

Micotoxinas: contaminación natural en alimentos para cerdos y efectos en la producción porcina

Fuente: Sofia Noemí Chulze. Departamento de Microbiología e Inmunología, Facultad de Ciencias Exactas, Físico Químicas y Naturales, Universidad nacional de Río Cuarto. Rutas 8 y 36 Km 601 (5800) Río Cuarto-Córdoba. Conferencia extraída de Memorias del XI Congreso Nacional de Producción Porcina. Salta. Argentina. 2012.

Email: schulze@exa.unrc.edu.ar

La producción porcina es de gran importancia a nivel mundial, en los últimos años el consumo de carne de cerdo ha evolucionado en proporción al aumento de la población, su bajo costo la convierte en la fuente de proteínas de origen animal de mayor demanda internacional. La producción porcina requiere una alimentación adecuada a tal fin es conveniente evaluar las materias primas disponibles y la determinación de las necesidades nutritivas de los cerdos

Los alimentos balanceados constituyen la base de la dieta de la producción animal moderna. Las características nutricionales de una dieta dependen de una formulación adecuada lo cual está en relación con la cantidad de nutrientes disponibles en cada ingrediente que la componen. El maíz y la soja son los principales ingredientes usados en la formulación de las raciones para cerdos, en Argentina el maíz representa la principal fuente de energía para la alimentación porcina cuando se lo combina con la soja

Los hongos pueden contaminar las materias primas y los alimentos terminados modificando las características organolépticas, originando mal olor, sabor y aspecto lo que conduce a una significativa disminución de la calidad, Por otro lado debido al consumo de los nutrientes por los hongos también se reducen las características nutritivas de los mismos. La presencia de estos microorganismos provoca en los animales el rechazo de los alimentos, la disminución del índice de transformación en el animal por una deficiencia nutritiva y/o energética y problemas de micosis y micotoxicosis (CAST, 2003). Las principales especies toxicogénicas pertenecen a cuatro géneros *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* y *Alternaria*. Una determinada especie puede producir diferentes micotoxinas. La contaminación con micotoxinas puede producirse en diferentes etapas de la cadena alimentaria a nivel pre-cosecha, durante el almacenamiento y durante el procesamiento.

Efectos de las principales micotoxinas en cerdos: toxinas producidas por especies de *Fusarium*: Fumonisinias en niveles de 1 a 10 $\mu\text{g/g}$ pueden provocar aumento de colesterol, alteración del peso del páncreas y glándulas suprarrenales aumento de la esfinganina y de la relación esfinganina/esfingosina), zearalenona: efectos estrógenicos induce femeneización en niveles menores de 1 $\mu\text{g/g}$. Concentraciones altas interfieren en la concepción ovulación implantación, desarrollo del feto y en la viabilidad de los recién nacidos. Tricotecenos: deoxivalenol: émesis y vomito. podría afectar la actividad reproductiva por interferencia con el desarrollo folicular en cerdos Toxina T-2: potente inmunosupresor que afecta las células inmune y modifica la respuesta inmune como consecuencia de otros daños en los tejidos. Micotoxinas producidas por especies de *Aspergillus*: aflatoxinas: aumento en la susceptibilidad a salmonelosis, disentería, reducción en la ganancia de peso y conversión de alimentos, anorexia, ictericia, hemorragias y convulsiones. En cerda en gestación o cerdos en lactancia pueden causar problemas inmunológicos debido a residuos de aflatoxina M₁ en leche de las cerdas que han comido alimento contaminado con aflatoxina B₁. En una intoxicación aguda los síntomas llevan rápidamente a la muerte apareciendo inapetencia, temblores musculares e incoordinación motora, elevación de la temperatura corporal hasta 41 °C y sangre en heces evidenciando

lesiones a nivel intestinal. Las lesiones crónicas se manifiestan con disminución en la ganancia de peso, inapetencia, apariencia mala, e ictericia. Ocratoxina A: produce efectos neurotóxicos, carcinogénicos, teratogénicos e inmunosupresivos y sobre el sistema nervioso. Los cerdos en etapa de engorde que consumen raciones contaminadas en niveles de 0,2 a 4 $\mu\text{g/g}$ muestran atraso en el crecimiento y lesiones renales detectables microscópicamente en cerdas jóvenes se observan fenómenos de inmunosupresión. Toxinas de *Alternaria*: alternariol, alternariol monometil éter afectan la actividad reproductiva por interferencia con el desarrollo folicular en cerdos.

