

MÉTODOS DE DETERMINACIÓN, IDENTIFICACIÓN Y CONTROL DE MICOTOXINAS EN INGREDIENTES PARA LA NUTRICIÓN ANIMAL

Ph.D. Javier Lara Arellano. 2003. Asociación Mexicana de Nutrición Animal (AMENA).
www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Intoxicaciones](#)

INTRODUCCIÓN

Comer puede ser peligroso, pero no comer es mortal (D. Park 2002). Con esta frase se puede comenzar cualquier tema relacionado con la inocuidad de los alimentos. Y al hablar de inocuidad de los alimentos se deben considerar no solo la contaminación microbiológica y la contaminación química de origen humano, sino también la contaminación por sustancias tóxicas naturales. Dentro de éstas se incluye a las micotoxinas, sustancias que empiezan a ser consideradas de gran importancia en la nutrición humana y animal.

Las micotoxinas son compuestos químicos de bajo peso molecular, producidos por hongos, que tienen efectos patológicos tanto en humanos como en animales. Las micotoxinas llegan a afectar sistemas específicos del organismo pero generalmente dañan el hígado o los riñones por lo que alteran los procesos metabólicos del animal produciendo condiciones adversas que llevan a efectos como hígado pálido, agrandado y friable, inflamación de riñones, lesiones orales, disminución de la respuesta inmunológica, mala absorción de nutrientes, reducción del crecimiento, alteración de la fertilidad, etcétera. El grado del daño depende de las micotoxinas involucradas, del nivel de contaminación del alimento y del tiempo en que se ha consumido el alimento.

Aunque el número total de micotoxinas se desconoce y se estime que existan miles de metabolitos fúngicos potencialmente tóxicos, solo algunas de ellas han sido estudiadas y asociadas a una intoxicación. Entre las micotoxinas de mayor preocupación para la industria pecuaria se pueden mencionar: Aflatoxinas, Tricotecenos (Vomitoxina, Nivalenol, Neosolaniol, Toxina T2, Diacetoxyscirpenol), Zearalenona, Fumonisinas, Ocratoxina A, Citrinina, Esterigmatocistina, Ácido Ciclopiazónico, Patulina, alcaloides del ergot, y Moniliformina. Estas micotoxinas se encuentran en la mayor parte de los insumos de la industria pecuaria, entre los que se pueden mencionar el maíz, el sorgo, la soya, los ensilados, la pasta de algodón e incluso la leche.

Por consiguiente, es necesario prevenir la aparición de micotoxinas en la cadena alimenticia. Para esto se debe ver el problema desde un punto de vista integral que incluya desde la producción de los granos hasta el consumidor final. Es claro que para la industria pecuaria es muy difícil poder influir en la etapa de producción de granos, pero si se puede exigir mejor calidad en los mismos de tal forma que se puedan evitar los problemas consecuentes. Esto es de suma importancia ya que se debe considerar que una vez formadas las micotoxinas es muy difícil evitar sus efectos negativos sobre la productividad. Además existen grandes problemas para obtener una muestra representativa de grandes lotes y por si esto no fuera poco, un análisis de micotoxinas confiable es de alto costo. Así pues, el objetivo de este trabajo es presentar algunos aspectos relevantes sobre las micotoxinas, la determinación de ellas y las posibilidades de controlar sus efectos en la industria pecuaria.

FORMACIÓN DE MICOTOXINAS

Los hongos productores de micotoxinas por lo general pertenecen a los géneros *Fusarium*, *Aspergillus* y *Penicillium*. La formación de micotoxinas depende de la cepa específica del hongo que prolifera en el sustrato y de factores ambientales como la humedad, la temperatura y el oxígeno. Por lo tanto, la contaminación con micotoxinas puede variar según las condiciones geográficas, climáticas, métodos de producción, tipos de almacenamiento y también según el tipo de insumo. Un aspecto importante a recalcar es que no todos los hongos producen micotoxinas, por lo que no todos los granos contaminados con hongos tienen micotoxinas.

En el caso de algunos insumos la contaminación con micotoxinas se da principalmente en el campo, como es el caso de las toxinas producidas por el hongo *Fusarium*. Entre estas toxinas se tienen a los Tricotecenos (DON o Vomitoxina, Toxina T2, DAS), la Zearalenona y la Fumonisina. Sin embargo, dependiendo de las condiciones ambientales el hongo *Aspergillus* también puede desarrollarse. Con frecuencia la presencia de micotoxinas está asociada a una infección fúngica patógena que ocasiona daños al cultivo mismo por lo que la utilización de fungicidas es una práctica común. Sin embargo, el uso de estos productos químicos debería hacerse con cuidado, ya que un uso inadecuado de ellos puede llevar incluso a un incremento en la contaminación debido al stress ocasionado al hongo.

