

# Micotoxinas y Micotoxicosis en la producción agropecuaria

Octubre - 2017



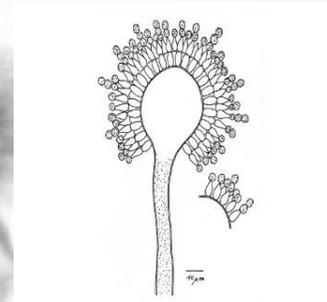
Pedro Enriquez Alfaro Bioquímico Ms.  
pedro.enriquez@sag.gob.cl

Servicio Agrícola y Ganadero de Chile

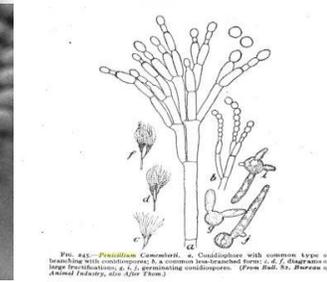
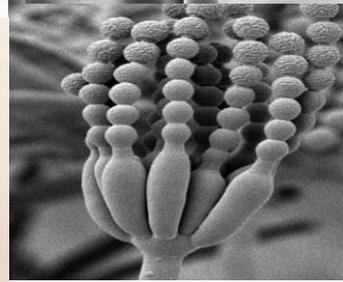
# Micotoxinas son producidas por algunos hongos /hongos toxigénicos

Genero

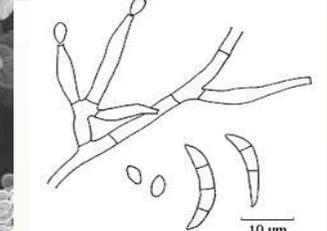
**Aspergillus**



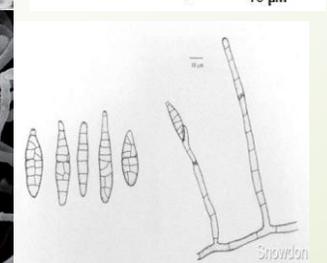
**Penicillium**



**Fusarium**



**Alternaria**



- Hongos de terreno
- Hongos de almacén

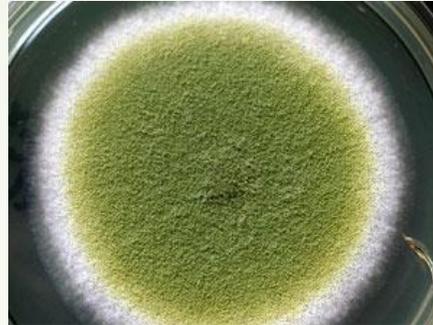


## Aspergillus -----> micotoxinas

- Aflatoxinas B1, B2, G1, G2.
- Ocratoxina A
- Patulina

*A. flavus, parasiticus y nonius.*

*A. ochraceus*



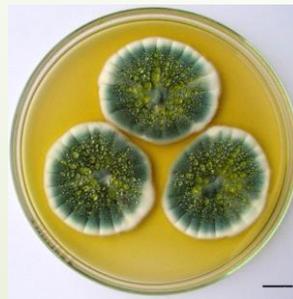
## Penicillium -----> micotoxinas

- Ocratoxina A.
- Patulina
- Citreoviridina

*P. verrucosum*

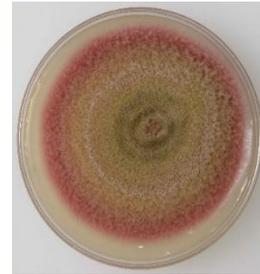
*P. expansum*

*P. citreonigrum*



## Fusarium -----> micotoxinas

- Toxinas estrogénicas :Zearalenona y zearalenol
- Toxinas no estrogénicas – tricotocenos
- Toxina T2 - Toxina HT-2 - DAS (diacetoxyscirperol)
- DON (deoxynivalenol) - Nivalenol
- Fumonisin FB1,FB2,FB3



## Alternaria -----> micotoxinas

- AOH Alternariol , AME Alternariol monometil éter.
- ALT Altenueno ,Altenusina, ATX-I Altertoxina, ATX-II
- ATX-III, Tentoxina, AAL toxina, Zinnioli, Otras.



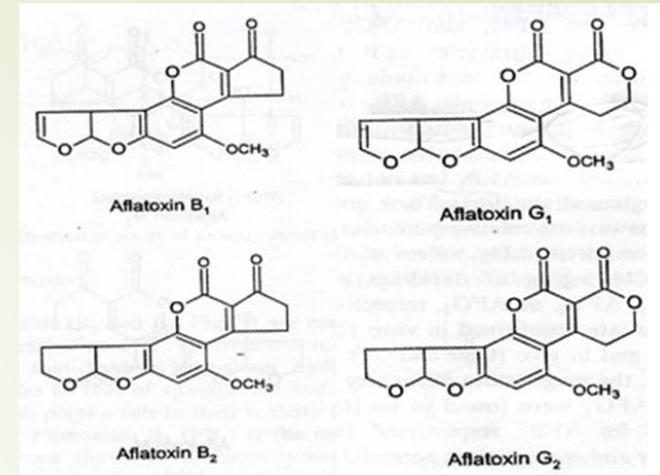
# Factores que contribuyen al desarrollo de hongos toxigénicos

