

# EFECTO DE LAS MICOTOXINAS EN EL GANADO LECHERO Y EL USO DE ADSORBENTES DE MICOTOXINAS

René Neftalí Márquez Márquez

CONGRESO CENTROAMERICANO DEL SECTOR LACTEO DICIEMBRE 2011.

## MICOTOXINAS PRODUCIDAS EN FORRAJES ALMACENADOS

Aspergillus	Penicillium	Fusarium
<ul style="list-style-type: none"><li>● Aflatoxinas.</li><li>● Esterigmatocistina.</li><li>● Fumitremorgenos.</li><li>● Fumigaclavinas.</li><li>● Fumitoxinas.</li><li>● Acido Ciclopiazónico.</li><li>● Ocratoxinas.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Ocratoxina.</li><li>● Acido Penicillinico.</li><li>● Toxina PR.</li><li>● Citrinina.</li><li>● Patulina.</li><li>● Penetrenos.</li><li>● Acido Ciclopiazónico.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Deoxinivalenol.</li><li>● Zearalenona.</li><li>● Toxina T2.</li><li>● Nivalenol.</li><li>● Moniliformina.</li><li>● Fumonisinias.</li><li>● Diacetoxiscirpenol.</li><li>● Butenolida.</li><li>● Neosolanol.</li><li>● Acido Fusárico.</li></ul>

Se conocen más de 500 MTXs

Los ensilados básicamente se realizan a partir de plantas de maíz y sorgo, alfalfa, avena y forraje de corte.

Cuando las condiciones de ensilaje no son las adecuadas se producen MTXs, que representan un riesgo para la salud y productividad de los animales que consumen estos ensilados. Los hongos que se encuentran en ensilajes son: *Penicillium roqueforti*, *Byssochlamus sp.*, *Aspergillus fumigatus*, *Trichoderma sp.*, *Mucor sp.* y *Monascus sp.*



En el campo, los cultivos para granos y forrajes durante su crecimiento, corren el riesgo de infectarse con diferentes hongos (*Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Claviceps* y otros hongos endofíticos). Por lo tanto, al momento de la cosecha o si se realiza pastoreo directo o se los conserva (heno, henolaje o silaje) pueden estar contaminados con micotoxinas tales como tricotecenos, zearolenona, fumonisinas, moniliformina, ácido tenuazónico, alternariol, alcaloides del ergot.



- Varias especies de hongos toxigénicos como *Acremonium lolii*, *A. coenophialium*, *Claviceps purpurea* y especies del género *Penicillium* pueden desarrollarse en forrajes vivos. Estos hongos endofíticos crecen en los tejidos de varias hierbas (gramíneas) y pueden tener una relación de mutualismo con sus hospedadores (Lolitrem B y Ergovalina).
- Las MTXs producidas pueden contener neurotoxinas de naturaleza indol-terpeno llamadas sustancias tremogénicas. La somnolencia del raygras en el ganado ha sido relacionada con esta sustancia y con otras toxinas tremogénicas (por ejemplo penetrenos B y verruculogen) producidas por *Penicillium crustosum* y *P. verruculosum*, Otras especies de los géneros *Acremonium* y *Claviceps purpurea* son también responsables de la toxicosis de la hierba del sueño en el ganado debido a la ingestión de alcaloides ergóticos como la ergotamina, la ergostina, la ergocristina, etc. El ergotismo es convulsivo y gangrenoso.



**Los forrajes pueden contaminarse con diversas MTXs a la cosecha o cuando son pastoreados directamente. La ocurrencia y las concentraciones varían anualmente, debido a las variaciones anuales en las condiciones climáticas que ocasionan estrés de las plantas y facilitan el crecimiento fúngico.**

**Un silo bien hecho produce anaerobiosis y cambios rápidos de pH limitando el crecimiento de moho y la producción de MTXs. Adicionalmente, las toxinas existentes antes del ensilaje estarán presentes en el mismo, aún si ocurre una fermentación adecuada.**



# CONDICIONES QUE GENERAN EL DETERIORO Y CRECIMIENTO FUNGICO EN LOS ENSILAJES



## Buenos Ensilajes:

- Estado fenológico óptimo para cada ingrediente
- Tamaño de partícula que permita buena compresión
- Evitar la entrada de agua y de aire al silo.
- Uso de inoculantes homofermentativos
- Eliminar las capas "quemadas".
- Tener varios silos en lugar de uno muy grande.

