



EL PROBLEMA DE LAS MICOTOXINAS EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL : REALIDAD O FICCIÓN

ALBERTO GIMENO

**Consultor en Nutrición Animal y
Micotoxicología Alimentaria**



MICOTOXINAS

Mas de 200 micotoxinas

- Son metabolitos secundarios tóxicos (compuestos policetónicos) producidos por algunos mohos (especies fúngicas) con la influencia de determinadas condiciones físico, químicas y biológicas.
- El moho es el precursor de la micotoxina.
- **Hongos = Mohos + Levaduras.**
- Levaduras, no producen micotoxinas.

MICOTOXINAS

Algunas micotoxinas del género de moho:
ASPERGILLUS (pertenece fundamentalmente a la flora de almacenamiento).

- Aflatoxinas (B1, B2, G1, G2, M1) – cancerígenas, teratogénicas, mutagénicas, hepatotóxicas, inmunosupresivas. La AFM1 (metabolito de la AFB1) es diez veces menos cancerígena que la AFB1.
- Ocratoxina A – nefrotóxica, inmunosupresiva.

MICOTOXINAS

Algunas micotoxinas del género de moho:
FUSARIUM (pertenece fundamentalmente a
la flora de campo).

- Zearalenona – **estrogénica.**

- Deoxinivalenol, Toxina T-2,
Diacetoxiscirpenol – **gastroentéricas,
lesiones orales, inmunosupresivas.**

Fumonisin (B1, B2 ..) – **neurotóxicas,
nefrotóxicas, hepatotóxicas,
inmunosupresivas en altas concentraciones.**

FACTORES FÍSICOS

- **Humedad (agua libre).**
- **Actividad de agua (a_w) (Cantidad de agua disponible para el desarrollo de los microorganismos después del equilibrio hídrico en el sistema – alimento/medio ambiente).**
- **Temperatura.**
- **Zonas de microflora.**

FACTORES QUIMICOS

- pH (2,5 – 7,5).
- Composición del sustrato.
- O₂/CO₂ (ausencia de O₂ inhibe el crecimiento fúngico).



FACTORES BIOLÓGICOS

Estirpes específicas dentro de las especies fúngicas

- No todas las especies de *Aspergillus* ni de *Fusarium* producen micotoxinas.



HUMEDAD Y ACTIVIDAD DE AGUA (a_w)

- Desarrollo de hongos a partir de $a_w = 0,70$ (poco probable con $a_w < 0,70$).
- **Desarrollo de bacterias con $a_w > 0,90$.**
- Producción de micotoxinas a partir de una $a_w = 0,80$.

Agua libre $< 13\%$ = a una $a_w < 0,75$

Agua libre $> 13\%$ = a una $a_w > 0,75$

HRE = 75% (equilibrio hídrico) = a_w de 0,75

Agua libre (humedad) crítica 12,5 – 13%

TEMPERATURA

AMPLIO MARGEN DE TEMPERATURA



10-30°C

TEMPERATURA

- *Fusarium roseum* buen desarrollo a 24-27°C producción de zearalenona a 10-12°C.
- Sin embargo: *Fusarium roseum* “semitectum” y “gibbosum” ... dan una buena producción de zearalenona a 25°C
- Mañanas y tardes calientes /noches frías



TEMPERATURA y aw

- Con aw a 20°C = 0,85 (15-16% agua libre en el sustrato) las esporas fúngicas germinan en 5-12 días.
- Con aw a 20°C = 0,75 (13-14% agua libre en el sustrato) las esporas fúngicas germinan en 4 a 12 semanas.
- Variaciones según amilácea o bien oleaginosa.



AMILÁCEA / OLEAGINOSA

- Relación entre el agua libre de algunas amiláceas y oleaginosas y las diferentes HRE a 25-30°C.

<u>HRE %</u>	<u>Maíz</u>	<u>S. Integral</u>	<u>G. Integral</u>
65-70 ($a_w = 0,65-0,70$)	13,5%	-	-
75 ($a_w = 0,75$)	-	13,5%	-
85 ($a_w = 0,85$)	-	-	13,5%



RELACIÓN MOHO-MICOTOXINA

- La presencia del moho no implica la producción de micotoxina.
- **Moho y Micotoxina.**
- **Moho y no Micotoxina.**
- **Micotoxina y no Moho.**

HONGOS / PROBLEMAS

- Rechazo del alimento.
- Deficiencias nutritivas y energéticas.
- Micosis (que a veces se puede confundir con una micotoxicosis – *Scopulariopsis spp* produce nefritis en aves y diarrea en cerdos).
- Producción de micotoxinas (mohos).