- ▶ En la mayoría de los casos en las condiciones de almacenamiento de post cosecha.
- ▶ Condición estructural de los granos, daños mecánicos o por daños causados por insectos o roedores.
- ▶ Condiciones atmosféricas /temperatura (25 -40 °C)/ humedad (80-90 %)
- ▶ Grado de acidez, un PH optimo para desarrollo de hongos 3,5 – 5.0.
- ▶ Actividad del agua > 80%

# Aflatoxinas

Las aflatoxinas (B1), es considerada como el *carcinógeno más potente* producido en la naturaleza.

Estos tóxicos son considerados mutagénicos, teratogénicos y hepatotóxicos, como también provocar la muerte por su elevada toxicidad.



## Ocratoxina A (OTA)

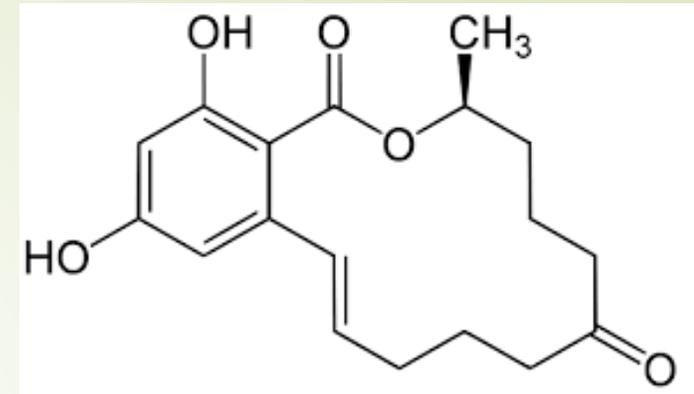
Pueden formarse tanto en el cultivo como durante la recolección, transporte y almacenamiento por altas temperaturas y humedad.

Es neurotóxica, inmunosupresora, genotóxica, carcinógena y teratogénica.



# Zearalenonas

La zearalenona se forma principalmente en la post-cosecha de los cereales y por inadecuadas prácticas de higiene y conservación de los cereales durante el transporte y almacenamiento.



Zearalenona presenta un efecto estrogénico

**Mamíferos: Hiperestrogenismo con aumento de peso del útero, hipertrofia vaginal, vulvovaginitis,**

**Falsos embarazos, abortos y esterilidad en hembras y desarrollo de características secundarias femeninas en los machos**

**Generalmente estos efectos son transitorios y desaparecen con el cambio de dieta.**



# Fumonisin

Existen 15 tipos de fumonisinas, principales : FB1, FB2 y FB3, de las cuales la FB1 es la más tóxica y representa aproximadamente 70% de la fumonisin total.

Los hongos fusarium se encuentran en cereales cultivados en regiones templadas de todo el mundo y son especialmente abundantes en maíz.

**Aspergillus niger**, hongo común que crece en las uvas, granos de café verde, cebolla, mango, maíz y otros cereales, cacahuetes y frutos secos, es capaz de producir fumonisinas FB1, FB2, FB4 y FB6.



Infección de mazorca por Fusarium Verticilloides



Infección por Fusarium M.

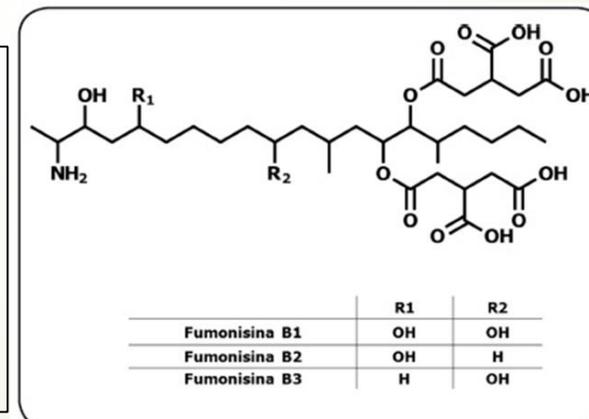


Figura 3. Estructura química de las fumonisinas del grupo B.

# Aflatoxicosis → asociado al efecto de aflatoxinas

Las aflatoxinas han sido foco de investigación entre las micotoxinas por su alta incidencia en alimentos .

Su consumo en dosis bajas, medias o altas, causa tanto efectos tóxicos agudos, como aquellos que pudieran manifestarse a los meses o años (crónicos), siendo estos últimos los más comunes.

Aflatoxinas: (18) → **B1**, B2, G1, G2

Cancerígenas ( B1) → M1 (leche)

Teratogénicas

Mutagénicas

Inmunosupresoras → enfermedades secundarias



Acción principal

HEPATOTOXICO

Renales

Cerebro



## Aflatoxinas en aves

Las aves son altamente susceptibles a los efectos de aflatoxinas.