## Buen almacenamiento de pasturas:

- Evitar almacenar con exceso de humedad



## METABOLISMO RUMINAL DE LAS MICOTOXINAS

MICOTOXINA	(%) DE DEGRADACION	METABOLITO
Aflatoxinas	0-30%	Aflatoxicol (Tóxico)
DON	0-50%	DOM 1
Zearalenona	0-40%	Alfa y beta Zon (Tóxicos)
Toxina T2	0-70%	Acetil T2 ( HT-2)
Ocratoxina	50-100%	Dihidroxioscumarina
Fumonisina	0-35%	
DAS	0-50%	Monoacetoscirpno (MAS)

La mayor degradación de micotoxinas la realizan los protozoarios. El nivel de inclusión de granos en la ración y la baja de pH pueden afectar la degradación.



## **CONSIDERACIONES:**

**Los microorganismos ruminales pueden degradar hasta el 42% de la aflatoxina B1, pero son capaces también de producir aflatoxicol. Otro metabolito, la toxina M1, es producida a partir de la aflatoxina B1 en el hígado y puede finalizar en el rumen por vía de la circulación rumino-hepática**

**La toxicidad del aflatoxicol y la AFM1 es similar a la de la AFB1, y se excretan en la leche o la orina.**

**En promedio 1.8% de AFB1 a AFM1**

**En USA y México se establece como**

**Máximo un nivel de 0.5ppb de AFM1  
en la leche**

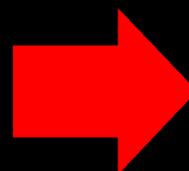


# Las parte económicas son visibles como un Iceberg

## MICOTOXICOSIS Agudas:

Absorción de grandes cantidades de toxina en un periodo corto de tiempo:

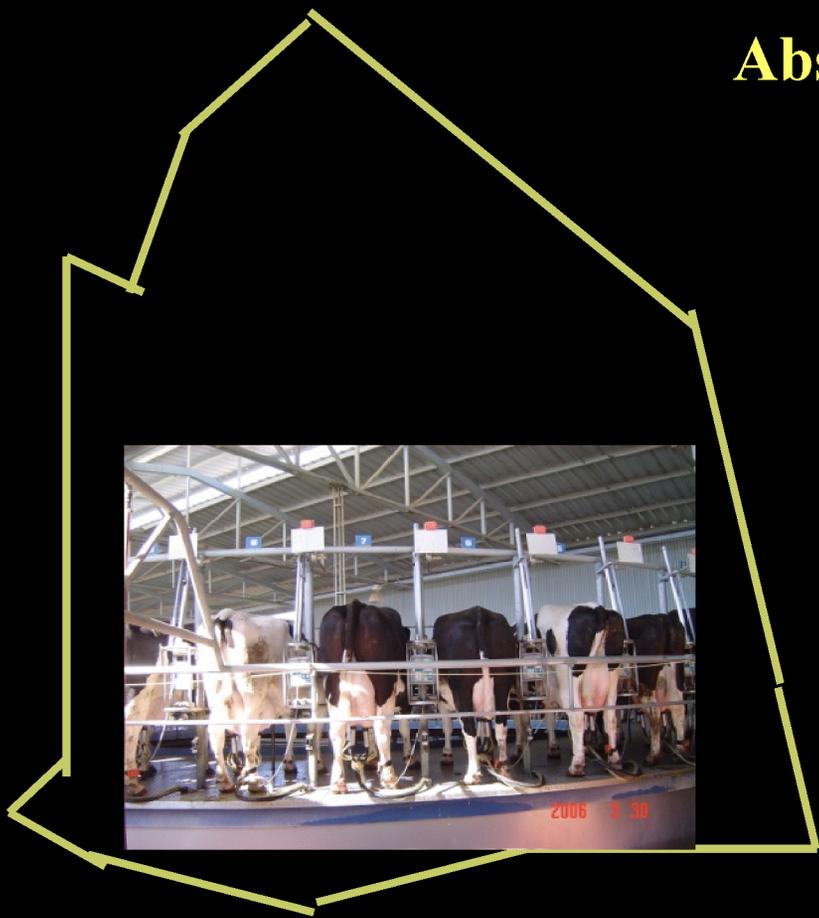
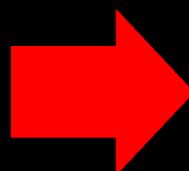
- Efecto espectacular agudo
- Enfermedades graves
- Muerte súbita