La contaminación de los granos después de la cosecha se da principalmente por los hongos *Aspergillus* sp y *Penicillium* sp que producen, el primero las muy conocidas Aflatoxinas, pero también pueden producir

Esterigmatocistina, Ácido Ciclopiazónico, Ocratoxina A o Patulina, dependiendo de la especie que se desarrolle. En esta etapa la formación de micotoxinas se puede evitar mediante el control de la humedad desde la recepción en el almacén. El objetivo de controlar la humedad es mantener los insumos libres de crecimiento fúngico y así evitar la formación de micotoxinas, no hay que olvidar que una vez iniciado el crecimiento fúngico el agua producida por el metabolismo del hongo puede dificultar el secado. Es importante mencionar que el contenido de humedad considerado seguro depende del grano almacenado, por ejemplo a 20° C para el maíz se considera alrededor del 14 %, para el trigo 15 % y para cacahuete 7 %.

La contaminación con micotoxinas, como puede deducirse, es un proceso aditivo, que comienza desde el campo de cultivo y se incrementa en los pasos subsecuentes de cosecha, almacenamiento y uso final. Un ejemplo, muy claro de esto se muestra en un estudio realizado por Jones et al (1982) donde se analizó Aflatoxina en un maíz desde la recepción en bodega hasta el alimento final en la granja. Los análisis mostraron un aumento desde 1.2 ppb a la recepción del grano a 8.8 ppb en la granja, es decir un incremento de 8 veces en todo el sistema de producción.

En el caso de las explotaciones pecuarias es muy importante no descuidar ningún paso en la producción del alimento. Se deben tener procesos adecuados de almacenamiento: que incluyan bodegas en buen estado, la sanidad del almacén, evitar la entrada de humedad, hacer un buen manejo de la temperatura y aireación y evitar los insectos, roedores y aves.

Para tener una idea de los niveles de contaminación encontrados en la industria pecuaria mexicana los cuadros 1 y 2 muestran los resultados de los análisis realizados en el Laboratorio de Nutek durante el cuarto trimestre del año 2002. El cuadro 1 muestra los datos para muestras de maíz y el cuadro 2 para muestras de sorgo. En estos cuadros se presentan el número de muestras recibidas por el laboratorio, el porcentaje de esas muestras que fueron positivas a la contaminación con micotoxinas y el nivel de contaminación máximo reportado. Se observa que en el caso del maíz la presencia de Fumonisina es la de mayor preocupación por su alta incidencia. En el caso del sorgo la Zearalenona fue la que se presentó con mayor frecuencia. En ambos granos no se detectó la presencia de Ocratoxina A y la incidencia de la Toxina T2 fue baja. Estos resultados muestran claramente que en nuestros días se está teniendo la presencia de micotoxinas en una parte importante de las granjas mexicanas, con los consecuentes problemas asociados a ellas.

Cuadro 1. Nivel de contaminación con micotoxinas en muestras de maíz durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2002.

Micotoxina	Número de muestras de maíz	Muestras contaminadas (%)	Máximo valor detectado (ppb)
Aflatoxinas	34	26.5	340
Zearalenona	36	13.9	320
Fumonisina	22	72.7	14200
Vomitoxina	22	50.0	12550
Toxina T2	30	0	-
Ocratoxina A	27	3.7	-

Cuadro 2. Nivel de contaminación con micotoxinas en muestras de sorgo durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2002

Micotoxina	Número de muestras de sorgo.	Muestras contaminadas (%)	Máximo valor detectado (ppb)
Aflatoxinas	19	5.3	-
Zearalenona	35	85.7	2150
Fumonisina	8	0	-
Vomitoxina	14	0	-
Toxina T2	16	12.5	620
Ocratoxina A	19	0	-

ANÁLISIS DE MICOTOXINAS

Como se intuye, el análisis de micotoxinas hace su aparición en el proceso productivo cuando empieza el almacenamiento de los granos. Y aquí, es donde realmente comienza la responsabilidad de la industria pecuaria. Se debe comprar grano de buena calidad y evitar así que el insumo contaminado llegue a los animales. Además se debe tener un programa adecuado de manejo de materiales para disminuir la posibilidad de que el grano y el alimento lleguen a contaminarse. Dentro de este programa es importante contar con métodos de análisis químico que sean confiables. Por consiguiente, el análisis de las micotoxinas adquiere una gran importancia, pues cualquier acción a tomar, ya sea una reclamación al vendedor de granos o una modificación en la dieta o manejo, está fundamentada en el valor reportado por el laboratorio.

