamente segura durante un año con un contenido de humedad del 15 % y una temperatura de 15 °C, mientras que el mismo maíz almacenado a 30 °C sufrirá daños considerables en un plazo de tres meses.

El ataque de plagas contribuye de manera significativa al deterioro biológico de los cereales debido a los daños físicos, aumento de temperatura y humedad y a la pérdida de nutrientes que ocasiona su actividad. Otro factor que afecta a la proliferación de hongos es la proporción de granos rotos como consecuencia de las manipulaciones (transporte, trasiegos, etc.), ya que el endospermo expuesto es mucho más susceptible a la contaminación y proliferación fúngica.

CLASIFICACIÓN DE MICOTOXINAS

Existen unas 500 micotoxinas distintas, de diversa estructura química, con bajo peso molecular y una gran estabilidad frente a temperatura y pH, que es la causa responsable de la dificultad para realizar tratamientos descontaminantes. Inicialmente, se utilizó una clasificación fundada en el hongo productor y/o etapa

Tabla 1. Principales familias de micotoxinas.

Hongo productor	Micotoxina
<i>Aspergillus</i>	Aflatoxina
<i>Aspergillus</i> y <i>Penicillium</i>	Ocratoxina
<i>Penicillium</i>	Patulina
<i>Claviceps</i>	Ergot
<i>Fusarium</i>	DON – T2
	Fumonisinina
	Zearalenona

de producción (pre cosecha o poscosecha). Actualmente la clasificación más utilizada es la basada en estructura química y/o hongo productor (tabla 1) y dividida en siete familias.

Hoy en día, la EFSA está investigando la presencia de diversas micotoxinas en la alimentación humana y animal, algunas de las cuales son:

- Toxinas de *Alternaria* spp.
- Diacetoxicirpenol.
- Bauvericina.
- Moniliformina.
- Nivalenol.
- Citrinina.
- Esterigmatocistina.
- Fomopsinas.

Es disponible que en los próximos años se disponga de más información sobre la presencia y efectos tóxicos de las micotoxinas en humanos y animales, desarrollándose una nueva normativa que fije niveles máximos permitidos para estas nuevas micotoxinas y de otras que actualmente no cuentan con límites máximos permitidos. La normativa de referencia relativa a niveles máximos de micotoxinas se recoge en la tabla 2.

TOXICOLOGÍA DE LAS MICOTOXINAS

La exposición a micotoxinas produce toxicidad aguda y crónica, con resultados que van desde la muerte a efectos en el sistema nervioso, respiratorio, digestivo y reproductor. También pueden ser agentes cancerígenos, mutágenos, teratógenos, y cada vez más se evidencia que uno de los efectos más importantes es su capacidad de reducir la respuesta inmunitaria y disminuir la resistencia a enfermedades infecciosas. El grado de toxicidad de las micotoxinas dependerá de factores relacionados con:

ARTÍCULOS

Tabla 2. Legislación de referencia sobre los niveles máximos de micotoxinas.

Descripción	Referencias legislativas
Valores máximos permitidos y/o recomendados de micotoxinas en alimentos para consumo humano, materias primas y piensos.	Directiva 2002/32/EC del Parlamento y del Consejo de 7 de mayo de 2002 sobre sustancias indeseables en alimentación animal.
	Reglamento 1881/2006 de la Comisión, de 19 de diciembre de 2006, por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios.
	Recomendación 2006/576/CE de la Comisión el 17 de agosto de 2006 sobre la presencia de deoxinivalenol, zearalenona, ocratoxina A, T-2 y HT-2 y fumonisinas en productos destinados a alimentación animal.

El alimento

■ **Micotoxinas/metabolitos tóxicos:** los efectos orgánicos de las micotoxinas son distintos en función de su estructura química, ya que el sitio y grado de interacción con el organismo será distinto, y por lo tanto producirán efectos distintos. En muchos casos, el propio organismo es responsable de esta toxicidad al producir metabolitos de toxicidad superior a la micotoxina inicial.

■ **Dosis:** el factor determinante en la manifestación clínica será la dosis presente. Según la misma, podremos observar un cuadro de rápida aparición y claras manifestaciones clínicas o un cuadro patológico inespecífico de manifestación gradual.

