

## Eficacia de aditivos antimicotoxinas en pollos consumiendo raciones naturalmente contaminadas

*Effect of inclusion of anti-mycotoxin additives in naturally contaminated diets fed to broilers*

**Mosca<sup>1</sup>, V. y Marichal<sup>2</sup>, M. de J.**

Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay  
Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

---

### Resumen

En pollos parrilleros (n=160) se evaluó el efecto de incluir aditivos anti-micotoxinas (AAM) en raciones naturalmente contaminadas, sobre parámetros serológicos y hematológicos. En dos experimentos se evaluaron dos raciones: ración 1 con 6 ppb de aflatoxina y 4,5 ppm de fumonisina, y ración 2 con 500 ppb de zearalenona, 500 ppb de DON y 1,2 ppm de fumonisina. Cada ración se combinó con aluminosilicato de sodio y calcio hidratado (HSCAS), glucomanos esterificados (EGM) o aditivo multimodular (MM), recibiendo un grupo de aves (en cada experimento) ración sin AAM. A los 21 días se extrajo sangre determinándose lactato-deshidrogenasa (LDH), proteína total, albúmina, ácido úrico, colesterol, hemoglobina y hematocrito. Cada experimento fue analizado en forma independiente en un diseño completamente aleatorizado. Con respecto al tratamiento sin AAM, en el experimento 1, MM generó mayor (p<0,05) proteína total, albúmina, colesterol, y hematocrito, menor (p<0,05) ácido úrico y LDH; EGM produjo mayor (p<0,05) albúmina y colesterol y menor (p<0,05) ácido úrico y LDH, mientras HSCAS disminuyó (p<0,05) ácido úrico y LDH, y aumentó (p<0,05) hemoglobina y hematocrito. En el experimento 2 MM produjo mayor (p<0,05) proteína total, albúmina y hematocrito, y menor (p<0,05) ácido úrico y LDH; EGM generó mayor (p<0,05) colesterol y hematocrito, y menor LDH mientras que HSCAS disminuyó (p<0,05) proteína total y aumentó (p<0,05) colesterol. En ambos experimentos MM aparentó ser el AAM más promisorio.

**Palabras clave:** micotoxinas, parrilleros, aditivos antimicotoxinas secuestrantes.

### Summary

The effect of the inclusion of three antimycotoxin feed additives (AAM) in naturally contaminated chicken diets with mycotoxins in serological and hematological parameters in growing broiler chickens (n=160) was evaluated. Two poultry diets were evaluated Diet 1: contained 6 ppb aflatoxin and 4.5 ppm fumonisin; Diet 2: contained 500 ppb zearalenone, 500 ppb DON and 1.2 ppm fumonisin. Each diet was combined with: hydrated sodium calcium aluminosilicate (HSCAS), esterified-glucomannan polymer (EGM) and multi modular additive (MM). Blood was collected at chickens 21 days-old to determine lactate dehydrogenase activity (LDH), total proteins, albumin, uric acid, cholesterol, haemoglobin and haematocrit. Each experiment was

Recibido: diciembre de 2010

Aceptado: marzo de 2011

1. Médico Veterinario, M.Sc, Asistente de Toxicología, Facultad de Veterinaria, virginia.mosca@gmail.com

2. Ingeniera Agrónoma, M.Sc Profesora Titular de Nutrición Animal, Facultad de Agronomía, marichal@fagro.edu.uy

analyzed independently in a completely randomized design. In experiment 1 higher ( $p < 0.05$ ) levels of total proteins, albumin, cholesterol and haematocrit, and lower levels ( $p < 0.05$ ) of uric acid and LDH were produced by MM, when compared to diet without AAM. Higher levels ( $p < 0.05$ ) of albumin and cholesterol and lower levels ( $p < 0.05$ ) of uric acid and LDH were produced by EGM, while with HSCAS lower levels ( $p < 0.05$ ) of uric acid and LDH and higher ( $p < 0.05$ ) hemoglobin and haematocrit were observed. In experiment 2 higher ( $p < 0.05$ ) total proteins, albumin and haematocrit, and lower levels ( $p < 0.05$ ) of uric acid and LDH were produced by MM. Higher levels ( $p < 0.05$ ) of cholesterol and haematocrit and lower level ( $p < 0.05$ ) of LDH were produced by EGM. Lower levels ( $p < 0.05$ ) of total protein and higher ( $p < 0.05$ ) cholesterol were observed on HSCAS. In both experiments MM appeared to be the most promissory to counteract the adverse effect produced by these mycotoxins combinations.