En estudios realizados en Argentina se evaluó la micoflora e incidencia de micotoxinas en muestras de alimento para cerdos (240 muestras) recolectadas en 5 granjas localizadas en la Pcia de Córdoba. El alimento fue producido y procesado en la granja y era destinado a cerdos en engorde. El alimento estaba compuesto de: (i) Alimento inicial: 72% de grano de maíz, 25% de concentrado (Tabla 1) y 3% de alfalfa, (alimento destinado para cerdos de 10 a 25 Kg), (ii) Alimento para engorde: 80% grano de maíz, 17% concentrado y 3% de alfalfa (destinado a cerdos de 25 a 60 Kg), (iii) Alimento final: 82% de grano de maíz, 15% de concentrado y 3% de alfalfa (para cerdos de > a 60 Kg).

El recuento de hongos obtenido en las muestras fue de 1×10^5 UFC g^{-1} . Los niveles de especies de *Fusarium* variaron entre 1×10^2 a 1×10^5 , mientras los recuentos de *Aspergillus* variaron entre 2×10^3 y $4,3 \times 10^5$ UFC g^{-1} .

Los altos niveles de contaminación fúngica en algunos casos mayores a 1×10^4 UFC g^{-1} establecidas por las buenas prácticas de manufactura, podría afectar la palatabilidad y reducir la absorción de los nutrientes, dando por resultado un sustrato no adecuado para la alimentación porcina.

Las figuras 1, 2 y 3 muestran la frecuencia de aislamiento de las diferentes géneros y especies fúngicas. *Fusarium* fue el género más frecuentemente aislado de todos los alimentos y de maíz.

Las concentraciones promedio de aflatoxinas y zearalenona detectadas en muestras de alimento destinados a cerdos en diferentes etapas de crecimiento y maíz utilizado para la elaboración de los mismos se observa en la Tabla 2. La tabla 3 muestra los niveles de fumonisinas detectadas en las muestras de alimento para cerdos y en maíz.

Tabla 1.-Composición del concentrado (Kg) para la fabricación de alimento para cerdos

| Ingredientes | Composición del concentrado (Kg) | | |
|--------------|----------------------------------|---------------|----------------|
| | Alimento inicial* | Crecimiento** | Terminación*** |
| Proteínas | 400 g | 390g | 380g |
| Lisina | 35g | 26g | 26g |
| Metionina | 12g | 5g | 5g |
| Calcio | 26g | 29g | 32g |
| Fosforo | 12g | 11g | 10g |
| Vitamina A | 28286 IU | 26136 IU | 24750 IU |
| Vitamina D | 36857 IU | 6336 IU | 6000 IU |
| Vitamina E | 31 IU | 28 IU | 27 IU |
| Vitamina B | 213 mg | 12 mg | 11 mg |
| Colina | 943mg | 871mg | 825mg |
| Cinc | 514 mg | 475 mg | 450 mg |
| Cobre | 686 mg | 944 mg | 30 mg |
| Selenio | 0,51 mg | 0,47 mg | 0,45 mg |
| Sodio | 0,48 mg | 0,48 mg | 0,6 mg |
| | | | |
| | | | |

