Micotoxinas. Realmente son de importancia?

Martín Manzanares

IMPACTO ECONÓMICO DE LAS MICOTOXINAS EN LA PRODUCCIÓN ANIMAL

- Disminución en la producción de granjas
- Aumento en los índices de mortalidad
- Costos veterinarios asociados a la terapéutica
- Disminución en la calidad y precio de los productos y subproductos pecuarios
- Costos de investigación de control y manejo de contaminaciones

Hussein y Brasel, 2001

Presencia natural de micotoxinas en granos

Micotoxina	Rango	Ocurrencia	Promedio	% P
Aflatoxina B1	2 – 77	60/92	12.47	11.60
Ocratoxina A	1 - 353	15/45	54.49	60.0
Citrinina	1 – 90	17/43	27.20	0.0
Toxina T2	2 - 110	54/83	45.91	3.7
Zearalenona	7 - 122	32/49	48.45	6.25

Rango: µg -1
Ocurrencia: positivos /totales
Promedio: µg -1
% P: positivos arriba de los límites máximos permitidos

Flores, 2006

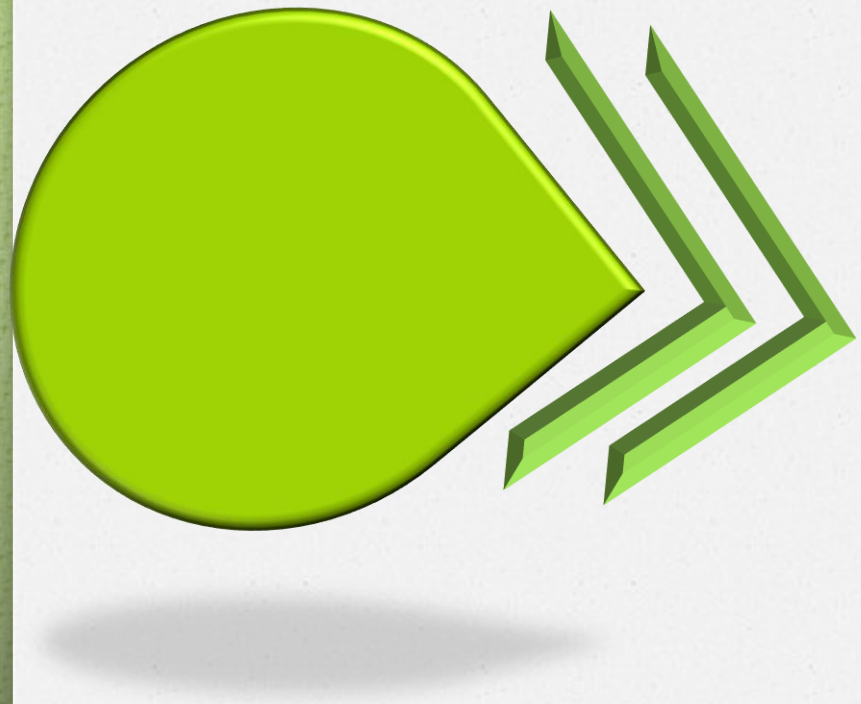
Presencia natural de micotoxinas en granos

Micotoxina	Rango	Ocurrencia	% P
Aflatoxina B1	1- 460	231/253	0.42
Ocratoxina A	1 – 63	201/250	10.24
Toxina T2	1.5 - 139	162/212	3.08
Zearalenona	1.6 - 322	41/51	21.95

Rango: µg -1
Ocurrencia: positivos /totales
Promedio: µg -1
% P: positivos arriba de los límites máximos permitidos

Flores, 2009

¿Qué es una micotoxina?

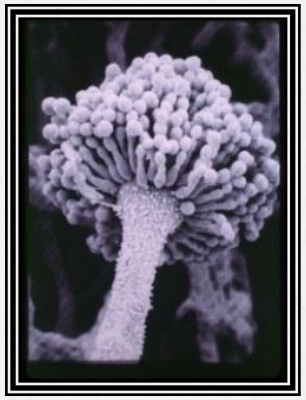


antibióticos

toxinas

MICOTOXINAS

- METABOLITOS SECUNDARIOS
- CEPAS PRODUCTORAS
  - *ASPERGILLUS*
  - *FUSARIUM*
  - *PENICILLIUM*



- FUNCION DE INTERACCION ECOLOGICA

Es un metabolito secundario de los hongos:

Aspergillus

- Aflatoxinas

Fusarium

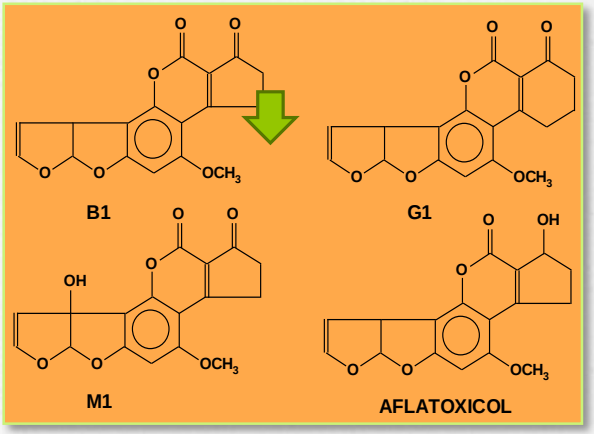
- Citrinina
- DON
- Tricoticenos
- Zearalenona
- Ocratroxina
- DAS

DIFICULTAD DE MANEJO DE MICOTOXINAS

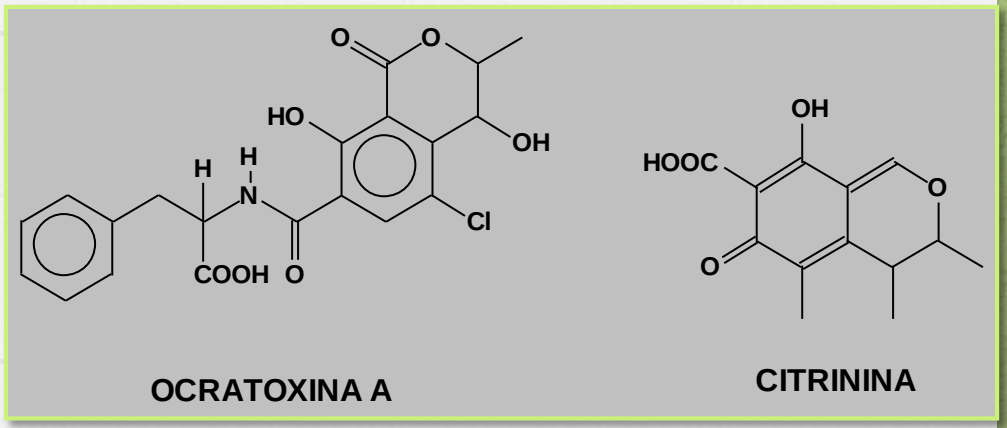
- FACILIDAD DE CONTAMINACION
- EFECTOS TOXICOS A BAJAS CONCENTRACIONES
- NATURALEZA QUIMICA DIVERSA
- HOMOLOGIAS METABOLICAS CON ORGANISMOS SUPERIORES