AFLATOXINA B1 (AFB1)

- De 75 a 800 ppb (microgramos/Kg): 1 a 10 semanas: pollitos juvenes, gallinas, cerdos juvenes: ... hepatotoxicosis, bajas de puesta, huevos blandos, muertes, inmunosupresión (mamitis, agalaxia y metritis en cerdas, alteraciones espermáticas en verracos). Problemas con la aflatoxina M1 (AFM1) (metabolito de la AFB1 y que contamina la leche de la cerda) en lechones lactantes.
- De 2500 a 5000 ppb: 32 días: pollos (23 días de vida y más): ... nada significativo.

AFLATOXINA B1(AFB1)

- **Vacas Lecheras (mitad del periodo de lactación): ... 433 ppb: 7 días: ... disminución en la producción de leche. Cuando 5500 ppb: 14 días: ... hepatotoxicosis, baja en la producción de leche, aumento de células somáticas.**

Fluido ruminal no afecta a la AFB1.

En general, problemas con los residuos contaminantes de AFM1 (metabolito de la AFB1) en la leche.

AFLATOXINA M1(AFM1)

- El nivel de residuos de AFM1/día (mg) en la leche cruda, podría ser aproximadamente el 2,2% de la ingesta diaria de AFB1 (mg). Dividiendo el resultado obtenido por el número de litros de leche producidos/vaca/día y multiplicando el resultado por 1000 nos daría la concentración presumible en microgramos/litro (ppb) de AFM1 en la leche cruda.
- Existen también ecuaciones de calculo.

OCRATOXINA A (OTA)

- De 200 a 8000 ppb: 2 a 12 semanas: pollitos juvenes, gallinas, cerdos juvenes y adultos: atrasos en el crecimiento, nefrotoxicosis, mortalidad, pigmentación deficiente, bajas de puesta, peso del huevo bajo, inmunosupresión (alteraciones espermaticas en verracos).
- Vacas Lecheras: fluido ruminal a pH 6,5 - 7,1: transforma (por hidrólisis) la ocratoxina A en ocratoxina alfa, no tóxica. Cuanto más bajo el pH más difícil es la transformación.

ZEARALENONA (ZEN)

- **Con 30000 ppb: pollos: 7 a 8 semanas: nada significativo.**
- **Con 100000 ppb: 6 semanas: gallinas ponedoras (46 semanas de vida) la producción de huevos aumentó.**
- **ZEN como biomarcador.**

ZEARALENONA (ZEN)

- **Cerdas en general: problemas estrogenicos (atrofia ovárica, tumefacción e hipertrofia de vulva, glándula mamaria, pezones y útero, agalaxia, abortos etc) con ingestas de 1 mg de ZEN/cerda/día (en especial cerda joven) en 5 a 7 días.**
- **Piensos con 500 y 335 ppb cerdas gestantes consumo de pienso 2 a 3 Kg/cerda/día.**
- **Piensos con 250 y 167 ppb cerdas lactantes consumo de pienso 5 a 6 Kg/cerda/día.**

