

MICOTOXINAS Y MICOTOXICOSIS EN EL GANADO PORCINO

MYCOTOXINS AND MICOTOXICOSIS IN PIGS

J. R. Hernández Salgado^{1*}, J. Estrada Godoy¹, F. Estrada Godoy²,
J. L. Ortega Sánchez¹, R. Castro Franco¹ & C. Bautista Chavez¹

¹ Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas.

² Instituto Politécnico Nacional-Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional "CIDIR Michoacán".

* Correspondencia: jrhernandez@chapingo.uruza.edu.mx

RESUMEN. Revisión bibliográfica sobre los problemas asociados con las micotoxinas como metabolitos producidos por mohos presentes en los alimentos destinados al ganado porcino. Analiza la presencia en niveles superiores a los tolerables y que representan una amenaza para la inocuidad la salud alimentaria tanto para los animales como para el hombre. Se encontró que mas del 25% de los granos producidos a nivel mundial se encuentran contaminados por micotoxinas. Estas micotoxinas al ser consumidas por el ganado son absorbidas vía tracto gastrointestinal para su posterior distribución y efecto en los diferentes órganos provoca alteraciones de los procesos enzimáticos lo que conlleva a disturbios fisiológicos del animal, alterando su estado general de salud que repercute directamente en la productividad, ya que se afectan los parámetros productivos y reproductivos, que se traducen en pérdidas económicas para los productores.

Palabras clave: ganado porcino, micotoxinas, mohos, granos.

SUMMARY. Structure of present study, was realized of bibliography review, about importance that animal pork to world wide level, indicating those countries best productions and exports this meat, In addition, the national importance. Since it is in the same way, as important as beef, sheep, goats and poultry in the nutritional aspect, are important source of protein and lipids.

Was realized, a characterization detailed about problems associated with mycotoxin, a secondary metabolites by pathogenic fungi, present largely in feed pork's. Analyzing the presence of mycotoxins levels permitted for humans presents a risk in alimentary human and animals health. Since actuality, has found that more of 25% of de grains produced in the world are find polluted by mycotoxin; this molecules when being consumed by pork, are absorbed in intestinal tract, inside the lymphatic system is distributed in all organism, affecting several organs, generally to alterations in enzymatic processes, producing disturbs physiological, the animal affected is alliterated his general state of health, repercute directly in productivity and reproductive parameters and economic the producers.

Key words: pigs, mycotoxins, mohos, grains.

INTRODUCCION

El ganado porcino es considerado como un animal que posee las mejores cualidades para producir carne y grasa; por su gran poder digestivo y la mejor asimilación de los alimentos comparado con otras especies domesticas. También tiene la mayor capacidad para aprovechar las proteínas crudas y para ingerir considerables cantidades de alimentos líquidos que son

asimilados y digeridos con mucha facilidad (Mendoza, 1983).

Carvajal y Mendo (1983), mencionan que en la actualidad el ganado porcino constituye una fuente vital de proteína animal en muchas partes del mundo y dispone de un potencial para que su contribución sea superior a la actual. Esto no es más que producto de las características del cerdo que lo hace particularmente

atractivo como son: una fuente económica de nutrientes, ciclo reproductor relativamente corto, gran prolificidad, crecimiento rápido, elevado índice de conversión alimenticia y alta capacidad para aprovechar cereales y otros alimentos excedentes y/o de bajo valor nutritivo para el hombre.

Inocuidad de alimentos

Park (2002), menciona que comer puede ser peligroso pero no comer es mortal, con esta frase se puede comenzar cualquier tema relacionado con la inocuidad de los alimentos. Y al hablar de inocuidad de los alimentos se deben considerar no solo la contaminación microbiana y la contaminación por sustancias tóxicas naturales, dentro de estas se incluye a las micotoxinas, sustancias consideradas de gran importancia en la nutrición humana y animal.

Por su parte Escalona (2007), comenta que las micotoxinas han sido reconocidas como uno de los problemas más importantes y de amplia difusión en la producción agropecuaria. Por ello se debe saber que las micotoxinas no son proteínas, no son antígenos, sino que son compuestos químicos de bajo peso molecular que no pierden su toxicidad por tratamiento térmico ni por la acción de los complejos enzimáticos del sistema gastrointestinal; por lo que se debe comprobar su acción tóxica y de ahí su importancia.