**Key words:** mycotoxins, broilers, antimycotoxin additives.

---

### Introducción

Las micotoxinas son metabolitos tóxicos secundarios producidos por hongos filamentosos llamados hongos toxicogénicos. La contaminación con estos metabolitos de los alimentos destinados a las aves, implican pérdidas de orden económico, sanitario y comercial (Osweiler, 2000). El mayor perjuicio económico se atribuye a la ingestión continua de alimentos contaminados con bajas dosis de micotoxinas, con ausencia de signos o lesiones evidentes en los animales pero que resultan en una disminución del rendimiento productivo (Devegowda y Murthy, 2005). Lo más frecuente es que los alimentos sean invadidos por varias especies de hongos simultáneamente, y que una especie de hongo produzca más de una micotoxina. Existen antecedentes (Chowdhury et al., 2005) que muestran que combinaciones de micotoxinas en concentraciones individuales menores a las reconocidas como tóxicas, pueden alterar los valores hematológicos y serológicos de las aves.

Frente a esta problemática los aditivos anti-micotoxinas (AAM) se presentan como una alternativa de detoxificación. Estos AAM son capaces de combinarse con las micotoxinas, formando complejos indigestibles en el tracto gastrointestinal reduciéndose la dosis de micotoxinas absorbidas (Diaz y Smith, 2005). Entre los AAM disponibles se encuentran compuestos inorgánicos como el aluminosilicato de sodio y calcio hidratado

(HSCAS), compuestos orgánicos como los glucomanos esterificados (EGM), y compuestos mixtos como un aditivo multimodular (MM). El objetivo de este trabajo fue evaluar la actividad detoxificadora de tres AAM en los valores séricos y hematológicos de pollos parrilleros en iniciación, consumiendo raciones naturalmente contaminadas con niveles subtóxicos de varias micotoxinas.

### Materiales y Métodos

*Ubicación geográfica del estudio.* La investigación se realizó en San Bautista, Canelones, Uruguay (34°S, 56°W). Durante la experimentación se respetaron los procedimientos indicados en la Guía de Buenas Prácticas para el Uso de Animales en Investigación, Pruebas y Enseñanza de la Universidad de la República (Diario Oficial, 2000).

*Área de experimentación.* El área experimental consistió en dos filas de cuatro corrales (2 x 1,5 m c/u), separadas por un pasillo de un metro de ancho. El piso fue cubierto (5 cm) con cáscara de arroz. El área de experimentación fue rodeada en su totalidad por cortinas a efectos de crear un microclima de temperatura (promedio 30°C) adecuada para parrilleros. Los corrales se dividieron al azar en dos grupos, asignándose a cada grupo una de las raciones experimentales.

**Raciones experimentales.** Se evaluaron dos raciones de igual composición y elaboradas con los mismos alimentos (Cuadro 1). La única diferencia entre las raciones fue el origen de los granos de maíz empleados, lo cual resultó en dos raciones con diferente combinación de micotoxinas. La ración 1 contenía 4,6 ppb de aflatoxina B<sub>1</sub>, 1,1 ppb de aflatoxina B<sub>2</sub> y 4,5 ppm de fumonisina, y la ración 2 presentó 500 ppb de zearalenona, 500 ppb de DON, y 1,2 ppm de fumonisina, no detectándose ochratoxina, T2 ni aflatoxinas G1 y G2. De ambas raciones se tomaron muestras representativas, formándose una muestra compuesta para la determinación de micotoxinas.