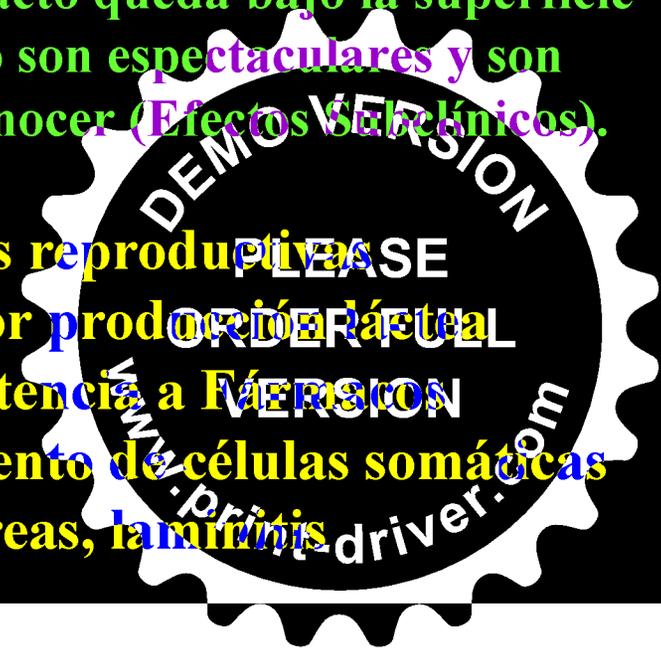
## MICOTOXICOSIS Crónicas:

El principal impacto queda bajo la superficie  
Los efectos no son espectaculares y son difíciles de reconocer (Efectos Subclínicos).

- Fallas reproductivas
- Menor producción láctea
- Resistencia a Fármacos
- Aumento de células somáticas
- Diarreas, laminitis



2/3 bajo la superficie

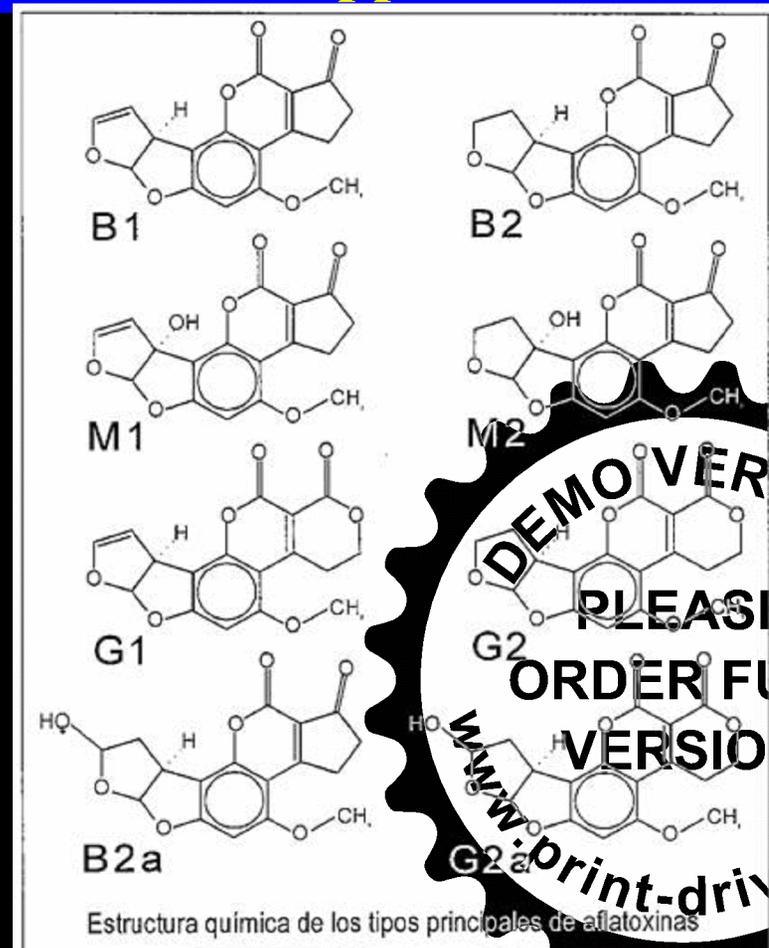
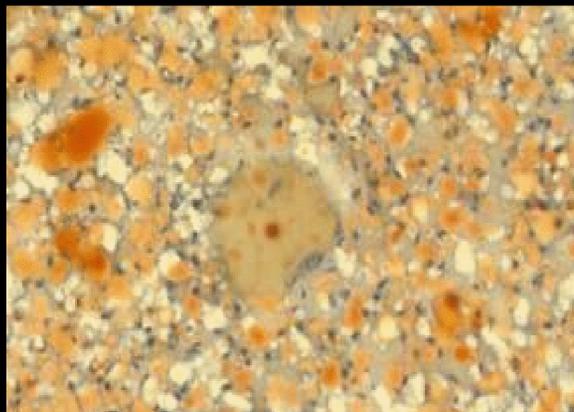
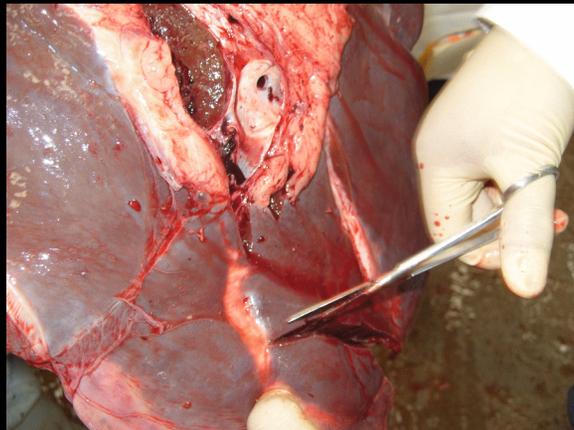


