

## Entrevista por Sebastián Guzmán A., Gerente de Marketing Agroeditorial Publishing Company.

# Micotoxinas en Piensos y Materias Primas: Exclusiva con Alberto Gimeno

*Alberto Gimeno es Ingeniero Químico, Consultor Técnico en Micotoxinas y Micotoxicología Alimentaria de la empresa Special Nutrients, INC, 2766 Douglas Road, Miami Florida 33133 USA. E-mail: gimenoalberto@hotmail.com*



*Alberto Gimeno, Consultor Técnico Independiente en Micotoxicología Alimentaria.*

La toxicidad de las distintas micotoxinas trae serios riesgos para los animales. Las micotoxicosis son enfermedades producidas en los animales y causadas por la ingesta, inhalación o contacto de la piel con las micotoxinas.

En los animales, éstas tienen desde efectos de inmunosupresión y efectos negativos en el rendimiento hasta efectos hepatotóxicos, nefrotóxicos, neurotóxicos, dérmicos, carcinogénicos, reproductivos, teratogénicos y gastrointestinales, dependiendo en los animales del tipo de micotoxina o micotoxinas, de los factores ambientales y de los factores relacionados con estos metabolitos tóxicos.

**AE:** Ing. Gimeno, cuéntenos sobre su trayectoria profesional y su especialidad en micotoxinas?

**AG:** A modo de resumen y destacando los puntos más importantes, puedo indicar que, desde 1968 a 1980 (12 años) trabajé en España como Director del Control de Calidad de materias primas y alimentos balanceados, con especial incidencia en el campo de las micotoxinas, en una fábrica de alimentos balanceados para alimentación animal. Allí, empecé a desarrollar e investigar métodos de análisis de micotoxinas, los cuales fueron publicados en un total de cinco en el Journal Association of Official Analytical Chemists de Estados Unidos de América (J.A.O.A.C.).

Durante 5 años fui asesor de la Comisión para Normalización de Métodos de Análisis del Ministerio de Agricultura Español en Madrid. Mi técnica de multidetección de micotoxinas publicada en el J.A.O.A.C. y aplicada al análisis de aflatoxinas, fue oficial en España durante más de 6 años (previo estudio colaborativo interlaboratorial comparando dos técnicas, una de ellas la que era oficial en la Comunidad Económica Europea y la otra, la que yo propuse y anteriormente referí).

Colaboré durante 8 años con International Agency for Research on Cancer (World Health Organization) en Mycotoxin Check Sample Survey.

Desde 1980 y hasta el día de hoy (32 años, aproximadamente) pasé a trabajar y residir en Portugal, continuando en el área de las micotoxinas y colaborando con 3 empresas especializadas en nutrición animal y en aditivos y premezclas vitamínico-minerales para la susodicha nutrición.

Continué durante 6 años, colaborando con International Agency for Research on Cancer (World Health Organization) en Mycotoxin Check Sample Survey.

Al respecto de las micotoxinas y en Portugal dirigí y dirijo mi colaboración al estudio, investigación y ayuda práctica y aplicada en lo que se refiere a los problemas de micotoxicosis en las diferentes especies animales y he dado varios cursos de formación en el área de las micotoxinas, tanto en Portugal como en España.

Hace 11 años, aproximadamente, que llevo a cabo mi especialidad como tra-

**Avicultura Ecuatoriana:** para nuestros lectores de América Latina y el Ecuador.

**AE**

La presencia de micotoxinas es universal, razón por la cual representan un problema en todo el mundo para la industria animal. Incluso con el uso de técnicas de prevención en el campo o durante el almacenamiento, es realmente imposible evitar completamente las micotoxinas en las materias primas agrícolas, pero sí existen alternativas técnicas que pueden ayudar a prevenir las mismas, incluso a resolver y/o minimizar los efectos indeseables provocados por éstas.

Gracias a los modernos métodos analíticos y al creciente interés en este campo de investigación, actualmente se han identificado más de 400 micotoxinas diferentes.

bajador independiente y soy Consultor Técnico en el Área de las Micotoxinas y de la Micotoxicología Alimentaria, en especial de una empresa de Estados Unidos de América y las empresas relacionadas con la misma.

Empresa tal que es pionera en la fabricación, investigación aplicada y comercialización de Aditivos Anti-Micotoxinas (AAM).