Varios tipos de hongos producen micotoxinas como productos de desechos (metabolitos secundarios). Estos hongos pueden crecer en productos agrícolas antes o después de su cosecha o durante el transporte o almacenamiento, también durante el proceso de alimento balanceado cuando las condiciones son favorables, no hay ninguna zona en el mundo que reciba su impacto negativo sobre la productividad animal y la salud humana es enorme.

Las micotoxinas son toxinas producidas por hongos tóxicos del género *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*, que se desarrollan en los productos agrícolas. Aunque durante siglos se han conocido sus efectos nocivos, solo en los últimos tres decenios se ha tomado conciencia plena de lo que representan exactamente para la salud y la economía

Otros productos afectados por micotoxinas como resultado de la alimentación con productos contaminados son la carne, la leche y los huevos. Por lo que se ha comprobado que las micotoxinas son dañinas para los animales y los seres humanos mediante una amplia gama de efectos. En general disminuyen la resistencia a enfermedades, aumentan la sensibilidad al estrés y generalmente afectan los síntomas de digestión internos (riñón e hígado en

particular). Esto trae como consecuencia una mayor mortalidad, un aumento en los costos de medicamentos y una menor producción.

Espíndola (2004) menciona que de acuerdo a la Organización de agricultura y la alimentación para las Naciones Unidas (FAO), aproximadamente el 25% del suministro mundial de granos está contaminado por micotoxinas se ha estimado en millones de dólares al año y los que sienten el mayor impacto económico son los productores agrícolas y pecuarios junto con los de alimentos para consumo humano y animal.

El objetivo de la revisión bibliográfica fue condensar en un documento los estudios realizados hasta el momento sobre las micotoxinas que afectan mediante la alimentación al ganado porcino. Clasificar las micotoxinas y algunos de los factores involucrados en su aparición y sus efectos en los parámetros productivos y reproductivos de la especie porcina.

METODOLOGIA

Se realizó la revisión bibliográfica acerca de las principales micotoxinas identificadas en los alimentos destinados a la producción animal, No obstante, la posible toxicidad crónica de muchas: Micotoxinas (Aflatoxinas, Ocratoxinas, Fumonisin, Deoxivalenol, Zearalenona, entre otras), de las cuales se analizan sus características generales, además de los mecanismos de acción y los efectos de las micotoxinas en general.

Producción Mundial de carne porcina

De acuerdo al Departamento de Agricultura de Estados Unidos, la producción mundial de carne de cerdo en 2003 se incrementará 2% a un nivel de 86.77 millones de toneladas. Entre los principales productores, destacan China, la Unión Europea, Brasil, Canadá y Rusia. La producción norteamericana sólo representa el 10% del volumen mundial, mientras que la participación de China es de más de 50%, aunque la mayor parte de la oferta se consume en el mercado interno

Producción de carne porcina en México

La producción de carne de cerdo alcanzó en el 2001, las 1.143.580 toneladas, lo que significa un aumento del 11% respecto al año 2000. Este aumento representó el mayor aumento porcentual dentro del sector ganadero mexicano. Con este volumen, la porcicultura representa la cuarta parte de la producción nacional bruta de carnes.

Los mayores estados productores son: Jalisco, Sonora, Guanajuato, Yucatán, Puebla, Veracruz, Michoacán y

México, reuniendo entre todo el 79% de la producción nacional.

Prácticas de Alimentación del ganado porcino

Debido a los adelantos logrados en la cría de la especie porcina, sobre todo en lo relativo a la nutrición, y a la creciente necesidad de mayores aportes de carne al consumo humano; se han ido forzando más a la especie para obtener mayores producciones y el cerdo ha resultado el sujeto ideal para lograrlo (Menéndez y Agraz, 1987). Razón por la cual se debe tomar en cuenta la importancia de los alimentos para suministrárselos en las mejores condiciones y no presentar problemas por bacterias y hongos que puedan llegar a producir una de las mayores problemas en los alimentos que son las micotoxinas.