## Límites de contaminación de MTX Ganado Lechero (Universidad de Carolina del Norte)

Micotoxina	Nivel máximo permitido	Comentario
Aflatoxinas	25 ppb	Este es el nivel máximo permitido para cumplir con la norma de 0.5 ppb en la leche (Norma FDA y NOM).
Vomitoxina (DON)	300 – 500 ppb	Indicador de la contaminación con fusariotoxinas.
Zearalenona	250 ppb	Indicador de fusariotoxinas.
Toxina T-2	100 ppb	Tiene efecto inmunosupresor, que se manifiesta más en becerros lactantes.
Fumonisina B1	20 000 ppb	



**La Aflatoxina B1 se transforma en los hepatocitos a través de la FMO a el epóxido de AFB1, a Aflatoxicol y a la AFM1. Siendo el epóxido de AFB1 una la que inhibe la síntesis proteica y la fosforilación oxidativa, por lo que afecta la conversión alimenticia, y ocasiona inmunodepresión celular y humoral. Niveles de Toxicidad >100 ppb**



**La Toxina T-2, HT2, DON, DAS, Nivalenol: Inhiben la síntesis de proteínas de las células epiteliales y producen ulceraciones y descamaciones en las células epiteliales del TGI en los bovinos, ocasionando una severa gastroenteritis, diarrea sanguinolenta o negra (sangre digerida) que afecta la absorción de nutrientes y por lo tanto la conversión alimenticia, y ocasiona inmunodepresión celular y humoral.**

**T2>10ppb DAS >50 ppb**



## **IMPACTO ECONOMICO:**

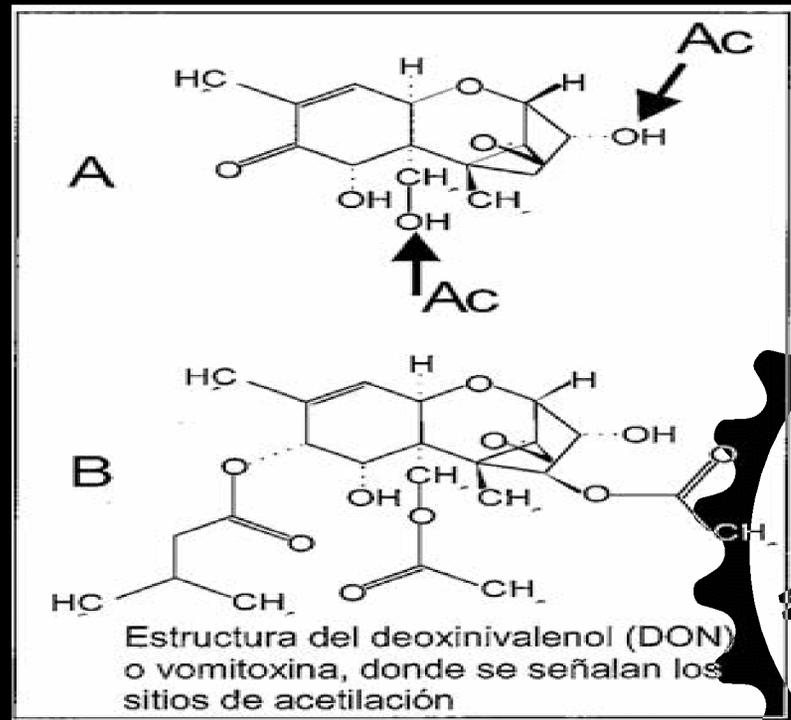
**La USFDA estima que las MTXs le pueden costar a los productores alrededor de 1.4 mil millones de dólares anuales entre mitigación y producción de ganado y pérdidas por decesos .**