**AE:** **Qué importancia tiene para Ud. la investigación científica, tratándose de micotoxicología; señálenos brevemente algunos de sus trabajos relacionados con este tema?**

**AG:** En general, toda investigación científica es de vital importancia ya que los resultados emergentes de tal investigación son de una gran ayuda para hacer factible la resolución de problemas, en nuestro caso, los derivados de la micotoxicología.

Independientemente de mis 107 artículos al respecto de micotoxinas y micotoxicología en animales y humanos, publicados en revistas científicas, revistas técnicas, libros de "Simposio" y libros de "Congresos", a la vez que en Comunidades de la Web relacionadas con la producción animal, uno de los principales puntos de estudio efectuados, se centra en la investigación aplicada de fungistáticos, antioxidantes y aditivos anti-micotoxinas para su uso en la producción y la alimentación animal. También publiqué dos libros (en español y en inglés) al respecto de micotoxinas y micotoxicosis en animales y humanos. La 3ª edición del libro en español salió publicada en el año 2011.

**AE:** **Cuáles son los factores principales que favorecen a la producción de micotoxinas en avicultura?**

**AG:** No solo en avicultura si no también en todas las especies animales, existen tres grupos de factores que tienen influencia en la producción de micotoxinas, o sea: factores físicos (humedad o agua libre, actividad de agua, temperatura, zonas de microflora, integridad física de los granos), factores químicos (pH, composición del sustrato, nutrientes minerales, relación O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>) y factores biológicos (presencia de invertebrados, cepas específicas de hongos). De entre esos factores, los principales, sin olvidar los otros, son: factores físicos como la actividad de agua (aw) relacionada con la humedad (agua libre) y la naturaleza del sustrato (sustrato amiláceo o bien oleaginoso), la temperatura y factores biológicos como son las cepas toxicogénicas específicas del hongo en cuestión.

La mayor parte de los hongos se desarrollan a partir de valores de aw de 0,70. En general, es raro que existan hongos que germinen con valores de aw por debajo de 0,70. La producción de micotoxinas se efectúa con valores de aw a partir de 0,85. Con valores de aw inferiores, la producción de micotoxinas es nula o muy baja. La temperatura óptima para el crecimiento y proliferación fúngica esta comprendida entre 20 y 30°C al igual que para la producción de micotoxinas, aunque hay que destacar que hay hongos que crecen y proliferan por encima y por debajo de esas temperaturas y que producen micotoxinas especialmente por debajo de esas temperaturas, como es el caso de la producción de zearalenona.

Que el sustrato sea amiláceo o bien oleaginoso es muy importante. Un sustrato amiláceo como son los cereales, con una humedad del 13% puede dar una actividad de agua de 0,65. En sustratos oleaginosos como la soya integral (20% de aceite) y el girasol integral (40% de aceite) y con esa misma humedad, la actividad de agua puede ser de 0,75 y de 0,85, respectivamente. Si el cereal tiene una humedad del 18%, la actividad de agua puede ser de 0,85 al igual que para una misma humedad en la soya integral. En cambio para

el girasol integral y con esa humedad, la actividad de agua puede llegar a valores de 0,95-1.

Un punto muy importante a tener en cuenta, es que, aunque se den ciertas condiciones adecuadas para la producción de micotoxinas, debe existir la cepa o cepas toxicogénicas específicas del hongo en cuestión. Sin embargo y aunque no exista esa cepa o cepas toxicogénicas, el hongo, en su crecimiento y proliferación alterará negativamente las características organolépticas del sustrato y disminuirá los nutrientes del mismo.

**AE:** **Coméntenos sobre las técnicas de muestreo y análisis (micotoxinas) existentes para granos y alimentos de uso pecuario?**

**AG:** El muestreo es de vital importancia para el análisis de hongos y de micotoxinas, la muestra o muestras del sustrato recogidas tienen que ser representativas de toda la masa alimentar, de lo contrario pueden darse lugar a falsas conclusiones e interpretaciones erradas de los resultados obtenidos en el análisis, no reflejando éstos la realidad de si hay o no contaminación significativa.

Existe un gran problema con las zonas de microflora (puntos calientes), que son diferentes zonas de la masa alimentar que ofrecen mejores condiciones (humedad, actividad de agua, temperatura, etc.) para el desarrollo de los hongos y posible formación de micotoxinas.