La determinación de micotoxinas no es algo simple, dado que ellas se encuentran distribuidas de manera heterogénea en el insumo. Sin embargo, de manera simple, el análisis puede dividirse en tres etapas cruciales a saber: (1) la toma de la muestra en el lote, (2) molienda de la muestra y toma de la submuestra y (3) extracción y cuantificación de la micotoxina.

El primer factor que llega a tener una influencia directa en el resultado es el muestreo. El problema del muestreo, en el caso de micotoxinas, es un problema bastante fuerte y representa la mayor fuente de error en los resultados (Whitaker et al 1974). En este aspecto hay consenso respecto a que un mal procedimiento de muestreo lleva a resultados que difieren de un laboratorio a otro. Por lo tanto, se recomienda seguir un procedimiento de muestreo establecido y que el tamaño de muestra para el análisis en granos no sea inferior a 5 kg (NOM-188-SSA1-2000). El envío de la muestra al laboratorio debe hacerse en bolsa de papel Kraft para el caso de granos y alimentos.

Una vez que la muestra llega al laboratorio ésta pasa por un proceso de preparación que consiste en molienda y cuarteo para obtener una submuestra pequeña pero representativa que es analizada. Para esto se lleva a cabo un proceso de extracción mediante el uso de solventes orgánicos o mezclas de ellos con agua. La eficiencia de la extracción de las micotoxinas va a depender del tipo de solvente utilizado. Posterior a esto, en algunos métodos se lleva a cabo un proceso de limpieza o purificación para eliminar las impurezas que pueden interferir con la cuantificación.

Para la cuantificación existen diferentes métodos de análisis que pueden ser utilizados pero la selección siempre se debe basar en que el método a utilizar sea confiable, aplicable y práctico (Horwitz 1982). La confiabilidad se refiere a su exactitud en la determinación y a su variabilidad o precisión y es el parámetro más importante a considerar desde el punto de vista analítico. Además es necesario que el método se aplique a una variedad amplia de muestras y que sea práctico con respecto al costo, tiempo de análisis y capacitación para su realización. El método de cromatografía de líquidos (HPLC) es un método exacto y preciso que ha sido aceptado como método oficial (AOAC International 994.08) y como método de referencia para algunas micotoxinas. Otros métodos de referencia son la Cromatografía de Gases (GC), que se utiliza para el análisis de Tricotecenos y la Cromatografía de Capa Fina (TLC). Sin embargo estos métodos no son, ampliamente utilizados, pues requieren de instrumentación de elevado costo y de una alta capacitación del usuario. Por consiguiente en los últimos años se han desarrollado métodos inmunoquímicos para facilitar el análisis. La ventaja de estos métodos es que son rápidos, simples y de bajos requerimientos instrumentales. Por consiguiente, en el caso de un gran número de análisis a realizar, los métodos inmunoquímicos representan una buena alternativa. Sin embargo, su mayor desventaja es que se presentan interferencias que ocasionan falsos positivos que conllevan a una interpretación problemática. Por lo tanto, los valores positivos obtenidos con estos métodos conviene que sean confirmados mediante un método de referencia.

Los métodos inmunoquímicos comerciales se pueden dividir básicamente en métodos que utilizan columna de inmunoafinidad y métodos ELISA. Aunque el método de columna de inmunoafinidad fue originalmente desarrollado para la cuantificación mediante Fluorometría, en la actualidad las columnas han sido utilizadas para la purificación y concentración de las micotoxinas para su detección posterior mediante HPLC, GC y TLC. Los métodos ELISA son generalmente utilizados como monitoreo rápido. Otro aspecto importante es que el método analítico utilizado por el laboratorio haya sido desarrollado y validado para el tipo de insumo analizado.

Es importante que el método seleccionado por un laboratorio sea validado en sus instalaciones y para esto se pueden comparar los resultados contra los de un método de referencia. Así la confiabilidad del método analítico se asegura. La validación del método debe incluir entre otros parámetros la exactitud y la precisión. La exactitud de un método se define como el nivel de concordancia entre el valor verdadero o aceptado y el valor observado o medido por el método en cuestión. Con frecuencia la exactitud se reporta como recobre o como "BIAS". El recobre no es otra cosa que el valor en porcentaje de la división del valor medido entre el valor verdadero. "BIAS" es la diferencia entre el valor medido y el valor verdadero. La exactitud nos indica que tan lejos está el valor medido del valor verdadero y está relacionada con el error sistemático de la medición. Por otra parte la precisión de un método puede ser definida como el grado de concordancia entre una serie de mediciones repetidas de una

muestra homogénea y normalmente se expresa con la desviación estándar relativa o coeficiente de variación. La precisión está relacionada con el error aleatorio de la medición.