**Intoxicación aguda** →

**Inapetencia, ataxia, convulsiones y muerte.**

**Necrosis hepática y lesiones hemorrágicas en diferentes órganos**

**Intoxicación crónica** →

**Depresión del crecimiento, deficiente conversión de alimentos.**

**Despigmentación del plumaje y patas.**

**Reducida producción de huevos, fragilidad de la cáscara.**

**Hemorragias en diversos órganos (lo que eleva el decomiso de pollos broiler en mataderos) y alta mortalidad,**

AFLATOXINAS	HIGADO	TESTICULOS
( $\mu\text{g/g}$ )	(Peso g/ 100 g Peso Corporal)	
0	$1.6 \pm 0.2^b$	$1.3 \pm 0.2^a$
20	$2.7 \pm 0.1^a$	$0.4 \pm 0.1^b$

Sharlin et al.: Poultry Sci. 59: 1311- 1315, 1980 (P<0.01).

**Peso relativo del hígado y testículos de machos adultos , expuestos por 5 semanas a dietas contaminadas con 20  $\mu\text{g/g}$  aflatoxinas.**

#### EFFECTO DEL DESARROLLO EMBRIONARIO POR CONSUMO DE AFLATOXINAS EN LAS REPRODUCTORAS PESADAS

Variable (%)	Aflatoxina (mg/kg)	Días de exposición a aflatoxina		
		1 – 4	5 – 9	10 – 14
Huevos fértiles	0	98.6a	97.0a	93.4
	10	92.4b	90.7b	92.0
Mortalidad temprana	0	3.6b	11.6b	9.4b
	10	45.5a	31.3a	37.3a
Mortalidad tardía	0	7.0	4.5b	2.9b
	10	13.0	44.8a	48.3a
Nacimientos de huevos fértiles	0	82.8	80.9a	85.3a
	10	35.3	9.7b	4.6b

Tomado de Qureshi, M.A., Brake, J., Hamilton, P.B. et al., Poultry Sci. 77: 812-819, 1998.





**Figura 4.** signos de aflatoxicosis en pollo de engorda: disminución en tasa de crecimiento y emplume deficiente.

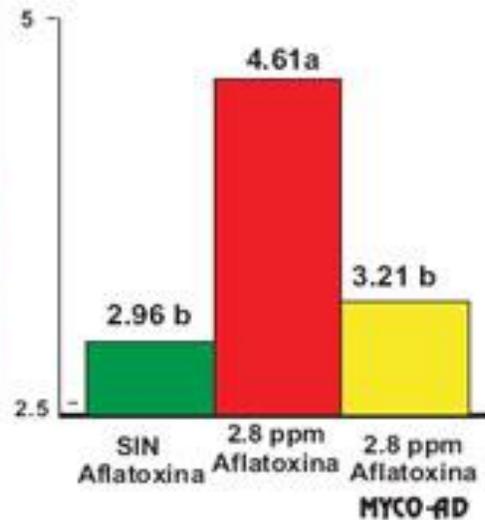


**Figura 5.** Degeneración hepática severa causada por aflatoxicosis en pollo de engorda



SIN Aflatoxina    2.8 ppm Aflatoxina    2.8 ppm Aflatoxina MYCO-AD

**Peso relativo del Hígado**



2.8 ppm Aflatoxina MYCO-AD    2.8 ppm Aflatoxina

Aflatoxicosis

## Aflatoxinas cerdos

<b>Efectos carcinogénicos</b>	<b>Alta incidencia de cáncer en los animales expuestos</b>
<b>Inmunosupresión</b>	<b>Disminución de la resistencia a los agentes estresantes ambientales y microbianos; aumento de la susceptibilidad a enfermedades</b>
<b>Efectos hepatotóxicos</b>	<b>Hepatitis tóxica</b>
<b>Efectos nefrotóxicos</b>	<b>Inflamación de los riñones</b>
<b>Disminución del rendimiento</b>	<b>Menor consumo de alimento, rechazo al alimento, deterioro de ICA</b>
<b>Efectos hematopoyéticos</b>	<b>Hemorragias sistémicas</b>
<b>Residuos y metabolitos tóxicos (Aflatoxina M1,...) en hígado y leche</b>	