Todo ello provoca una irregular distribución de las micotoxinas en esa masa alimentar a lo que debemos añadir y muy importante, la forma inadecuada como muchísimas veces son recogidas las muestras para el análisis y en donde no se cumplen ni en lo más mínimo, las normas adecuadas para una correcta recogida de éstas.

Esa irregular distribución y esa mala recogida de muestras conduce a que muchas veces, tal como antes he dicho, los resultados del análisis de micotoxinas no dan una idea fiel de cual es exactamente la contaminación media del alimento en cuestión.

Un muestreo práctico y fácil de hacer cuando se trate de relacionar un problema en los animales con la contaminación con micotoxinas, consiste en la toma de muestras directamente del comedero y de varios puntos del mismo en un total de 2 kg por muestra y un mínimo de 5 muestras por comedero. Cada muestra de 2 kg se homogenizará y previo un cuarteo se recogerán porciones de cada cuarto hasta totalizar unos 500 g para el análisis en el laboratorio.

De todas formas para reducir o minimizar el riesgo de los problemas de muestreo hay que seguir unas rigurosas normas que están perfectamente publicadas, como las que cito a continuación:

*Verardi, G., and Isabelle De Froidmont-Görtz. (1995). Overview on Community Legislation in the field of Official Control of Mycotoxins in Feedingstuffs. Natural Toxins., vol.3, No.4: pp.248-256.*

*Coker, R.D., Nagler, M.J., Blunden, G., Sharkey, A.J., Defize, P.R., Derksen, G.B., and Whitaker, T.B. (1995). Design of Sampling Plans for Mycotoxins in Foods and Feeds. Natural Toxins., vol.3, No.4, pp.257-262.*

*Diario Oficial de la Unión Europea. Reglamento CE nº 401 del 23 de febrero de 2006 relativo a los métodos de muestreo y de análisis para el control oficial de las cantidades de micotoxinas en los productos alimentarios. Diario Oficial de la Unión Europea del 9 de marzo del 2006.*

*Diario Oficial de la Unión Europea. Reglamento CE nº 152 del 27 de Enero del 2009 que fija los métodos de muestreo y de análisis para los controles oficiales de los alimentos para animales. Boletín oficial de la Unión Europea del 26 de febrero del 2009.*

Con respecto a los métodos de análisis de micotoxinas, se recomienda el uso de los que utilizan la cromatografía líquida de alta resolución (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) con el uso previo de minicolumnas de inmunofinidad con anticuerpos monoclonales específicos de la micotoxina que se quiere analizar, o sin el uso previo de esas minicolumnas, o bien los que utilizan la cromatografía de líquidos-espectrometría de masas (LC-MS/MS). Esos métodos son muy fiables y precisos y tienen unos límites de detección y cuantificación muy bajos. De estos últimos hay algunos que permiten la multidetección de micotoxinas. Incluso existen otros todavía mejores que utilizan la cromatografía líquida de ultra resolución (Ultra High Performance Liquid Chromatography, UHPLC) o bien la combinación de ésta con la espectrometría de masas (UHPLC-MS/MS).

La principal ventaja a destacar de la UHPLC comparada con la HPLC, es que funciona a una presión más alta, con lo que la optimización en reactivos y tiempo es considerable.

Sin embargo y como sea que esos métodos no son todo lo rápidos que muchas veces se desearía y son caros, no estando al alcance de muchos laboratorios en la fábrica de alimentos balanceados, está muy en boga el uso de métodos de análisis de micotoxinas basados en ELISA (Enzyme Linked Immunosorbents Assay). Con los clásicos "Kits" de ELISA que utilizan anticuerpos policlonales se corre el riesgo de obtener resultados falsos positivos o una concentración de micotoxina superior a la que en realidad existe. Es por ese motivo que en esos casos es aconsejable repetir el análisis de la muestra utilizando uno de los métodos anteriormente mencionados. Hoy día existen "Kits" de ELISA que utilizan anticuerpos monoclonales y con ellos el riesgo mencionado anteriormente queda substancial y significativamente reducido.