Tipos de micotoxinas que afectan la productividad

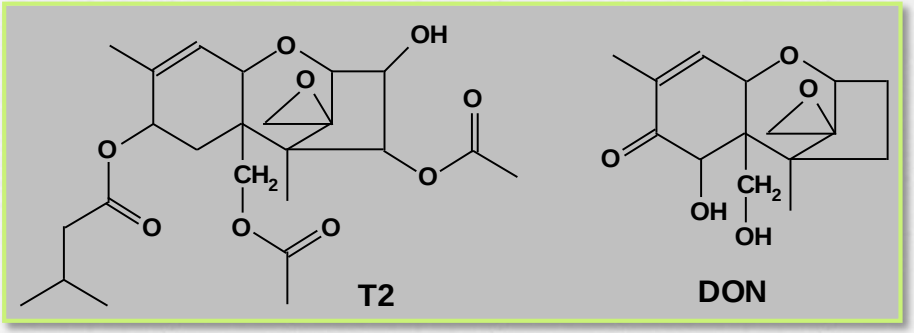
Aflatoxinas

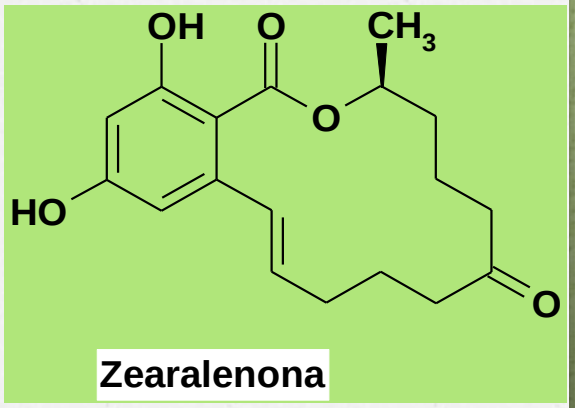


Ocratoxina y Citrinina



Tricoticenos y DON





A. flavus
A. parasiticus
A. ochraceus

Aflatoxinas

Hepatotóxicas
Carcinogénicas
Inmunosupresoras
Teratogenicas
Mutagenicas

P. viridicatum
P. cyclopium

Ocratoxinas

Nefrotóxicas
Hepatotoxicas
Inmunosupresoras

F. roseum
F. moniliforme
F. tricinctum

Fusariotoxinas

Zearalenona — **Reproductivo**

Fumonisinas — **Respiratorio**, **Carcinogénicas**, **Inmunosupresoras**, **Dermonecróticas**, **Neurotóxicas**

Tricoticenos
DAS, DON y T2 — **Digestivo**, **Inmunosupresoras**

Micotoxinas de más impacto

Ocratoxina Citrinina

Lesiones renales

Fumonisina

Edema pulmonar agudo

T2 Vomitoxina

Rechazo de alimento

Vomito

Zearalenona

Vulvo-vaginitis, Prolapsos

Mortalidad embrionaria

Aflatoxina-Fumonisina

Hepatitis

T2 DAS

Irritación oral

Micotoxinas más comunes

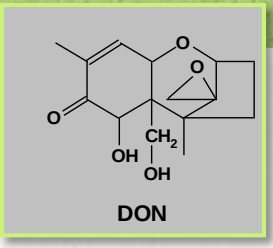
Signo	AFB1	OCRA	DON	T-T2	FB1	ZNR	Ergot
Muerte súbita	+	+			+++		
Anorexia	+	+	+++	+++	+		
Disminución del crecimiento	+++	+	+	+	+		+
Daño hepático	+++	+			++		
Daño renal		+++			+		
Vómito		+	+++	+++	+		
Aborto					+		
Infertilidad						+++	
Inmunosupresión	+++	+		++	+++		
Agalactia						++	+++

Efecto de Micotoxinas

- **Aflatoxina B1**
  - **Hepatotoxicidad**
  - **Alteración del metabolismo de minerales**
- **DON**
  - **Perdida de peso**
- **Zearalenona**
  - **Disminución en la eficiencia reproductiva**
  - **Reducción de la fertilidad**
  - **Reducción de la tasa de ovulación**

Hussein, et al. 2001. *Toxicology*

DON



En producción lechera DON

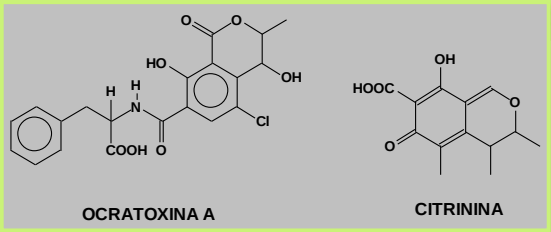
- ↓producción de grasa
- ↓La digestibilidad de MS en rumen
- ↓La digestibilidad de FDN
- ↓Consumo de alimento

En el rumen

- ↓producción de gas
- ↓ La digestibilidad de FDN
- ↓concentración de NH_3-N y AGV

Boguhn, et.al, 2010; hildebrand, et.al, 2012; Jeong, et.al, 2010;Keese, et.al, 2008, Charmley, et.al, 1993, Ingalls, etal, 1996 Trenholm, et.al, 1985

Citrinina y Ocratoxina



En el rumen

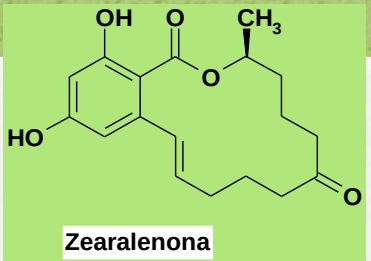
- ⬇ producción de metanol

En corderos

- ⬇consumo de alimento

Ozpinar, et.al, 1999; Morgavi, et.al, 2013 y Lloyd, W.e. 1980

Zearalenona



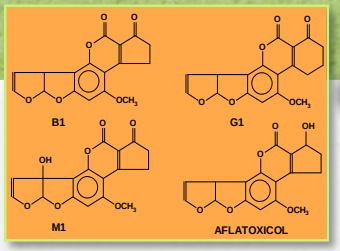
En reproducción

- ↓ Tasa de concepción
- Desordenes reproductivos
- Problemas en el desarrollo fetal
- ↓ Motilidad espermática

Dong, et al. 2009 comentan que la transformación de Zearalenona en α-zearalenol en rumiantes es mayor, debido a que después del hígado el TGI es el mayor órgano de tranformación de esta micotoxina.