**Tabla: Lechones intoxicados con dosis elevadas de Aflatoxinas durante 5 días (de los 50 a los 55 días de edad).**

<b>Grupo<sup>1</sup></b>	<b>Aflatoxinas en la Ración / 5 días</b>	<b>Peso 10 días pos-intoxicación (Kg)</b>	<b>Dif. %</b>	<b>Gan. de Peso /período 15 días (Kg)</b>	<b>Dif. %</b>	<b>Peso Carcasa (Kg)</b>	<b>Dif. %</b>
<b>01</b>	<b>Sin aflu</b>	<b>26,195<sup>a</sup></b>	<b>--</b>	<b>9,811<sup>a</sup></b>	<b>--</b>	<b>18,070<sup>a</sup></b>	<b>--</b>
<b>02</b>	<b>2,5 ppm</b>	<b>23,216<sup>b</sup></b>	<b>-11,4</b>	<b>8,053<sup>ab</sup></b>	<b>-17,9</b>	<b>16,278<sup>ab</sup></b>	<b>-9,9</b>
<b>03</b>	<b>5,2 ppm</b>	<b>20,893<sup>c</sup></b>	<b>-20,2</b>	<b>5,193<sup>b</sup></b>	<b>-47,1</b>	<b>14,861<sup>b</sup></b>	<b>-17,7</b>

1 Seis lechones con 50 días de edad por grupo



**Hígado de Lechón. Aflatoxinas**

# Aflatoxinas y sus efectos en ganado porcino

## Aflatoxinas

Concentración	Efectos
< 0,1 ppm	sin efectos
0,2 – 0,4 ppm	Inmunosupresión, anemia, pobre crecimiento
0,4 – 0,8 ppm	Daño hepático, ictericia, en cerdas camadas con bajo peso e hipogalactia
0,8 – 1,2 ppm	Anorexia, ictericia, hipoproteinemia
1,2 – 2 ppm	Ictericia, coagulopatías, atactia, convulsiones anorexia,
> 2 ppm	Hepatitis aguda, coagulopatias y muerte del cerdo en 3- 10 días



Un centenar de cerdos mueren tras comer maní (con aflatoxinas) Tarija /Bolivia

# BOVINOS

## Zearalenona

Vulvovaginitis  
Prolapso vulvar  
Mortalidad del embrión  
Ovario quístico

## Aflatoxina

Menos leche/producción de carne  
Daño hepático  
Descarte de leche

## Ácido Fusárico

Inflamación de la parte inferior de las patas  
Rechazo del alimento  
Letargo

## Toxina T-2

Gastroenteritis  
Hemorragia intestinal  
Heces sanguinolentas  
Inmunosupresión - SCC