En el análisis de micotoxinas hay que tener en cuenta el problema de las llamadas micotoxinas enmascaradas, tal como ocurre con la zearalenona (ZEN) y la vomitoxina o deoxinivalenol (DON). Con la glucosa del alimento, DON y ZEN forman complejos conjugados en el propio alimento, DON y ZEN glucósidos. Durante la digestión del alimento esos complejos se desdoblán (por hidrólisis) y se libera DON y ZEN originales. El problema de micotoxicosis se puede producir, sin embargo, los análisis de DON y ZEN en el alimento compuesto dan negativos o en menores concentraciones que las que hay en realidad, porque las micotoxinas están en forma de complejos conjugados y no en su forma original que es tal como se analizan.

Así pues, habría que analizar también DON y ZEN glucósidos (llamados vulgarmente micotoxinas enmascaradas). Normalmente lo que se hace es una hidrólisis previa del extracto de la muestra para liberar DON y ZEN, los cuales se suman al DON y ZEN no glucosidos. Si se quiere saber las concentraciones de DON y ZEN glucosidos, se hace primero el análisis con la hidrólisis y después sin la hidrólisis, procediendo posteriormente a la diferencia de resultados.

*"La principal ventaja a destacar de la UHPLC comparada con la HPLC, es que funciona a una presión más alta, con lo que la optimización en reactivos y tiempo es considerable".*

**AE:** Sobre el control de micotoxinas en las fábricas de piensos; qué nos podría mencionar sobre el crecimiento de hongos y la contaminación con micotoxinas en la fábrica y en oleaginosas - gramíneas (Soya y Maíz) que se utilizan para la elaboración de alimentos balanceados. Qué importancia tiene la implementación de un programa HACCP?

**AG:** La falta de higiene, limpieza y desinfección en la fábrica puede ocasionar el crecimiento masivo de hongos y la posible producción de micotoxinas caso de existir las cepas toxicogénicas. En la fábrica de alimentos balanceados (piensos) y a lo largo del proceso de fabricación de éstos, el polvo de las materias primas y de los piensos, se queda adherido a las paredes de los silos, transportadores, elevadores, tolvas, mezcladores, interior de las canalizaciones en especial los recodos y curvaturas de éstas. Este polvo puede proceder de materias primas contaminadas en mayor o menor grado, y por una falta de limpieza y desinfección periódica o bien porque algunas partes de la instalación de la fábrica son muy difíciles de limpiar, este polvo se queda allí adherido durante mucho tiempo.

En condiciones de humedad y temperatura adecuadas, el crecimiento de hongos y bacterias así como la producción de micotoxinas y procesos de autooxidación (enranciamiento) en las grasas, tiene lugar en el polvo acumulado diariamente. Todos estos procesos contaminan las materias primas al pasar por las canalizaciones e instalaciones de la fábrica (focos de contaminación) y consecuentemente originan una contaminación fúngica crónica y un proceso inductivo de autooxidación en la grasa del alimento final.

Uno de los factores principales anteriormente mencionados que tiene influencia en la producción de micotoxinas es la naturaleza del sustrato. La soya a la que se le ha extraído el aceite, denominada harina de soya, no es un sustrato muy favorable para la producción de micotoxinas, así pues y como un pequeño ejemplo, las cepas toxicogénicas NRRL3000, NRRL 2999 y NRRL 3145 del hongo *Aspergillus parasiticus* en condiciones óptimas de bioproducción de aflatoxinas, dieron en harina de soya unas concentraciones de 19; 2,8 y 0,06 ppm (mg/kg), respectivamente. Lo mismo ocurrió para la soya integral. En cambio en las mismas condiciones y en el maíz, las concentraciones fueron de 53; 47 y 5,50 ppm, respectivamente.

El maíz es un sustrato muy favorable para la producción de micotoxinas y hay que tenerlo muy en consideración. Las principales micotoxinas que contaminan el maíz son, las fumonisinas (en especial la fumonisina B1 y B2), la vomitoxina o deoxinivalenol, la zearalenona, la toxina T-2 y el diacetoxiscirpenol. Todas ellas producidas por cepas toxicogénicas de hongos del género *Fusarium* y las aflatoxinas (especialmente la aflatoxina B1) producidas por hongos del género *Aspergillus*, son también contaminantes del maíz.

Vemos pues la diferencia entre un sustrato como la soya que con muy poca frecuencia podrá aparecer contaminado, a diferencia de un sustrato como el maíz donde las contaminaciones pueden ser muy frecuentes.