Dong, et.al, 2009; Heinz kiessling, 1984)

Aflatoxinas



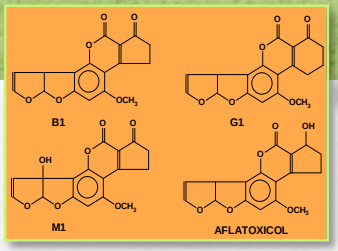
En producción lechera

- ↓ la productividad en ganado lechero
- 1.7 % son excretadas en forma de M1
- ↓ La digestibilidad de Ms en rumen
- ↓ La digestibilidad de FDN
- ↓ Consumo de alimento

Durante la engorda:

- ↓ Ganancia diaria de peso, pobre peso y desarrollo
- Inmunosupresión

Aflatoxinas



En el rumen

- ↓ producción de gas
- ↓ La digestibilidad de MS en rumen
- ↓ La digestibilidad de FDN
- ↓ concentración de NH_3-N
- ↑ proporciones isobutirato, valerato e isovalerato

Heinz kiessling, 1984; Landeros, et.al, 2012; Rojo, et.al, 2012; Gallo, et.al, 2015; Smith, et.al, 2014; Tajin, et.al, 207; Upadhaya, et.al, 2009; Colakogly y Donmez, 2012; Donmez, et.al, 2012 fernandez, et.al, 2000)

Table 2

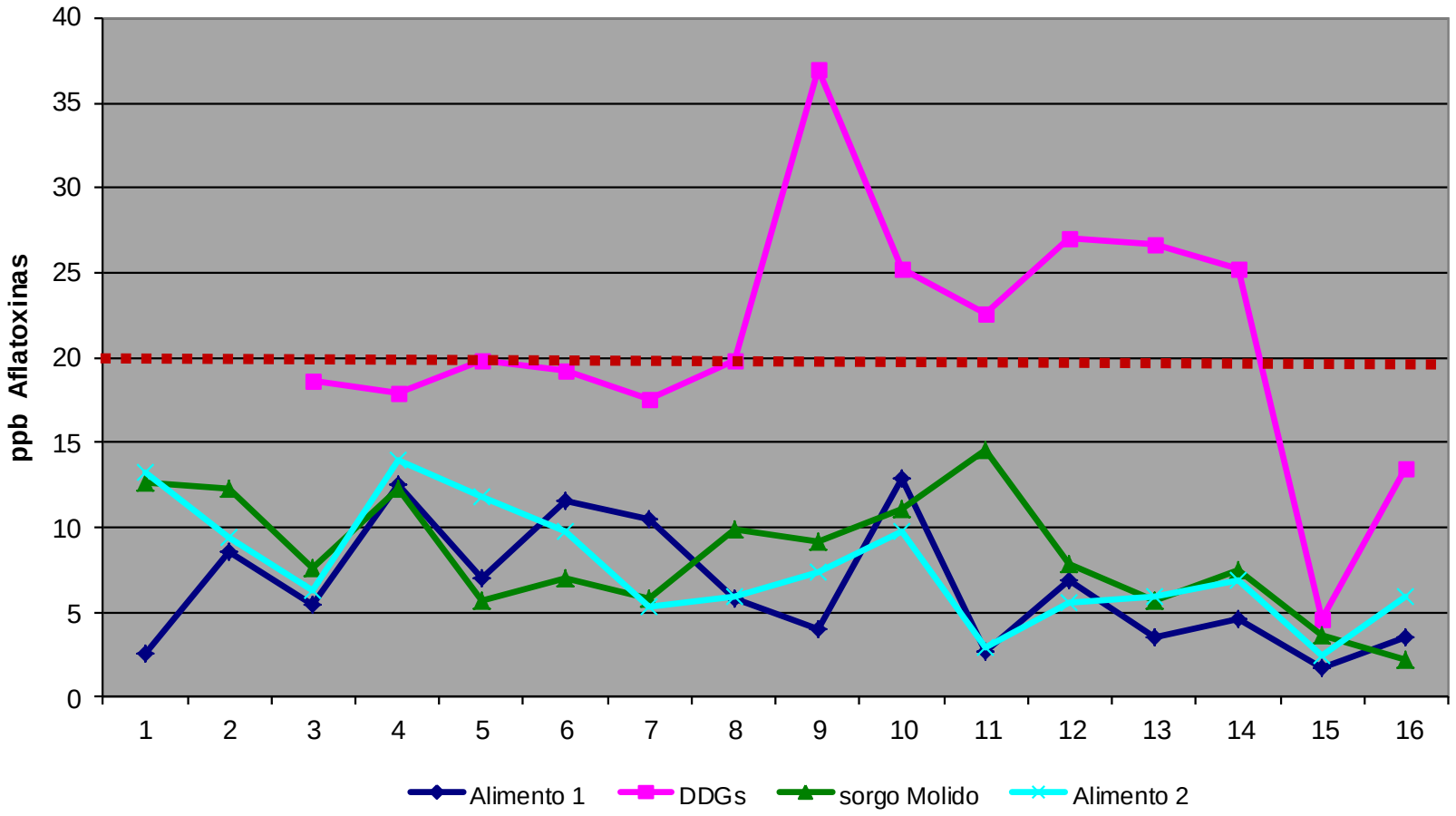
Serum concentration of Ca, P, Mg, Na, and K (mmol l^{-1}), and plasma concentration of Cu and Zn (μmol l^{-1}) of lambs intoxicated with 2.5 ppm of aflatoxin and of the control group, during intoxication period

