

LAS MICOTOXINAS: PROBLEMA PERMANENTE

COMENTARIOS PRELIMINARES

Como toda industria moderna, la avicultura basa el rendimiento de su economía empresarial, en el rápido retorno del capital invertido. Este sistema sin embargo, ha dado lugar a la modificación de las prácticas tradicionales de crianza y, así, ahora es común y corriente explotar razas de sofisticada genética que busca la mayor y mejor producción, en el menor tiempo posible. Consecuencia de este procedimiento, es el paulatino y progresivo deterioro del vigor de rusticidad de los animales y aparición de una mayor susceptibilidad a las enfermedades, particularmente a las que se vinculan con una alimentación defectuosa. Por otro lado, la diversidad de factores estresantes que caracterizan a la industria avipecuaria de nuestros días, constituyen causas predisponentes y de directa responsabilidad en el debilitamiento de resistencias de los animales en producción.

Si trasladamos la situación a la industria productora de alimentos, encontramos un problema semejante, porque a pesar de su interés por contar con los mejores insumos para ofrecer la mejor calidad de alimento, éstos adolecen de contaminaciones de naturaleza física, química o biológica que deterioran su aptitud para garantizar una alimentación sana (Valdivia, 1996).

Son entonces variadas las causas que, tanto en los animales como en sus alimentos, crean la oportunidad para que los hongos se hagan presentes y elaboren sus toxinas estableciendo los cuadros de micotoxicosis.



Maíz con crecimiento secundario de Aspergillus flavus en área dañada por insectos

Son entonces variadas las causas que tanto en los animales como en sus alimentos, crean la oportunidad para que los hongos se hagan presentes y elaboren sus toxinas estableciendo los cuadros de micotoxicosis.

LOS HONGOS: EXIGENCIAS BIOLÓGICAS

Los hongos para sobrevivir han desarrollado características de adaptación a una serie de factores en diferentes habitats. Así la temperatura ideal para su crecimiento tiene valores promedio de 20 a 25° C; sin embargo, hay casos extremos como sucede con *Cladosporium herbarum* y *Fusarium moniliforme* que crecen a -6° C y -5° C respectivamente y, por otro lado, *Aspergillus fumigatus* y *Chaetomium* son capaces de desarrollarse a 50 y 62° C respectivamente (hongos termófilos).

La humedad es una exigencia muy importante para el crecimiento de los hongos. Se considera que en promedio los valores de humedad relativa ambiental, superiores a 70% son ideales y la humedad del grano sobre el cual han de vivir está en el orden del 15%.

Debido a que no tienen clorofila, están incapacitados para sintetizar materia orgánica utilizando luz solar, como fuente de energía. A causa de este fenómeno buscan un sustrato que contenga materia orgánica, sobre la cual desarrollarse; entonces necesitan fuentes de carbón orgánico, de nitrógeno, de vitaminas y de minerales, aparte de agua y oxígeno.

Hay que tener en cuenta que el crecimiento de los hongos es de tipo exponencial (logarítmico), en función del tiempo y el riesgo tóxico está en función del tipo y cantidad de micotoxina que pueda ingerir el animal (Valdivia, 1996). Adicionalmente y de acuerdo con Enriquez y Ramírez (1994), es importante destacar que el desarrollo de un hongo no necesariamente significa presencia de micotoxinas, ni la carencia del mismo conlleva a creer que no existe toxina ya que el hongo puede morir después de haberla producido.

LAS MICOTOXINAS

Se denominan micotoxinas a las sustancias tóxicas para los seres vivos que son elaboradas por ciertos hongos toxigénicos dentro de determinadas condiciones. Químicamente son

La humedad es una exigencia muy importante para el crecimiento de los hongos. Se considera que en promedio los valores de humedad relativa ambiental, superiores a 70% son ideales y la humedad del grano sobre el cual han de vivir está en el orden del 15%.

proteínas con diversos compuestos de alta actividad farmacológica. Las micotoxinas pueden ser de carácter exógeno o endógeno, según el lugar de su elaboración en el hongo.

TOXICOCINETICA

Una vez absorbida la micotoxina desde el tracto digestivo, llega al tejido hepático y produce las alteraciones fisiológicas e histológicas que se comentan más adelante. Su distribución en el organismo no tiene mayor información, especialmente en lo que concierne a su acumulación en algún tejido en particular. Se habla, sin embargo, que el límite permisible de la suma de aflatoxinas B1, B2, G1 y G2, es 10 mg/Kg ó 5mg/Kg para la aflatoxina B1 sola.

Los animales extremadamente susceptibles a las aflatoxinas, las biotransforman en el hígado constituyendo metabolitos que pueden resultar más tóxicos que las mismas aflatoxinas, mientras que aquellos animales menos susceptibles probablemente las metabolizan en menor grado (Zintzen, 1975).