■ **Tiempo de ingestión:** una prolongada exposición a las micotoxinas disminuye la resistencia orgánica de los animales, estando sometidos a un estrés metabólico mayor para intentar detoxificar y eliminar los metabolitos tóxicos.

■ **Otras micotoxinas:** la contaminación por micotoxinas no suele ser única, es frecuente la presencia de más de una micotoxina simultáneamente, y con efectos aditivos y/o sinérgicos.

Los Individuos

■ **Internos (genética y fisiología):** actualmente, los animales tienen un alto grado de selección genética y por lo tanto mayor potencial productivo, estando estos rasgos relacionados con una menor resistencia a tóxicos y enfermedades infecciosas. La sensibilidad a los efectos tóxicos dependerá del estado fisiológico del animal, siendo más susceptibles aquellos animales con un mayor estrés productivo (cerdas en gestación/lactación) o menor resistencia orgánica (lechones).

■ **Externos (manejo, enfermedades infecciosas, nutrición):** la producción intensi-

va conlleva distintas prácticas de manejo que pueden aumentar la sensibilidad de los animales a las micotoxinas. No garantizar los requerimientos mínimos en materia de bienestar y sanidad animal puede exacerbar los efectos tóxicos de las micotoxinas.

Por todo lo anterior, debe resaltarse la dificultad para fijar las dosis tóxicas ya que existen muchas variables que influyen en la misma (figura 1). En estos momentos se trabaja para desarrollar un parámetro de toxicidad global, que tenga en cuenta las distintas micotoxinas y concentraciones presentes en una muestra para calcular un único valor de toxicidad.

Si tenemos en cuenta que las micotoxinas y/o sus metabolitos pueden acumularse en tejidos animales, existe el riesgo de que los productos de origen animal contengan micotoxinas y puedan mermar la seguridad de los alimentos obtenidos de estos animales. Por ejemplo, en determinados países del norte y centro de Europa la presencia de ocratoxina supone un problema y se mantiene un estricto programa de vigilancia en mataderos (sangre y tejidos) e industria (producto acabado), siendo previsible

que esta sistemática se extienda próximamente a la totalidad del territorio europeo.

CONTROL DE MICOTOXINAS

El desarrollo de estrategias para el control de micotoxinas debe utilizar un enfoque integral, que incluye al mayor número posible de eslabones de la cadena de producción de piensos (agricultores, comercializadores de materias primas, fábricas de piensos y explotaciones ganaderas).

La mayor probabilidad de contaminación fúngica y producción de micotoxinas se da en el campo. El siguiente punto de vigilancia deben ser los almacenes de materias primas y transportes marítimos y, por último, las fábricas de pienso y las explotaciones.

El control de micotoxinas debe basarse en tres puntos esenciales:

■ **Programa de buenas prácticas agrícolas (BPA):** este programa tiene como objetivo evitar la contaminación fúngica en el campo durante las etapas de precosecha y cosecha, debiendo constituir el primer paso para lograr un eficaz control de micotoxinas. Es conveniente utilizar variedades de semillas con buen rendimiento productivo y alta resistencia a plagas, así como aplicar unas prácticas de cultivo que eviten la proliferación de hongos en el suelo como son el descanso de tierras (barbechos) y rotación de cultivos.

■ **Programa de buenas prácticas de higiene (BPH) y fabricación (BPF):** su objetivo es reducir y/o evitar la contaminación fúngica y la producción de micotoxinas, debiendo ser implantadas por intermediarios, fábricas de pienso y explotaciones ganaderas. Mediante estas prácticas conseguiremos mantener los niveles de contaminación que procedan de etapas anteriores, pero difícilmente conseguiremos reducirlos.



Figura 1. Puntos clave de la toxicología de micotoxinas.

La elaboración de un programa de buenas prácticas debe tener en cuenta al menos:

Plan de limpieza y desinfección

Fundamental para evitar la contaminación fúngica de materias primas y piensos. Además de realizar correctamente estos procedimientos, es esencial mantener una vigilancia de la eficacia y garantizar la utilidad de los mismos, modificándolos en caso necesario.