**En General se calcula que por costos directos e indirectos por aborto se pueden perder entre \$1500 a \$2,000 USD.**



**DEMO VERSION**  
**PLEASE**  
**ORDER FULL**  
**VERSION**  
[www.print-driver.com](http://www.print-driver.com)  
2006-07-30

Existe un grave problema de salud pública por la presencia de AFM1 en leche en concentraciones fuera de norma, cuando las vacas han consumido raciones con concentraciones mayores de 50ppb de AFB1(?). Se ha descrito que los niveles altos de DON (>400ppb) y de Patulina incrementan los valores de células somáticas y disminuyen la producción láctea hasta en 2 L/día.



**La ZON es degradada por los protozoarios del rumen a  $\alpha$ -zearalenol, de alta actividad estrogénica y a  $\beta$ -zearalenol, que es tóxico para el endometrio. ZON > 150 ppb**

**Los efectos principales de la ZON en el ganado están por lo tanto relacionados con problemas reproductivos tales como la sobrevivencia del embrión, infertilidad, hipertrofia de los genitales, y feminización en machos jóvenes.**

**Los síntomas se reportan como abortos, disminución en la producción de leche, presencia de moco en heces, diarreas, aumento de quistes foliculares, ciclos estrales irregulares, reabsorciones embrionarias, incremento de vacas repetidoras, disminución en la fertilidad, alargamiento de las glándulas mamarias en becerras.**