**Tratamientos.** Cada una de las raciones experimentales se combinó con tres AAM generándose cuatro tratamientos para cada ración, un control (C, sin AAM), MM (C + 1,5% de MM), EGM (C + 0,2% de EGM) y HSCAS (C + 0,5% HSCAS). El HSCAS empleado estaba compuesto por dióxido de silicio, óxido de aluminio, óxido de hierro, óxido de calcio, óxido de magnesio, óxido de sodio y óxido de potasio (Sintox® Allinat). El EGM es obtenido de la

esterilización de la pared celular de las levaduras *Saccharomyces cerevisiae* (Mycosorb® Alltech), y el MM está formado por minerales, enzimas, microorganismos, sustancias fitogénicas y constituyentes ficolíticos (Mycofix® Plus 3.0 Biomin).

**Animales.** Se emplearon 160 pollitos parrilleros no sexados de un día de edad, de línea comercial ROSS, los que estuvieron sometidos a idénticas condiciones de manejo y alimentación hasta los 21 días de edad. El consumo de ración fue *ad libitum*, las aves tuvieron acceso libre y continuo a agua de buena calidad, fueron mantenidas en un plan de 24 horas de luz y una fuente de calor continua. Se controlaron diariamente los signos de confort térmico, enfermedad y mortalidad. Se registraron las muertes que ocurrieron en los diferentes lotes (un pollito en el tratamiento MM y dos del tratamiento HSCAS que consumían la ración 1, y dos pollitos en el tratamiento MM de la ración 2), las que se produjeron en su totalidad dentro de la primer semana de vida, no realizándose autopsia en los mismos. Las aves se pesaron a los 7, 14 y 21 días de vida.

**Cuadro 1:** Composición de la dieta.

**Table 1:** Composition of diet.

Alimento	kg
Grano de maíz	572
Harina de soja, harina	278,0
Harina de carne	124,0
Sebo	19,3
Cloruro de sodio	2,0
Metionina	1,6
Lisina	1,5
Coccidiostático	0,6
Núcleo vitamínico mineral	1,0
Composición (Base tal cual)	
Proteína bruta	21%
Extracto etéreo	3%
Fibra bruta	5%

**Determinación de Micotoxinas.** En las dos muestras de raciones, las detecciones de zearalenona, ochratoxina, DON y T2 fueron realizadas en la Sección Toxicología del Departamento de Patobiología, División Laboratorios Veterinarios Dr. Miguel C. Rubino del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (Montevideo, Uruguay). Las detecciones para DON, zearalenona, T-2 y ochratoxina se realizaron por Cromatografía en Capa Fina (TLC), utilizándose columnas de limpieza Romer 224 para zearalenona, Romer 225 para DON y T2 y Romer 212 para ochratoxina. En el Departamento de Toxinas Naturales del Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) se determinó aflatoxinas B1, B2, G1 y G2, individuales y totales, por TLC (AOAC, 2005).

**Variables evaluadas.** A los 21 días de edad, en condiciones de ayuno (6 horas), se extrajo de cada animal un ml de sangre intracardiaca por la técnica de punción cardíaca por el flanco izquierdo. Las muestras de sangre de cada animal fueron colectadas en dos grupos de tubos. En un grupo (muestras para evaluar variables hematológicas), las muestras fueron conservadas con etileno diamino tetra acético (EDTA) en tubos Tap-Val®. En estas muestras, se determinó Hematocrito (Hto), Hemoglobina (Hb) y, en base a ellos, se calculó el Índice Hematimétrico de Hemoglobina Corpuscular Media (MCHC). Para la determinación de Hto se usó la técnica del micro hematocrito (Bounus y Stedman, 2000), empleándose tubos capilares que fueron centrifugados (5 minutos, 10000 rpm) en una centrífuga Hawksley Micro-Haematocrit. Para la cuantificación de Hb se usó la técnica de Cianuro de Hemoglobina (pH 7,2 con lectura en espectrofotómetro a 540 nm) (Bounus y Stedman, 2000). El otro grupo de muestras de sangre, colectadas en tubos sin anticoagulante, fueron rápidamente centrifugadas para obtener el suero y conservadas a -20 °C hasta que se realizaron las cuantificaciones correspondientes. En el suero se determinó proteína total, albúmina, ácido úrico, colesterol y actividad de lactato deshidrogenasa según técnicas de determinación cuantitativa recomendadas en