Plan de control de plagas

Las plagas (insectos, roedores, aves) contribuyen a la contaminación fúngica siendo portadores mecánicos de esporas, alterando la integridad de los granos de cereales y aumentando la temperatura debido a su actividad metabólica, por lo que contribuirán a la proliferación de los hongos y a la producción de micotoxinas. Debe evitarse el acceso de plagas a los lugares de almacenamiento de materias primas y piensos, garantizando la integridad del producto y aumentando su durabilidad.

Plan de mantenimiento de instalaciones y equipos

Nos permitirá conseguir un correcto grado de higiene, garantizar el control ambiental y evitar el acceso de plagas (aves, roedores, insectos y otros animales), la contaminación fúngica y la alteración de materias primas y piensos.

Plan de trazabilidad

Permitirá obtener información de proveedores y orígenes con distintos niveles y frecuencias de contaminación con micotoxinas, permitiendo realizar una correcta estimación del riesgo en cada caso. La unidad fundamental de trazabilidad es el lote, que debe estar perfectamente definido, tanto para las entradas de materias primas como para las salidas de producto.

Plan de homologación de proveedores

Contar con proveedores concienciados y responsables constituye una necesidad básica para minimizar la entrada de materias primas contaminadas.

Formación del personal

Para garantizar un óptimo aprovechamiento de los recursos invertidos, es necesario contar con la implicación de todo el organigrama y que el personal responsable cuente con los conocimientos y actitu-

des necesarias. Solo así evitaremos cometer fallos o errores por desconocimiento técnico o falta de motivación.

CONTROL ANALÍTICO DE MICOTOXINAS

Conocer el nivel de contaminación por micotoxinas en materias primas y piensos es esencial para realizar una correcta estimación del riesgo y definir los procedimientos de control a implantar.

Para el control analítico de micotoxinas deberán establecerse:

Planes de muestreo

Las micotoxinas tienen una distribución heterogénea en los productos, y es difícil extrapolar el resultado de una sola muestra a la totalidad de un lote, máxime teniendo en cuenta que se puede enfrentar a lotes de gran tamaño (almacenes, barcos, etc.). Debe asumirse que se pueden considerar como aceptables lotes inaceptables (error para el comprador) y/o inaceptables lotes que sean aceptables (error para el vendedor). Para minimizar estos errores es esencial asegurar la representatividad y aleatoriedad de las muestras recogidas y analizadas.

Existen métodos manuales, que consisten en muestrear diversos puntos de un lote estático (barco, almacén, silo) mediante el uso de herramientas, pero cada vez más se implantan los métodos de muestreo dinámicos, consistentes en recoger automáticamente pequeñas cantidades de muestra cuando el producto está en movimiento (cinta transportadora, sinfines, etc.), ya que aumenta la representatividad de la muestra. El plan de muestreo debe definir tanto la frecuencia analítica, el tamaño mínimo de muestra, el punto y método de toma de muestras y la persona responsable, así como el número de muestras esenciales que compondrán la muestra que se analizará en laboratorio. Es importante que entre la toma de muestra y el análisis transcurra el menor tiempo posible, manteniéndose mientras tanto en condiciones que eviten el deterioro o alteración de la misma.

Métodos de análisis

Una vez definido el plan de muestreo, el siguiente paso debe ser fijar el método de análisis a utilizar, así como el laboratorio responsable de realizar el análisis. A la hora de determinar estos puntos debe tenerse en cuenta el coste de la determinación, la rapidez en la obtención de resultados, la preci-

sión y exactitud de las técnicas de análisis y la competencia técnica del laboratorio.

Los kits ELISA se están implantando como primera determinación “en campo” (fábricas, granjas) gracias a la sencillez, coste y rapidez en la obtención de resultados. Los métodos basados en tecnología HPLC se utilizan tan solo en el control oficial (autoridades competentes) y como confirmación o contraste de los resultados obtenidos por ELISA.

Debe tenerse en cuenta la posible presencia de “micotoxinas ocultas”, debido a un proceso biológico realizado por las plantas por el que tratan de disminuir la toxicidad mediante glucosilación. Estas micotoxinas no se detectan mediante los métodos de análisis tradicionales, pero en el proceso de digestión recuperan su capacidad tóxica.