Las aflatoxinas son probablemente excretadas con rapidez ya que dentro de las 24 horas de haber sido ingeridas, su nivel

FIGURA N° 1

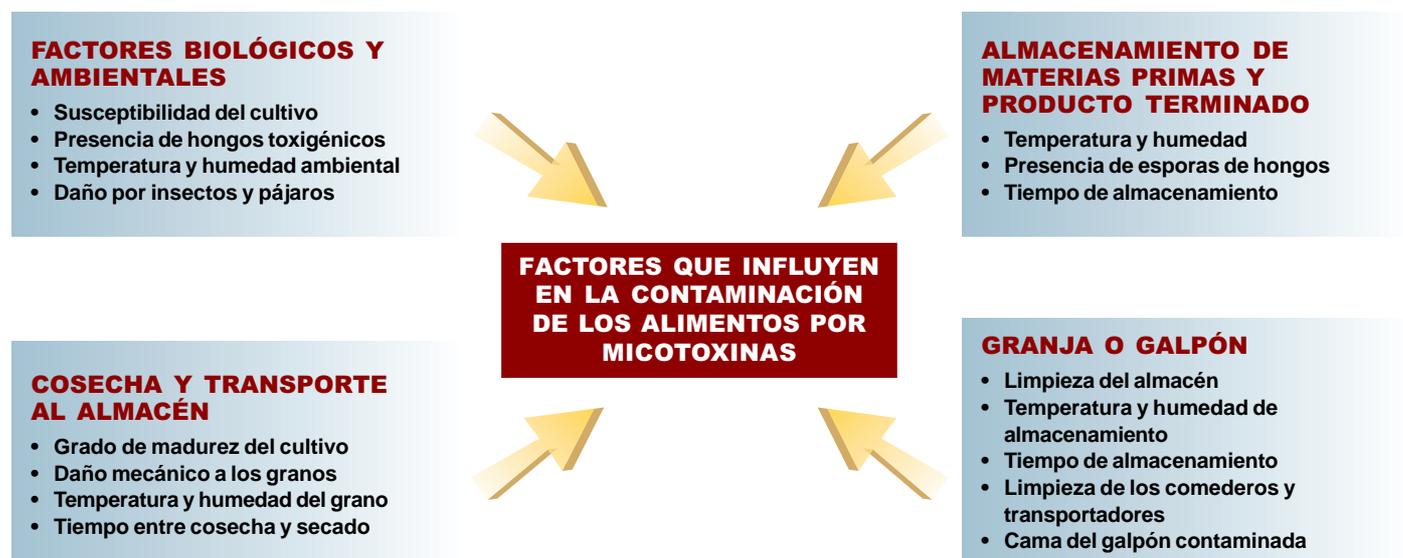


Tabla 1					
DL₅₀ DE LAS PRINCIPALES MICOTOXINAS PARA AVES (mg/Kg p.v.)					
		<u>Pollo</u>	<u>Pato</u>	<u>Pavo</u>	<u>Codorniz</u>
Aflatoxina	B1	6.3	0.5	0.95	—
	B2	-	1.7	-	—
	G1	-	0.7	-	—
	G2	-	3.5	-	—
Ocratoxina	A	3.45	0.45	5.9	16.5
T - 2		5.6	-	-	
Diacetoxycirpenol		3.8	-	-	—
Nivalenol		-	27	-	—
Zearalenona		15000	-	-	—

Fuente: Borrrell J. Micosis y Micotoxicosis en Avicultura. Pub.Cient. Laborat. Reveex S.A. 1989. Venezuela.

en el organismo desciende por debajo del límite de detección. Se sabe que para la eliminación, los riñones juegan un importante papel en el caso de aflatoxina G1. Por lo demás la eliminación por vía biliar que está en el orden del 70%, se interpreta como un medio de reabsorción.

Clifford y Rees (1967), citados por Zintzen, sugirieron que el mecanismo de acción de las aflatoxinas en el organismo toma la siguiente secuencia: a)- penetración a las células y sus núcleos, b)- combinación con el DNA, c)- reducción de la síntesis del RNA, especialmente del m-RNA, d)- en pocos minutos bloquean la proteosíntesis y a causa de la inhibición del m-RNA también se inhibe la mitosis, e)- la inhibición de la mitosis es seguida por la muerte celular.

LAS AFLATOXINAS

Representan el grupo de micotoxinas más conocido y estudiado hasta el presente. Aunque son principalmente producidas por *Aspergillus flavus*, también las elaboran otros *Aspergillus* y cepas de *Penicillium*. Las aflatoxinas son consideradas difuranocoumarinas y dentro de ellas las más importantes son la B1 y G1. Existen otros derivados de éstas, los cuales son por lo general productos metabólicos de las mismas y se conocen como M1, M2, B2A y G2A.

Las aflatoxinas son compuestos extremadamente tóxicos y carcinogénicos, especialmente la B1 que a su vez es la más frecuente y probablemente constituye el agente cancerígeno más potente que se conoce (su límite de tolerancia en el maíz es 20 ppb). Tienen un tropismo sobre el parénquima hepático en el que ocasionan daño celular al interrumpir la síntesis proteica y bloquear de esta manera la regeneración hepatocelular. Debido a la interrupción enzimática, la oxidación y fosforilación grasa no se lleva a cabo, dando lugar a una lipidosis hepática y, al mismo tiempo, una reacción de los conductos biliares ante el cuadro tóxico, que se denomina hiperplasia de los conductos biliares (Galván, 1992).