Element	Day 0		Day 7		Day 14		Day 21	
	Control	Intoxic.	Control	Intoxic.	Control	Intoxic.	Control	Intoxic.
Calcium	2.29 ± 0.12	2.36 ± 0.15	2.36 ± 0.21	2.37 ± 0.17	2.33 ± 0.30	2.09 ± 0.26	2.31 ± 0.18	2.08 ± 0.23 **
Phosphorus	2.91 ± 0.23	2.64 ± 0.61	2.67 ± 0.62	2.78 ± 0.42	2.75 ± 0.46	2.6 ± 0.52	2.68 ± 0.55	2.3 ± 0.45 *
Magnesium	1.11 ± 0.14	0.98 ± 0.15	0.89 ± 0.1	0.91 ± 0.12	0.93 ± 0.17	0.9 ± 0.2	0.96 ± 0.08	0.83 ± 0.12 **
Sodium	135 ± 6.1	137 ± 5.7	133 ± 4.8	136 ± 7.8	138 ± 8.7	136 ± 8.7	134 ± 11	133 ± 7
Potassium	4.1 ± 0.46	4.2 ± 0.41	3.86 ± 0.8	4.04 ± 0.66	3.81 ± 0.61	3.89 ± 0.51	4.09 ± 0.31	3.78 ± 0.43 *
Copper	17.3 ± 3.1	17.5 ± 5.5	18.3 ± 2.5	17.2 ± 5.2	19.4 ± 6.6	0 ± 5	17.9 ± 3.8	22.7 ± 4.7 **
Zinc	13.3 ± 2.4	13.5 ± 2.4	12.1 ± 1.7	12.4 ± 2.3	13.3 ± 2.7	11 ± 2.4 *	14.1 ± 2.8	10.7 ± 2 **

* $P \leq 0.05$; ** $P \leq 0.01$. Control group $n = 13$; intoxicated group $n = 23$. Values are the means ± standard deviation.

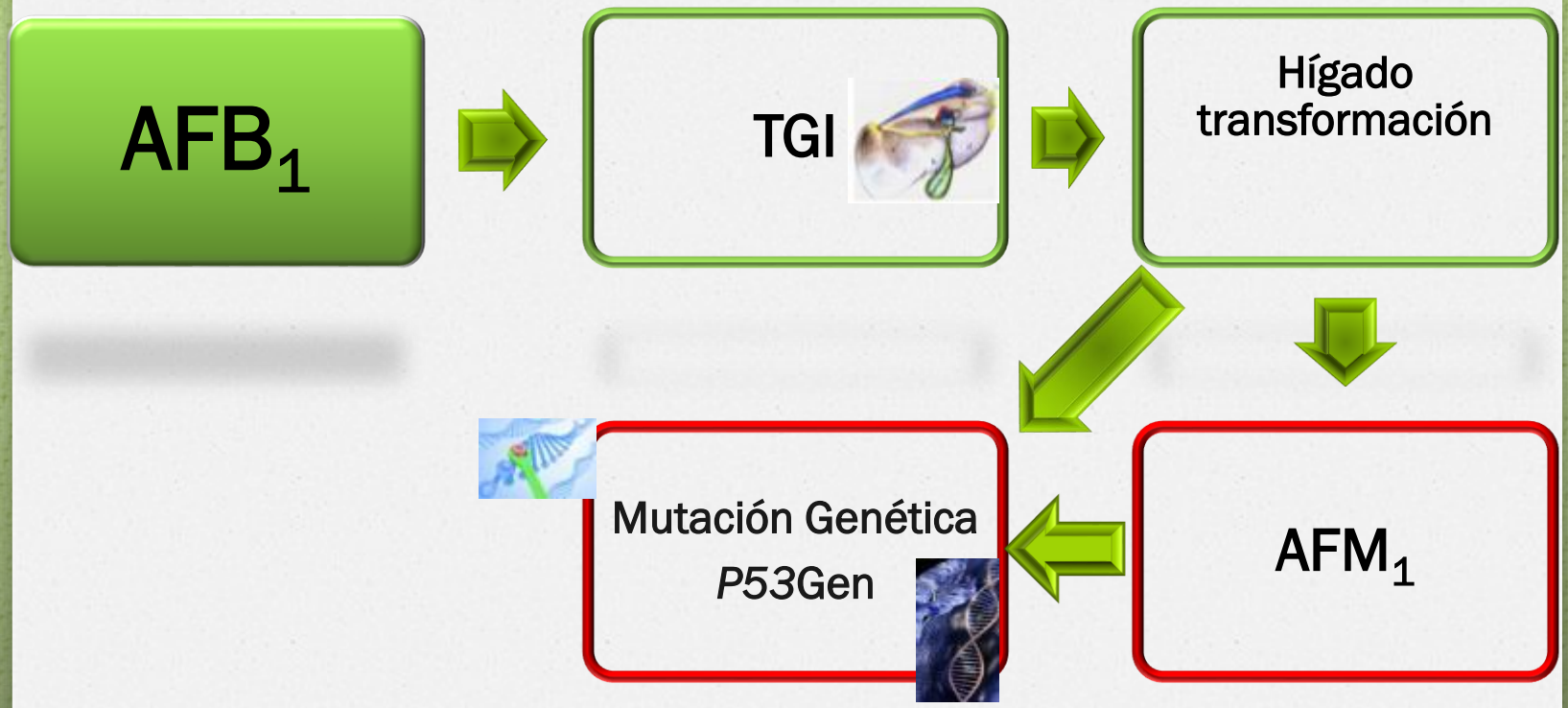
Ramos, et al. 1996. Small Ruminant Research

Ocurrencia natural de AFB1 en granos y alimentos



16 muestras/ 6 meses

La Aflatoxina (AFB_1) es el compuesto más tóxico producido por hongos



(Peraica, et.al, 1999)

Acumulación de Aflatoxinas en leche

Table 1. Effect of Source of AFB_1 contamination on levels in milk.

Treatment	ppb(ug/kg)	MilkProd.	AFB_1Intake (ug)	MY(lb)	AFB_1 inmilk (ug/lb)	AFB_1 Transferred Percent
Cottonseed meal	44	High	966	66.9	0.28	1.95 (51:1)
		Low	742	40.7	0.27	1.47 (68:1)
		Ave.	854	53.8	.275	1.71 (58:1)
Corn	49	High	1116	68.6	0.23	1.42 (70:1)
		Low	885	44.0	0.25	1.24 (80:1)
		Ave.	1000.5	56.3	0.24	1.33 (75:1)

ug/kg = Micrograms/kilograms

Frobish et al. J. of Food Protection, Vol. 49, Oct 86.