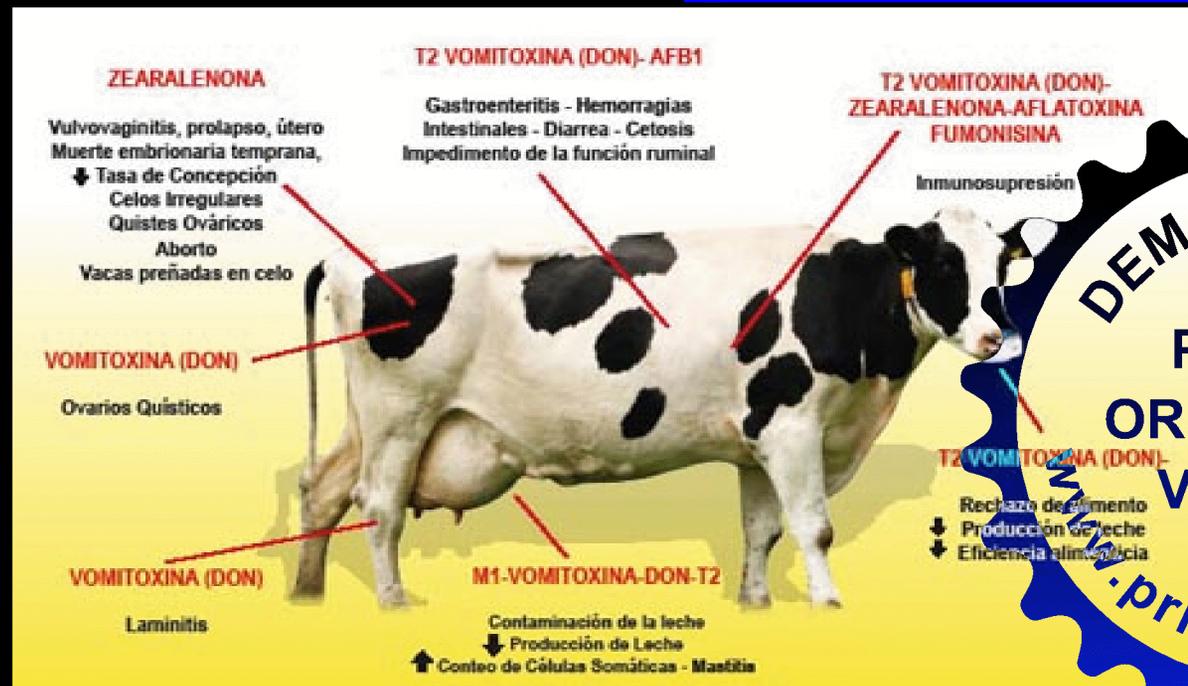
## EFFECTOS PRIMARIOS PROVOCADOS POR LA MICOTOXICOSIS

- ALTERACION EN EL CONTENIDO, ABSORCION Y METABOLISMO DE LOS NUTRIENTES.
- ALTERACION EN LAS FUNCIONES HORMONALES DE LOS ANIMALES.
- INMUNODEPRESION. MENOR PRODUCCION LACTEA.

### SINTOMATOLOGIA GENERAL ASOCIADA A LA MICOTOXICOSIS

- REDUCCION DEL CONSUMO DE ALIMENTO.
- REDUCCION DE LA PRODUCTIVIDAD.
- RESPUESTA HIPER O HIPOESTROGENICAS.
- AUMENTO EN LA INCIDENCIA DE ENFERMEDADES.

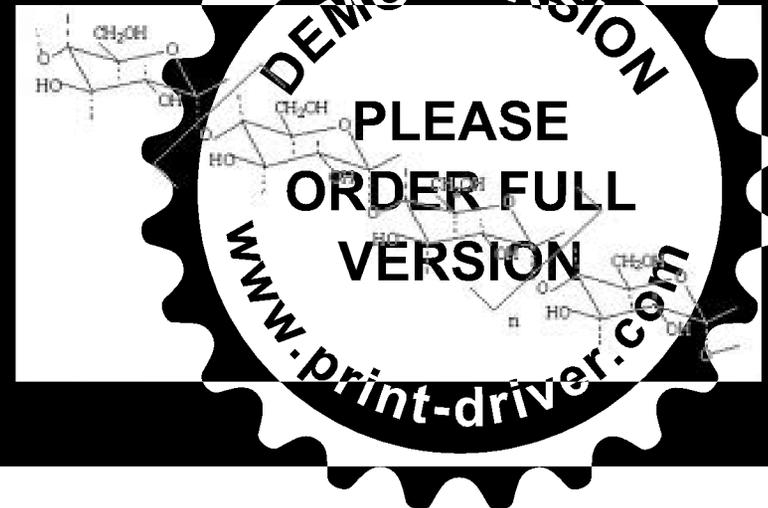
- DESORDENES DIGESTIVOS (ACIDOSIS, DIARREAS, IRRITACION GASTRICA, HEMORRAGIAS, ETC.).
- DESORDENES NERVIOSOS.
- BAJA RESPUESTA TERAPEUTICA.
- MUERTE SUBITA.



# CAPTURANTES, SECUESTRANTES, ENTEROADSORBENTES, “DESTOXIFICADORES”

## Ingredientes Básicos (Mineral “aluminosilicato):

Las arcillas se definen como filosilicatos y se clasifican según los minerales que las componen. Las arcillas más comúnmente empleadas en alimentación animal son las denominadas esmectita, caolín, talco, sepiolita y atapulgita. Las zeolitas no son arcillas, puesto que pertenecen al grupo de los tectosilicatos, Todos los filosilicatos tienen estructuras laminares, excepto la sepiolita y la atapulgita que tienen estructuras pseudolaminares o tubulares. Todos tienen una disposición en tres capas, una capa octaédrica de aluminio (esmectita), de magnesio (talco y sepiolita), o de aluminio y magnesio (atapulgita) y dos capas tetraédricas de silicio, excepto el caolín que tiene sólo dos capas, una octaédrica de aluminio y otra tetraédrica de silicio.