Control de micotoxinas en matrices animales

La determinación de micotoxinas en matrices animales (orina, bilis, saliva, heces, músculo, etc.) se está utilizando como indicador del nivel de micotoxinas en materias primas y piensos. Este sistema de vigilancia presenta la ventaja de la representatividad de la muestra, y la homogeneidad de la matriz, pero también presenta el inconveniente de la amplitud de metabolitos posibles que deben determinarse para realizar una correcta estimación de la exposición.

SISTEMA APPCC

Fue creado para asegurar la inocuidad microbiológica del programa estadounidense de viajes espaciales tripulados, y garantizar la seguridad de los alimentos para los astronautas. Hasta entonces, los sistemas de seguridad alimentaria se basaban en el análisis de los productos finales y no podían garantizar de forma absoluta la inocuidad, ya que no era posible analizar la totalidad de los productos.

Este sistema se basa en la técnica de ingeniería conocida como análisis modal de fallos y efectos (AMFE) que analiza lo que podría ir mal en cada etapa, así como las posibles causas y los probables efectos, antes de aplicar mecanismos de control eficaces.

Para aplicar este sistema, es necesario que haya programas como las BPA, BPF y BPH que funcionen satisfactoriamente. Sin estos programas, su implantación será compleja y probablemente resultará tediosa.

Las etapas iniciales para definir y concretar el plan APPCC son:

Tabla 3. Aspectos esenciales para el control de micotoxinas.

Buenas prácticas agrícolas	Variedades de semillas
	Tratamientos de los suelos
	Barbecho
	Rotación de cultivos
Buenas prácticas de higiene y de fabricación	Comercializadores
	Fábricas de pienso
	Explotaciones ganaderas
Vigilancia analítica	Materias primas
	Piensos compuestos
	Animales (sangre, bilis, orina)

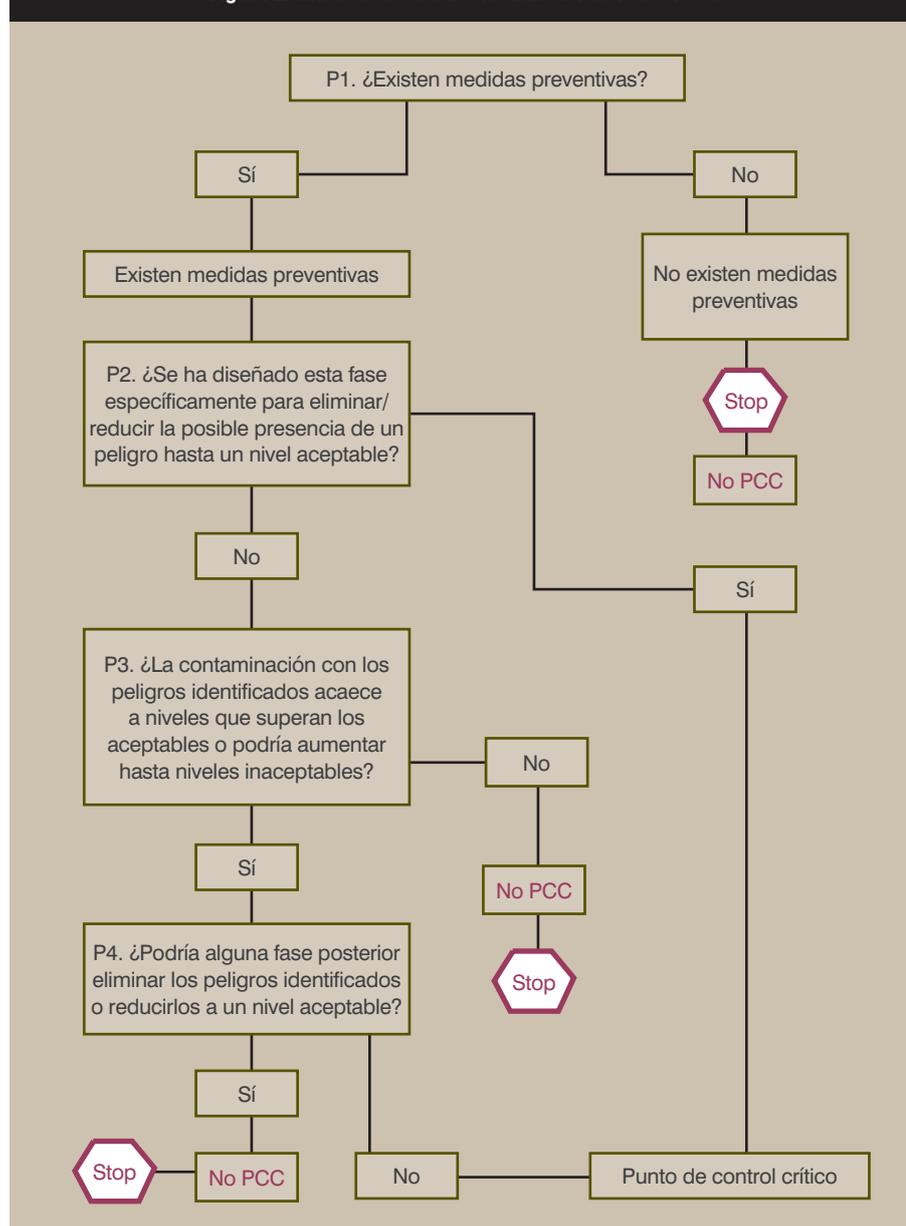
Identificación de los peligros de contaminación con micotoxinas

