

# IMPORTANCIA Y CONTROL PREVENTIVO DE LA AFLATOXICOSIS AVIAR

Marcelino J. Aranibar\*

## RESUMEN

Las micotoxinas son producidas en el metabolismo de los hongos y causan importantes problemas en la producción animal así como pérdidas económicas, sanitarias y comerciales. Se pueden encontrar en las materias primas que consumen los animales, en los productos de los animales (carne, huevos y leche) y por lo tanto ser consumidas por el hombre, constituyéndose de esta forma en un problema de salud pública y de salud animal. La más importante es la aflatoxina, debido a que es absorbida en el intestino y causa lesiones hepáticas, renales y al sistema inmunológico. Las micotoxicosis agudas son raras, sin embargo las crónicas son más frecuentes y provocan reducción en la eficiencia productiva. Una de las formas de control de la micotoxicosis, es la de adicionar arcillas al alimento contaminado para secuestrar ciertas micotoxinas y debe ser lo más rápido posible, de tal forma que, cuando pasan por el tubo digestivo no sean absorbidas. En el altiplano peruano, existen yacimientos de arcilla 3A-T (Acora, Asillo, Azangaro y Tiquillaca) que pertenece al grupo de las esmectitas y que ha sido consumida por los pobladores andinos con la finalidad de disminuir el sabor amargo de la papas nativas y como medicina popular para el tratamiento de úlceras gástricas y diarreas. Recientemente se han realizado estudios físico-químicos de la arcilla los mismos que indican que se trata de una esmectita de alta pureza y con presencia de enlaces no saturados en su estructura, lo cual hace que tenga mucha afinidad por moléculas polares como el agua y las toxinas. También se realizaron experimentos para demostrar su capacidad secuestrante *in vitro* y en pollitos que consumen alimentos contaminados con aflatoxinas, observándose resultados satisfactorios. Se concluye que la aflatoxicosis es un problema importante en la avicultura comercial y que la inclusión de 0.05 % de arcilla 3A-T en raciones contaminadas puede ser una alternativa en el control de la aflatoxicosis aviar.

**Palabras clave:** micotoxicosis, aflatoxina, pollos, secuestrantes, arcillas y esmectita.

## INTRODUCCION

Las micotoxinas son producto del metabolismo de los hongos y pueden causar importantes problemas en la producción de aves, cerdos y rumiantes, así como pérdidas económicas, sanitarias y comerciales. También se pueden encontrar en los productos de los animales (carne, huevos y leche) y de esta forma son consumidas por el hombre (Mallmann y Dilkin, 2003), por lo que las micotoxicosis no solamente representan un problema de salud animal sino también de salud pública.

Las micotoxinas son producidas por una gran variedad de hongos como los *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus* (aflatoxinas), *A. ocraceus*, *Penicillium viridicatum* y *Penicillium cyclopium* (ocratoxinas), *F. graminearum* y *F. roseum* (Zearalenona), *F. moniliforme* (fumosinas), entre otros. Sin embargo, la más común es la aflatoxina que presenta 18 tipos, siendo la B1 la más tóxica en animales y humanos, le siguen algunas como la G1, B2 y G2. La aflatoxina se forma cuando los hongos tienen ciertas condiciones favorables de temperatura y humedad y además un excelente sustrato como son los granos de maíz rotos. Durante el almacenado y transporte del grano de maíz con niveles mayores a 15% de humedad se pueden producir importantes cantidades de toxina. La aflatoxina también se puede aislar desde subproductos, tortas y harinas de oleaginosas y en alimentos para humanos como frutos secos, leche y derivados y de bebidas obtenidas por fermentación como la cerveza y el vino.

La aflatoxina es importante debido a que puede ser absorbida por el tubo digestivo y causar lesiones intestinales, hepáticas, renales y al sistema inmunológico, y como consecuencia disminuir la utilización de nutrientes y empeorar la producción. Las micotoxicosis agudas son raras, mientras que las crónicas son más frecuentes y ocurren cuando existe un consumo de dosis moderadas de micotoxinas y los animales presentan reducción en la eficiencia productiva (Mallmann y Dilkin, 2003).