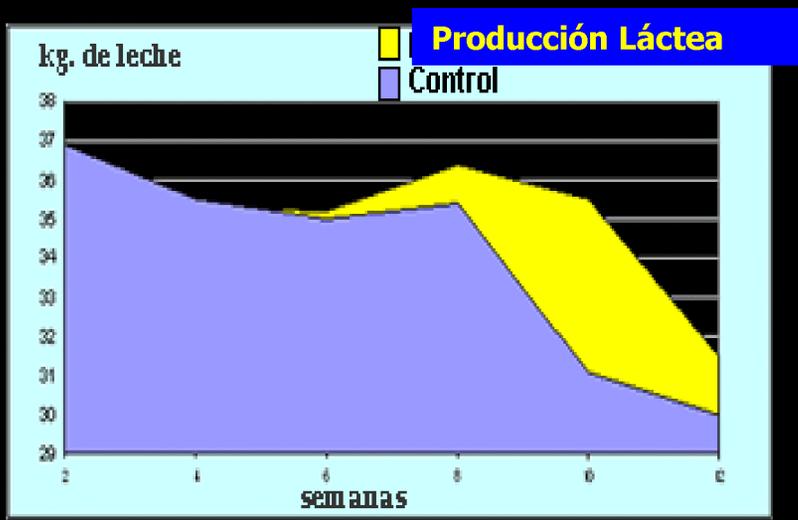
## Porcentaje de adsorción in vitro

Producto	Fabricante / comercializador	AFB1	ZEA	O A	FB1	T2	DON
KLIN-SIL	HELM	88	28	66	X	50	90
MICOFIX-PLUS	ALLTECH/BIOMIN	95	60	60	60	60	X
MICOTOX	ANGLOCORP	93	12	22	23	10	X
MILD BOND TX	PHARMACIA & UP-JOHN	80	29	2	7	10	33
MYCO-AD	AVIMEX SALUD ANIMAL	98	90	77	75	65	40
MYCO-AD-AZ*	AVIMEX SALUD ANIMAL	93	94	97	98		
NOVASIL PLUS	TROW NUTRITION	87	28	51	15	0	33
TOXINOR	NOREL MEXICO	95	92	86	100	79	24
TOXISOR E.A.	NOREL MEXICO	92	76	88		62	9
ZEOLEX EXTRA*	IASA	90	25	65	30	33	
QUITAFLAX ZEO	TECNICA MINERAL	93	82	74	82	79	80
AFLABALAN	TECNICA MINERAL	90	94	85	80	88	87
SAFMANNAN	SAFMEX	95	89	72	83	71	84
FIXAT	BAYER	98	18	28	42	35	15
TOXISORB	BAYER	96	97	92	82	81	50

**Estudio in vitro utilizando diferentes pHs y dosis del producto**

**Estudio in vivo donde el aditivos anti-micotoxinas tiene que tener efecto estadísticamente beneficioso en el órgano susceptible y/o bio-marcador que la micotoxina está afectando y estudios espesíficos para cada especie animal.**





**% de Abortos**

Mes	Junio	Julio	Agosto	Media
2008	10.08%	8.28%	9.30%	9.22%
2009	7.41%	9.05%	8.60%	8.35%
Diferencia	- 2.67%	+ 0.77%	- 0.70%	- 0.87%

**\$ Células Somáticas**



**Beneficios de la inclusión de un Secuestrante de micotoxinas en las dietas para Ganando Lechero:**

Se reduce la absorción de un alto % de MTXs, disminuyendo sus interacciones. Si las dietas están contaminadas con micotoxinas y están afectando la producción láctea y su calidad, así como los parámetros reproductivos, entonces la adición continua y constante de un Secuestrante (validado) a la dosis adecuada, puede disminuir los efectos negativos.

Es decir, si la baja de producción y/o reproducción es inherente a otras causas: Nutricionales., manejo, infeccioso, parasitario, climático, otros tóxicos, etc. entonces los secuestrantes de MTXs tendrán una acción prácticamente nula.