ACUMULACIÓN DE AFLATOXINAS EN LA LECHE

- LIMITES TOLERABLES DE AFLATOXINAS
  - AFB1 20 ppb EN LA DIETA
  - AFM1 0.5 ppb EN LA LECHE
- CONSIDERANDO UNA TRANSFERENCIA DE 66:1
- 20 ppb AFB1 EN LA DIETA RESULTARA EN 0.3 ppb AFM1 EN LA LECHE
- 33 ppb AFB1 EN LA DIETA RESULTARA EN 0.5 ppb DE AFM1 EN LA LECHE

NOM-243-SSAI-2010

Lunes 27 de septiembre de 2010 DIARIO OFICIAL (Segunda Sección)

SEGUNDA SECCION
PODER EJECUTIVO
SECRETARIA DE SALUD

NORMA Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.

Tabla No. 4. Límites máximos de contaminantes[1]

Contaminante	Límite máximo mg/kg
Arsénico[2]	0,2
Plomo	0,1[3] 0,5[4]
Mercurio	0,05[3]
Estaño	250[5]
Aflatoxina M1	0,5µg/L[3]

Límite máximo
Mg/kg
0.5µg/L

NORMA GENERAL DEL CODEX PARA LOS CONTAMINANTES Y LAS TOXINAS PRESENTES EN LOS ALIMENTOS Y PIENSOS

CODEX STAN 193-1995

AFLATOXINA M1

Referencia al JECFA: 56 (2001)

Orientación toxicológica: Potencia cancerígena estimada en niveles específicos de residuos (2001, en las peores circunstancias, los riesgos adicionales previstos de que se produjera cáncer del hígado por el uso de los NM propuestos de la aflatoxina M1, de 0,05 y 0,5 µg/kg son muy reducidos. La fuerza de la aflatoxina M1 parece ser tan poca en las personas con HBsAg que sería imposible demostrar el efecto carcinógeno de la ingesta de M1 en los consumidores de grandes cantidades de leche y de lácteos, en comparación con las personas que no consumen estos productos. Los portadores del virus de la hepatitis B podrían beneficiarse de una reducción de la concentración de aflatoxina en su alimentación, y la reducción también podría ofrecer cierta protección a los portadores del virus de la hepatitis C).

Definición del residuo: Aflatoxina M1

Sinónimos: AFM1

Código de Producto	Nombre	Nivel µg/kg	Sufijo	Tipo	Referencia	Notas/observaciones
ML 0106	Leche	0,5		NM		

Aflatoxina M1
Límite máximo
en leche 0.5µg/kg

REGLAMENTO (CE) Nº 1881/2006 DE LA COMISIÓN

de 19 de diciembre de 2006

- Leche cruda, Leche tratada térmicamente y Leche para fabricación de Productos lácteos 0.05 ppb
- Preparados para lactantes y Preparados de continuación, incluidas la leche para lactantes y la leche de Continuación 0.025 ppb
- Alimentos dietéticos destinados a usos médicos especiales dirigidos específicamente a los lactantes 0.025 ppt

OCURRENCIA NATURAL DE MICOTOXINAS EN LECHE

Table 2
Occurrence of mycotoxins in animal milk samples worldwide.

Mycotoxin	Milk origin	Collection year	Milk type	Total samples	Number of positive samples	% Positive sample	Mycotoxin concentration	Method of analysis	Reference
FB1	USA	1993	R	155	1	0.6	1290 ng/L	GC/MS	(Maragos & Richard, 1994)
	Italy	n.r.	R,P,O	10	8	80	260[a]–430[b] ng/kg	LC–MS/MS-QQQ	(Gazzotti et al., 2009)
CPA	Italy	n.r.	P	20	3	15	6333[a]–8300[b] ng/L	LC–MS/MS-ion trap	(Losito et al., 2002)
	Brazil	2004	P,U	48	2	4.2	8050[a]–9700[b] ng/L	LC-UV–VIS	(Oliveira, Rosmaninho, & Rosim, 2006b)
ZEA	Hungary	1980	R	n.r	16	n.r	n.r.	TLC-UV and GC	(Sándor, 1984)
	Egypt	n.r.	R	20	4	20	6900[a]–10,100[b] ng/kg	LC-FLD	(El-Hoshy, 1999)
			P	20	3	15	5000[a]–7200[b] ng/kg		
			D	20	6	30	6400[a]–12,500[b] ng/kg		
			C	20	5	25	4400[a]–9300[b] ng/kg		
	UK	n.r.	n.r.	100	3	3	500[a]–5500[b] ng/kg	n.r.	(SCOOP, 2003)
	China	2012	R	30	n.r	n.r	14.9[a]–45.8[b] ng/kg	UHPLC–MS/MS	(Huang et al., 2014)
			D	8	n.r	n.r	11.6[a]–12.4[b] ng/kg		
			L	12	n.r	n.r	20.5[a]–28.3[b] ng/kg		
ZAN	China	n.r.	n.r	103	1	0.97	370 ng/L	LC–MS/MS-QQQ	(Xia et al., 2009)
α-ZAL			n.r	103	1	0.97	3030 ng/L		
α-ZEL	China	2012	R	30	n.r	n.r	24.3[a]–73.5[b] ng/kg	UHPLC–MS/MS	(Huang et al., 2014)
			D	8	n.r	n.r	43.1[a]–64.3[b] ng/kg		
			L	12	n.r	n.r	36.7[a]–45.1[b] ng/kg		
DOM-1	Denmark	n.r.	R	20	5	25	180[a] ng/L–300[b] ng/L	LC–MS/MS	(Sørensen & Elbæk, 2005)
OTA	Italy	n.r.	O	63	3	4.8	70–110 ng/L	LC-FLD	(Pattono et al., 2011)
	Sweden	1991	R	36	5	14	10–40 ng/L	IPC-FLD	(Breitholtz-Emanuelsson, Olsen, Oskarsson, Palminger, & Hult, 1993)
	Norway	1997–98	O	47	5	11	15–28 ng/L	LC-FLD	(Skaug, 1999)
		1995–96	R	40	6	15	11–58 ng/L		
	France	2003	R	264	3	1	5–6.6 ng/L	LC-FLD	(Boudra, Barnouin, Dragacci, & Morgavi, 2007)
	Sudan	2009	R	5	1	20	2730 ng/L	LC-UV	(Elzupir, Makawi, & Elhussein, 2009)
	China	2012	R	30	n.r	n.r	56.7[a]–84.1[b] ng/kg	UHPLC–MS/MS	(Huang et al., 2014)
			D	8	n.r	n.r	27.0[a]–49.4[b] ng/kg		
			L	12	n.r	n.r	26.8[a]–57.9[b] ng/kg		
AFB1	Jordan	2007	R, RS, RG,	60	5	8.3	2270[a] ng/kg	LC-FLD	(Herzallah, 2009)
AFB2			P, PS, PG		5	8.3	210[a] ng/kg	LC-UV	
AFG1					5	8.3	80[a] ng/kg		
AFG2					5	8.3	90[a] ng/kg		
AFM2					5	8.3	<50[a] ng/kg		
AFM2	Japan	2001–2002	U	52	25	48	0.9[a]–3.4[b] ng/kg	LC-FLD	(Nakajima et al., 2004)