Frente a todo lo mencionado anteriormente, la implementación de un programa HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) es de vital importancia y podríamos llamar obligatorio para minimizar el riesgo de peligros relacionados con la seguridad alimentaria y que en el caso de la pecuaria nos lleva a seguir un código de buenas prácticas en la fabricación de alimentos balanceados.

La FAO (ISSN 1014-2916. Estudio FAO Alimentación y Nutrición 73) diseñó y publicó un interesante y útil manual específico sobre

la aplicación del sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (APPCC) en la prevención y control de las micotoxinas. Ver Link: <http://www.fao.org/docrep/005/Y1390S/Y1390S00.HTM> El fichero en pdf, puede recogerse de: <http://www.rlc.fao.org/es/publicaciones/manual-aplicacion-appcc-prevencion-control-micotoxinas/>

**AE:** **Mencionando el control de micotoxinas en granja; cuáles son los factores atribuidos a la aparición y proliferación de hongos en granja, así como la contaminación con micotoxinas?. Cuáles son los efectos de las micotoxinas sobre la salud de los animales?. Podría mencionarnos algunas lesiones causadas por micotoxinas en avicultura?**

**AG:** Sin entrar en grandes detalles podríamos mencionar factores tales como, que el propio alimento compuesto ya entre contaminado en la granja o en el caso de los autoproductores, que el alimento final fabricado se contamine por causa de alguna o algunas materias primas que se reciban ya contaminadas. Que el alimento compuesto se almacene en silos sucios que tengan residuos de alimentos anteriores contaminados. Que se favorezca el crecimiento y proliferación de hongos y la posible bioproducción de micotoxinas porque haya infiltraciones de agua (cuando llueve) dentro de los silos donde se almacena el susodicho alimento. Que el silo no este preparado para minimizar el impacto negativo de las condensaciones de humedad indeseables (esencialmente en el interior de la paredes del silo) que pueden ocurrir a lo largo de las diferentes estaciones del año. Que entre alimento en los comederos que estén sucios y con residuos de alimentos anteriores contaminados. En general, la falta de higiene, limpieza y desinfección en el conjunto de las instalaciones de la granja, son factores que pueden ser un peligro para la aparición de hongos y la posible producción de micotoxinas.

**Debemos tener en cuenta que los hongos y las posibles cepas toxicogénicas de los mismos, invaden en cualquier lugar la masa alimentar en forma de esporas que aun no han crecido y proliferado. El aire y los insectos son excelentes transportadores y diseminadores de esporas. Estas esporas no tienen ninguna prisa en desarrollarse a no ser que se den las condiciones adecuadas para que así lo hagan, tal como anteriormente ya comenté.**



Intentaré responder de una forma breve a las otras dos preguntas. Sin embargo no estará de más que consulten mis artículos sobre micotoxinas y por supuesto todos los relacionados con la avicultura, publicados en [www.engormix.com](http://www.engormix.com) (sección: micotoxinas en español).

En general, las micotoxinas alteran negativamente algunos parámetros zootécnicos tales como, peso vivo y ganancia de peso vivo diaria, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia, crecimiento, reproducción, producción de huevos en gallinas, incubabilidad en gallinas reproductoras.

De una forma más concreta, la micotoxina aflatoxina B1, produce lesiones hepáticas graves en la avicultura ya que ella es hepatotóxica y tiene una gran actividad cancerígena, teratogénica y mutagénica. Esta micotoxina tiene una potente actividad inmunosupresora. Puede haber muertes y en gallinas reproductoras la incubabilidad resulta ser deficiente y se producen muertes de pollitos recién nacidos. La ocratoxina A es también inmunosupresora y nefrotóxica provocando lesiones renales aunque puede producir trastornos en el hígado dando lugar a una acumulación de glucógeno en los tejidos hepático y muscular. El buche, páncreas, hígado y riñones aparecen aumentados de tamaño y edematosos. El peso de la Bolsa de Fabricio disminuye. Se produce fragilidad ósea. Puede haber muertes y la pigmentación resulta deficiente.

La vomitoxina o deoxinivalenol provoca en gallinas ponedoras una disminución del peso del huevo y huevos blandos. En gallinas reproductoras, esta micotoxina provoca anomalías significativas en el desarrollo del pollito apareciendo pollitos débiles con atrasos en la formación ósea. Ella es inmunosupresora.