los Kits comerciales (Bio Systems® España) con lectura en espectrofotómetro. La actividad de la deshidrogenasa láctica se determinó por el método ultravioleta optimizado DGK (lectura a 340 nm; IFCC, 1994), la proteína total por el método colorimétrico de Biuret (lectura a 540 nm; Doumas y Peters, 1997), la albúmina por el método colorimétrico de verde de Bromocresol (BCG en medio tamponado a pH 3.8 lectura a 625 nm; Johnson et al., 1999), el ácido úrico por técnica enzimática del punto final de Trinder (lectura a 505 nm; Newman y Price, 1999), y colesterol por la técnica enzimática colorimétrica de Alain (lectura 505 nm; Rifal et al., 1999). Para realizar estas determinaciones se utilizó un fotómetro con filtro interferencial Humalizer Junior (HUMAN GmbH, Germany). Las determinaciones hematológicas y sexológicas se realizaron en el Laboratorio de Análisis Clínicos de la Facultad de Veterinaria, Uruguay.

**Análisis estadístico.** Cada ensayo fue analizado en forma independiente a través de una prueba de análisis de varianza (ANOVA) de una vía, en un diseño completamente aleatorizado. En cada uno de los ensayos, cuando se detectaron diferencias entre los tratamientos, se analizaron cada uno de los pares control vs. AAM, mediante el test de Bonferroni. Las diferencias entre tratamientos se consideraron significativas cuando  $p \leq 0,05$ , y las diferencias entre medias con valores de  $p > 0,05$  y  $\leq 0,10$  se aceptaron como tendencias a diferencias.

## Resultados y Discusión

Los niveles de micotoxinas presentes en las dos raciones evaluadas en este trabajo estuvieron por debajo de los valores máximos admisibles por la normativa internacional y nacional (FAO, 2004; MERCOSUR, 2002), y de los valores indicados como tóxicos para los parrilleros de 0 a 3 semanas (Watts et al., 2003). Sin embargo, las diferencias en las variables séricas y hematológicas observadas entre los pollitos que consumieron la ración sin y con AAM podrían explicarse por la acción protectora de los aditivos.

En ambos experimentos, la inclusión de AAM en las raciones generó en los pollos menores ( $p < 0,001$ ) niveles de LDH sérica (excepto la inclusión de HSCAS en el experi-

mento 2), (Cuadros 2 y 3). Los menores niveles de LDH (considerada un indicador de la integridad tisular) en los pollos que consumieron las raciones con AMM, indicarían que

**Cuadro 2:** Experimento 1: Efecto de la adición de aditivos antimicotoxinas en las variables séricas y hematológicas de pollos parrilleros consumiend ración naturalmente contaminada.

**Table 2:** Experiment 1: Effect of adding antimycotoxin additives on serological and hematological variables in broilers consuming naturally contaminated rations.

	Control	MM <sup>1</sup>	EGM	HSCAS	CME <sup>2</sup>
N	20	19	20	18	
Variables serológicas					
Lactato deshidrogenasa, UI/l	335,0 <sup>a</sup>	207,7 <sup>b</sup>	204,1 <sup>b</sup>	245,7 <sup>b</sup>	75,5
Proteína Total, g/dl	3,0 <sup>b</sup>	3,5 <sup>a</sup>	3,3 <sup>b</sup>	3,3 <sup>b</sup>	0,46
Albumina, g/dl	1,6 <sup>b</sup>	1,96 <sup>a</sup>	2,08 <sup>a</sup>	1,31 <sup>b</sup>	0,5
Ácido úrico, mg/dl	6,2 <sup>a</sup>	3,4 <sup>b,c</sup>	2,9 <sup>c</sup>	4,3 <sup>b</sup>	1,8
Colesterol, mg/dl	114,6 <sup>c</sup>	179,4 <sup>b</sup>	247,7 <sup>a</sup>	138,2 <sup>c</sup>	59
Variables hematológicas					
Hemoglobina, g/dl	8,5 <sup>b</sup>	8,1 <sup>b</sup>	7,6 <sup>b</sup>	10,5 <sup>a</sup>	1,73
Hematocrito, %	26,4 <sup>b</sup>	29,4 <sup>a</sup>	28,4 <sup>b</sup>	30,3 <sup>a</sup>	3,13
MCHC <sup>3</sup> , g/dl	32,2 <sup>a</sup>	27,6 <sup>b</sup>	27,0 <sup>b</sup>	34,5 <sup>a</sup>	4,86