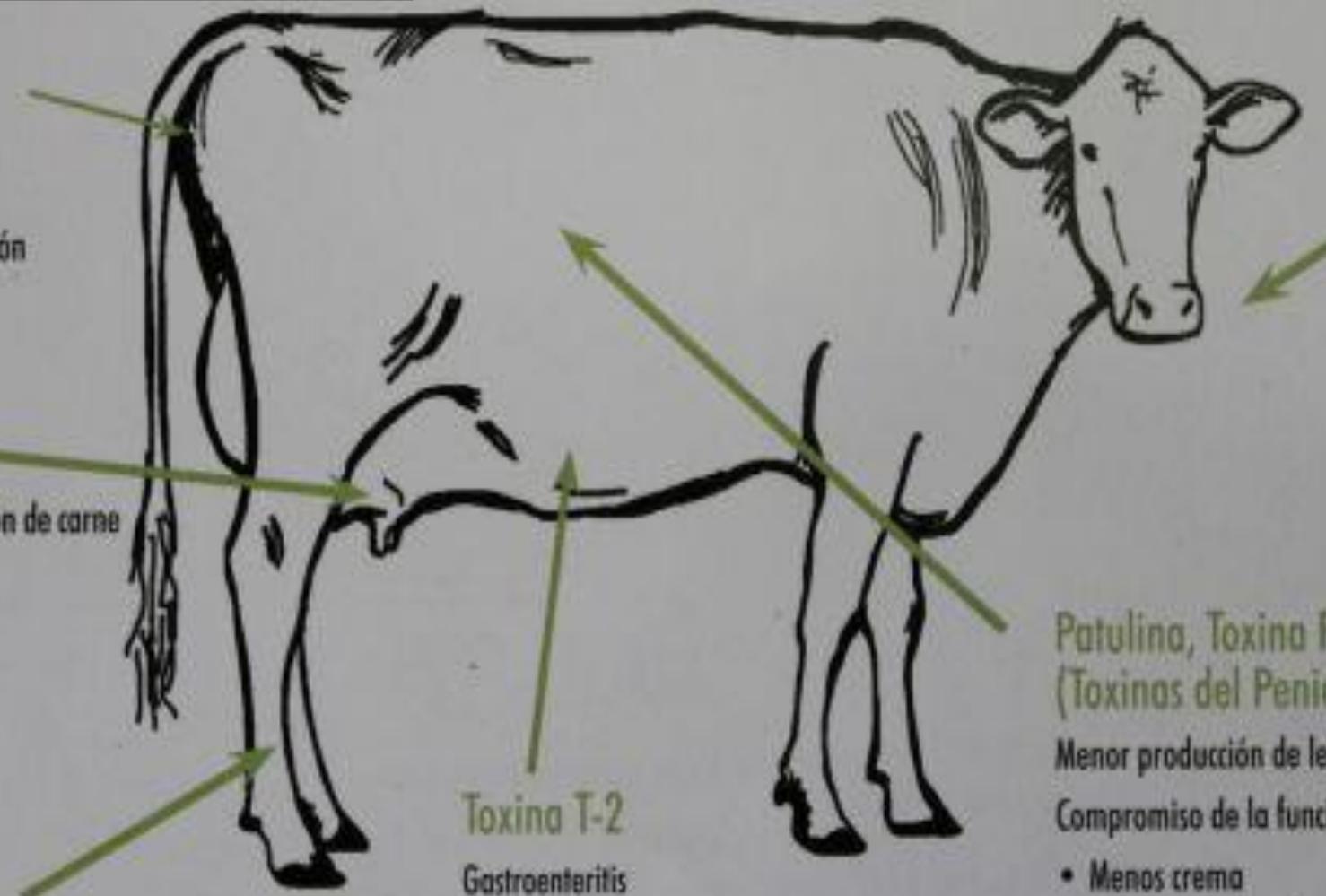
## DON

Menor consumo de alimento  
Menor producción de leche/  
carne

## Patulina, Toxina PR, Roquefortina C (Toxinas del Penicillium)

Menor producción de leche/carne  
Compromiso de la función ruminal

- Menos crema
- Digestión reducida de las fibras
- Consumo de materias seca variable
- Síntomas tipo acidosis