La toxina T-2 y el diacetoxiscirpenol son micotoxinas altamente inmunosupresoras, ellas son gastroentéricas. Producen diarreas, hemorragias de la mucosa epitelial del estomago e intestino, edemas, necrosis cutánea, destrucción de los tejidos hematopoyéticos, disminución de los glóbulos blancos y plaquetas circulantes, alteración del sistema nervioso, rechazo del alimento, lesiones necróticas en diferentes partes de la boca, úlceras de molleja, emplumes deficientes, incubabilidad deficiente, mortalidad, hematomas en hígado, aumento de los pesos relativos del bazo y páncreas, disminución del peso de la Bolsa de Fabricio y una degeneración patológica de las células de la médula ósea, nódulos linfáticos e intestino,

Todas estas micotoxinas son muy importantes y se deben tener muy en consideración en la avicultura. El efecto inmunosupresor deja al animal susceptible a la invasión de microorganismos patógenos que pueden provocar graves enfermedades. Se pueden producir fallos en los coccidiostáticos utilizados.

Varios de los problemas ocasionados por todas estas micotoxinas anteriormente mencionadas, son comunes a otras especies animales.

*No estará de más que consulten mis artículos sobre micotoxinas y por supuesto todos los relacionados con la avicultura, publicados en: [www.engormix.com](http://www.engormix.com) (sección: micotoxinas en español).*

**AE:** Es posible establecer estrategias para evaluar la eficacia de productos adsorbentes de micotoxinas en avicultura?

**AG:** Es perfectamente posible establecer protocolos para evaluar la eficacia de esos productos que llamaré en general Aditivos Anti-Micotoxinas (AAM). La susodicha evaluación debe hacerse “in vivo” y el estudio debe hacerse con 4 grupos de animales que serán alimentados de la siguiente forma:

*Grupo 1:* alimento compuesto control (no contaminado).

*Grupo 2:* alimento compuesto no contaminado + AAM en la dosis máxima indicada por el fabricante.

*Grupo 3:* alimento compuesto contaminado con la micotoxina específica para el ensayo y en una concentración lo suficientemente alta como para provocar graves problemas.

*Grupo 4:* alimento compuesto contaminado con la micotoxina específica para el ensayo y en una concentración lo suficientemente alta como para provocar graves problemas + AAM en la dosis máxima indicada por el fabricante.

Es muy importante resaltar que, el estudio de eficacia del AAM no solo se hará teniendo en cuenta las alteraciones en los parámetros zootécnicos sino también las alteraciones en otros parámetros, principalmente las producidas en órganos y sistemas funcionales del animal.

Brasil es un país pionero en la implementación de esos protocolos. Así pues, aconsejo que consulten mi artículo titulado “Brasil desafía a los Aditivos Anti-Micotoxinas” publicado en [www.engormix.com](http://www.engormix.com) (sección micotoxinas en español). Link: <http://www.engormix.com/MA-micotoxinas/articulos/aditivos-antimicotoxinas-t2730/p0.htm> O bien mi otro artículo también publicado en [www.engormix.com](http://www.engormix.com) (sección micotoxinas en español) y titulado “Micotoxicosis en pollos y gallinas. ¿Cuál es la mejor forma de combatir las?”. Link: <http://www.engormix.com/MA-avicultura/sanidad/articulos/micotoxicosis-pollos-gallinas-cual-t2970/p0.htm>

**AE:** Cuál es la incidencia de las aflatoxinas en avicultura?, Qué correlación existe con la contaminación conjunta con otras micotoxinas y con bacterias?

**AG:** No tengo suficientes datos concretos relativos a la incidencia de la contaminación con aflatoxinas en alimentos balanceados destinados a la avicultura, a nivel mundial. Sin embargo, tengo datos correspondientes al año 2011 sobre incidencias de contaminación con aflatoxinas, concretamente con aflatoxina B1, en diferentes materias primas y alimentos balanceados para varias especies animales en donde están incluidas las aves. Así pues y a modo de porcentaje de incidencia de contaminación indico que en Europa (Norte, Sur y Centro), las incidencias de contaminación variaron entre 1 y 14%, siendo la Europa del Norte la que presento menos incidencia. Destaco que en España y Portugal esas incidencias no superaron el 3%. En América del Norte y América Central, las incidencias fueron entre 15 y 25% y en América del Sur, variaron entre 40 y 55%. En Asia, fueron del 12 a 85%, siendo en el Norte de Asia donde se presentó un menor porcentaje de incidencias.