Como también las aflatoxinas alteran el metabolismo de los minerales y vitaminas, lo que corresponde al Ca y P se interpreta como causal de algunos problemas de patas y de fragilidad ósea, más aún por la relación que existe entre el

..... es importante destacar que el desarrollo de un hongo no necesariamente significa presencia de micotoxinas, ni la carencia del mismo conlleva a creer que no existe toxina ya que el hongo puede morir después de haberla producido.

metabolismo del Ca y el de la vitamina D. También se han reportado interferencias en el metabolismo del Fe y Cu. Por otro lado, Osuna (1991) refiere que las aflatoxinas afectan la producción de huevos no solamente en cantidad sino también en tamaño.

Por ser sustancias inmunosupresoras potentes, disminuyen la eficiencia fagocítica de las células de la serie blanca y macrófagos, atacando también al timo y a la bursa de Fabricio, con deficiente producción de linfocitos T y B con lo que se incrementa la susceptibilidad de los animales a diversas enfermedades.

LOS TRICOTECENOS

Son producidos por varias especies del género *Fusarium* especialmente, aunque otros géneros como *Myrothecium* y *Trichoderma*, también pueden elaborarlos.

El rechazo del alimento, tanto en aves como en los cerdos, es característica de estas micotoxinas, entre las que figuran como principales la T-2 toxina, la diacetoxycispenol (DAS), la dioxinilvalenol (DON) más conocida como vomitoxina y fusarenon-X.

Los efectos que ocasiona la T-2 toxina según Osuna (1991, 1994) pueden agruparse como de carácter alimenticio, dermal, coagulopatías y disfunción inmunológica. Por lo demás

se sabe que son potentes inhibidores de la síntesis proteica, con actividad inflamatoria e irritativa en los tejidos y lesiones en el pico. Se notan además posiciones anormales, episodios de excitación y emplume anormal.

Los estudios de Rafai y col. (1995) en cerdos, empleando varias concentraciones de T-2 toxina altamente purificada, demostraron un significativo decrecimiento de la cuenta leucocitaria, del porcentaje de linfocitos T y de la formación de anticuerpos, así como también transformación blastogénica de los linfocitos.

Por su parte Sala y Carrillo (1994) manifiestan que la toxicidad *in vivo* medida para T-2 toxina, sería equitóxica con DAS y ambas diez veces más potentes que DON.

ZEARALENONA

Producida por *Fusarium roseum* o *F. graminearum* y en forma experimental por *F. moniliforme*, se encuentra en cereales (avena, trigo, sorgo, maíz). Tiene efectos estrogénicos y es responsable de vulvovaginitis porcina, cuando el alimento contiene 1.5 ppm, causando al mismo tiempo edema y enrojecimiento de la vulva y de la mucosa vaginal, desarrollo de las mamas, aumento de tamaño de los cuernos uterinos y prolapso de recto y vagina en cerdos o de la cloaca en aves.

En opinión de Sala y Carrillo (1994) se presentan abortos e infertilidad tanto en cerdos machos como en hembras; en concentraciones de 1 a 2 ppm producen signos de estro y con 10 ppm, casi todas las marranas se afectan de anestro o celos tardíos.

OCRATOXINAS

Se presentan como derivados isocoumarínicos ligados a fenilalanina y se refiere a que son producidos por lo menos por siete especies de *Aspergillus* y seis especies de *Penicillium*, siendo dentro de ellos, los más importantes *Aspergillus ochraceus* y *Penicillium viridicatum*. De las 9 ocratoxinas, la A es considerada la más significativa por su toxicidad y frecuencia de presentación.

En la literatura científica (Osuna, 1991) se ha reportado interacciones de dos micotoxinas que pueden encontrarse simultáneamente como contaminantes de las materias primas y alimento terminado. Las interacciones pueden dar lugar a sinergismos, efectos aditivos o antagonismos. Un ejemplo basta, en el pollo de engorde la ocratoxina A tiene la capacidad de inhibir total o parcialmente la acumulación de lípidos hepáticos inducidos por aflatoxinas. Al combinar los efectos de aflatoxina y ocratoxina A en el pollo de engorde, se observa un aumento de la mortalidad y mayor caída del peso corporal.

Pasteiner (1994) por su parte informa sobre una reducción remarcable de las funciones hepáticas y renales. Indica además que en pollos de un día de edad el primer síntoma es la emaciación, deshidratación y enteritis catarral. En broilers que consumen dieta con ocratoxina A, se nota reducción de los valores hemáticos y anemia.

En cerdos son más determinantes las nefropatías, aunque el daño es más impactante en los recién destetados (edema perirrenal) lo cual conduce a ataxia, opistótomos, distensión de la pared abdominal o región paralumbar.