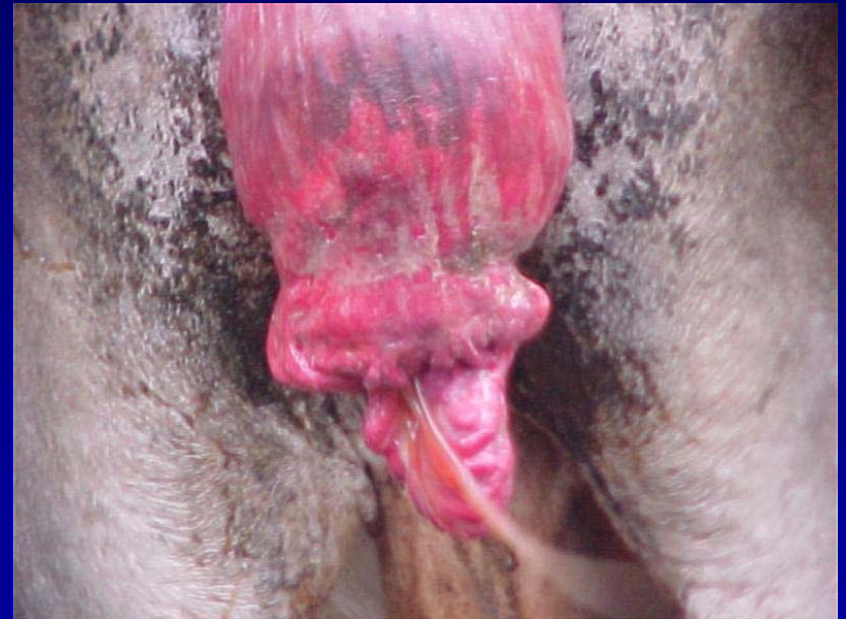


ZEARALENONA (ZEN)

- Vacas lecheras: > 250 ppb:
disminución del consumo de alimento,
baja en la producción lechera, vaginitis,
secreciones vaginales, prolapsos,
deficiencia reproductiva y aumento de
las glándulas mamarias en novillas
vírgenes.
- ! Fluido ruminal transforma a alfa y
beta zearalenol (estrogenicos) !

ZEARALENONA (ZEN)

- Prolapso rectal



FUMONISINA B1 (FB1)

- **Con 8000 a 16000 ppb: 3 semanas: pollitos juvenes, gallinas: diarrea, bajas de puesta.**
- **Con 1000 a 10000 ppb: 8 semanas: cerdos: diarrea, crecimiento anormal, edema pulmonar.**

FUMONISINA B1 (FB1)

- Vacas lecheras 75000
ppb 14 días ligeras
diarreas.
- FB1 como biomarcador.

DEOXINIVALENOL (DON)

- Con 50000 ppb: 1 a 6 semanas: pollitos (6 días de vida): sin problemas.

DON como biomarcador.

- Con 350 a 700 ppb: 10 semanas: gallinas: disminución del peso del huevo, huevos blandos.
- Con 300 a 3500 ppb: cerdos: ... rechazo del alimento, aumento del peso del hígado, disminución de la ganancia de peso vivo, vómitos (5000, 10000 y 20000 ppb).

DEOXINIVALENOL (DON)

- Vacas lecheras: > 300 ppb:
reducción de la ingesta, baja en la
producción lechera, aumento en el
recuento de células somáticas en la
leche, reducción de la eficacia
reproductiva. Reducción de la
respuesta inmunitaria en terneros.
- Fluido ruminal no afecta a DON.

TOXINA T-2 o DIACETOXISCIRPENOL

- Con 400 a 10000 ppb: 1 a 9 semanas: pollitos juvenes, gallinas, lechones: lesiones orales, necrosis de molleja, neurotoxicidad, deficiencias de enplume, atrasos en el crecimiento, bajas de puesta, diarreas, hemorragias intestinales, inmunosupresión.
- Vacas lecheras: 150 a 1200 ppb: 2 meses: rechazo del alimento, perdidas reproductivas, gastroenteritis, hemorragias intestinales, mortalidad.

Fluido ruminal ... biotransformación a estructuras, De - epoxy (no tóxicas) ?







LEGISLACIÓN ACTUAL (Alimentación Animal)

De momento para AFB1 y AFM1

Alimentos para animales, 12% humedad base

- **Materias Primas 20 ppb max.**
- **Alim. complet. y complemen., aves y cerdos adultos 20 ppb max.**
- **Alim. complet. y complemen., aves y cerdos jóvenes 10 y 5 ppb max.**
- **Alim. complet. y complemen, ganado lechero ... 5 ppb max.**
- **Leche y productos lacteos (humana) 0,05 ppb (AFM1) max.**
- **Leche y productos lacteos para lactantes (humana) 0,025 ppb (AFM1) max.**

LEGISLACIÓN FUTURA (Alimentación Animal)

- Para DON, ZEN, OTA, FB1+FB2
- Para toxinas T-2 y HT-2, y porque no también para DAS ?
- **Recomendaciones publicadas en Agosto 2006**

Alimentos para animales, 12% humedad base

Alimentos completos y complementares

DON: aves 5000 ppb max.
cerdos .. 900 ppb max. ?