<sup>1</sup> MM: multimodular; EGM: glucomananos esterificados; HSCAS: aluminosilicato de calcio y sodio hidratados. <sup>2</sup> CME: Cuadrado medio del error. <sup>3</sup> MCHC Índice Hematimétrico de Hemoglobina Corpuscular Media. <sup>a,b,c</sup>: En las filas, números con letras distintas difieren ( $p < 0,05$ ).

**Cuadro 3:** Experimento 2: Efecto de la adición de aditivos antimicotoxinas en las variables séricas y hematológicas de pollos parrilleros consumiend ración naturalmente contaminada.

**Table 3:** Experiment 2: Effect of adding antimycotoxin additives on serological and hematological variables in broilers consuming naturally contaminated rations.

	Control	MM <sup>1</sup>	EGM	HSCAS	CME <sup>2</sup>
N	20	18	20	20	
Variables séricas					
Lactato deshidrogenasa, UI/l	252,4 <sup>a</sup>	171,3 <sup>b</sup>	203,0 <sup>b</sup>	246,7 <sup>a</sup>	56,6
Proteína Total, g/dl	2,7 <sup>b</sup>	3,1 <sup>a</sup>	2,7 <sup>b</sup>	2,4 <sup>b</sup>	0,4
Albumina, g/dl	1,6 <sup>b</sup>	2,5 <sup>a</sup>	1,8 <sup>b</sup>	1,7 <sup>b</sup>	0,5
Ácido úrico, mg/dl	3,1 <sup>ab</sup>	2,1 <sup>c</sup>	2,8 <sup>b</sup>	3,7 <sup>a</sup>	0,9
Colesterol, mg/dl	124,1 <sup>c</sup>	107,2 <sup>c</sup>	262,7 <sup>a</sup>	212,0 <sup>b</sup>	68
Variables hematológicas					
Hemoglobina, g/dl	12,6 <sup>a</sup>	8,9 <sup>b</sup>	8,0 <sup>b</sup>	7,8 <sup>b</sup>	2,2
Hematocrito, %	25,1 <sup>b</sup>	30,7 <sup>a</sup>	32,2 <sup>a</sup>	25,3 <sup>b</sup>	4,2
MCHC <sup>3</sup> , g/dl	49,7 <sup>a</sup>	29,4 <sup>b</sup>	25,2 <sup>c</sup>	31,1 <sup>b</sup>	10,2

<sup>1</sup> MM: multimodular; EGM: glucomananos esterificados; HSCAS: aluminosilicato de calcio y sodio hidratados. <sup>2</sup> CME: Cuadrado medio del error. <sup>3</sup> MCHC Índice Hematimétrico de Hemoglobina Corpuscular Media. <sup>a,b,c</sup>: En las filas, números con letras distintas difieren ( $p < 0,05$ ).

estos aditivos podrían haber evitado o disminuido el daño tisular resultante de la presencia de fumonisinas (experimentos 1 y 2), aflatoxinas, (experimento 1) y DON (experimento 2). La información presentada por Arrieta et al. (2005), Espada et al. (1994) y Kubena et al. (1997), indican que la presencia de estas micotoxinas en las raciones para aves produce la peroxidación de las membranas celulares, lo cual resulta en la lisis de las mismas y la consecuente liberación de enzimas al medio sanguíneo.