Aspecto macroscópico de las lesiones que ocasiona una aflatoxicosis aviar

FUMONISINAS

Son los metabolitos de *Fusarium moniliforme*, producidos principalmente en el maíz. En los porcinos dan lugar a edema pulmonar como condición letal subaguda. Se reportan también casos de necrosis pancreática y daño hepático, observados después de un lapso promedio de 4.4 días poscontaminación.

En los broilers, se manifiesta la intoxicación con pérdida de peso, diarrea, ascitis e hidropericardio, deficiente conversión alimenticia, ulceraciones orales. Ledoux (1992), citado por Lesson, da cuenta de alteraciones en los niveles de Ca sérico, colesterol y AST (aminotransferasa aspartato).

PREVENCION Y DETOXIFICACION

PREVENCION

Teniendo en consideración que la contaminación de los alimentos con micotoxinas es virtualmente inevitable, se ha tratado de poner en práctica algunas estrategias para minimizar los efectos adversos de estas toxinas en la salud humana y animal. Al respecto, Wyatt (1986) recomienda los análisis rutinarios de los insumos alimenticios, empleando “kits” como medio rápido y sensible para detectar oportunamente su contaminación por aflatoxinas. Este medio diagnóstico utiliza nueva tecnología basada en la producción de anticuerpos específicos que se ligan a las aflatoxinas; sin embargo es necesario contar con otro tipo de kits para micotoxinas diferentes a las mencionadas.

En otra de sus publicaciones, este mismo autor (1991) indica la procedencia de almacenar los alimentos o sus insumos con límites de humedad del 12 al 14% y en instalaciones limpias y secas. Sala y Carrillo (1994) insisten en el control de plagas de

vectores y en el uso de inhibidores de hongos (propionatos) resaltando además la importancia de reducir el tiempo de almacenamiento de los alimentos. Añaden a estos puntos de vista, la necesidad de identificar y eliminar las fuentes de contaminación y sobre todo, reducir el estrés mediante el aumento de la densidad de nutrientes en la ración.

Sobre el particular Wyatt (1993) señala la importancia del incremento de los niveles de proteína, energía y vitaminas en la dieta, para corregir las deficiencias nutritivas predisponentes a las toxicosis, evaluando siempre posibilidades económicas para determinar si esta medida es o no viable.

Desde otro punto de vista, Lesson (1995) propone el uso de antioxidantes naturales y sintéticos en la dieta para neutralizar los efectos adversos de la aflatoxina en las dietas para aves, junto a otras sustancias como vitaminas hidro y liposolubles, selenio, aminoácidos sulfurados, glutatión, inductores de enzimas microsómicas etc. En concordancia con Wyatt, considera que el incremento del nivel dietético de proteína cruda es considerado protector contra la aflatoxicosis. Aunque algunos de estos tratamientos han mostrado resultados positivos, en experimentos controlados, el impacto económico bajo condiciones de campo, necesitan cuidadoso estudio.

La prevención a través de la selección genética propuesta por Smith y Hamilton (1970), es también otra posibilidad según Lesson (1995) quien cita interesantes investigaciones al respecto utilizando cruces de razas New Hampshire con Leghorn. En ellas, la sensibilidad de los pollos resultantes de este cruce a la aflatoxina, no fue detectable por mucho tiempo. La selección para lograr resistencia genética se ha realizado reproduciendo a los sobrevivientes de una población que recibió dosis oral simple de aflatoxina, con alta mortalidad, a través de cinco generaciones.

DETOXIFICACION

En vista de no contar a la fecha con antimicotoxinas, como terapia específica, ni menos con una metodología adecuada que permita una aplicación práctica a nivel industrial, extensible a las diferentes micotoxinas, se han ensayado una serie de procedimientos para afrontar esta toxicosis, los cuales sin embargo tienen muchos inconvenientes, relacionados con la pérdida de la calidad de los insumos tratados y su efecto económico. Una idea resumida de estos procedimientos se presenta a continuación.

A) Procedimientos físicos:

a) Inactivación por calor.- La sensibilidad al calor depende de la clase de micotoxina y la duración del proceso de calentamiento, así como del contenido de agua del sustrato. Por lo general las micotoxinas son compuestos termoestables, especialmente los tricotecenos y dentro de ellos la vomitoxina que resulta ser la más estable al calor de todas las micotoxinas conocidas en opinión de El Banna y Scott (1983), citados por Sala y Carrillo.

Las aflatoxinas puras al estado libre en agua, son también muy estables al calor y de acuerdo con Park y Liang (1993), según lo referido por Lesson, tanto el hervido como el autoclavado y horneado solamente ocasionan muy pequeños cambios en la estructura de la micotoxina. Una excepción son

Para la inactivación de las micotoxinas se requieren temperaturas altas como 150°C por 30 minutos ó 100°C durante una hora en autoclave. Sin embargo, hasta ahora la sensibilidad de las micotoxinas al calor, bajo ciertas condiciones no es favorable en la práctica.

los alcaloides de la ergotoxina, que reducen su toxicidad durante el cocimiento del pan en un rango del 74 al 100% (Muller, 1989) citado por Pasteiner.