**Zearalenona**  
Vulvo vaginite  
Prolapso  
Mortalidade embrionária

**Ocratoxina / Citrinina**  
Lesão renal  
Nefropatia suína

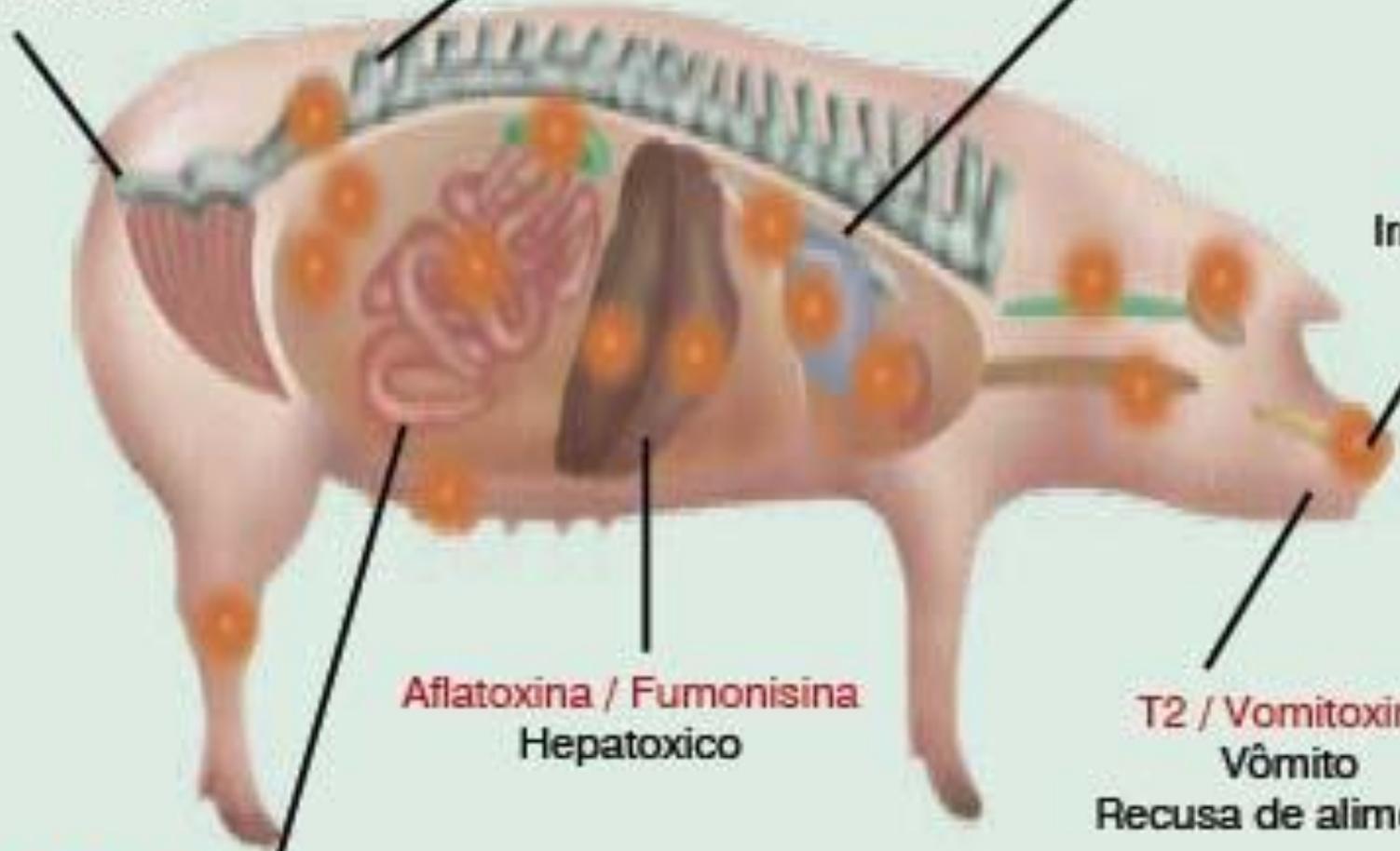
**Fumonisina**  
Edema pulmonar agudo

**T2 / DAS**  
Irritação Oral

**Aflatoxina / Fumonisina**  
Hepatotóxico

**T2 / Vomitoxina**  
Vômito  
Recusa de alimento

**DAS / T2**  
Hemorragias intestinais



# Efectos de las Micotoxinas AVES

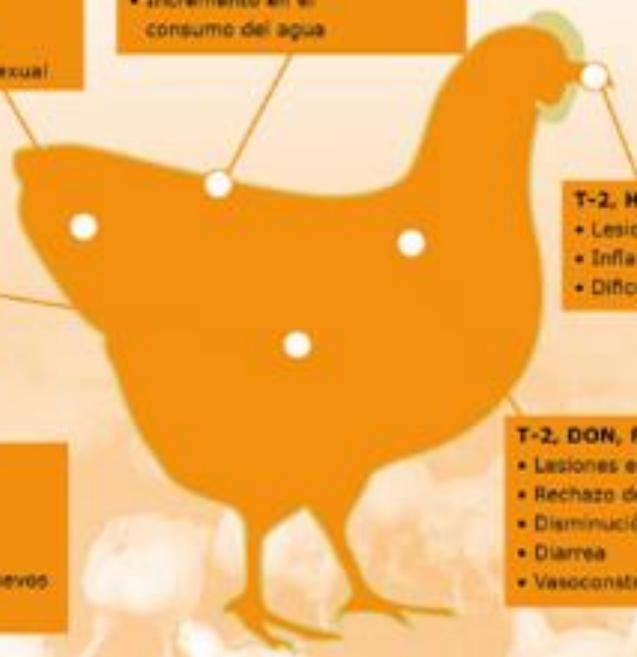
- ZEN, DON, T-2, DAS, Ergots**
- Disminución de la incubabilidad
  - Disminución de la producción de huevos
  - Quistes ováricos
  - Pérdidas embrionarias
  - Retraso en la madurez sexual

- OTA**
- Daño de los riñones
  - Incremento en el consumo del agua

- AFB<sub>1</sub>, T-2, DON, DAS, NIV, OTA, FUM**
- Hígado graso
  - Inmunosupresión
  - Lobes no homogéneos
  - Deterioro del plumaje
  - Síntomas nerviosos

**HUEVO:**

- AFB<sub>1</sub>, OTA, T-2, DON, ZEN**
- Residuos
  - Deterioro de la calidad de la cáscara del huevo
  - Manchas de sangre en carne y huevos
  - Yema cremosa



- T-2, HT-2, NIV, DAS, DON, AFB<sub>1</sub>, Ergotamina**
- Lesiones dérmicas y orales
  - Inflamación de la membrana mucosa de la cavidad oral
  - Dificultad respiratoria

- T-2, DON, FUM, Ergotamina**
- Lesiones en molleja
  - Rechazo del alimento
  - Disminución del consumo de alimento
  - Diarrea
  - Vasoconstricción (necrosis)

*DON - Deoxinivalenol*  
*ZEN - Zearalenona*  
*AFB<sub>1</sub> - Aflatoxina B<sub>1</sub>*  
*T-2 - toxina T-2*  
*HT-2 - toxina HT-2*  
*NIV - Nivalenol*  
*DAS - Diacetoxiscirpenol*  
*OTA - Ocratoxina A*  
*Ergots - Alcaloides de ergot*



**Tabla 2: Síndromes más importantes, etiología y presentación**

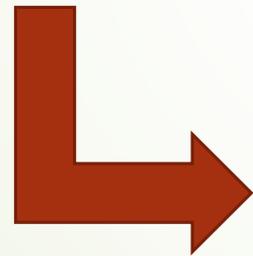
## EFFECTO MICOTOXINAS EN ANIMALES DOMESTICOS