[a] Mean value.
[b] Maximum value, C = condensed cow milk, D = powder cow milk, P = pasteurized cow milk, R = raw cow milk, L = liquid cow milk, O = organic, U = UHT-treated, n.r. = not reported. GC = gas chromatography, LC = liquid chromatography, UHPLC = ultra high pressure liquid chromatography, TLC = thin layer chromatography, FLD = fluorescence detector, UV–VIS = ultraviolet and visible detector, MS/MS = tandem mass spectrometry, QQQ = triple quadrupole, IPC = ion-pair chromatography.

Flores, et al. 2015. *Food Control*

Table 2
AFM_1 contamination in bulk-tank goat milk

Year	Samples *n*	Positive[a] *n* (%)	AFM_1[b] (ng/l)	Range (ng/l)	Distribution *n* (%)				
					<5 ng/l	⩾5–10 ng/l	>10–20 ng/l	>20–30 ng/l	>30–40 ng/l
2003	100	7 (7.0)	10.0 ± 2.0	8–12.5	93 (93.0)	4 (4.0)	3 (3.0)	–	–
2004	108	29 (26.8)	15.1 ± 8.8	5–36.1	79 (73.1)	11 (10.2)	9 (8.3)	7 (6.5)	2 (1.8)
Total	208	36 (17.3)	14.5 ± 8.4	5–36.1	172 (82.7)	15 (7.2)	12 (5.8)	7 (3.4)	2 (0.9)

[a] Positive samples (⩾5 ng/l).
[b] Mean ± SD of positive samples.

Table 7
AFM_1 contamination in goat cheese (2004)

	Samples *n*	Positive[a] *n* (%)	AFM_1[b] (ng/kg)	Range (ng/kg)
Cheeses	41	4 (9.8)	257 ± 145	79.5–389

[a] Positive samples (⩾50 ng/kg).
[b] Mean ± SD of positive samples.

Virdis, et al. 2008. *Food Control*

El nivel de residuos de AFM1/día (mg) en la leche, puede ser, aproximadamente, el 2,2% de los mg de AFB1 ingeridos diariamente por la vaca (los cuales se obtienen multiplicando los mg de AFB1/kg de ración encontrados por los kg de alimento/vaca/día). Dividiendo el resultado obtenido por el numero de litros de leche producidos/vaca/día y multiplicando por 1.000 nos da la concentración de AFM1 (ppb, microgramos/kg) en la leche. El coeficiente de variación de esta forma matemática está entre 42 y 59%.

La legislación de la Unión Europea (UE) permite como máximo en la leche cruda, leche destinada a la fabricación de productos a base de leche y leche de consumo tratada térmicamente, una contaminación con aflatoxina M1 (AFM1) de 0,050 microgramos/kg (ppb), para la población en general y de 0,025 ppb cuando se trata de niños lactantes. En cambio, la legislación de Estados Unidos y los países del grupo MERCOSUR (Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay), permite como máximo una contaminación de 0,50 ppb. ¿Por qué esa diferencia de criterio tan grande?

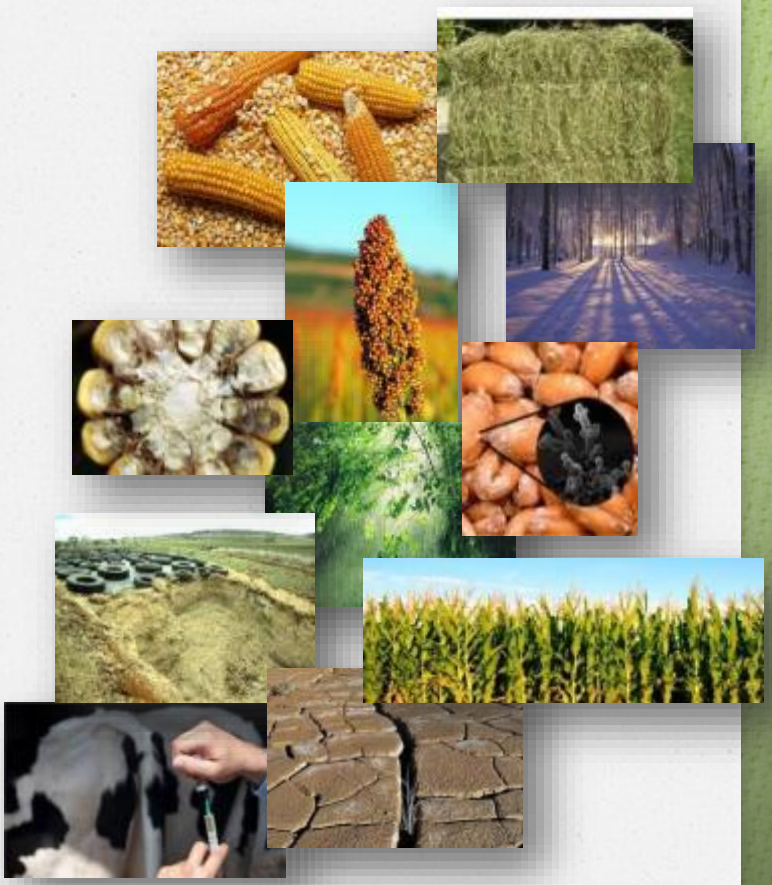
Estados Unidos y MERCOSUR dicen que, según estudios publicados en 2002 por las organizaciones de JECFA y WHO, los riesgos adicionales para la predicción del cáncer de hígado utilizando niveles de AFM1 comparativos entre 0,50 y 0,05 ppb, son muy pequeños.