ZEN: lechones y cerda joven 100 ppb max.
cerdo adulto y cerda 250 ppb max. ?
vacas lecheras 500 ppb max. ?

OTA: cerdos y aves ... 50 y 100 ppb,max., respectivamente.

FB1+FB2: cerdos, aves, rumiantes adultos (> 4 meses) 5000,
10000, 20000 ppb, max., respectivamente.

LEGISLACIÓN FUTURA (Alimentación Animal)

- **De momento no es una obligación, son unas recomendaciones. Es una declaración de intenciones. Probable legislación definitiva en 2009 ?.**
- **Creo que habrá que bajar los niveles máximos de DON (cerdos), ZEN (cerdos y vacas lecheras), FUMONISINAS (cerdos) y poner nivel max. de DON en vacas lecheras.**
- **No se tienen en cuenta los sinergismos (tema bastante difícil). Será que dos o más niveles máximos permitidos de micotoxinas, si ocurren juntos, no provocaran problemas ?.**

LEGISLACIÓN (Alimentación Animal)

- **Una legislación no es fácil de hacer:**
- **Disponibilidad de datos toxicológicos.**
- **Disponibilidad respecto a la incidencia de micotoxinas en varios alimentos.**
- **Homogeneidad de la micotoxina en el alimento contaminado.**
- **Disponibilidad de métodos analíticos.**
- **Legislación en otros países con los que hay contactos comerciales.**
- **Necesidad en algunos países de ser suficientemente abastecidos en cuanto a alimentos.**

MICOTOXINAS, MÁXIMOS TOLERABLES

<u>Animal</u>	<u>AFB1*</u>	<u>ZEN*</u>	<u>DON*</u>
Aves juvenes	20 ppb	-	-
Gallinas	50	-	-
Cerdos < 34 Kg. p.v	20	200	< 300
Cerdos 34 a 57 Kg.p.v	50	200	< 300
Cerdos 57Kg a final	100	200	< 300
Cerdas	50	100	< 300
Cerdos machos reprod.	50	100	< 300
Vacas lecheras**	25	250	< 300

*** No es legislación**

**** Legislación max. 5 ppb (por paso de AFB1 a AFM1)**

RECOMENDACIONES ATENUANTES

Entre varias :

- **Reducir factores de “estrés” (no vacunar, que no falte agua, no cambios bruscos de humedad y temperatura, ventilación adecuada/ no amoniaco).**
- **Aumentar en el pienso el nivel de metionina y cistina. Ellos son los precursores del glutatión, el cual forma dentro del animal y en el hígado, complejos conjugados con la AFB1 que posteriormente se eliminan por heces y orina.**
- **Uso de protectores hepáticos como cloruro de colina e inositol.**

PREVENCIÓN, DESCONTAMINACIÓN, DETOXIFICACIÓN E INACTIVACIÓN

EN EL CAMPO

- **Cereales genéticamente modificados (salud humana ?) resistentes al crecimiento y proliferación de mohos toxicogénicos y al ataque de insectos (deterioro de granos).**
- **Uso de fungicidas, insecticidas (atención a los residuos) y fungistáticos.**
- **Pájaros (deterioro de granos) (uso de espantapájaros).**

EN LA FABRICACIÓN DE PIENSOS COMPUESTOS

- **Control, exigencia y rigurosidad en la calidad de las materias primas.**
- **Análisis de materias primas y producto acabado.**
- **Higiene constante y desinfección periódica de la fabrica y los circuitos de fabricación (insectos, ácaros, roedores).**
- **Conservación de las materias primas ($H = 0$ o menos, 12% max., $a_w = < 0,70$, $T = 20-22^{\circ}\text{C}$). Para ello**

.....