- Se deberá examinar qué micotoxinas son las que se quieren controlar por suponer un peligro para la salud de los animales, un peligro para la seguridad de los productos de origen animal y/o por poseer unos límites máximos legales en alimentación animal.
- Para fijar el riesgo de contaminación se utilizarán datos de programas públicos de vigilancia, que identifican las materias primas u orígenes con mayor probabilidad de contaminación.

Identificación en el diagrama de flujo del producto de las fases en que es más probable que se produzca contaminación

- Deberá estudiarse cada fase del diagrama de flujo para cuantificar la probabilidad de contaminación fúngica y producción de micotoxinas. La situación puede cambiar de un año a otro y de una temporada a otra, de manera que el plan de APPCC deberá mantener una vigilancia continuada que permita detectar cambios de tendencias, siendo fundamental determinar si es más probable que se produzca una contaminación con micotoxinas antes de la cosecha o después de ésta.

Figura 2. Árbol de decisión e identificación de los PCC.



Establecer las posibles medidas de control de las micotoxinas

- **Control de la humedad:** la medida más eficaz de control de las micotoxinas es secar el producto de manera que su actividad de agua (a_w) sea demasiado baja para favorecer la proliferación de hongos y la producción de micotoxinas. Para ello, la a_w debe ser igual o inferior a 0,70, lo que se traduce en un contenido de humedad del 14 % aproximadamente en el maíz. Cada hongo tiene su propia actividad de agua mínima para el crecimiento y la producción de micotoxinas. Este contenido de humedad, considerado “inocuo”, constituiría el límite crítico de la medida de control. Además de fijar este contenido máximo de humedad es esencial especificar un valor máximo, como por ejemplo el 14 % sin que ninguna parte supere el 15 %, ya que si únicamente se especifica un valor medio, puede incluir un intervalo amplio de contenidos de humedad dentro de un lote, por lo que el producto no estaría protegido.
- **Medidas de higienización (almacenes, piqueras, silos y mezcladora):** la aplicación de tratamientos antifúngicos nos permitirá disminuir la presencia de hongos y por lo

tanto evitar la producción de micotoxinas. Es indispensable utilizar productos eficaces y según las indicaciones del fabricante (dosis, tiempo, etc.) realizando una vigilancia de la eficacia de los mismos para verificar que se disminuye el recuento de esporas viables tras realizar estos tratamientos.

■ **Temperatura y tiempo de almacenamiento:** la combinación de tiempo de almacenamiento y temperatura son determinantes en la proliferación de hongos y producción de micotoxinas. Es conveniente realizar una vigilancia continuada de temperatura ambiente y en el producto, realizando chequeos de los niveles de contaminación fúngica y producción de micotoxinas cuando el almacenamiento sea superior a los tres meses. También es importante la ventilación para evitar las migraciones de humedad y las condensaciones.