Las concentraciones máximas de contaminación en Europa estuvieron comprendidas entre 4 y 10 ppb (microgramos/kg). En América del Norte, fueron entre 500 y 950 ppb. En América del Sur, entre 300 y 540 ppb y en Asia, entre 4000 y 7500 ppb.

No existe ninguna correlación entre la mayor o menor incidencia de contaminación con aflatoxinas y la posible contaminación conjunta con otras micotoxinas y con bacterias, en el mismo sustrato.

Incluso y en el caso de las aflatoxinas, por el hecho de encontrar éstas como contaminantes no significa que tengan que existir conjuntamente contaminando el mismo alimento, otras micotoxinas producidas por hongos del género *Aspergillus*, como sería el caso de la ocratoxina A.

Sin embargo, esto no es exactamente así con algunas de las micotoxinas producidas por hongos del género *Fusarium*, tales como la vomitoxina o deoxinivalenol, la toxina T-2, el diacetoxiscirpenol, la zearalenona y las fumonisinas. Si se encuentra alguna de ellas contaminando el alimento, es muy probable que existan otras. Así pues, zearalenona y vomitoxina; toxina T-2 y diacetoxiscirpenol; suelen aparecer juntas contaminando el sustrato e incluso se pueden dar varias combinaciones de contaminación entre ellas.

Cabe la posibilidad de encontrarnos con contaminaciones con aflatoxinas y que también esté alguna de las otras (procedentes del hongo *Fusarium*) contaminando el sustrato en cuestión. En general, las contaminaciones conjuntas con micotoxinas conllevan al riesgo de los sinergismos y/o asociaciones que agravan las problemáticas inherentes a estos metabolitos tóxicos.

Las aves son muy resistentes a la zearalenona y bastante resistentes a las fumonisinas. Los pollos son resistentes a la vomitoxina o deoxinivalenol. Respecto a las fumonisinas en pollos hay algunas discrepancias entre los diferentes estudios efectuados al respecto. Es interesante consultar mi artículo titulado: *¿Es la fumonisina B1 una micotoxina importante en el mundo de los pollos? y publicado en [www.engormix.com](http://www.engormix.com) (sección micotoxinas en español)*. Link: <http://www.engormix.com/MA-avicultura/sanidad/articulos/fumonisina-micotoxina-importante-mundo-t4365/165-p0.htm> También hay discrepancias con respecto a la vomitoxina o deoxinivalenol en pollos.

**AE:** Qué importancia tiene el constante uso del laboratorio en la gestión de verificación de sustancias prohibidas en alimentación animal y/o micotoxinas? Cómo evadir contaminación por micotoxinas en alimentos balanceados y en avicultura?

**AG:** Creo que con los comentarios que ya efectué al respecto de la importancia de la implementación de los programas generales HACCP y los APPCC específicos para las micotoxinas, junto con los otros comentarios sobre técnicas de muestreo y análisis de micotoxinas, quedan respondidas estas preguntas. Como complemento y más información al respecto de la última pregunta, aconsejo que consulten mi artículo titulado “Micotoxicosis en pollos y gallinas. ¿Cuál es la mejor forma de combatir las?”, publicado en [www.engormix.com](http://www.engormix.com) (sección: micotoxinas en español). Link: <http://www.engormix.com/MA-avicultura/sanidad/articulos/micotoxicosis-pollos-gallinas-cual-t2970/p0.htm>

**AE:** Según su criterio, cuál es el impacto económico que sufre un productor avícola por la ocurrencia de micotoxinas en su pienso?

**AG:** “ Sin entrar en cálculos económicos y teniendo en consideración lo que anteriormente he referido acerca de los efectos indeseables de las micotoxinas en las aves, es evidente que las pérdidas económicas pueden tener un gran impacto a depender en más o en menos de la edad del ave (las aves jóvenes son más sensibles a las micotoxinas), del tipo de micotoxina, de la concentración de la micotoxina en el alimento, de la duración de la ingestión del alimento contaminado y de la grandeza de los efectos indeseables originados”.