EN LA FABRICACIÓN DE PIENSOS COMPUESTOS

- **Tratamiento de las materias primas en los silos con corrientes de aire frío y seco (evitamos zonas de microflora).**
- **Tratamientos con CO₂ (la mayor parte de los hongos son aerobios).**

PREVENCIÓN, DESCONTAMINACIÓN, DETOXIFICACIÓN E INACTIVACIÓN

- **Problema cuando las materias primas ya vienen contaminadas con micotoxinas antes del almacenamiento.**
- **Por eso y en general, la futura legislación ayudara a mejorar y reducir o evitar situaciones y efectos indeseables. Evidente que nadie quiere tener problemas con los animales pero tampoco los quiere tener con el organismo de la fiscalización de alimentos. Todo eso puede resultar muy caro.**

SELECCIÓN DEL GRANO, DESCASCADO Y ELIMINACIÓN DE CÁSCARA Y POLVO

- La mayor concentración de micotoxinas se encuentra en el pericarpio de los granos y en el polvo de cereal.

QUE HACEMOS CON LA CASCARA Y EL POLVO ?

- Dilución de material contaminado con material no contaminado no está permitido.

TRATAMIENTOS TÉRMICOS

Granulación (temperaturas insuficientes). **Expander** (temperaturas altas pero tiempos de permanencia cortos) ? . Excelente contra los hongos.

Las micotoxinas son bastante resistentes a altas temperaturas, a saber (en general):

- **Aflatoxinas** 120°C
- **Ocratoxina A** 100°C
- **Fumonisin** 150°C
- **Toxina T-2** 120°C
- **Diacetoxiscirpenol** 120°C
- **Vomitoxina** 150°C
- **Zearalenona** 110°C

UTILIZACIÓN DE FUNGISTÁTICOS

- **Acido propiónico y sus sales cálcica, sódica y amónica.**
- **Acido sórbico y su sal potásica (son los mejores).**
- **Acido fórmico y sus sales cálcica y sódica.**
- **Mezclas sinérgicas de fungistáticos.**

Modificación del pH intracelular (célula fúngica), inhibición de la síntesis de enzimas necesarios al hongo.

Fungistáticos, mal llamados fungicidas (formaldehído, violeta de genciana, pesticidas, herbicidas, insecticidas).

Uso indebido de fungistáticos en concentraciones sub-inhedoras, ellos pueden ser metabolizados por algunas especies de mohos toxicogénicos y favorecer la producción de micotoxinas.

PREVENCIÓN, DESCONTAMINACIÓN, DETOXIFICACIÓN E INACTIVACIÓN

UTILIZACIÓN DE FUNGISTÁTICOS

- PLANES DE TRATAMIENTO DE LAS INSTALACIONES DE LA FABRICA CON FUNGISTÁTICO O MEZCLA DE FUNGISTÁTICOS.

TRATAMIENTOS SEMANALES O A LO SUMO CADA 15 DÍAS.

FUNGISTÁTICOS O MEZCLA, EN LA FORMA MÁS CONCENTRADA POSIBLE.

FUNGISTÁTICO ACTUA CONTRA EL HONGO NO CONTRA LA MICOTOXINA.

ASÍ PUES, TENEMOS

PREVENCIÓN, DESCONTAMINACIÓN, DETOXIFICACIÓN E INACTIVACIÓN

- **Adsorbentes de micotoxinas (arcillas filossilicatos, purificadas y no purificadas), (glucomannanos esterificados).**
- **Enzimas que pueden biotransformar las micotoxinas a compuestos no tóxicos o menos tóxicos ?.**
- **Mezclas de enzimas biotransformadoras y arcillas filossilicatos ?.**

- **Sera necesario continuar a usar todo esto (fungistáticos y detoxificantes) después de que la futura legislación sea definitiva ?.**

Sí, (sinergismos, contaminaciones fúngicas, descuidos, negligencias ... formación de DON y ZEN glucosidos ...etc).

- **Sin embargo y gracias a la legislación, los riesgos seran menores.**

DEOXINIVALENOL (DON) y ZEARALENONA (ZEN) GLUCÓSIDOS

- **Con la glucosa del alimento, DON y ZEN forman complejos conjugados en el propio alimento, DON y ZEN glucósidos. Durante la digestión del alimento esos complejos se desdoblán (por hidrólisis) y se libera DON y ZEN originales. El problema de micotoxicosis se puede producir, sin embargo, los análisis de DON y ZEN en el alimento compuesto dan negativos porque las micotoxinas están en forma de complejos conjugados y no en su forma original que es tal como se analizan.**
- **Así pues, habría analizar también DON y ZEN glucósidos (llamados vulgarmente micotoxinas enmascaradas)**

UNIFEEDS / RACIONAMIENTOS

En general (consumo 30 Kg ración/vaca/día).