- * Peso 10-15 Kg
- ** Peso 25-60 Kg
- *** Peso > 60 Kg

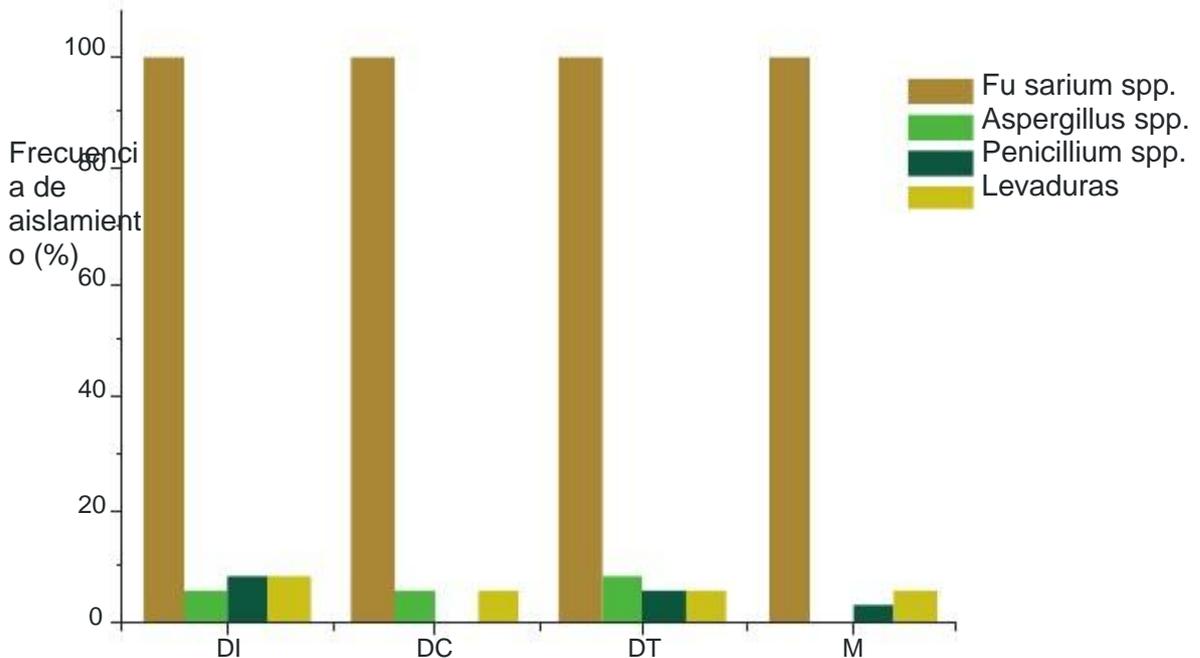


Figura 1.- Frecuencia de aislamiento (%) de los géneros fúngicos en alimento para cerdos DI= alimento inicial, DC=alimento de crecimiento, DT=alimento final, M= maíz

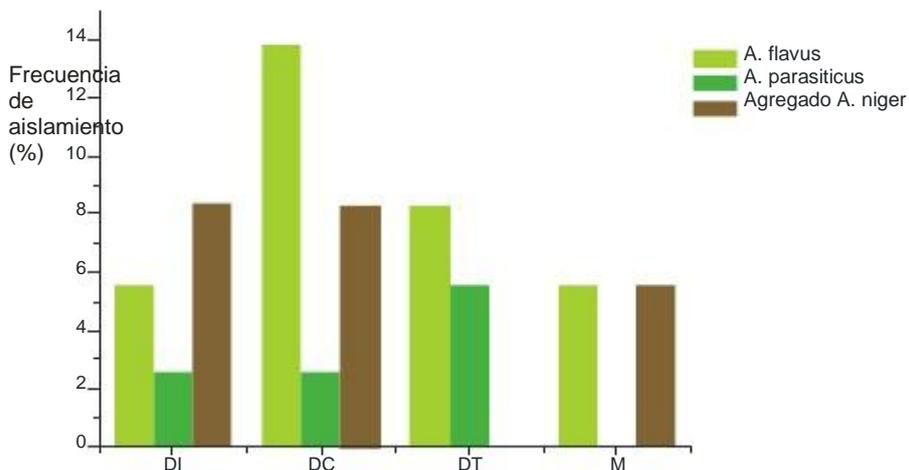


Figura 2.- Especies de Aspergillus frecuencia de aislamiento (%) en alimento para cerdos DI= alimento inicial, DC=alimento de crecimiento, DT=alimento final, M= maíz