Las aflatoxinas producen a corto plazo efectos hepatotóxicos e hiperplasia en los conductos biliares así como lesiones renales, mientras que a largo plazo

---

\* Universidad Nacional del Altiplano. Avenida El Ejercito, 329 Puno - Perú  
E-mail: ararmajo@unap.edu.pe

poseen capacidad inmunodepresora, cancerígena, teratogénica y mutagénica.

### SUSCEPTIBILIDAD

Existen muchos factores que influyen en la mayor o menor susceptibilidad, por ejemplo los pollitos de carne son más susceptibles durante la primera semana de edad y los pollos de machos son más susceptibles que las hembras.

En explotaciones comerciales, los pollos presentan disminución en el rendimiento productivo a la edad de mercado cuando reciben 2.5 ppm de aflatoxina durante la primera semana de vida, mientras que se necesitara 5.0 ppm para causar los mismos efectos cuando los pollos reciben aflatoxinas después de las dos primeras semanas de edad.

Una situación importante a considerar es el periodo en el que reciben aflatoxinas los pollos, así cuando el tiempo de intoxicación es 7 días será necesaria una mayor concentración de micotoxina (5.0 ppm) en el alimento para observar detrimento de los parámetros productivos, mientras que cuando los pollos consumen durante 7 semanas será suficiente niveles más bajos (0.5 ppm) para observar problemas productivos.

Un factor concomitante que produce la aflatoxicosis, es que las aves incrementan la susceptibilidad a otras enfermedades (coccidiosis, salmonelosis, etc.) y también se observa pobre respuesta inmune después de las vacunaciones, lo cual provoca reducción en el rendimiento productivo y mayor mortalidad.

Otro factor no menos importante a tener en cuenta son los efectos que se producen en situaciones de campo, cuando ocurre la acción combinada de dos o más micotoxinas en el alimento, ya que en estos casos puede existir sinergismo en el efecto producido por las toxinas individuales (Huff *et al.*, 1984; Kubena *et al.*, 1994).

### CONTROL

Respecto a las alternativas de control de la aflatoxicosis tenemos que anteriormente se realizaba la remoción del alimento contaminado, la dilución del alimento problema, el incremento de la energía y proteína de la ración. Sin embargo, actualmente se utilizan absorbentes como las bentonitas, aluminosilicatos, zeolitas, etc. y productos enzimáticos. De todas las formas de control utilizadas para reducir los efectos económicos de los alimentos contaminados con aflatoxinas, la forma más práctica y de costo efectivo es la adición de absorbentes al alimento contaminado (Bailey *et al.*, 2006) para secuestrar ciertas micotoxinas y debe ser lo más rápido

posible, de tal forma que, cuando pasan por el tubo digestivo no sean absorbidas las toxinas (Castaing, 1998).

Por otro lado, en el altiplano peruano, existen yacimientos de arcilla 3A-T (Acora, Asillo, Azangaro y Tiquillaca) que ha sido clasificada como montmorillonita (Cruz, 1998) y que presenta intercambio iónico, con lo cual es posible ablandar el agua parcialmente (Aparicio, 2002). Los reportes indican que durante mucho tiempo, la arcilla 3A-T ha sido consumida por los pobladores con la finalidad de disminuir el sabor amargo de la papas nativas y como medicina para el tratamiento de úlceras gástricas y diarreas (Malpica, 1970; Frisancho, 1988; Valdizán y Maldonado, 1992). También produjo efecto citoprotector en ratas con lesiones en la mucosa gástrica (Pascual y Villanueva, 1993).