IDENTIFICACIÓN DE LA MICOTOXICOSIS

La micotoxicosis puede definirse como una enfermedad producida por la ingestión de alimento contaminado con micotoxinas. Por consiguiente, es de hecho una intoxicación, que puede ser aguda o crónica, dependiendo del nivel de contaminación de los alimentos.

En caso de micotoxicosis, el diagnóstico resulta complicado ya que por lo regular no se presenta una micotoxina sola y la intoxicación es, con algunas excepciones, casi siempre del tipo crónica por lo que no se presenta un cuadro clínico definido. Sin embargo hay ciertas características que son típicas de esta intoxicación, como es que siempre está relacionada con el alimento o asociada con algún ingrediente del mismo. La enfermedad resultante de la intoxicación no es contagiosa y además puesto que las micotoxinas se encuentran de manera heterogénea en el alimento, muchas veces se observan brotes aislados en animales consumiendo la misma partida de alimento. Algunas veces puede observarse contaminación micótica del alimento. Otra característica es que los animales mejoran con el retiro del alimento contaminado, sin embargo la recuperación es lenta. Otro punto importante es considerar que muchas veces cuando se detecta el problema, por la observación de una caída considerable en la producción, el alimento que lo causó probablemente ya se terminó.

Aunque el diagnóstico definitivo se basa en el hallazgo de las micotoxinas en el alimento, contenido intestinal o sus residuos o metabolitos en tejidos, sangre y orina, es importante recordar que el análisis de micotoxinas está sujeto a muchas fuentes de variación que complican la situación. Cabe mencionar que con frecuencia el cuadro clínico se complica con otras enfermedades oportunistas, ya que las micotoxinas al ser inmunosupresoras hacen más susceptible al animal a las infecciones. Por lo que normalmente el diagnóstico es más presuntivo, basado en las características de la intoxicación, en la experiencia y en descartar otro tipo de enfermedad.

EFFECTOS DE ALGUNAS MICOTOXINAS DE IMPORTANCIA EN LA INDUSTRIA PECUARIA

Las Aflatoxinas son un grupo de metabolitos tóxicos producidas por *Aspergillus flavus* y por *Aspergillus parasiticus*, y aunque existen varios compuestos relacionados con las Aflatoxinas, sólo cuatro de ellos, Aflatoxinas, B1, B2, G1 y G2 se encuentran de manera natural en los granos y alimentos. De estos compuestos la Aflatoxina B1, es la de mayor preocupación ya que es la más tóxica y está asociada con el cáncer de hígado. Afecta a todas las especies animales y la patología se presenta con hígado graso, pálido, descolorido, inflamado y friable. La afectación del hígado ocasiona una disminución en la síntesis de las enzimas digestivas (Osborne y Hamilton 1981) por lo que se produce un síndrome de mala absorción, que ocasiona una disminución en la ganancia de peso y en la producción de huevo. Las Aflatoxinas también afectan los procesos de coagulación de la sangre, los mecanismos de transporte de lípidos y además causa inmunosupresión lo que favorece la susceptibilidad del animal a enfermedades oportunistas.

La intoxicación con Aflatoxinas y otras micotoxinas ha sido estudiada intensamente a nivel laboratorio donde las dosis son elevadas para poder observar los efectos que en campo se llegan a presentar con niveles bajos de contaminación. La razón de esto se debe a que en las instalaciones pecuarias la intoxicación puede complicarse con otros factores estresantes. La influencia de ciertas condiciones de estrés no identificadas fue mostrada en un experimento de laboratorio, donde se observó que pollos que consumieron alimento contaminado con 900 ppb de Aflatoxinas no mostraron efectos sobre el peso corporal, mientras que los que consumieron alimento con 75 ppb presentaron una afectación en el peso similar a la producida por el consumo de alimento con 2700 ppb, todo esto bajo las mismas condiciones de experimentación (Doerr et al 1983). De manera similar en un estudio con aves de postura (Lara et al 2003) se mostró que en el mismo experimento se pueden tener respuestas muy diferentes entre grupos de animales consumiendo alimento con el mismo nivel de contaminación de Aflatoxinas y Zearalenona.