En los dos experimentos, la presencia de MM resultó en mayores ( $p \leq 0,02$ ) concentraciones séricas de proteínas totales, albúmina, y menor ( $p < 0,001$ ) ácido úrico con respecto al grupo control. En contraposición, la inclusión de los otros AAM produjo respuestas diferentes en estos parámetros. En el experimento 1, los animales que consumieron la ración que incluía EGM, resultó en mayores valores ( $p \leq 0,001$ ) de albúmina y menores ( $p < 0,001$ ) de ácido úrico, mientras que al incorporar HSCAS se observó menor ( $p < 0,001$ ) concentración sérica de ácido úrico. En el experimento 2 no se observaron diferencias ( $p > 0,1$ ) en las concentraciones de proteínas totales, albúmina y ácido úrico entre los pollos que consumieron la dieta control y las raciones con EGM o HSCAS. Diferencias en proteínas totales, albúmina y ácido úrico como las observadas en el experimento 1, han sido informadas en trabajos evaluando la efectividad de incluir HSCAS (Kubena et al., 1990), EGM (Swamy et al., 2002) y MM (Micheluzzi, 2004) en raciones para parrilleros. La menor concentración de proteínas totales y albúmina, así como el mayor ácido úrico en suero observados en los animales consumiendo las raciones control en el experimento 1, podrían relacionarse a una síntesis proteica deprimida en el hígado resultante de la presencia de aflatoxinas en la ración. Tedesco et al. (2004) indican que las tasas fraccionales de síntesis proteica hepática se reducen como consecuencia de la afinidad de metabolitos de aflatoxinas con regiones específicas del ADN del núcleo de los hepatocitos. Al afectarse negativamente la síntesis proteica, los ami-

noácidos no empleados podrían usarse como fuente de energía resultando en un aumento de ácido úrico en el plasma (Girish et al., 2008).

En ambos experimentos, EGM registró mayores valores ( $p \leq 0,001$ ) séricos de colesterol que C, observándose la misma respuesta ( $p \leq 0,001$ ) en MM en el experimento 1 y en HSCAS en el experimento 2, y una tendencia ( $p = 0,093$ ) a mayor ( $p < 0,001$ ) concentración sérica de colesterol al incluir HSCAS en la ración del experimento 2. La mayor concentración de colesterol sérico en aves ha sido informada por Kubena et al. (1990) al evaluar el efecto protector de HSCAS en dietas para pollos contaminadas con aflatoxinas, y por Faixová et al. (2007) al evaluar la efectividad de EGM en raciones para parrilleros contaminadas con DON. Los aumentos de colesterol sérico podrían responder a un aumento en la síntesis de la enzima hidroximetilglutaril-CoA-Reductasa (HMGCoA), así como de lipoproteínas en el hígado (Anyanwu et al., 2007).

En la comparación de las variables hematológicas entre las aves consumiendo la ración sin y con AAM, se observaron respuestas diferentes a la inclusión de aditivos en la ración del experimento 1 con respecto a la adición de los mismos en la ración del experimento 2. En el experimento 1, Hb fue similar en C, MM y EGM, y menor ( $p < 0,001$ ) que HSCAS; en el experimento 2 las tres raciones con AAM resultaron en menor ( $p < 0,001$ ) de Hb que C. En los dos experimentos, MM presentó mayor ( $p < 0,001$ ) Hto que C, y HSCAS y EGM mostraron mayores ( $p < 0,001$ ) valores que C, en los experimentos 1 y 2, respectivamente. En ambos experimentos, los valores de MCHC fueron similares en C y HSCAS, y mayores que en MM y EGM. En los dos experimentos, tanto los grupos control como los tratados, presentaron valores de Hto y Hb reportados por Bounous y Stedman (2000) como normales para la especie (22 a 35% y 7 a 13 g/dl para Hto y Hb, respectivamente). Esto sugiere que los niveles de micotoxinas consumidos no habrían afectado marcadamente la síntesis de Hb y la producción de eritrocitos, aún cuando se registraron

diferencias ( $p < 0,001$ ) entre los tratamientos evaluados en los dos experimentos.