MICOTOXINAS Y SU FUNCIONAMIENTO

Las micotoxinas representan un peligro latente tanto para la salud humana como animal. Estas se pueden encontrar de modo natural en un gran número de productos agrícolas, utilizados como materias primas para la preparación de alimentos balanceados para animales o como contaminantes o residuos tóxicos de los productos de las explotaciones zootécnicas (leche, huevos carnes). La contaminación del producto puede ocurrir en cualquier punto de la cadena alimenticia, desde la cosecha, pasando por la recolección, almacenaje, transporte, elaboración y conservación (Fanny, 2005)

Díaz (2005), Define a las micotoxinas como metabolitos fúngicos que pueden reducir el funcionamiento y alterar el metabolismo del ganado y de las aves de corral. Los estados patológicos que se presentan al consumir de los alimentos contaminados con las micotoxinas se refieren como micotoxicosis.

Son numerosos los factores que pueden influir para la contaminación con hongos productores de micotoxinas, entre estos están la resistencia genética del cultivo, las condiciones climatológicas caracterizadas por temperaturas y humedades relativas altas, condiciones de transporte y almacenamiento inadecuado y un secado deficiente (Wood, 1992).

Producción de micotoxinas

Denli y Pérez, (2006) Son múltiples las especies de hongos que pueden producir toxinas en los alimentos, ya sea durante el crecimiento de los cultivos o tras su cosecha, durante el almacenaje, transporte, procesado y utilización de los piensos en la granja. La temperatura, humedad y la actividad de diferentes insectos son factores ambientales que pueden favorecer la diseminación y crecimiento del hongo y la producción de micotoxinas. Por otra parte, son también importantes

las condiciones desarrolladas durante la cosecha, el almacenaje y el transporte

Funcionamiento de las micotoxinas a nivel celular

a) Inhibición de la síntesis de proteína, ADN y ARN y formación de aducto de ADN.

Surai (2002), demostró que los mecanismos moleculares de acción una serie de micotoxinas implica sus efectos directos o indirectos sobre los principales eventos celulares, entre los cuales incluye la síntesis de proteína, ADN y ARN. La Ocratoxina A inhibe a una enzima específica implicada en la síntesis de proteínas, reduciendo por lo tanto de manera sustancial la eficiencia de esta. Las alteraciones en la síntesis de proteínas podrían afectar de manera negativa la síntesis de ADN y ARN. La toxina T-2 ha mostrado que inhibe la síntesis de proteína, ADN y ARN en las células.

b) Alteración de la estructura de la membrana.

Las micotoxinas pueden estimular la peroxidación de los lípidos en los tejidos objetivo. Se ha demostrado que esto ocurre como resultado de la acción de la Ocratoxina A, Toxina T-2, Aflatoxinas, Fumonisin, DON, Zearalenona y otras micotoxinas. El efecto de las micotoxinas en muchos casos está mediado por la alteración en la defensa antioxidante. Con el cambio de las concentraciones de tales antioxidantes como las vitaminas E y C, carotenoides, glutatión, así como la actividad de las enzimas antioxidantes, las micotoxinas son capaces de inducir la peroxidación (Surai, 2002).

Aflatoxinas

Las Aflatoxinas son producidas por algunas cepas de *Aspergillus flavus* y *A. Parasiticus* en condiciones elevadas de temperatura y humedad. La aflatoxicosis se ha investigado en diversas especies animales y en más profundidad que otros micotoxinas (Smith y Ross, 1991). Su producción es bajo condiciones anaerobias cuando la humedad es del 15% y las temperaturas de 20 a 30 °C. (Escalona, 2007). Esto es porque las Aflatoxinas están entre lo más agudo posible tóxico de los micotoxinas que causan la patología extensa del hígado.

Las Aflatoxinas son inmunosupresivas ya que inhiben la síntesis proteica interrumpiendo la síntesis del ADN y ARN (Sharma, 1993).

La toxicidad crónica de la Aflatoxina B1 en de peso vivo de los cerdos (40 a 140 el kilogramo peso vivo) fue descrita por Bonomi *et al.* (1992). La alimentación de la aflatoxina B1 de 500, 650 y 800 ug/kg reduce la ganancia

de peso, la utilización de alimentó, la digestión de lípidos y la función renal.