Factores que influyen en la toxicidad de las micotoxinas

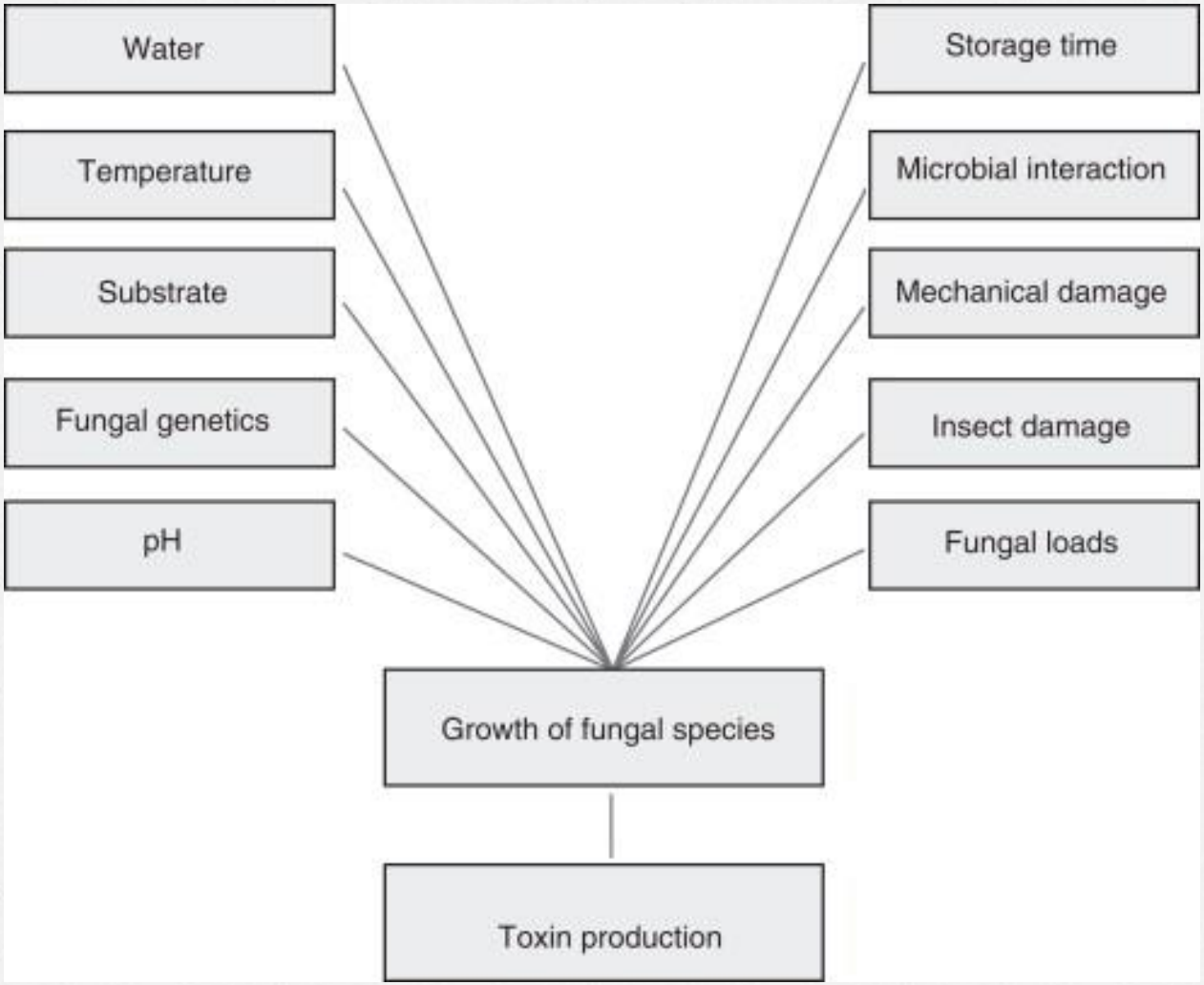
1. **La especie y raza**
2. **Nivel y duración de la contaminación**
3. **Nutrición**
4. **Edad y sexo**
5. **Salud de los animales. Infecciones bacterianas, virales o parasitarias**

Factores que influyen en la toxicidad de las micotoxinas

6. **Condiciones ambientales**
7. **Fármacos administrados**
8. **Presencia de varias micotixinas, sinergismo**
9. **Variabilidad en la materia prima usada en el alimento**



FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN DE MICOTOXINAS



Oliveira, et al. 2014. *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems*

TIPOS ECOLÓGICOS DE HONGOS

Tipos de Hongos	HRE	Temperatura de Proliferación	O2/CO2	Sustrato	Hongos
Flora de Campo	≥ 95%	Baja	Aerobia	Fitopatógeno Plantas vivas	Fusarium Cladosporium Alternaria Cephalosporium Helminthosporium
Flora Intermedía	≥ 95%	Relativamente Baja	Aerobia	Cereal recién recogido, aún húmedo	Algunos Fusarium
Flora de Almacén	≤ 95%	20-25ºC, opt. a 25ºC	Anaerobia Facultativa	Material Fisiologicamente inactivo	Penicillium Aspergillus Mucorales

Influencia de la temperatura y agua en el crecimiento de HONGOS

Table 2 Temperature and minimal water activity (a_w) on fungal growth and mycotoxin production by mean toxigenic fungi

Fungi	*Temperature (°C)*		*Minimum Aw for*		*Toxin*
	Range	*Optimum*	*Growth*	*Toxin production*	
Aspergillus flavus	10–45	33	0.78–0.80	0.83–0.87	Aflatoxins type B
Aspergillus parasiticus	12–42	32	0.78–0.82	0.87	Aflatoxins types B, G
Aspergillus ochraceus	10–35	25	076–0.81	0.83–0.87	Ochratoxin A
Penicillium verrucosum	0–31	20	0.81	0.83–0.90	Ochratoxin A
Penicillium expansum	25–30	25	0.83–0.85	0.99	Patulin
					Fumonisins
Fusarium verticillioides	2–37	15–30	0.87	0.90	Zearalenone
					Moniliformin
					Zearalenone
F. graminearum	5–35	24–26	0.90	0.99[a]	DON, DAS
					Moniliformin
F. poae	2–39	22–28	0.89	0.98[a]	T-2, DAS Nivalenol

[a]Optimum for toxin production.
Abbreviations: DON, deoxynivalenol; DAS, diacetoxyscirpenol.