En el caso del ganado lechero se ha mencionado que 100 ppb de Aflatoxinas pueden reducir la producción de leche (Paterson y Anderson 1982), sin embargo en este caso el problema está enfocado mas sobre los residuos de la Aflatoxina M1 en leche. Se sabe que las vacas transforman del 0.3% al 4.8% de la Aflatoxina B1 contenida en el alimento en Aflatoxina M1, con un promedio de biotransformación de 1.7% (Van Egmond 1989). Considerando que la FDA fija un valor de 0.5 ppb de Aflatoxina M1 en la leche, se tiene que el valor máximo de Aflatoxina B1 en el alimento es del orden de 20 ppb. En el caso de la Comunidad Europea el valor límite de Aflatoxina M1 en leche es de 0.05 ppb. Los residuos de Aflatoxina aparecen en la leche en unas 12 horas después del inicio del consumo de alimento contaminado y desaparecen en unos 2 ó 3 días, después que el alimento contaminado se ha retirado (Kiermeier 1979, Frobish et al 1986).

Los Tricotecenos son un grupo muy amplio de micotoxinas, producidas por el género *Fusarium*, que producen vómito, diarreas, irritación, hemorragias y necrosis en el tracto digestivo (Wyllie y Morehouse 1977). La Toxina T2 y el Diacetoxiscirpenol (DAS) son los compuestos más tóxicos de este grupo y han sido relacionadas con lesiones orales y lenguas negras en aves. La presencia de la Toxina T2 ha estado asociada a una disminución en el

consumo de alimento, disminución en la ganancia de peso y a hemorragias intestinales. La toxina T2, es tóxica al tejido intestinal, al tejido linfoide, al hígado y a los riñones. En resumen la T2, es muy irritante para el tracto gastrointestinal lo que puede llevar a hemorragias y necrosis, con presencia de diarrea.

El Deoxinivalenol (DON) o Vomitoxina también pertenece a este grupo de Tricotecenos y su nombre se deriva del hecho que produce vómito y rechazo de alimento en algunas especies. Estudios recientes con DON, han sugerido que su consumo causa una elevación de la IgA que puede ocasionar una nefropatía (Riley 2002). Por otro lado, el Nivalenol, es 10 veces más tóxico que el DON, pero no ha sido estudiado ampliamente.

La Ocratoxina A es nefrotóxica y es producida principalmente por *Aspergillus ochraceus* o *Penicillium viridicatum*. El síndrome más frecuente es aumento del tamaño del riñón, teniendo éste un color pálido, apareciendo quistes y necrosis epitelial. Durante la intoxicación aguda, los animales están deprimidos, con anorexia, ascitis, edemas subcutáneos y mesentéricos. En la intoxicación crónica disminuye el apetito y el crecimiento de los animales, aumenta el consumo de agua y aparece poliuria. Otros efectos producidos por la Ocratoxina A son la alteración de los procesos de coagulación sanguínea con aparición de coagulopatías y la disminución de los carotenoides séricos por lo que disminuye la pigmentación en aves (Huff y Hamilton 1975).

La Zearalenona es una micotoxina producida principalmente por el hongo *Fusarium graminearum* en granos y alimentos. Es una lactona del ácido resorcílico que presenta actividad estrogénica (Diekman y Green 1992, Krska 1999). Al parecer la Zearalenona sufre un doblez en su estructura que permite que el grupo hidroxilo se oriente adecuadamente para facilitar el enlace con los receptores de los estrógenos. Existe una familia de compuestos relacionados con la Zearalenona, que son derivados de su estructura original. Aunque estos compuestos presentan baja toxicidad, es decir su ingestión no causa daños severos, sus efectos estrogénicos y anabólicos causan problemas de reproducción muy fuertes en todas las especies animales. La patología se presenta con inflamación y tumefacción de la vulva (vulvovaginitis), engrosamiento de las mamas, aumento de la matriz, preñez ficticia, abortos, disminución de la viabilidad del feto y disminución de la camada, trastorno general de la fertilidad, y en el caso de los machos se presenta atrofia testicular y afeminamiento.

Las Fumonisinias, son micotoxinas producidas por el hongo *Fusarium verticillioides* (moniliforme). Algunas evidencias han sugerido que puede causar edema pulmonar en cerdos, otros signos clínicos encontrados son elevado nivel de colesterol en el suero, bajos niveles de lípidos en el hígado, lesiones pancreáticas y degeneración de la membrana intracelular. Estudios realizados en aves han reportado que los pesos del hígado, proventrículo y molleja aumentan, mientras que los del corazón y del bazo disminuyen. La fumonisina B1 es hepatotóxica y nefrotóxica en algunos animales entre los cuales se incluyen ratas, caballos, monos, conejos, ovejas y cerdos. Esta toxina es identificada como la causante de leucoencefalomalacia equina (una enfermedad del cerebro que es fatal). Además se le relaciona con la alta incidencia de cáncer en el esófago en humanos.