Es probable que en un inicio el poblador andino haya visto primero a los animales realizar la geofagia y que muy probablemente el consumo humano se haya iniciado con el periodo de domesticación de las papas. En el altiplano peruano aun existe gran variedad de papas silvestres (resistentes al frío) que tienen glucoalcaloides (sabor amargo) que no son destruidos por la cocción y por eso estas variedades de papas solo son utilizadas para elaborar chuño (forma ancestral de conservación de las papas).

Recientemente, García, *et al.* (2006) indican que la arcilla 3A-T presenta capacidad para atrapar moléculas orgánicas, por lo que podría ser utilizada como secuestrante de micotoxinas. La arcilla 3A-T esta formada por partículas muy pequeñas (< 1 µm) y presenta una superficie BET<sup>1</sup> de 81 m<sup>2</sup>/g (superficie externa: 61 m<sup>2</sup>/g y superficie de microporos: 20 m<sup>2</sup>/g) y tiene estructura laminar con pasajes internos entre las laminas, lo que permite que los compuestos nocivos puedan ser atrapados también en su estructura interna, aumentando grandemente de esta forma su capacidad adsorbente. Sin embargo, algunos estudios afirman que las arcillas así como atrapan toxinas también podrían atrapar los minerales y vitaminas que se adicionan a la ración y de esta forma podrían disminuir el rendimiento productivo de los animales. Frente a esta situación el estudio de la eficacia de las arcillas no solo debe considerar su capacidad secuestrante *in vitro* sino también con pruebas biológicas.

### SECUESTRANTES

En el mercado existen varios productos absorbentes que son utilizados en la alimentación animal cuyos

<sup>1</sup> Superficie total

costos y resultados son variables. Dentro de estos existen algunas zeolitas como la clinoptilolita que puede adsorber además de enterotoxinas y fitotoxinas, agua, amoníaco y algunos metales pesados (Mumpton, 1999). En este sentido, es importante considerar nuevas alternativas en el control de la aflatoxicosis utilizando arcillas disponibles y a más bajo costo. Para que las arcillas tengan capacidad absorbente y puedan retener las moléculas orgánicas, deben tener alta capacidad de intercambio catiónico, amplia superficie de las partículas de arcilla y el tamaño del poro entre sus láminas.

Estudios recientes realizados por García *et al.* (2006) indican que la arcilla 3A-T (figura 1) es una esmectita dioctaédrica de alta pureza del tipo beidellita ( $\text{Si}_{7,45} \text{Al}_{0,55}$ ) ( $\text{Al}_{2,54} \text{Fe}^{3+}_{0,92} \text{Mg}_{0,64} \text{Ti}_{0,04}$ )  $\text{Ca}_{0,18} \text{K}_{0,19} \text{Na}_{0,13}$ ). Asimismo, presenta una isoterma del tipo II de la clasificación de la IUPAC y se caracteriza por no presentar adsorción límite en presiones relativas próximas a la unidad o sea presenta un importante ciclo de histéresis debido a la condensación capilar en los poros que aparecen entre las distintas partículas laminares que componen la esmectita entre sí y a los correspondientes a los fragmentos de diatómeas (figura 2). Además, el pequeño tamaño de partícula y la delaminación o desorden en la dirección de apilamiento de las láminas son los responsables de la, relativamente, alta superficie externa que presenta. La capacidad de adsorción de distintas moléculas orgánicas (poder secuestrante) en esta arcilla estará relacionada con la elevada superficie externa que da lugar a numerosos bordes de partícula con abundantes enlaces rotos y, por tanto, centros activos y al gran número de centros ácido tipo Brønsted que esta esmectita tiene debido a su elevada carga tetraédrica. Estas propiedades de la arcilla chacko hace que tenga mucha afinidad por moléculas polares como el agua y las toxinas.