**LA ACCION DE LOS SECUESTRANTES ES PRINCIPALMENTE PREVENTIVA**

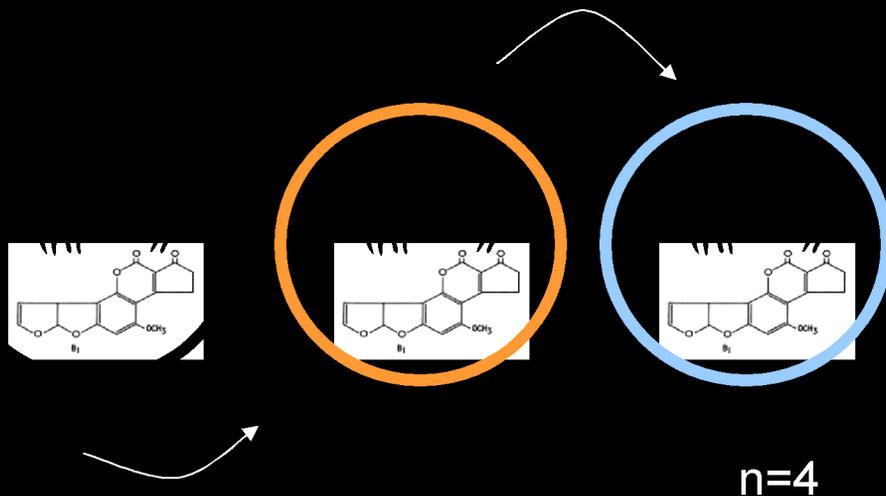


# CUCBA de la Universidad Autónoma de Guadalajara, México.

## Diseño experimental: bloques

Integrar los adsorbentes en la ración según el manejo habitual de los establos.  
Exponer a los animales a AFB1 con la inclusión de esta en la ración.

**Zeolita (QZ) = 40 g / vaca / día**  
**MOSC = 15 g / vaca / día**  
**Exposición a AFB1 = 40 ppb**



	SUB – PERIODO A					SUB – PERIODO B				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Administración AFB<sub>1</sub></b>						■	■	■	■	■
<b>Análisis AFM<sub>1</sub> en leche</b>										
<b>Inclusión adsorbente</b>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>Indicadores calidad leche y salud animal</b>										

Annotations on the table:

- A blue dashed line starts at the top of column 1 and descends to the bottom of column 5.
- A blue box with red text: <<< AFM1 en leche 72 h (pointing to the bottom of column 5).
- A blue box with red text: >>> AFM1 en leche 72 h (pointing to the top of column 6).



# Niveles de aflatoxina M<sub>1</sub> en leche cruda (ppb) durante la exposición a aflatoxina B<sub>1</sub>.

Análisis de varianzas (ANOVA). Prueba de Tukey (P < 0.05)

	Promedio (ppb)	±DE
<b>Grupo TESTIGO</b>	<b>0.736 a</b>	<b>0.096</b>
<b>Grupo Zeolita (QZ)</b>	<b>0.465 b</b>	<b>0.081</b>
<b>Grupo MOSC</b>	<b>0.649 a</b>	<b>0.110</b>

Límite de cuantificación AFM<sub>1</sub> en leche: 0.02 ng mL<sup>-1</sup>  
Método AOAC 2000.08



FECHA	NIVELES DE AFB1 EN LOS INGREDIENTES	AFB1 EN AFM1 EN AFM1 ZON DOSIS
	Maíz Rolado Silo de Maíz Semilla de algodón Pasta de soya	La ración integral La Leche cruda % de Conversión En la Ración GMN
Julio/06		
22/07	18.5 15.0 5.0 1.0	----- ----- ----- ----- 1X
24/07	9.2 10.1 5.0 1.0	6.7 0.120 1.80 172 1X
25/07	----- ----- ----- -----	3.4 0.040 1.17 182 2X
27/07	----- ----- ----- -----	1.8 0.110 6.11 271 2X
29/07	----- ----- ----- -----	3.2 0.139 4.34 178 2X
3/08	----- 12.3 ----- -----	6.5 0.090 1.40 175 2X
27/07	----- ----- ----- -----	4.2 0.191 4.54 183 2X
31/07	----- ----- ----- -----	2.5 0.139 5.56 138 2X
<b>Media</b>	<b>13.8 12.4 2.5 1.0</b>	<b>4.04 0.115 3.47 185</b>

La adición de los GMNs a las dietas redujo la excreción de AFM1 en la leche y aún con los niveles fuera de norma de la Zearalenona, no se presentaron problemas reproductivos en el hato lechero (Torrón, Coahuila)



# CONTROL INTEGRAL

ADSORBENTES DE  
MICOTOXINAS  
Prevetivo más que  
correctivo

MICOTOXICOSIS EN  
GANADO  
LECHERO

Buen manejo  
de pastos y de  
Silos

Dx diferencial

MECANISMOS FISICOS  
DEL PROCESO  
ANALISIS DE MTX  
DE INGREDIENTES

INHIBIDORES  
FUNGICOS,  
BUENOS ENSILAJES  
INOCULANTES  
HOMOLACTICOS