Ocratoxinas

Producidas esencialmente por *Aspergillus ochraceus*, *Penicillium viridicatum* y *Penicillium cyclopium*. Existen 7 tipos de Ocratoxinas, sin embargo la más tóxica es la Ocratoxina A (OTA) (Gimeno, 2003).

La Ocratoxina A puede encontrarse como contaminante natural en los cereales (esencialmente la cebada y arroz), subproductos de cereales, harina y turto de cacahuete y en una serie de alimentos para humanos como son, granos de café crudo, legumbres, quesos, carnes ahumadas (jamón, tocino, embutidos) (Gimeno, 2003).

El principal síndrome que produce es el nefrotóxico pero también se producen trastornos en el hígado dando lugar a una acumulación de glucógeno en los tejidos hepático y muscular. Los órganos afectados son: el hígado y el riñón. *Las ocratoxinas son inmunosupresivas* (Sharma, 1993).

Fumonisinias

Fumonisina: bajo este nombre se denomina una serie de micotoxinas descubiertas recientemente (1989). En efecto, se han descrito hasta 3 tipos de Fumonisinias (FB1, FB2 y FB3), producidas por *Fusarium moniliforme* y *F. Proliferatum*, responsables de diversas infecciones graves en animales domésticos entre las que cabe mencionar la leucoencefalomalacia pulmonar ovino. En cerdos, las fumonisinias pueden producir cirrosis hepática y edema pulmonar (Gallego, 2007).

La Fumonisina es un inhibidor específico del metabolismo de los esfingolipidos de *navo*. La FB1 inhibe el crecimiento celular y produce la acumulación de bases esfingoideas libres y altera el metabolismo lipídico en animales, plantas y algunas levaduras (Riley *et al.*, 2001).

Los principales síndromes que producen son: neurotóxicos (leucoencefalomalacia), nefrotóxicos edema pulmonar y cerebral, hepatotóxicos y lesiones cardíacas. Los órganos afectados son: el cerebro, pulmón, hígado, riñón y corazón. Estas micotoxinas inhiben la síntesis de los infingolipidos.

Deoxynivalenol

Deoxinivalenol (DON) o Vomitoxina: esta micotoxina es el representante más característico y común del grupo de los TRICOTECENOS, moléculas formadas por tres

anillos parcialmente fusionados que además, incorporan un enlace epoxi. El DON y sus derivados acetilados en posiciones 3 y 15 son producidos por diversas especies de *Fusarium*, en especial *F. Roseum* y *F. Graminearum*. Normalmente se producen en el campo, durante la infección de diversos cereales (trigo, cebada, maíz, arroz...) por estos hongos (Gallego, 2007).

Deoxinivalenol es uno de los más comunes trichothecene micotoxinas *Fusarium*. Esta gran familia de compuestos es generalmente asociado con la alimentación negativa, vómitos, y lesiones del tracto gastrointestinal en cerdos. Infusión intravenosa de deoxinivalenol dado lugar a los cerdos en las concentraciones máximas en el líquido espinal cerebrales 30-60 minutos después de la infusión.

Zearalenone

La Zearalenona es una micotoxina estrogénica de distribución amplia, presente principalmente en el maíz, en bajas concentraciones, en Norteamérica, Japón y Europa. Sin embargo, pueden encontrarse concentraciones altas en países en desarrollo, especialmente donde se cultiva maíz en climas más templados, por ejemplo en regiones de tierras altas.

La exposición a maíz contaminado con zearalenona ha ocasionado (Udagawa, 1988) hiperestrogenismo en animales, especialmente cerdos, caracterizado por vulvovaginitis y mamitis e infertilidad. En estudios con animales de experimentación se han obtenido pocas pruebas de la carcinogenicidad de la zearalenona.

La Zearalenona es particularmente importante en hembras porcinas jóvenes en las cuales ocasiona una toxicosis conocida como "vulvovaginitis porcina". En hembras porcinas adultas puede causar cesación de calores y pseudo-preñez en hembras no gestantes y disminución en el número de lechones por camada en el caso de hembras preñadas (adicionalmente los lechones nacen débiles y con problemas locomotores). Así mismo, Krska (1999) comenta que la patología se presenta con inflamación y tumefacción de la vulva (vulvovaginitis), engrosamiento de las mamas, aumento de la matriz, preñez ficticia, abortos, disminución de la viabilidad del feto y disminución de la camada, trastorno general de la fertilidad, y en el caso de los machos se presenta atrofia testicular y afeminamiento.