Para la inactivación de las micotoxinas se requieren temperaturas altas como 150°C por 30 minutos ó 100°C durante una hora en autoclave. Sin embargo, hasta ahora la sensibilidad de las micotoxinas al calor, bajo ciertas condiciones no es favorable en la práctica.

b) Irradiación ultravioleta.- Las aflatoxinas pueden ser destruidas en cierta magnitud por efecto de la radiación ultravioleta (UV) y luz solar intensa. Experiencias con maní contaminado con AFB1 así lo han demostrado (Park y Laing, 1993) citados por Lesson. Para el caso de la citrulina y ocratoxina A, se ha comprobado limitada descomposición según Pasteiner, en referencia los estudios de Neely y West (1972). La luz UV se aplica por 2 a 3 minutos para reducir los niveles de aflatoxina.

También el empleo de la radiación ionizante consigue este propósito, pero se necesitan dosis altas que deterioran la calidad de los nutrientes y así pierden aplicación práctica.

B) Procedimientos químicos:

a) Inactivación: Muchos productos químicos han sido probados para averiguar su habilidad de destruir a todas las micotoxinas. Se han empleado los ácidos propiónico e isobutírico, bases, óxidos, gases clorinados, ozono, sulfurdioxido, surfactantes como tergitol o lauryl éter y el amoniaco, entre otros. Sin embargo, pocos son aquellos que no dejan residuo o no merman el valor nutritivo del sustrato tratado.

Hay experiencias con peróxido de hidrógeno al 3%, ácido sulfúrico al 2% e hidróxido de sodio o de potasio al 1%. Los más usados sin embargo, son el carbonato sódico o cálcico y sobre todo los gases volátiles como el amoniaco y metilamina que pueden considerarse como los más efectivos.

En la aplicación industrial del amonio hay que tener en consideración una serie de requisitos como por ejemplo la duración del tratamiento, la temperatura y la humedad que deben adaptarse al grado de contaminación. Estos ajustes, en opinión de Pasteiner (1994) son caros y exigen precisión en las dosis de amoniaco, tanto que se hace necesario realizar estudios toxicológicos sobre esta materia. Se recomienda su uso al 1 ó 2% por considerarlo antagonico a la aflatoxina; situación análoga se tiene con la úrea.

En lo que concierne a la monometilamina, en combinación con hidróxido de calcio, se ha constatado cierta reducción en la concentración original de la micotoxina. El incremento de humedad en el pienso mejora la detoxificación de la T-2 toxina, DAS y zearalenona, de preferencia cuando es alto el grado de su contaminación.

La eficiencia de gases como óxido de etileno, se probó contra AFB1 a temperatura de 80°C, con reducción de la micotoxina, pero ella fue menor a 50°C y no tuvo efecto a 20°C según las investigaciones de Bohm y col., 1986 (Pasteiner, 1994).

b) Extracción y arrastre con solventes orgánicos: Esta metodología busca los mínimos efectos sobre el contenido de proteína y calidad nutricional del sustrato. Entre los solventes a usar se tiene etanol al 95%, acetona acuosa al 90%, isopropanol al 80%, hexano-etanol, hexano-metanol y hexano-acetona acuosa (Lesson, 1995). También se utilizan soluciones de bicarbonato de sodio al 1% y cloruro cálcico (Borrell, 1989). Los trabajos de Johnson y col (1986) comentados por Lesson (1994) evidencian una reducción de aflatoxinas del orden del 72 al 92% usando cloruro de metilo, en semillas de algodón.

C) Procedimientos bioquímicos:

La Adsorción: Mediante la incorporación de aditivos que no destruyen la micotoxina sino que actúan por fenómenos bioquímicos en la luz intestinal, se evita la absorción de estas toxinas y lógicamente su distribución a través del torrente circulatorio. Estos fenómenos conducen a la quelación de moléculas vía fuerzas electrostáticas o por formación de enlaces covalentes entre la micotoxina y el aditivo, de una manera irreversible y sin mayor efecto en la salud de las aves ni en su rendimiento. En teoría son eliminados completamente por las heces.

En base a la literatura científica de los últimos años (Wyatt, 1991) parece que los adsorbentes químicos se unen preferentemente a las aflatoxinas; no se ha aclarado la causa pero probablemente se deba a la singular relación entre la molécula de la aflatoxina y la estructura molecular del adsorbente químico. Se piensa que tal vez esta relación no esté presente en caso de las otras micotoxinas porque es distinta la naturaleza y la configuración molecular, en comparación con las aflatoxinas.

Aparentemente se han llevado a cabo muy pocos estudios para determinar si los adsorbentes químicos son capaces de unirse a otros componentes de la dieta tales como vitaminas, aminoácidos, etc. Sin embargo, si ocurriese esto a niveles detectables, sería lógico asumir que el uso de estos compuestos, algunas veces produciría una influencia negativa sobre el rendimiento de las aves y éste no ha sido el caso. Tanto en investigaciones de laboratorio como en el campo, el uso de adsorbentes químicos no se asoció a disminución del rendimiento y por tanto, se asume que no existe una unión significativa con nutrientes de la dieta.