La Patulina es una sustancia con propiedades antibióticas pero es considerada como una toxina inmunosupresora (CAST 2003). Es producida por algunas cepas de *Penicillium* y *Aspergillus*. Aunque no ha sido estudiada ampliamente, se menciona que es neurotóxica, ya que puede producir síndrome nervioso e incluso ocasionar parálisis del sistema digestivo.

CONTROL DE LA MICOTOXICOSIS

Como se mencionó anteriormente, la mejor manera de evitar estos problemas es la prevención, sin embargo muchas veces las medidas de prevención son insuficientes y a esto se debe que la FAO (Bhat y Vasanthi 1999) estime que gran parte de los granos del mundo se encuentran contaminados con micotoxinas. Por consiguiente, se han buscado diversas formas para tratar el grano contaminado, teniendo en cuenta que el procedimiento ideal de descontaminación debe ser fácil de usar, de bajo costo y no debe producir compuestos que también sean tóxicos. Además, el proceso debe ser irreversible y no debe alterar la palatabilidad ni el valor nutricional del grano o alimento tratado.

Los métodos de descontaminación se pueden dividir básicamente en métodos físicos, químicos, fisicoquímicos y biológicos. Esta división es de manera convencional, pues algunos métodos utilizan combinaciones de los diferentes principios de acción.

Entre los métodos físicos se incluyen la separación mecánica, la flotación, separación por color o la remoción de los finos o granos quebrados, lavado con soluciones, irradiación. Probablemente, una de las formas más fáciles de realizar en una industria pecuaria sea la separación de finos y granos quebrados con lo cual se reduce de una manera importante la contaminación con micotoxinas, sin embargo con frecuencia no se hace. La eliminación de finos no se hace debido a un concepto equivocado de utilizar al máximo los granos pero se ahorraría mas eliminándolos pues se evitarían muchos problemas productivos

Una amplia variedad de sustancias químicas se han estudiado para la eliminación de algunas micotoxinas, entre estas sustancias se puede mencionar el uso de amoníaco, formol, hidróxido de calcio, bisulfito de sodio, ozono, cloro, monometilamina, etc. (Miller y Trenholm 1994). Sin embargo, el método de amoniación es el que ha recibido mayor atención para la eliminación de Aflatoxinas y se ha usado en Estados Unidos y Europa.

Los métodos biológicos operan a través de procesos bioquímicos. Entre ellos se puede mencionar el uso de microorganismos, enzimas, modificación genética de granos, modificación genética de hongos, para inocular cepas no toxigénicas.

En el caso de las explotaciones pecuarias se han buscado diferentes alternativas para enfrentar problemas de micotoxicosis. Estas alternativas van desde el retiro del alimento hasta modificaciones en la dieta, tales como un aumento de proteína o de aminoácidos específicos, aumento de grasas insaturadas, incremento de vitaminas (Hoehler y Marquardt 1996) y el uso de algunos antibióticos (Smith et al 1971) o antioxidantes. Sin embargo la aplicación de estos procesos en la industria pecuaria resulta poco práctica, por lo que el uso de métodos fisicoquímicos y específicamente el uso de adsorbentes adicionados a la dieta se ha convertido en la alternativa más viable. Esto ha traído como consecuencia que el uso de adsorbentes de micotoxinas sea cada día mayor, pero también lo sea el número de productos que aparecen en el mercado. Por consiguiente el productor pecuario se encuentra ante una amplia gama de productos que ofrecen desde soluciones reales hasta soluciones mágicas.

Un adsorbente de micotoxinas es 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 evita así el efecto tóxico de ella. En el mercado existen varias clases de adsorbentes y dentro de las mismas existen diferentes calidades. La selección adecuada del adsorbente es un factor crítico para tener buenos resultados. Se deben tomar en cuenta entre otros factores su espectro de acción, su capacidad de adsorción, su calidad y su respaldo tecnológico. Es importante mencionar que las capacidades de adsorción evaluadas "in vitro" van desde casi 0 % hasta valores cercanos al 100%, y que existen pocos adsorbentes que tienen afinidad por micotoxinas específicas, como la Zearalenona. Además, el proceso de destoxificación que funciona "in vitro" no necesariamente mantiene su eficacia en la evaluación con animales.