Con la finalidad de determinar la capacidad secuestrante de la arcilla 3A-T, se realizaron tres experimentos en la Facultad de Veterinaria de la Universidad Nacional del Altiplano. En el primer experimento se determinó la capacidad secuestrante *in vitro* de la arcilla 3A-T, para ello se cultivó el hongo *Aspergillus flavus* aislado desde una muestra de maíz amarillo duro contaminado con aflatoxinas. El hongo aislado fue sembrado en maíz amarillo duro partido (figura 3) bajo condiciones de temperatura y humedad requerido por el hongo (Dilkin *et al.*, 2002). En una mezcladora de alta velocidad se juntaron 50 g de maíz amarillo molido contaminado con aflatoxinas mas 0.0, 0.5, 1.0 ó 1.5 % de arcilla en 250 ml de una solución de metanol al 75% (Método USDA/GIPSA) y luego el sobrenadante fue analizado mediante la Prueba de ELISA (Veratox® AST, Neogen Corporation, USA). La capacidad secuestrante de la arcilla se determinó por

la disminución de la aflatoxina en el sobrenadante o sea determinación de la toxina libre. Los resultados mostraron que a medida que se incrementó el nivel de arcilla disminuyó la cantidad de aflatoxinas significativamente ( $P < 0.05$ ). Estos hallazgos nos indican que la arcilla 3A-T presenta capacidad de secuestrante de micotoxinas, lo cual es concordante con los resultados obtenidos para las características físico-químicas por García *et al.* (2006).

El segundo experimento fue realizado para determinar el efecto de la inclusión de la arcilla 3A-T sobre los parámetros productivos de 400 pollos machos de la Línea comercial Cobb-500 de un día de edad, distribuidos en 5 tratamientos (control, 10 ppb de aflatoxina B1 + 40 ppb de ocratoxina A con 0.00, 0.25, 0.50 ó 0.75% de arcilla) con 8 repeticiones y 10 animales alojados conjuntamente por réplica. Todos los animales consumieron raciones isoprotéicas e isocalóricas durante el experimento. Los parámetros productivos como consumo de alimento, peso vivo, conversión alimenticia y mortalidad, no fueron afectados negativamente por el contenido de micotoxinas en el alimento ( $P > 0.05$ ), esta ausencia de diferencias se debió principalmente a los bajos niveles de micotoxinas en el alimento, aun cuando algunos investigadores (Kubena *et al.*, 1990 y Kubena *et al.*, 1994) han observado una interacción sinérgica entre micotoxinas. Sin embargo, estos resultados indican que la adición de arcilla chacko en niveles de hasta 0.75 % en la ración no afectan negativamente el rendimiento productivo del pollo de carne. Los resultados sugieren que la arcilla 3A-T puede adicionarse a la ración a los mismos niveles recomendados para las arcillas comerciales (0.25 a 0.50 %), sin que afecte a los parámetros productivos.

Un tercer experimento fue realizado para determinar la capacidad secuestrante de la arcilla 3A-T en alimentos contaminados con aflatoxinas y consumidos por pollitos de puesta. 240 pollitos fueron distribuidos en 4 tratamientos (control, 4.0 ppm de aflatoxina A con 0.00, 0.50 ó 1.00 % de arcilla) y 6 réplicas de 10 pollitos cada una por tratamiento. Todos los animales consumieron raciones isoprotéicas e isocalóricas durante el experimento. Los pollitos del tratamiento con aflatoxinas y sin la adición de arcilla presentaron menor rendimiento productivo con incremento en la mortalidad a los 21 d, además las heces fueron más acuosas (figura 4) que los pollitos de los otros tratamientos durante la primera semana de vida ( $P < 0.05$ ). También el peso relativo del hígado y las lesiones hepáticas en los conductos hepatobiliares fueron mas manifiestos en los pollos que consumieron raciones con aflatoxinas a los 7, 14 y 21 d de edad ( $P < 0.05$ ). Respecto a la comparación entre el tratamiento control y los tratamientos con 4.0 ppm de aflatoxina mas la inclusión de 0.5 ó 1.0 % de

arcilla no hubo diferencias en ninguna de las variables estudiadas. Estos resultados también sugieren que la arcilla 3A-T presenta capacidad secuestrante de aflatoxinas, ya que existe un alivio en el detrimento del rendimiento productivo de los pollitos que consumen alimentos contaminados. Concordante con estos resultados Bailey *et al.* (2006) mencionan que la arcilla montmorillonita incluida en un 0.5% de la ración tiene una gran capacidad para proteger a los pollos de carne que consumen alimentos contaminados con aflatoxinas.