Entre estos aditivos se tiene a materias naturales y sintéticas como carbón activado, polivinilpirrolidona, arcillas como aluminosilicatos (zeolitas, esmectitas-montmorillonita), magnesiosilicatos (atapulgita), dimethicona y ciertas grasas animales y vegetales (aceite de coco y girasol).

El carbón activado es el residuo de la destilación destructiva de la materia orgánica de origen vegetal. Es poroso, bajo en

Tanto en investigaciones de laboratorio como en el campo, el uso de adsorbentes químicos no se asoció a disminución del rendimiento y por tanto, se asume que no existe una unión significativa con nutrientes de la dieta.

contenido de cenizas y tiene una considerable superficie reactiva. Es un agente adsorptivo inespecífico, cuyo rendimiento depende de los procesos de su producción. Se utiliza en dosis de 1 a 3 g/Kg p.v para todas las especies domésticas.

En una investigación realizada por Jindal y col. (1994) se añadió carbón activado a razón de 200 ppm para una dieta de broilers que contenía 500 ppb de AFB1. Se encontró que era moderadamente eficaz en la reducción de los efectos negativos que se habrían producido en el peso corporal y consumo de alimento; mejoró también algunos valores bioquímicos en el suero sanguíneo tales como los niveles de Ca y P, proteínas totales, pero no el nivel de colesterol (Lesson, 1995).

Otros estudios *in vivo* (Grunkemeir, 1990) mencionados por Pasteiner, evidenciaron que con sólo el 10% de adición de carbón en la dieta, se puede reducir del 50 al 80% el contenido de ocratoxina A en los diferentes tejidos. Por tanto su empleo durante pequeños períodos puede considerarse positivo para tratar micotoxicosis aguda.

En lo que corresponde a la polivinilpirrolidona se sabe que es un homopolímero de alto peso molecular, soluble en agua y en todos los solventes orgánicos. Se la usa frecuentemente en la industria farmacéutica para la fabricación de tabletas desintegrables, por su alta capilaridad ya que como polímero que es, atrae con facilidad a las moléculas de agua. Para adsorber micotoxinas utilizan el mismo mecanismo de acción, aunque el grado de efectividad es bajo.

Las arcillas (zeolitas y esmectitas de origen volcánico) contienen minerales a base de aluminosilicatos; formando parte de una familia compleja, tienen singulares propiedades funcionales entre las que destacan su alta porosidad y variable intercambio catiónico con diversos puntos de actividad para la inmovilización de moléculas (Osuna, 1991).

Una de estas arcillas es la montmorillonita, del grupo de las esmectitas; tiene fuerte habilidad para la adsorción que es específica y depende del volumen de su capa de hidratación. Es un adsorbente económico y como los demás aluminosilicatos, posee la propiedad de ligarse en grado variable, con vitaminas u otros nutrientes, según la mayor o menor proporción de cada uno de sus cationes Ca y Na, localizados en sus estructuras interlaminares de sus estratos tetraédricos (Fig. 2). Allí circula el agua que es solvente de los cationes Ca y Na libres, ya mencionados, los cuales siempre están presentes, por lo que las montmorillonitas son aluminosilicatos hidratados (HSCAS).

Tabla 2		
Efecto del aluminosilicato y bentonita sódica sobre aflatoxicosis de broilers		
Aditivo (adsorbente)%	Aflatoxina ppm	Peso corporal a las 3 semanas (g)
0	0	652a
0	5	438e
HSCAS 0.5%	0	635ab
HSCAS 0.5%	5	518d
Bentonita sódica 0.5%	0	563a
Bentonita sódica 0.5%	5	575c

Los valores con diferentes exponentes son significativamente distintos ($p \leq 0.05$).

Aluminosilicato hidratado de sodio y calcio (HSCAS).

Fuente: Wyatt R.D. Adsorción de las micotoxinas de la dieta mediante compuestos químicos. *Avic. Prof.* 8(4):151-152,1991.