De una manera general, los adsorbentes pueden ser divididos en dos grandes grupos: los aluminosilicatos y los adsorbentes con principio orgánico. En este segundo grupo se tiene a los polímeros, los productos adsorbentes con enzimas, los productos derivados de las levaduras y los organoaluminosilicatos completamente sustituidos y los organoaluminosilicatos parcial y selectivamente sustituidos.

Los aluminosilicatos comprenden una familia muy grande de minerales con diferentes propiedades de superficie, pero generalmente del tipo hidrofílica (Lara et al 1998). Este tipo de adsorbentes tiene una alta afinidad por Aflatoxinas pero muy baja para toxinas de menor polaridad como la Zearalenona, e incluso la Ocratoxina A (Rivera et al 1999).

La falta de buenos resultados de los aluminosilicatos para enfrentar otras micotoxinas diferentes de las Aflatoxinas, trajo como consecuencia la aparición en el mercado de los productos con principio orgánico. Dado que las micotoxinas menos polares no son adsorbidas por la superficie hidrofílica se investigó la posibilidad de utilizar adsorbentes con fracciones orgánicas que permitan modificar la polaridad de la superficie (Lara et al 1999, 2000) o aplicar principios específicos de acción a través de enzimas o microorganismos (Garthwaite 1997), o basados en levaduras (Stanley et al 1993) o pared celular de ellas.

Dado que el uso de organoaluminosilicatos es nuevo, conviene mencionar que estos productos son aluminosilicatos cuya superficie se encuentra cubierta con un compuesto orgánico que le confiere propiedades organofílicas y además puede proporcionarle grupos funcionales específicos. La molécula orgánica proporciona ahora los sitios activos que van a interactuar con las micotoxinas, es decir ahora el aluminosilicato solo funciona como un soporte que lleva consigo el compuesto orgánico. También es muy importante decir que estos materiales presentan muy diversas propiedades que van a depender de los compuestos orgánicos empleados, del proceso de fabricación y de las características del aluminosilicato utilizado como soporte. Por consiguiente, dentro de este grupo de adsorbentes puede presentarse una variedad muy grande de materiales, por lo que al igual que los aluminosilicatos tienen que ser evaluados in vivo para poder garantizar su eficiencia.

CONCLUSIÓN

La contaminación con micotoxinas es un problema de graves repercusiones económicas y de salud. A pesar de los numerosos estudios realizados, todavía hay más interrogantes que respuestas. La presencia de micotoxinas en los alimentos para animales representa un desafío para la industria, ya que por lo regular la intoxicación se da por varias micotoxinas al mismo tiempo y los efectos se complican por la presencia de otros factores. Dado que es muy difícil obtener insumos libres de toda contaminación se han propuesto diversas formas para el manejo de este problema. Así se han establecido valores límites de contaminación y propuesto diferentes alternativas de control. En este último aspecto, la alternativa actual más práctica para controlar la micotoxicosis en la industria pecuaria es la del uso de adsorbentes de micotoxinas, sin embargo, este tema es muy polémico pues existen muchas opciones en cuanto a productos. Finalmente se puede decir que al cuidar el alimento que consumen los animales en producción se contribuye a la inocuidad alimentaria, que repercute en una mejor nutrición humana y en un menor número de enfermedades.