Absorbentes de micotoxinas en alimentos

Diferentes estrategias se han propuesto para prevenir la contaminación por hongos de los cultivos o de las materias primas durante su almacenaje; así como para reducir el impacto de la contaminación de los ingredientes con micotoxinas. Entre estas últimas estrategias de detoxificación destacan diferentes

procedimientos físicos, químicos o microbiológicos dirigidos a destruir o adsorber las micotoxinas en el tracto gastrointestinal de los animales, impidiendo su absorción.

Las recomendaciones propuestas por el Codex Comité on Food Additives and Contaminants (CCFAC) para la reducción de las micotoxinas en los ingredientes destinados a alimentación animal se dividen en dos partes: la adopción de Buenas Prácticas Agrícolas y del Procesado de los productos; y la adopción de los protocolos de elaboración de puntos críticos y control de riesgos (HACCP) (Codex, 2002).

La prevención de la producción de micotoxinas en los cultivos implica el control de la biosíntesis de la toxina y el metabolismo de los hongos en el campo. El manejo adecuado de los cultivos se considera el método ideal de control de la contaminación de las cosechas con micotoxinas. Sin embargo, en la práctica es difícil controlar factores ambientales como la temperatura y humedad de los cultivos.

La alternativa actual más práctica para controlar las micotoxinas en la industria pecuaria es la del uso de adsorbentes de micotoxinas, sin embargo este tema es muy polémico pues existen muchas opciones en cuanto a productos.

Los materiales absorbentes no han sido aprobados por la FDA para la prevención o el tratamiento de la micotoxicosis. Sin embargo, se han observado resultados favorables en la investigación cuando se añaden adsorbentes tales como las arcillas (bentonitas), los carbones activados y los adsorbentes de base de levaduras (mannanoglicosacáridos), a las dietas para ratas, aves, cerdos y ganado contaminadas con micotoxinas.

Un adsorbente de micotoxinas es un material inerte, capaz de fijar a su superficie la micotoxina y salir del organismo junto con las heces. El adsorbente evita que la micotoxina sea absorbida por el animal y evita así el efecto tóxico de ella. En el mercado existen varias clases de adsorbentes y dentro de las mismas existen diferentes calidades. La selección adecuada del adsorbente es un factor crítico para tener Buenos resultados. Se deben tomar en cuenta entre otros factores su espectro de acción, su capacidad de adsorción, su calidad y su respaldo tecnológico. Las capacidades de adsorción evaluadas "in Vitro" van desde 0% hasta valores cercanos al 100%, y existen pocos adsorbentes que tienen afinidad por micotoxinas específicas, como la Zearalenona. Además, el proceso de detoxificación que funciona "in Vitro" no

necesariamente mantiene su eficacia en la evaluación con animales.

Las características de un buen adsorbente de micotoxinas serían las siguientes: Capacidad de secuestrar o ligar un amplio rango de micotoxinas, tasas bajas de inclusión efectiva en el alimento, dispersión rápida y uniforme en el alimento durante el mezclado, estabilidad al calor durante el peletizado, extrusión y durante el almacenamiento, baja afinidad por las vitaminas, minerales u otros nutrientes, alta estabilidad en un amplio rango de pH y biodegradabilidad después de la excreción.

PREVENCIÓN Y CONTROL DE LAS MICOTOXINAS

En un sentido práctico, la contaminación por micotoxinas de los alimentos y los piensos pueden originarse de un inadecuado almacenaje y/o inadecuada manipulación de productos recolectados. Los métodos de prevención y control han sido señalados para mitigar la contaminación por micotoxinas de los piensos (Harris, 1997).