- **Racionamiento**, 50% de ensilado, 26% de alimento complementario, 24% de henos, pulpas, semilla algodón, paja, subp. cervecería.
- **Unifeed**, 40-45 % de ensilado, 27-30% de materias primas secas, 33 – 25% de henos, pulpas, semilla algodón, paja, subp. cervecería.

ENSILADOS

- En el caso de los ensilados, los valores de agua libre y de a_w son substancialmente muy elevados, así pues, es de decisiva y vital importancia que en la elaboración de ensilados se asegure el mantenimiento de una atmosfera anaerobia.

RECOMENDACIONES ENSILADOS

- Que la materia prima sea resistente a enfermedades de plantas y al ataque de insectos.
- **Cosechar el cereal y ensilar con madurez y nivel de agua adecuado.**
- No dejar el cereal en el campo después de que el periodo de madurez este completo.
- **Empacar de una forma compacta y con la menor cámara de aire posible.**

RECOMENDACIONES ENSILADOS

- **El uso de aditivos acidificantes para incrementar el proceso de fermentación.**
- **ASEGURAR EN EL SILO UNA ATMOSFERA PRACTICAMENTE ANAEROBIA.**
- **Uso posterior en el alimento final de fungistáticos y detoxificantes de micotoxinas adecuados.**

SENSIBILIDAD

- **OTA** pollos, gallinas, cerdos.
- **ZEN** cerdos, vacas lecheras.
- **FB1** cerdos.
- **DON** gallinas, cerdos, vacas lecheras.
- **T-2 y DAS** pollos, gallinas, cerdos, vacas Lecheras (fluido ruminal ?).
- **AFB1** pollitos, gallinas, cerdos juvenes, vacas lecheras (AFM1 en la leche Legislación).

MICOTOXICOSIS DIAGNOSTICO

Es bastante difícil por (entre otras):

- **Micotoxicosis crónica (efecto acumulativo), no aguda.**
- **Problemas patológicos (bacterianos, virales, parasitarios).**
- **Deficiencias nutricionales.**
- **Toma de muestras (bien tomadas) (silo, comedero, sacos, cubas a granel).**
- **Métodos de análisis (HPLC, ELISA, TLC, CG).**
- **Formación de DON y ZEN glucósidos.**

NIVELES DE CONTAMINACIÓN

Niveles de contaminación más bajos que los más bajos antes referidos, son seguros ?

No, a lo sumo son más seguros ya que influye (entre otros):

- Especie y raza de los animales.
- **Nutrición y estado de salud del animal.**
- Edad y sexo.
- **Infecciones bacterianas, virales o parasitarias.**
- Condiciones de “habitat” inadecuadas.
- **Fármacos suministrados (vacunaciones).**
- Sinergismos entre micotoxinas.

MICOTOXINAS

**LAS MICOTOXINAS
NO SON UNA
FICCIÓN**

SON

UNA REALIDAD

ALGUNOS ARTÍCULOS

www.engormix.com (Ir a: micotoxinas. Área en castellano. Artículos técnicos de Alberto Gimeno. Listado completo de artículos técnicos. (las personas se tendran que registrar).

- 1.- Los hongos y las micotoxinas en la alimentación animal
- 2.- Residuos de AFM1 y otras micotoxinas en leche y
- 3.- Métodos de análisis de micotoxinas en piensos y
- 4.- Aspergillus micotoxiosis comparativa entre aves, cerdos
- 5.- Fusariomicotoxiosis comparativa entre aves, cerdos
- 6.- Micotoxiosis más relevantes en corderos, ovejas
- 7.- Miosis y Micotoxiosis en Pollos. La influencia de
- 8.- Riesgo de Micotoxiosis en humanos
- 9.- Aflatoxina M1 en la leche. Riesgos para la salud publica
- 10.- Residuos de aflatoxinas alimentos de origen animal
- 11.- Residuos de zearalenona alimentos de origen animal
- 12.- Aflatoxicosis en humanos
- 13.- La legislación de la Unión Europea
- 14.- Manual de Micotoxinas y Micotoxiosis en Animales y Humanos
(en Español y en Ingles)