Los resultados obtenidos de las investigaciones indican que la capacidad de adsorción de distintas moléculas orgánicas de la arcilla 3A-T esta relacionado a la elevada superficie externa con abundantes enlaces rotos que son los centros activos atrapadores y a su elevada carga eléctrica.

Las proyecciones del uso de la arcilla 3A-T en la alimentación animal son grandes, ya que en general las arcillas pueden aumentar la digestibilidad de los nutrientes mediante una reducción de la velocidad de tránsito intestinal, protegen la mucosa y previenen las diarreas, reducen la acidosis ruminal en vacunos, disminuyen la producción de huevos sucios y mejoran la calidad del granulo (peletizado) con lo cual se mantiene la calidad del agua y se reduce el impacto ambiental.

Finalmente, podemos indicar que los problemas micotóxicos son más importantes en países importadores de grano, ya que generalmente recibimos maíces importados de mala calidad, lo cual ha puesto al Perú como uno de los mercados más importantes en secuestrantes de micotoxinas (arcillas, bentonitas, glucomanos, etc). En este sentido, la actividad de la arcilla 3A-T puede aun ser mejorada mediante procedimientos de purificación y podrían utilizarse en la alimentación animal para evitar el descenso en la productividad provocada por la presencia de micotoxinas.

#### Agradecimientos:

El autor agradece el financiamiento del Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología- CONCYTEC-Perú (Proyecto PROCYT 138-2006) para la realización de la presente investigación.

#### REFERENCIAS

Aparicio, A.W., 2002. Determinación de la capacidad de absorción del chacko aplicado a la extracción de cationes metálicos. Tesis de Magíster. EPG - UNAP. Perú.

Bayley, C.A., G.W. Latimer, A.C. Barr, W.L. Wigle, A.U. Haq, J.E. Balthrop y L.F. Kubena, 2006. Efficacy of Montmorillonite Clay (NovaSil PLUS) for Protecting Full-Term Broilers from Aflatoxicosis. J. Appl. Poult. Res. 15:198-206.

Castaing, J., 1998. Uso de las arcillas en la alimentación animal. XVI Curso de Especialización: Avances en nutrición y alimentación animal. FEDNA. España.

Cruz, P., 1998. Caracterización Físico - Química de una arcilla montmorillonita (chacko) y su elevación como absorbente. Universidad Nacional de San Agustín. Perú.

Dilkin, P., C.A. Mallmann, C.A. Almeida, E.B. Stefanon, F.Z. Fontana y E.L. Milbradt, 2002. Production of fumosin by strains of *Fusarium moniliforme* according to temperatura, moisture and growth period. Brazilian J. of Microbiology, 33:111-116.

Frisancho, P. D., 1988. Medicina Indígena y Popular. III Edición. Editorial los Andes. Lima - Perú.

García, R.E., M. Suárez y M.J. Aranibar, 2006. Arcilla chacko en alimentación animal. XXVI Reunión de la Sociedad Española de Mineralogía (SEM) y XX Reunión de la Sociedad Española de Arcillas (SEA). Oviedo-España.

Huff, W.E., J.A. Doerr, C.J. Wabeck, G.W. Chaloupa, J.D. May y J.W. Merkley, 1984. The individual and combined effects of aflatoxin and ochratoxin A on various processing parameters of broiler chickens. Poultry Sci. 63:2153-2161.

Kubena, L.F., R.B. Harvey, W.E. Huff, D.E. Corrier, T.D. Phillips y G.E. Rottinghaus, 1990. Efficacy of a Hydrated Sodium Calcium Aluminosilicate to reduce the toxicity of aflatoxin and T-2 toxin. Poultry Sci. 69:1078-1086.