Metodos físicos

Métodos como la selección y eliminación de granos contaminados, la búsqueda por fluorescencia de la presencia de micotoxinas producidas por *Aspergillus flavus* o de otros hongos, el lavado con agua o con carbonato de sodio permite reducir la concentración de toxinas de *Fusarium* sp. en el maíz, la inactivación térmica a altas temperaturas, la irradiación por UV, rayos X, rayos gamma o microondas, la extracción de las aflatoxinas por solventes han podido ser utilizadas (Scott, 1998).

Métodos químicos

Una variedad de agentes químicos tales como los ácidos, las bases (amoníaco, sosa), los agentes oxidantes (peróxido de hidrógeno, ozono), los agentes reductores (bisulfitos), los agentes clorados, el formaldehído son utilizados para degradar o biotransformar las micotoxinas y más concretamente las Aflatoxinas (Scott, 1998).

Metodos microbiologicos

Algunas bacterias lácticas, las propionilbacterias y las bifidobacterias poseen estructuras parietales capaces de unirse a las micotoxinas (Ahokas *et al.*, 1998, EL-Nemazi *et al.*, 1998 y Yoon *et al.*, 1999). *Flavobacterium aurantiacum* pueden fijar la AFB1 y volverla inactiva. Algunos microorganismos pueden igualmente metabolizar las micotoxinas (*Corynebacterium rubrum*) o las bioconvierte (*Rhizopus*, *Aspergillus*, *Eurotium*) (Nakazato *et al.*, 1990), este fenómeno es en general lento y poco eficaz. Un acercamiento nuevo a este problema es el realizado por Cotty *et al.* (1994), que

consiste en aislar dos cepas de *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus* no aflatoxigénicos en vista de una biocompetición. Estas cepas ocupan los mismos nichos ecológicos que las cepas toxicogénicas y disminuyen la contaminación de las plantas por los mohos aflatoxigénicos.

CONCLUSIONES

La presencia de micotoxinas en los alimentos causan enormes pérdidas al sector Agropecuario y representa un riesgo para la salud humana. Es prioritario establecer estrategias de control y tratamiento que reduzcan la presencia y el impacto de las micotoxinas sobre las producciones animales.

Las micotoxinas en alimentos para animales puede disminuirse, y así evitar la contaminación con hongos durante el cultivo, el almacenista debe considerar los riesgos que representa el almacenaje con descuido, el porcicultor deben cuidar el nivel de micotoxinas en los alimentos. Todas las medidas que se tomen para el manejo de un alimento contaminado con micotoxinas solo podrán reducir su toxicidad, sin eliminar el peligro para la salud de los animales y el hombre consumidor de alimentos de origen animal.

La alternativa práctica para controlar la micotoxinas en la industria pecuaria es uso de adsorbentes de micotoxinas.