SINDROME	MICOTOXINA	ESPECIES	SINTOMATOLOGIA
Hemorrágico	Aflatoxinas, patulina, rubratoxina y toxina T-2	Aves y cerdos	Hemorragias en masa musculares, intestino y fuerte anemia.
Hepatorrenal	Aflatoxina B1, ocratoxina, rubratoxina y citrinina	Aves, cerdos y rumiantes	Necrosis y degeneración de hígado y riñón. Alta mortalidad.
Genital o reproductivo	Zearalenona y fusario-genona	Aves, cerdos y rumiantes	Azoospermia, infertilidad, MMA, edema congénito de la vulva, abortos, SMFDI.
Nervioso	Citroviridina, patulina, fenicina y rubratoxina	Aves	Alteraciones motoras y nerviosas generalizadas.
Gastrointestinal	Toxina T-2, ácido oxálico, estaquibotriotoxina, aflatoxina	Aves, cerdos y rumiantes	Trastornos digestivos, vómitos, diarreas y lesiones ulcerativas.
Leucopénico	Toxina T-2, Diacetoxis-cirpenol y estaquibotriotoxina	Aves	Descenso en la tasa sanguínea de leucocitos.
Subcutáneo	Toxinas de <i>Fusarium moniliformis</i>	Aves y cerdos	Edemas subcutáneos.
Disminución del rendimiento zootécnico	Tricotecenos, aflatoxinas y DON	Aves, cerdos y rumiantes	Descenso en la producción cuantitativa y cualitativa.
Inmunosupresión	Tricotecenos, aflatoxinas y otras	Aves, cerdos y rumiantes	Disminución en la tasa de anticuerpos y una mayor incidencia de enfermedades



## Principales Regulaciones

- **CODEX alimentario**
- **UE regulaciones**
- **FDA**
- **OMS**
- **Países con programas nacionales**



- **Alimento destinado a consumo humano**
- **Alimento destinado a consumo animal (piensos)**

# LEGISLACION DE LA UNIÓN EUROPEA SOBRE CONTENIDOS MAXIMOS DE MICOTOXINAS EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS (AFLATOXINAS)

PRODUCTO (a) Alimento de Consumo Humano (Aflatoxinas)	CONTENIDO MAXIMO (µg/ kg o ppb)		
	B1	B1 + B2+ G1 + G2	M1
1. Cacahuets y otras semillas oleaginosas (j) que vayan a someterse a un proceso de selección u otro tratamiento físico antes del consumo humano directo o de su utilización como ingredientes de productos alimenticios, con la excepción de: -los cacahuets y otras semillas oleaginosas que vayan a molerse para la Producción de aceite vegetal refinado.	8	15	
2. Almendras, pistachos y huesos de albaricoque que vayan a someterse a un proceso de selección, u otro tratamiento físico, antes del consumo humano directo o de su utilización como ingredientes de productos alimenticios.	12	15	
3. Cacahuets y otras semillas oleaginosas (j) y sus productos transformados destinados al consumo humano directo o a utilizarse como ingredientes en los productos alimenticios, con la excepción de: - aceites vegetales crudos destinados a ser refinados - aceites vegetales refinados	2	4	
4. Frutas desecadas, distintas de los higos secos, destinadas a ser sometidos a un proceso de selección u otro tratamiento físico, antes del consumo humano o de su uso como ingredientes de productos alimenticios	5	10	
5. Frutas desecadas, distintas de los higos secos, y productos derivados de su transformación, destinadas al consumo humano directo o a ser usados como ingredientes en los productos alimenticios	<b>2</b>	<b>4</b>	
6 Todos los cereales y todos los productos a base de cereales, incluidos los productos derivados de la transformación de cereales, a excepción de los productos alimenticios enumerados en los puntos 12, 15, y 17	<b>2</b>	4	
7. Maíz y arroz que vayan a someterse a un proceso de selección u otro tratamiento físico antes del consumo humano directo o de su utilización como ingredientes de productos alimenticios	5	10	
8. Leche cruda (i), leche tratada térmicamente y leche para la fabricación de productos lácteos			<b>0,050</b>
9. Alimentos elaborados a base de cereales y alimentos infantiles para lactantes y niños de corta edad (c) (d)	0,10		
10. Preparados para lactantes y preparados de continuación, incluidas la leche para lactantes y leche de continuación			<b>0,025</b>
11. Alimentos dietéticos destinados a usos médicos especiales (g) (h) dirigidos específicamente a los lactantes	0,10		0,025
12. Higos secos	6	10	

# LEGISLACION DE LA UNIÓN EUROPEA SOBRE CONTENIDOS MAXIMOS DE MICOTOXINAS EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS (OCRATOXINAS)