El procedimiento para el desarrollo del plan APPCC incluye los siguientes puntos:

Determinar los puntos críticos de control (PCC)

Para determinar los PCC se pueden ayudar con el árbol de decisión (figura 2). Se deben examinar las fases del diagrama de flujo una por una y responder a todas las preguntas en orden sucesivo, estableciendo así los PCC.

Establecer límites críticos para cada PCC

Los límites críticos son los valores que separan lo aceptable de lo inaceptable. Una vez superados los límites críticos, el proceso está fuera de control y no es posible garantizar la seguridad del producto. Es conveniente fijar límites de intervención y asociarlos a medidas preventivas y/o correctoras, para actuar antes de superar los límites críticos evitando así llegar a perder el control del proceso.

Establecer un sistema de vigilancia para cada PCC

El sistema de vigilancia consiste en la medición programada de un parámetro básico (temperatura, tiempo, humedad, concentración de micotoxinas, etc.) para detectar cualquier desviación con respecto a los límites críticos. Es conveniente utilizar sistemas de vigilancia *online* que permitan una rápida obtención de resultados, facilitando la aplicación inmediata de las oportunas medidas correctivas y preventivas.

Establecer medidas correctoras

Existen dos tipos de medidas correctoras. Las primeras están destinadas a recuperar el control, y las segundas consisten en aislar el producto durante el periodo

en el que el PCC estuvo fuera de control y modificar el destino del producto (otra especie o etapa, destrucción, etc.).

Establecer procedimientos de verificación

Debe verificarse a intervalos periódicos la totalidad del plan de APPCC comprobando que las concentraciones de micotoxinas en el producto final no superan los límites aceptables. Si no es así se deberá localizar el fallo, y determinar en qué fase ha dejado de estar bajo control el peligro, modificando los límites críticos o introduciendo una nueva medida de control.

Establecer un sistema de documentación y mantenimiento de registros

Debe mantenerse un sistema de archivo que permita disponer de los datos generados durante la aplicación del sistema APPCC para posteriormente analizarla y transformarla en información útil para la toma de decisiones (figura 3).

CONCLUSIONES

La metodología APPCC supone la mejor herramienta para analizar un peligro y posteriormente desarrollar, implantar y evaluar medidas de control y prevención. Desarrollar un plan específico de control de micotoxinas e incorporarlo al sistema APPCC es imprescindible para conseguir minimizar los efectos tóxicos de las micotoxinas en los animales y en los productos de origen animal. El uso de adsorbentes de micotoxinas es una estrategia complementaria al sistema APPCC, al evitar que el animal incorpore a su organismo las micotoxinas y por lo tanto que aparezcan sus efectos tóxicos. La elección del adsorbente debería basarse exclusivamente en criterios técnico-científicos, exigiendo al menos que dispongan de eficacia probada (*in vitro* e *in vivo*), que cuenten con un amplio rango de actividad (frente a las diversas familias), que no interaccionen con otros nutrientes o principios activos y que exista una total garantía de control del proceso de fabricación de los mismos.

Figura 3. Directrices para la aplicación del sistema APPCC para el control de micotoxinas.



BIBLIOGRAFÍA

Norma General del CODEX para los contaminantes y toxinas presentes en los alimentos y piensos. CODEX STAN 193-1995.
Código de Prácticas para prevenir y reducir la contaminación de cereales por micotoxinas. CAC/RCP 51-2003.
Código de buenas prácticas para alimentación animal.

CAC/RCP 54-2004.

Directrices sobre la aplicación de la evaluación de riesgos en los piensos. CAC/GL 80-2013.

Directrices para los gobiernos sobre la priorización de riesgos en los piensos. CAC/GL 81-2013.

Manual sobre la aplicación del sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control en la prevención y

control de micotoxinas. Estudio FAO.

Micotoxinas y micotoxicosis en animales y humanos. Alberto Gimeno y María Ligia Martins.

Mycotoxins in food. Detection and control. (2004). N. Magan and M. Olsen. Woodhead Publishing Limited.

The mycotoxins blue book. (2005). D.E. Duarte Diaz. Nottingham University Press.