LITERATURA CITADA

- Ahokas, J.; El-Nemazi, H.; Kankaanpää, P.; Mykkänen, H. y Salinen, S. 1998. A pilot clinical study examining the ability of a mixture of lactobacillus and propionibacterium to remove aflatoxin from the gastrointestinal tract of Egyptian volunteers. *Revue Méd. Vét.* 149, 568.
- Carvajal G., A. y Mendoza M., R. 1983. Evaluación de la utilización de 2 antibióticos en la engorda de cerdos etapas de crecimiento- finalización Tesis, Departamento de Zootecnia Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Codex Alimentarius Commission. (2002). Proposed draft Code of Practice for the Prevention (Reduction) Mycotoxin Contamination In Cereals, Including Annexes on Ochratoxin A, Zearalenone, Fumonisin and Tricothecenes. Codex Committee on Food Additives and Contaminants, Thirty – fourth Session Mae. 2002.
- Cotty, P.J. y Bhatnagar, D. 1994. Variability among atoxigenic *Aspergillus flavus* strains to prevent aflatoxin contamination and production of aflatoxin biosynthetic pathway enzymes. *Appl. Environ. Microbiol.*, 60: 2248-2251.
- Denli y Perez. 2006 Contaminación por Micotoxinas en los Piensos: Efectos, Tratamientos y Prevención. www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/06CAP_I.pdf. Recuperado el 10 de Agosto del 2008.
- Díaz, G. 2005. Micotoxinas y micotoxicosis de importancia en salud humana en Colombia. Memorias IX Congreso Nacional de Avicultura. Federación Nacional de Avicultura. Caracas, Mayo 11 – 14. CD Rom.
- El-nemazi, H.; Kankaanpää, P.; Salminen, S. y Ahokas, J. 1998. Ability of dairy strains of lactic acid bacteria to bind a common food carcinogen, aflatoxin B1. *Food Chem. Toxicol.* 36: 321-326.
- Escalona R. A. 2007. "Micotoxinas". <http://www.ilustrados.com/publicaciones/EEEFyZVkaIQqVRsQj.php>, Recuperado el 18 de Octubre del 2007.
- Espíndola F. S. 2004. Micotoxinas y micotoxicosis en el ganado bovino lechero Tesis. URUZA-UACH. México. Pág. 1,3
- Fanny Requena. 2005 Revisión Micotoxinas: Riesgos y prevención. Recuperado el 9 de Julio del 2008. *www.zotecnia Tropicales* 23(4):393-410. 2005. com., (Recuperado el 9 de Julio del 2008).
- Gallego B., L. M. 2007. Introducción Micotoxinas. www.analizacalidad.com/micotoxinas.htm. (Recuperado el 15 de octubre del 2007).
- Gimeno, A. 2003. *Aspergillus* Micotoxicosis Comparativa Entre Pollos, Gallinas, Cerdos, Vacas Lecheras y Conejos. http://www.engormix.com/s_articulos_view.asp?art=266&AREA=MYC. (Recuperado el 21 de Octubre del 2007).
- Harris, B. Jr. 1997. Minimizing mycotoxin problems. *Feed Manag.* 48, 27-28.
- Krska, R. 1999. Mycotoxins of growing interest. Zearalenone. Third Joint FAO/WHO/UNEP International Conference on Mycotoxins. Tunez
- Mendoza D., M. 1983. Evaluación de un nivel constante de proteína durante las fases de crecimiento, desarrollo y engorda de cerdos Universidad Autónoma Chapingo. Tesis, Departamento de Zootecnia pág. 1
- Menéndez F., J.A. y Agraz G., A.A. 1987. Ganado porcino cría, explotación enfermedades e industrialización. 4ed. Limusa. Pág. 571
- Nakazato, M; Morizumi, S.; Saito, K; Fujinuma, K.; Nishima, T. y Kasai, N. 1990. Interconversion of aflatoxin b1 and aflatoxin G1 by several fungi. *Appl. Environ. Microbiol.* 56, 1465-1470.
- Park, D. 2002. The concept of Food Safety International Workshop on Mycotoxins College Park, Maryland, USA. July 2002
- Riley, R.T; Enongene, E.; Voss, K.A.; Norred, W.P.; Meredith, F.I.; Sharma, R.P.; Spitsbergen, J.; Williams, D.E.; Carlson, D.B. y Merrill, A.H. 2001. Sphingolipid perturbations as mechanism for fumonisin carcinogenesis" *Environ. Health Perspect.*, 2001 109: 301-308
- Scott, P.M. 1998. Industrial and farm detoxification processes for mycotoxins. *Revue Méd. Vét.* 149, 543-548.
- Sharma, R. P. 1993. *J.Dairy Sci.*, 76: 892-897.

- Smith, J.E. y Ross, K. 1991. The toxigenic aspergilla. In: *Mycotoxins and Animal Foods* (J.E. Smith and R.S. Henderson, eds). CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 101-139.
- Surai, P.F. 2002. ¿Como funcionan las micotoxinas a nivel celular? *Feeding times*, volumen 7, (3).
- Udagawa, S. (1988). Mycotoxicoses - the present problems and prevention of mycotoxins. *Asian Medical Journal* 31, 599 - 604. van Egmond, H.O. y Dekker, W.H. (1997). Worldwide regulations for mycotoxins in 1995 - A compendium. Serie FAO Alimentación y Nutrición 64, FAO, Roma, Italia.
- Word, E. 1992. Mycotoxins in food and feeds in the United States. *J. Anim. Sci.*, 70: 3941-3949
- Yoon, Y. y Baeck Y.J. 1999. Aflatoxin binding and antimutagenic activities of bifidobacterium bifidum HY strains and their genotypes. *Korean J. Dairy Sci.* 21, 291-298.