En el experimento 1, en los tratamientos C, MM, EGM y HSCAS, las aves pesaron, respectivamente, 109, 116, 107 y 116 g a los 7 días; 352, 353, 351 y 354 a los 14 días, y 607, 605, 596 y 581 g a los 21 días. En el experimento 2 y para los mismos tratamientos, los pesos de los pollos fueron, respectivamente, 105, 112, 113 y 118 a los 7 días; 306, 342, 342 y 337 a los 14 días, y 589, 605, 671 y 652 a los 21 días.

En ambos experimentos, MM pareció ser el AAM de mayor efectividad de protección por poseer enzimas capaces de degradar aflatoxinas, fumonisinas y DON (Díaz y Smith, 2005). En el experimento 1, el efecto negativo de las aflatoxinas presentes en la ración, pudo haber sido contrarrestado eficazmente por los tres AAM evaluados mientras HSCAS y EGM no serían eficaces para contrarrestar los posibles efectos negativos de las fumonisinas presentes en la ración. En el experimento 2, la mayor efectividad de MM estaría relacionada a la presencia en la ración de DON, ya que este sería el único aditivo capaz de desdoblar el anillo epoxi característico de los trichotecenos por poseer en su formulación la enzima epoxidasa (Díaz, 2002).

### Conclusiones

Los niveles y combinaciones de micotoxinas presentes en las dos raciones evaluadas parecieron incidir en la integridad tisular y el metabolismo hepático de pollitos de 21 días. El aditivo multimodular MM aparecería como el más promisorio para modificar positivamente los efectos de esas micotoxinas en las variables serológicas monitoreadas.

### Agradecimientos

Se agradece el apoyo del laboratorio de Análisis Clínicos, y el financiamiento parcial de este estudio por parte de la Comisión de Investigación y Desarrollo Científico (CIDEC), ambos pertenecientes de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de la República.

### Bibliografía

- Anyanwu, J., Ehiri, J. and Kanu, I. 2007. High Cholesterol Levels and Chronic Exposure to Toxigenic Molds in Damp Buildings: A High Risk for Cardiovascular Diseases and Stroke. *The Internet J. Toxicol.* Vol 3 No. 2.
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis, Method 970.45. Association of Official Analytical Chemists, 18<sup>th</sup> Ed. Gaithersburg, MD, USA.
- Bounus, D. and Stedman, L. 2000. Normal avian hematology chicken and turkey. *In: Feldman, B., Zinkl, J., Jain, N. (Ed) Schalm's Veterinary Hematology 5<sup>th</sup> Ed.* Lippincott, Williams and Wilkins, Philadelphia. pp 1147-1154.
- Chowdhury, S., Smith, T., Boermans, H. and Woodward, B. 2005. Effects of feed-borne *Fusarium* micotoxins on hematology and immunology of laying hens. *Poult. Sci.* 84:1841-1850.
- Devegowda, G. and Murthy, T. 2005. Mycotoxins: effect on poultry performance and health. *In: Díaz, D. (Ed.). The Mycotoxin Blue Book.* Nottingham University Press, pp. 25-56.
- Diario Oficial 2000. Dirección Nacional de Impresiones y Publicaciones Oficiales N° 25.467, 1440-C a 1444-C, carillas N° 64 a 68. Montevideo, Uruguay.
- Díaz, D. and Smith, T. 2005. Mycotoxins sequestering agents. Practical tools for the neutralization of micotoxins. *In: Díaz, D. (Ed) The Mycotoxin Blue Book.* Nottingham University Press, pp. 323-339.
- Díaz, G. 2002. Evaluation of the efficacy of a feed additive to ameliorate the toxic effects of 4 15-Diacetoxiscirpenol in growing chicks. *Poult. Sci.* 81:1492-1495.
- Doumas, B. and Peters, T. 1997. Serum and urine albumin. A progress report of their measurement and clinical significance. *Clin. Chem. Acta* 258: 3-20.
- Espada, Y., Ruiz de Gopegui, R., Cuadradas, C. and Cabanes, F. 1994. Fumonisin mycotoxicosis in broilers. Weights and serum chemistry modifications. *Avian Dis.* 38:454-460.
- FAO. 2004. Worldwide regulations for mycotoxins in food and feed in 2003. Food and Nutrition Paper 81. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Faixová, Z., Faix, S., Borutová, R. and Leng, R. Comparison of two methods to counteract the effects of the deoxynivalenol. *Folia Vet.* 51:34-37. 2007.
- Girish, C., Smith, T., Boermans, H. and Karrow, N. 2008. Effects of feeding blend of grains natu-