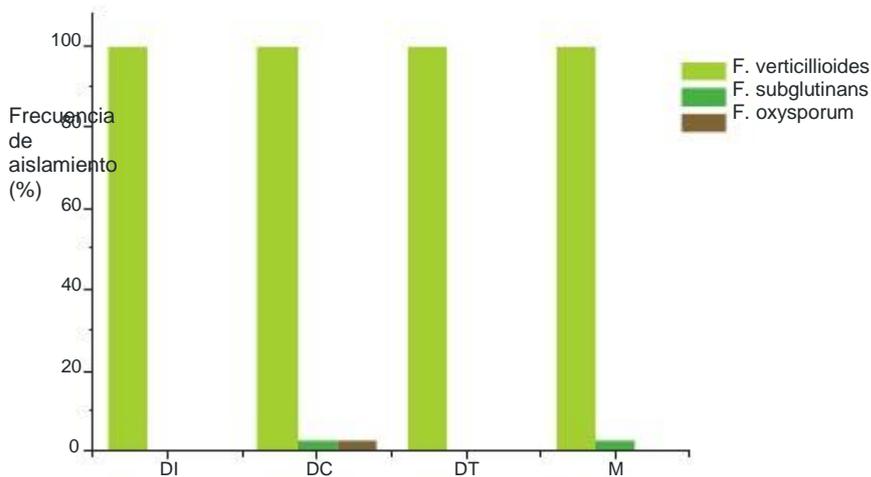


Figura 3.- Especies de Fusarium frecuencia de aislamiento (%) en alimento para cerdos DI= alimento inicial, DC=alimento de crecimiento, DT=alimento final, M= maíz

Tabla 2.- Niveles de aflatoxinas y zearalenona en alimentos para cerdos

| Alimento | Niveles de micotoxinas ((µg/kg) | | | | | Muestras contaminadas (%) |
|----------|---------------------------------|------------------|------------------|------------------|-----|---------------------------|
| | Media ± DS | | | | | |
| | AFB ₁ | AFB ₂ | AFG ₁ | AFG ₂ | ZEA | |
| DI | 30 ± 2 | ND | ND | ND | ND | 33,33 |
| DC | 50 ± 1 | ND | ND | ND | ND | 33,33 |
| DT | 70 ± 6 | ND | ND | ND | ND | 44,44 |
| M | ND | ND | ND | ND | ND | 0 |

DS = Desviación Standard ND = no detectada LD= 0,4 ng/g aflatoxinas, ZEA= 50 ug/Kg. DI= Dieta iniciación, DC= Dieta crecimiento, DT= Dieta terminación , M= Maíz

Fuente: Gonzalez Pereyra et al., 2008

Tabla 3.- Niveles de fumonisinas en muestras de alimento para cerdos y en maíz

| Alimento | FB ₁ Niveles (mg/Kg) | FB ₂ | |
|----------|------------------------------------|---|---------------------------------|
| | | Frecuencia de Niveles contaminación (mg/Kg) (%) | Frecuencia de contaminación (%) |
| | | 90<1-5 | 90 |
| DI | < 1-5 | 105-10 | 10 |
| | 10-15 | 90<1-5 | 100 |
| | <1-5DC | 105-10 | - |
| | 10-15 | 90<1-5 | 100 |
| | <1-5DT | 105-10 | - |
| | 10-15 | 90<1-5 | 100 |
| | <1-5M | 105-10 | - |
| | 5-10 | | |

LD=Límite de detección: 20 ng/g

Fuente : Gonzalez Pereyra et al., 2008

Niveles de micotoxinas detectados en alimento destinado para cerdas en diferentes estados reproductivos

Las muestras fueron recolectadas en 2 granjas de la Pcia de Buenos Aires. El alimento fue producido y procesado en la granja. Dos tipos de muestras fueron analizadas maíz molido y soja y alimento terminado para cerdas en distintos estados reproductivos.