PRODUCTO (a) Alimento de Consumo Humano (Ocratoxinas)	CONTENIDO MAXIMO (µg/ kg o ppb)
1. Cereales no elaborados	5
2. Todos los productos derivados de cereales no elaborados, incluidos los productos transformados a base de cereales y los cereales destinados al consumo humano directo a excepción de los productos alimenticios enumerados en los puntos 9, 10 y 13	3
3. Uvas pasas(pasas de Corinto, sultanas y otras variedades de pasas)	10
4. Café tostado en grano y café tostado molido, con excepción del café soluble	5
5. Café soluble (café instantáneo)	10
6. Vino ( incluidos los vinos espumosos y excluidos los vinos de licor y los vinos con un grado alcohólico mínimo de 15% vol.) y vinos de frutas (a)	2
7. Vino aromatizado, bebidas aromatizadas a base de vino y cócteles aromatizados de productos vitivinícolas (c)	2
8. Zumo de uva, zumo de uva concentrado reconstituido, néctar de uva, mosto de uva y mosto de uva concentrado reconstituido, destinado al consumo humano directo (d)	2
9. Alimentos elaborados a base de cereales y alimentos infantiles para lactantes y niños de corta edad (e) (f)	0,5
10. Alimentos dietéticos destinados a usos médicos especiales (g) (h) dirigidos específicamente a los lactantes	0,5
11. - Especias, incluidas especias desecadas Piper spp. (frutos de dicho género, con inclusión de la pimienta blanca y negra), Myristica fragrans (nuez moscada), Zingiber officinale (jengibre) Curcuma longa (cúrcuma)	15
- Capsicum spp. (frutos de dicho género desecados, enteros o pulverizados, incluidos los chiles, el chile en polvo, la cayena y el pimentón)	20
- Mezclas de especias que contengan una de estas especias	15
12. Regaliz (Glycyrrhiza glabra, Glycyrrhiza inflata y otras especies)	20
12.1. Raíz de regaliz, ingrediente para infusiones	20
12.2. Extracto de regaliz (i), para uso alimentario, especialmente en bebidas y confitería	80
13. Gluten de trigo no destinado a la venta directa al consumidor	8



# LEGISLACION DE LA UNIÓN EUROPEA SOBRE CONTENIDOS MAXIMOS DE MICOTOXINAS EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS (ZEARALENONA )

PRODUCTO (a) Alimento de Consumo Humano <b>ZEARALENONA</b>	CONTENIDO MAXIMO (µg/ kg o ppb)
1. Cereales no elaborados (b)(c) distintos al maíz	100
2. Maíz no elaborado (b), excepto el destinado a molienda por vía húmeda (g)	350
3. Cereales destinados al consumo humano directo, harina de cereales, salvado y germen como producto final comercializado para el consumo humano directo , a excepción de los productos alimenticios enumerados en los puntos 6,7, 8, 9 y 10	<b>75</b>
4. Aceite de maíz refinado	400
5. Pan ( incluidos pequeños productos de panadería), pasteles, galletas, aperitivos de cereales y cereales de desayuno, excluidos los aperitivos de maíz y los cereales para el desayuno a base de maíz	50
6. Maíz destinado al consumo humano directo, aperitivos de maíz y cereales para el desayuno a base de maíz	100
7. Alimentos elaborados a base de cereales (excluidos los alimentos elaborados a base de maíz) y alimentos infantiles para lactantes y niños de corta edad (e) (f)	<b>20</b>
8. Alimentos elaborados a base de maíz para lactantes y niños de corta edad y alimentos infantiles (e) (f)	20
9. Fracciones de la molienda del maíz con un tamaño de partícula > 500 micras, clasificadas en los códigos NC 1103 13 u 1103 20 40, y otros productos de la molienda del maíz con un tamaño de partícula > 500 micras, no destinados al consumo humano directo, clasificados en el código NC 1904 10 10	200
10. Fracciones de la molienda del maíz con un tamaño de partícula < o = 500 micras, clasificadas en el código NC 1102 20, y otros productos de la molienda del maíz con un tamaño de partícula < o = 500 micras, no destinados al consumo humano directo, clasificados en el código NC 1904 10 10	300



## LEGISLACIÓN BRASILEÑA SOBRE AFLATOXINAS

### AFLATOXINA M1

Producto	Contenido máximo (µg/Kg)
Leche líquida	0,5
Leche en polvo	5

### B1 + B2+ G1 + G2

Producto	Contenido máximo (µg/Kg)
Maíz 20	20
Harinas o sémolas de maíz	20
Pasta o manteca de cacahuete	20
Pasta o manteca de cacahuete	20
Nueces de Brasil, maíz palomitas, almendras, pistachos e higos secos	30



## LEGISLACIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS

### AFLATOXINAS TOTALES

Cacahuete, almendra, avellana y pistacho para ulterior elaboración	15
Almendra, avellana y pistacho listos para el consumo.	10

### AFLATOXINA M1

Leche	0,5
-------	-----

### OCRATOXINA

Trigo, cebada, centeno	5
------------------------	---



## Regulación en Piensos (alimento consumo animal)

Reglamento (UE) nº 574/2011 Sustancia indeseable Productos destinados a la alimentación animal Límite (ppm) referido al 12% de humedad

### Aflatoxina B1

- |  |       |
|--|-------|
| - Materias primas para piensos   | 0,02  |
| - Piensos complementarios y completos  | 0,01  |
| - Piensos compuestos para vacas lecheras y terneros, ovejas lecheras y corderos, cabras lecheras y cabritos y aves de corral jóvenes | 0,005 |
| - Piensos compuestos para bovinos, ovinos, caprinos y aves de corral distintos de los anteriores                                     | 0,02  |





**Muchas gracias.....**