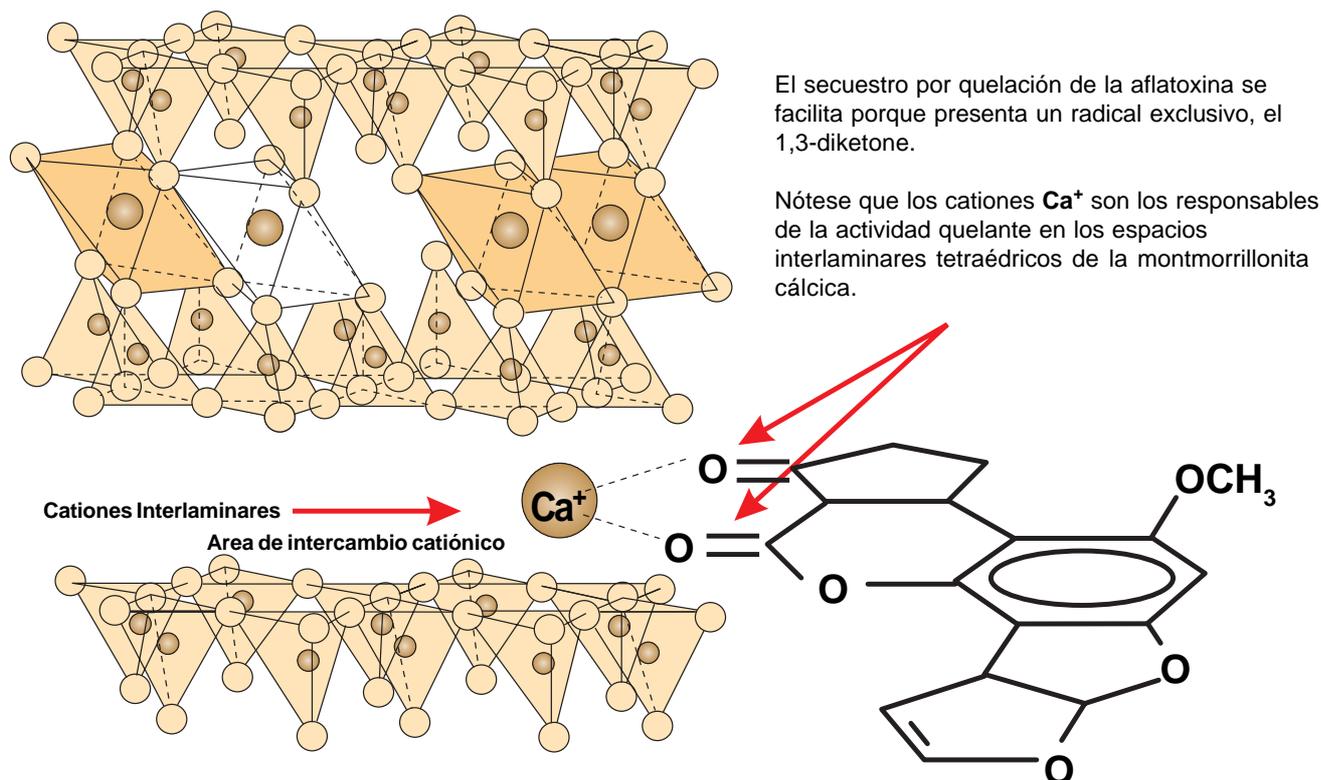
Cabe destacar el hecho de que con la tecnología moderna se dispone de especiales formulaciones comerciales de montmorrilonita (*) donde el inconveniente de ligarse a los nutrientes ha sido reducido considerablemente, tanto que no hay problema en las determinaciones analíticas cualitativas ni cuantitativas de los diversos aditivos alimenticios, ni menos interferencias en el aprovechamiento de la dieta.

Con respecto a los aluminosilicatos de calcio y sodio hidratados (HSCAS), Osuna (1991) refiere una serie de ensayos con estas sustancias, en distintas razas de aves y en diferentes edades, frente a dietas contaminadas con aflatoxinas tratadas radioactivamente. Las muestras respectivas, se examinaron en

el laboratorio para determinar el porcentaje de micotoxina libre, no adsorbida, y así conocer el grado de efectividad de los HSCAS.

Para el efecto se incubaron las muestras durante una hora y la interacción se determinó por centrifugación, tomando luego alícuotas del sobrenadante. Los resultados de estos estudios comprobaron la gran afinidad que tienen los HSCAS por las aflatoxinas (98.1%), fenómeno que impidió la baja de la ganancia de peso, producida por la adición de 7.5 ppm de aflatoxina y previno además la apariencia pálida y friable de los hígados expuestos a la aflatoxina. (Phillips, 1987, citado por Osuna,1991).

FIGURA N° 2
QUELACIÓN DE MICOTOXINAS (SECUESTRO) POR LA MONTMORRILLONITA



(*) ConditionAde es marca registrada de AGRISORBENTS [®], una División de Oil Dri Corporation of America; Distribuido por Ilender Corp.

D) Procedimientos biológicos:

Empleo de microorganismos que metabolizan a las micotoxinas. Es el caso de la degradación de aflatoxina B1 por *Corinebacterium rubrum*, *Aspergillusniger*, *Trichoderma viride* y *Mucor ambiguus* (Mann y Rehn, 1976) citados por Borrell.

CONCLUSIONES

Como se puede apreciar, son múltiples las investigaciones y experiencias con las cuales se ha demostrado el alto riesgo y considerable magnitud de las consecuencias que, sobre la salud y productividad animal, acarrea una alimentación contaminada con micotoxinas. Afrontar este problema es entonces un reto permanente para el avicultor, dadas las variadas circunstancias que promueven actualmente el establecimiento de micosis en los insumos alimenticios, con la subsecuente presencia de micotoxinas a niveles bastante peligrosos.

Dentro de esta perspectiva, no es ajeno al entendimiento común y corriente que una protección oportuna y adecuada del hígado de las aves, expuestas a esta agresión, debe ser prioritaria y cabal. Esto quiere decir que, a pesar de la instauración de programas de higiene, dieta balanceada y modernos sistemas de alimentación dentro de una granja, es indispensable apoyar el trabajo detoxificante del hígado mediante el uso de mejoradores de su eficiencia y de su productividad, logrando una evidente ganancia de peso y un índice de conversión destacable. En otras palabras, el empleo de un agente terapéutico, que reúna propiedades coleréticas, colagogas y lipotrópicas es lo más recomendable.