Kubena, L.F., R.B. Harvey, T.S. Edrington y G.E. Rottinghaus, 1994. Influence of ochratoxin A and diacetoxyscirpenol singly and in combination on broiler chickens. Poultry Sci. 73:408-415.

Mallmann, C.A. y P. Dilkin, 2003. Micotoxinas y micotóxicosis. Laboratorio de Análisis Micotoxicológicas. Dpto. de Medicina Veterinaria preventiva. Universidad Federal de Santa Maria. Brasil.



Malpica, C., 1970. Crónica del Hambre en el Perú. II Edición. Editorial Moncloa Campodónico. Lima-Perú.

Mumpton, F.A., 1999. Uses of Natural Zeolitas in Agriculture and Industry. Proceeding of the National Academy of Science. USA.

Pascual, M.E., y R.H. Villanueva, 1993. Efecto Citoprotector del Chacko sobre la Mucosa Gástrica en Ratas Albinas Sometidas a Estrés por restricción Hipotérmica. Tesis pregrado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima-Perú.

Valdizán, H., y A. Maldonado, 1922. La medicina popular peruana (contribución al Folklore Médico del Perú). Tomo III. Imprenta Torres Aguirre. Lima-Perú.



Fig. 3. Desarrollo del *Aspergillus flavus* cultivado en maíz amarillo usado para la preparación de las dietas experimentales.a

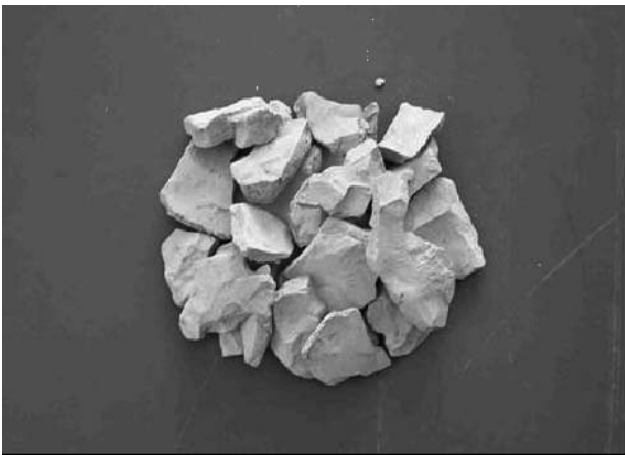


Fig. 1. La arcilla 3A-T en su estado natural después ser secada al medio ambiente.

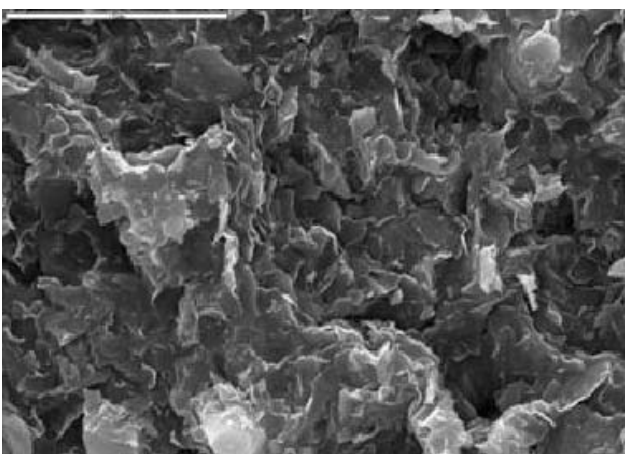


Fig. 2. Aspecto general de la arcilla 3A-T vista con microscopio electrónico de Barrido. Escala: 5  $\mu$ m.



Fig. 4. Experimento 3, se observa diarrea en los pollitos que consumen 4 ppm de aflatoxina sin arcilla (A) y heces más consistentes en los pollitos que consumen 4 ppm de aflatoxina con arcilla 3A-T (B).