REFERENCIAS

1. Bhat, R.V y S. Vasanthi, 1999. "Mycotoxin contamination of foods and feeds. Third Joint FAO/WHO/UNEP International Conference on Mycotoxins". Tunes.
2. CAST 2003. Mycotoxins. Risks in plant, animal and human systems. Task Force Report 139, USA.
3. Diekman, M.A. y M.L. Green, 1992. "Mycotoxins and reproduction in domestic livestock". J. Animal Sci., 70, 1615-1627.
4. Doerr, J.A., W.E. Huff, C.J. Wabeck, G.W. Chaloupka, J.D. May y J.W. Merkley, 1983. "Effects of low level chronic aflatoxicosis in broiler chickens". Poultry Sci. 62, 1971-1977.
5. Frobish, R.A., B.D. Bradley, D.D. Wagner, P.E. Long-Bradley y H. Hairston. 1986. Aflatoxin residues in milk of dairy cows after ingestion of naturally contaminated grain. J. Food Prot. 49, 781.
6. Garthwaite, M. y J.H. Thiele, 1997. "Total biodegradation of the oestrogenic mycotoxin Zearalenone by a bacterial culture". Lett. Appl. Microbiol. 24:5:329-333.
7. Hoehler, D. y R.R. Marquardt, 1996. "Influence of vitamins E and C on the toxic effects of Ochratoxin A and Toxin T2 in chicks". Poultry Sci. 75, 1508-1515.
8. Horwitz, W. 1982. "Evaluation of Analytical Methods Used for Regulation of Foods and Drugs". Analytical Chemistry 54, 67A.
9. Huff, W.E. y P.B. Hamilton, 1975. "Decreased plasma carotenoids during ochratoxicosis". Poultry Sci. 54, 1308-1310.
10. Jones, F.T., W.H. Hagler y P.B. Hamilton. 1982. "Association of low levels of Aflatoxin in feed with productivity losses in comercial broiler operations". Poultry Sci., 61, 861-868.
11. Kiermeier, F. 1973. Michwissenschaft 1 28, 683.
12. Krska, R. 1999. "Mycotoxins of growing interest. Zearalenone". Third Joint FAO/WHO/UNEP International Conference on Mycotoxins". Tunes.
13. Lara, J., I. García, J. A. Fierro, J.C. Medina y J. L. Avilés 2003. Variabilidad en la respuesta a la micotoxicosis en aves de postura. Primer Symposium Panamericano de Micotoxinas para la Industria. UNAM, SLAM, ILSI, Canacindra. México.
14. Lara, J., J. Muñoz, L. Rivera, A. Bringas y R. Pérez, 1998. Los Aluminosilicatos y la Adsorción de Micotoxinas. Temas de Actualidad para la Industria Avícola. 259-271. Midia Relaciones. México. D.F.
15. Lara, J., J. Muñoz, R. Pérez, L. Rivera, J.C. Medina, J. Chapa y E. Rodríguez, 1999. "Detoxificación de zearalenona por un organoaluminosilicato". XXXIV Congreso Nacional AMVEC, Mérida, Julio 1999.
16. Lara, J., J. Muñoz, R. Pérez, L. Rivera, J. Chapa y E. Rodríguez. 2000. "Adsorption of Zearalenone and reduction of its toxicity by an organoaluminosilicate". X International IUPAC Symposium on Mycotoxins and Phycotoxins, S.Paulo, Brasil, Mayo 2000.
17. Miller, J.D. y H.L. Trenholm, 1994. Micotoxins in grains. Compunds other than Aflatoxin. Eegan Press. St. Paul, Minnesota, cap.11, pp 421-435.
18. NOM-188-SSA1-2000, Norma Oficial Mexicana. Control de Aflatoxinas en cereales para consumo humano y animal.
19. Osborne, D.J. y P.B. Hamilton, 1981. "Decreased pancreatic digestive encimes during aflatoxicosis". Poultry Sc. 60, 1818-1821.
20. Park, D. 2002 "The concept of Food Safety" International Workshop on Mycotoxins. College Park, Maryland, USA. July 2002.
21. Paterson, D.S.P. y P.H. Anderson. 1982. Recent Aflatoxin feeding experiments in cattle. Vet. Rec. 110, 60.
22. Riley, R.T. 2002. Health risks associated with mycotoxin contamination. En memorias del International Workshop on Mycotoxins. FDA, College Park, Maryland, USA.
23. Rivera, L. J. Lara, R. Zúñiga, J. Muñoz y J.C. Medina, 1999. "Relación de la eficiencia de adsorción de Ocratoxina A en productos comerciales". XXIV Convención anual ANECA, León, Gto.
24. Smith, J.W., C.H. Hill y P.B. Hamilton, 1971. "The effect of dietary modifications on aflatoxicosis in the broiler chicken". Poultry Sci. 50, 768-774.
25. Stanley, V.G., R. Ojo, S. Woldesenbet, D.H. Hutchinson y L.F. Kubena 1993. "The use of Saccharomyces cerevisiae to suppress the effects of aflatoxicosis in broiler chicks" Poultry Sci. 72, 1867-1872.
26. Van Egmond H.P. 1989. Mycotoxins in dairy products. Elsevier Science Pub. Co. Ltd. New York.
27. Whitaker, T.B., J.W. Dieckens y R.J. Monroe. 1974. Variability of Aflatoxin Test Results. J. Am. Oil Chem. Soc. 49, 590.
28. Wylie, T.D. y L.G. Morehouse. 1977. Mycotoxic fungi, mycotoxins, mycotoxicoses. An encyclopedic Handbook. Marcel Dekker, Inc. New York.

[Volver a: Intoxicaciones](#)