Tabla 4. Composición (%) de alimento destinado para cerdas en diferentes estados reproductivos

| Ingrediente | Cerdas estados reproductivos | | |
|---|------------------------------|-----------|---------------|
| | Cerdas | Preñadas* | No preñadas** |
| Maíz Molido | 60 | 5656 | |
| Soja desactivada | 4-25 | 3026 | |
| Otros cereales | 0-10 | 2-610 | |
| Concentrado (azúcar y mezcla de vitaminas) | 5-15 | 2-8 | 0-8 |

- *Alimento para incrementar la ovulación
- ** Alimento para optimizar la producción

Tabla 5.- Niveles de micotoxinas detectados en materias primas y alimentos terminados

| Micotoxina | Materias Primas | | Alimento Terminado | | |
|------------------|---|---|--------------------|------------|-------------|
| | Maíz | Soja Molido | Cerdas | NoPreñadas | Preñadas |
| AFB ₁ | Media | NDND228,2±95ND | | | ND |
| | (ug/Kg) | | | | - |
| | Frecuencia | 80 | | | - |
| OTA | (%) Muestras con niveles mayores al límite (%) | | | | - |
| | Media (µg /Kg) | NDNDND0,259±0,123 | | | ND |
| | Frecuencia (%) Muestras con niveles mayores al límite (%) | 100 | | | - |
| FB ₁ | Media | 660,9±415,7 82,8±28,3 334,2±178,4 353,1±126,4 | | | 341,6±118,2 |
| | (µg/Kg) | | | | 100 |
| | Frecuencia (%) Muestras con niveles mayores al límite (%) | 100 5067100 | | | 0 |
| ZEA | Media | NDNDNDND | | | ND |
| | (µg /Kg) | | | | - |
| | Frecuencia (%) Muestras con niveles mayores al límite (%) | | | | - |

En todas las muestras se observó un recuento de hongos mayor de 1 X 10⁴ UFC/g de materia prima o alimento terminado. Es importante señalar que la presencia de una especie fúngica no automáticamente indica la presencia de micotoxinas

Tabla 6: Niveles de fumonisina B₁ y zearalenona en materias primas

| Micotoxina | | Materias Primas | | | |
|------------|--|-----------------|----------------------|-------------|----------------|
| | | Maíz Molido | SojaSalvado trigo | de | Pellet de soja |
| FB1 | MediaDS (µg/Kg) | 660,9 ±415,7 | 82,8±28,3 | 274,1±102,1 | 193,2±99,5 |
| | Frecuencia (%) | 100 | 50 | 50 | 100 |
| | Muestras sobre el límite(%) Media±DS | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ZEA | (µ/Kg) | ND | ND | 153 ±26,2 | ND |
| | Frecuencia (%) | - | - | 100 | - |
| | Muestras sobre el límite(%) | - | - | 0 | - |

DS= Desviación Standard, Frecuencia de contaminación = % de muestras contaminadas con micotoxinas, porcentaje de muestras contaminadas con niveles mayores a los recomendados ZEA= 100 µg/Kg, (lechones), 250 µg/Kg (crecimiento, adultos) FB₁ = 5000 µg/Kg, ND= no detectada (Fuente Pereyra et al., 2011)

Tabla 7: Niveles de micotoxinas en alimentos terminados para cerdos

| Micotoxina | | Alimento terminado | | | |
|-----------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| | | Lactante Inicial para lechones | Recría | Desarrollo | Engorde |
| FB ₁ | Media DS (µg/Kg) | 435,1 ± 15,4 100 | 206,3 ± 93,2 100 | 392,7 ± 130,5 100 | 305,97 ± 178,6 100 |
| | Frecuencia (%) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Muestras sobre el límite(%) | 306 | 153 | | |
| ZEA | Media DS (µg /Kg) | ± 95,3 - | ± 66,1 - | ND | ND |
| | Frecuencia (%) | | | 100 | - |
| | Muestras sobre el límite (%) | | | 0 | - |

DS= Desviación Standard, Frecuencia de contaminación= % de muestras contaminadas con micotoxinas, Porcentaje de muestras contaminadas con niveles mayores a los recomendados ZEA= 100 µg /Kg, (lechones), 250 µg /Kg (crecimiento, adultos) FB₁ = 5000 µg /Kg, ND= no detectada (Fuente Pereyra et al., 2011)

Las regulaciones sobre productos estándar en el sector de alimentos balanceados establecen que los niveles máximos permitidos para aflatoxina B₁ para cerdos es 0,02 µg /g. Los niveles de aflatoxina B₁ detectados fueron más altos que los límites recomendados en el 100 % de los alimentos terminados para cerdas. La Unión Europea ha establecido niveles de 250 µg /Kg para OTA y 5000 µg / Kg para fumonisinas en alimentos destinados para cerdos.