- rally contaminated with *Fusarium* micotoxins on performance, hematology, metabolism and immunocompetence of turkeys. *Poult. Sci.* 87:421-432.
- IFCC. 1994. International Federation of Clinical Chemistry. Approved Recommendation on IFCC Methods for the Measurement of Catalytic Concentration of Enzymes, Part 8. IFCC Method for Lactate Dehydrogenase. *Eur. J. Clin. Chem. Clin. Biochem.* 32: 639-655.
- Johnson, A., Rohlf, E. and Silverman, L. 1999. Proteins. *In: Burtis CA, Ashwood, E.R. (Eds). Tietz Textbook of Clinical Chemistry. 3<sup>th</sup> Ed., Philadelphia, W. B. Saunders Company, pp. 477-540.*
- Kubena, L., Harvey, R., Phillips, T., Corrier, D. and Huff, W. 1990. Diminution of aflatoxicosis in growing chickens by dietary addition of a hydrated sodium calcium aluminosilicate. *Poult. Sci.* 69:727-735.
- Kubena, L., Edrington, T., Harvey, R., Buckley, S., Phillips, T., Rottinghaus, E. and Caspers, H. 1997. Individual and combined effects of Fumonisin B<sub>1</sub> present in *Fusarium moniliforme* culture material and T2 toxin or deoxynivalenol in broiler chicks. *Poult. Sci.* 76:1239-1247.
- MERCOSUR. 2002. Reglamento Técnico Mercosur sobre Límites Máximos de Aflatoxinas Admisibles en Leche, Maní y Maíz. Resolución Grupo Mercado Común N° 25/2002.
- Micheluzzi, L. 2004. Effects of Mycofix® Plus in diets contaminated with aflatoxin, T-2 toxin and ochratoxin on broiler. *Biomim Trials*. Disponible en: <http://www.mycifix.biomim.net/TrialPDFs/Mycofix%20Plus%20Broiler%20Argentinien2004.pdf>. Fecha de consulta: 15/06/10
- Newman, D. and Price, C. 1999. Renal function and nitrogen metabolites. *In: Burtis C.A., Ashwood, E.R. (Eds). Tietz Textbook of Clinical Chemistry. 3<sup>th</sup> Ed., Philadelphia, W. B. Saunders Company, pp. 1204-1270.*
- Osweller, G. 2000. Contemporary issues of food animal health and productivity. *Vet. Clin. North Am. Food. Anim. Pract.* 16:511-531.
- Rifal, N., Bachorik, P. and Albers, J. 1999. Lipids, lipoproteins, and Apolipoproteins. *In: Burtis C.A., Ashwood, E.R. (Eds). Tietz Textbook of Clinical Chemistry. 3<sup>th</sup> Ed., Philadelphia, W. B. Saunders Company, pp. 809-861.*
- Swamy, H., Smith, T., Cotter, P., Boermans, H. and Setton, A. 2002. Effect of feeding blends of grains naturally contaminated with *Fusarium* micotoxins on production and metabolism in broilers. *Poult. Sci.* 81:966-975.
- Tedesco, D., Steiler, S., Galletti, S., Tameni, M., Sonzogni, O. and Ravarotto, L. 2004. Efficacy of Silymarin-Phospholipid Complex in reducing the toxicity of Aflatoxin B<sub>1</sub> in broiler Chicks. *Poult. Sci.* 83:1839-1843.
- Watts, C., Chen, D., Ledoux, J., Broomhead, A., Bermudez, A. and Rottinghaus, G. 2003. Effects of multiple mycotoxins and hydrated sodium calcium aluminosilicate in poultry. *Int. J. Poult. Sci.* 2: 372-378.