Con el mismo criterio y sin que esto signifique medida complementaria, sino de vital importancia, hay que tomar medidas para disminuir el riesgo de enfrentamiento a una micotoxicosis; para ello se requiere tratar oportunamente los insumos alimenticios con antimicóticos en los molinos. Como esta práctica tiene resultados relativos, generalmente relacionados con el manejo ulterior a su procesamiento, resalta la necesidad ineludible de emplear secuestrantes de micotoxinas, previa calificación y evaluación de los mismos, ya que como hemos visto anteriormente, son numerosos los tipos de micotoxinas que se hallan en los alimentos atentando contra la salud animal.

Por tanto, resulta muy provechoso utilizar secuestrantes del más amplio espectro posible y a su vez selectivos y específicos, para absorber las micotoxinas económicamente importantes. Además, deben tener poca o mínima interferencia con la absorción de los diversos nutrientes de la ración, para garantizar plenamente el verdadero objetivo de la alimentación. Desde este punto de vista, las nuevas bentonitas no expansibles, como la montmorrillonita cálcica, ofrecen las características antes indicadas que las distinguen ventajosamente de otras arcillas disponibles en el mercado.

BIBLIOGRAFIA

- Borrell J. Micosis y micotoxicosis en Avicultura. Pub.Cient. Laborat. Reveex S.A. Venezuela, 1989.
- Enriquez J y Ramírez H. *Micotoxicosis: innovaciones en diagnóstico.* Avic.Prof. 11(3): 109, 1994.
- Galván M. *Nosologías del síndrome hepático.* Mem. ANECA 89-95, 29 abr. 1992. Mexico.
- Lesson, Díaz Gy Summers JD. *Poultry Metabolic Disorders and Mycotoxins.* Univ. Books. Guelp, Ontario, 1995.
- Osuna O. *Micotoxinas: Problema de Salud Pública. Efectos en aves, Métodos de análisis y Nuevos Tratamientos.* MV Rev. Cienc. Vet. 7(2):2-8, 1991. Lima.
- Osuna O. *Tóxicos en los alimentos para aves.* Mem. ANECA 221-223, 1994. Mexico.
- Pasteiner S. *Mycotoxins in Animal Husbandry.* Pub Cient Biomin. 1994. Austria.
- Rafai P, Tuboly S, Bata A, Tilly P, Vanyi A, Papp Z, Jakab L y Turry E. *Effect of various levels of T-2 toxin in the immune system of growing pigs.* Vet Rec 136,511-514, Mayo 1995.
- Sala M. y Carrillo P. *Micotoxinas.* Rev. Nutric Anim. Apl. 6(32): 22-34, 1994. Bs. Aires.
- Valdivia R. *Producción de alimentos balanceados para aves. Curso Tecn de Produc. Alim. para Anim. Col Med. Vet. Perú 18-19 Jul. 1996. Lima.*
- Wyatt RD. *Micotoxicosis of poultry. Successful prevention and control.* Proc. Coban Tech .Seminar. Elanco Prod. Co. 1986.
- Wyatt RD. *Formas Prácticas para disminuir exitosamente las pérdidas por micotoxicosis. I.-Aflatoxicosis.* Avic. Prof. 11(2): 64-67, 1993.
- Wyatt RD. *Manejo de las Toxicosis con tricotecenos. II Parte.* Avic. Prof. 11(2):132-135, 1994.
- Zintzen H. *El Problema de las Aflatoxinas.* Pub.Cient. Roche Int. Mayo 1975, Montevideo.



Corporation of America

Argentina Arenales 2432 Nro. 1º 7º Buenos Aires Telefax (54 1) 825 4715	Bolivia Mayor Rocha # 0-01-30 Cochabamba Telefax (591 42) 82310 Calle Tarija 620 Santa Cruz Telefax (591 3) 366628	Brasil Rua Eduardo Edarge Badaro 1074 Campinas-SP CEP 13063-140 Sao Paulo, SP Tel. (55 19) 243 5260	Colombia Transversal 57A Nº 99 A-77 Barrio Pontevedra Santa Fe de Bogotá Telefax(57 1) 253 0744	Chile Marchant Pereira 1151 Providencia, Santiago Telefax (56 2) 204 0634	Perú Calle Dos Nº 199 Urb. Córpac San Isidro, Lima 27 Tel. (51 1) 224 8006 Fax. (51 1) 224 1599 Av. América Norte 2131 1er. piso Urb. Las Quintanas, Trujillo Telefax (044) 231697	USA 3200 Beechleaf Court, Suite 100, Raleigh NC 27604 Tel. (919) 217 4407	Venezuela Calle Los Caobos c/c Aragua Quinta Patricia Urb. La Floresta Edo. Aragua, Maracay Telefax (58 43) 411603
---	---	---	---	--	---	---	---