Oliveira, et al. 2014. ***Encyclopedia of Agriculture and Food Systems***

Cuando Evaluar el contenido de micotoxinas

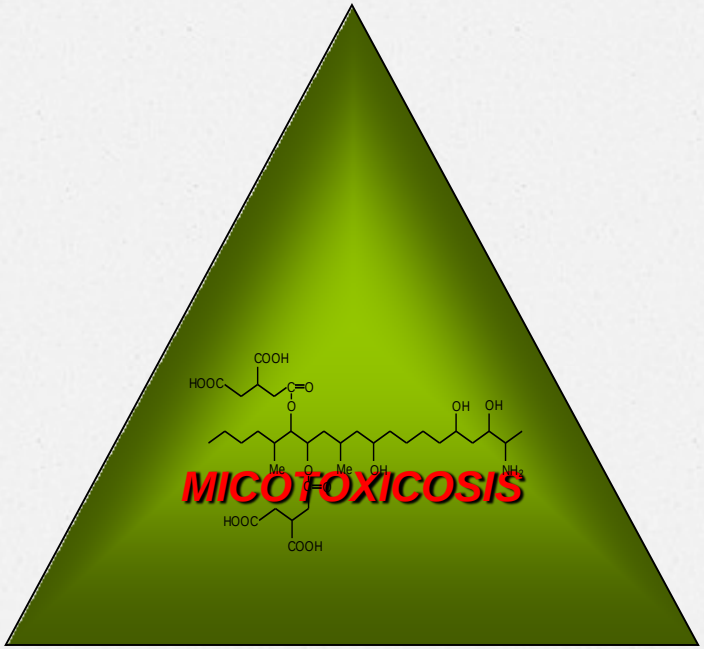
- **Cuando se observa físicamente el crecimiento de mohos en granos**
- **Cuando se sospecha del origen y manejo de granos y forrajes**
- **Cuando la productividad de las especies disminuye**
- **Cuando se presentan signos de inmunosupresión o micotoxicosis en las especies**

Como prevenir los daños de micotoxinas en los animales

- **Adecuado control y manejo del almacenamiento de granos y forrajes.**
- **Análisis de micotoxinas en forrajes, granos y alimento.**
- **Uso de productos que garanticen la adsorción**

MECANISMO DE CONTROL INTEGRAL DE MICOTOXINAS

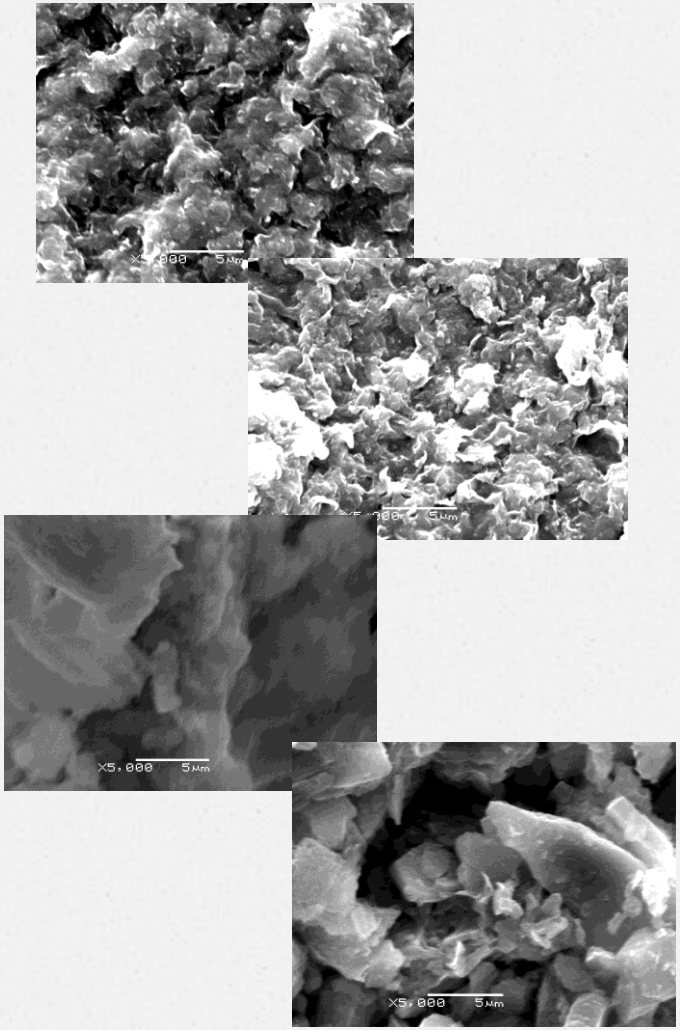
ADSORBENTES DE MICOTOXINAS



MECANISMOS FISICOS DE PROCESO

INHIBIDORES FUNGICOS

MECANISMO DE CONTROL INTEGRAL DE MICOTOXINAS (Adsorbentes)



- ARCILLAS
- ZEOLITAS
- CARBON ACTIVADO
- ORGANOARCILLAS
- GLUCOMANANOS
- AMINOACIDOS
- ENZIMAS
- POLIMEROS
- TERAPEUTICOS

Together we'll make it!

Gracias

Martín Manzanares

mmanzanares@helm-mexico.com.mx

Hongos

Géneros de mayor interés:

- *Alternaria*
- *Aspergillus*
- *Botrytis*
- *Cephalosporium*
- *Cladosporium*
- *Fusarium*
- *Helminthosporium*
- *Absidia*
- *Thamnidium*
- *Monilia*
- *Geotrichum*
- *Gleosporiu*
- *Mucor*
- *Penicillium*
- *Rhizopus*
- *Sporotrichu*
- *Trichoteciu*

Hongos

- Los hongos son vegetales carentes de clorofila pertenecientes al tipo talofitas vegetales.
- No son capaces de sintetizar materia orgánica utilizando la luz solar como fuente energética.
- Por este motivo deben desarrollarse sobre un sustrato que contenga materia orgánica.
- Cada producto alimentario es un sistema ecológico especial en el que la interacción de factores químicos, físicos y biológicos tienen un papel fundamental en el deterioro del alimento debido a un crecimiento y proliferación fúngica.