Soja es otro de los principales componentes de los alimentos balanceados para cerdos, en Argentina se ha demostrado contaminación con micotoxinas, tricotecenos grupo A y B en muestras de granos de soja, de 40 muestras analizadas deoxinivalenol se detectó en dos muestras en niveles de 1,6 y 0,9 µg/g . Sólo 1 muestra mostró contaminación con la toxina T-2 en niveles de 280 µg/kg. (Barros et al., 2008)

Entre las toxinas producidas por especies de *Alternaria*, alternariol monometil éter (AME) fue detectada en muestras de granos de soja cosechadas en Argentina en niveles entre 62 y 1.153 ng/g. (Oviedo et al., 2009) Se ha demostrado que niveles similares a los detectados en las muestras analizadas afectaban negativamente la síntesis de progesterona en las células de la granulosa de cerdos "in vitro". Considerando que las células de la granulosa influyen directamente el crecimiento estructural de los oocitos, la exposición a AME podría afectar la actividad reproductiva por interferencia con el desarrollo folicular en cerdos (Tiemann et al. 2009).

Se ha demostrado que varias micotoxinas pueden co-ocurrir en los alimentos destinados a la producción porcina, las interacciones entre las diferentes micotoxinas debería considerarse al momento de evaluar el riesgo toxicológico. La producción de biocombustible a partir de productos agrícolas ha incrementado en los últimos años, la cantidad de subproductos derivados que pueden destinarse a la producción animal. Esto representa un riesgo potencial para la salud animal porque los niveles de micotoxinas presentes en el grano original pueden concentrarse hasta 3 veces en los subproductos. (Wu & Munkvold, 2008)

Bibliografía

Barros, G., García, D., Oviedo, S., Ramirez, L., Torres, A. & Chulze, S. (2008). Deoxynivalenol and nivalenol analysis in soybean and soy flour. *World Mycotoxin Journal*, 1(3), 263-266.

CAST (2003) Mycotoxins, risk in plant animal and human systems. Task Force Report 139 Council for Agricultural Science and technology, Ames, Iowa

Gonzalez M.L., Pereyra C., Ramirez, M.L Rosa, C.A.R, Dalcerro, A.M., Cavaglieri, L (2008) Determination of mycobiota and mycotoxins in pig feed in central Argentina. *Letters Applied Microbiology* 46: 555-561

Oviedo, M.S., Ramírez, M.L., Barros, G.G. & Chulze, S.N. (2009). *Alternaria* mycotoxins in soybean harvested in Argentina. ISM Conference, Worldwide Mycotoxin Reduction in Food and Feed Chains, 11 al 19 de septiembre de 2009, Tulln, Austria.

Pereyra, C.M Cavaglieri, L.R., Chiacchiera, S.M. and Dalcerro, A. (2010) Fungi and mycotoxins in feed intended for sows at different reproductive stages. *Veterinary Medicine International* doi:10.4061/2010/569108

Pereyra Cavaglieri, L.R.; Magnoli, C.E. Rosa, C.AR, Chiacchiera, S.M and Dalcerro, A.M (2011) Mycobiota and mycotoxins contamination in raw materials and finished feed intended for fattening pigs production in Easter Argentina . *Veterinary Research Communications* 35:367-379

Tiemann, U., Tomek W., Schneider F., Müller M., Pöhland R., & Vanselow J. (2009). The mycotoxins alternariol and alternariol methyl ether negatively affect Progesterone synthesis in porcine granulosa cells in vitro. *Toxicology Letters* 186:139-45

Wu, F; Munkkvold, G. P. (2008) Mycotoxins in ethanol Co-Products: modeling economic impacts on the livestock industry and management strategies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56:3900-3911