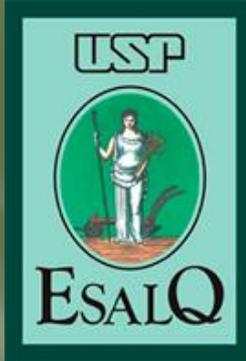


Micotoxinas





Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
LFN - Departamento de Fitopatologia e Nematologia
LGNo225 – Microbiologia Geral



Integrantes

Beatriz Almeida
Bruna Petrini
Gabriel Montanha
Mariana Oliveira
Renan Barbosa
William Galvão

Sumário

1. Introdução
 - a. Definição
 - b. Descoberta
2. Principais gêneros dos fungos
3. Tipos de micotoxinas
4. Micotoxinas em alimentos no Brasil
 - a. Principais micotoxinas
 - b. Prevenção
 - c. Legislação

Introdução

O QUE SÃO MICOTOXINAS?

Metabólitos secundários formados durante o crescimento dos fungos

Introdução

Entendendo...

- **Metabólitos primários:**

essenciais ao crescimento (aminoácidos, acetato, piruvato, etc.)

- **Metabólitos secundários:**

formados durante o final da fase exponencial de crescimento – pouco significativo para o crescimento ou metabolismo do organismo produtor.

Síntese de micotoxinas: redução da quantidade de precursores metabólicos dos fungos

Introdução

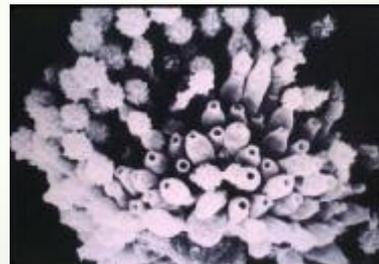
- Produzidos por fungos toxigênicos ;
- Mutagenicidade, carcinogenicidade e teratogenicidade;
- Efeitos tóxicos em plantas e animais (incluindo o homem):
- Associados à mudança na natureza física do alimento (sabor, odor e aparência);
- Produzidos em ambiente com condições favoráveis: umidade, temperatura, pH, composição química e potencial *redox* do local de infecção;

Descoberta



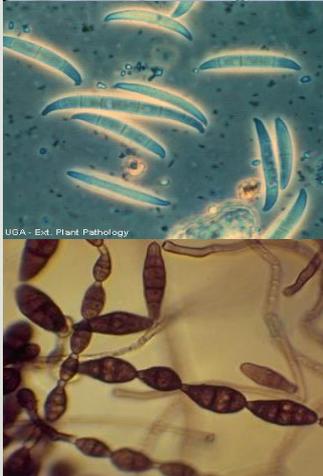
- **Década de 1960:** surto com centenas de milhares de mortes de aves (perus) no Reino Unido: *Turkey X Disease*

- Amendoim utilizado na ração (importados da África e Brasil) estava contaminado com uma substância produzida pelo fungo *Aspergillus flavus*;
- Descoberta das **aflotoxinas**;

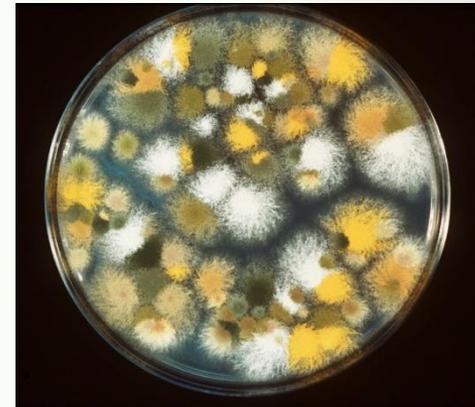


Aspergillus flavus em MEV

Principais gêneros causadores de micotoxinas



- *Aspergillus*
- *Fusarium*
- *Alternaria*
- *Penicillium*



Tipos de micotoxinas

- Aflatoxinas
- Citrinina
- Ocratoxina
- Patulina
- Alcalóides Ergóticos
- Fumonisina
- Tricotecenos
- Zearalenona



Tipos de micotoxinas

▪ Aflatoxina

- Mais amplamente estudadas
- Produzidas pelo *Aspergillus flavus* entre outras espécies
- 18 toxinas relacionadas
- Toxicidade das 6 toxinas mais potentes: $B_1 > M_1 > G_1 > B_2 > M_2 = G_2$.
- Encontradas em carne fresca, presunto, bacon, leite, cerveja, chocolate, produtos a base de soja, amendoim, entre outros.
- Fatores que mais impactam na produção da Aflatoxina são umidade e temperatura.
- Mutagenicidade ocasionada devido a ligações com os ácidos nucleicos e em específico para a B₁, ligação covalente com DNA mitocondrial de células do fígado (carcinomas hepatocelulares)

Foto: cpt.com.br



Foto: Reprodução

Tipos de micotoxinas

■ Aflatoxina

Estrutura das Aflotoxinas

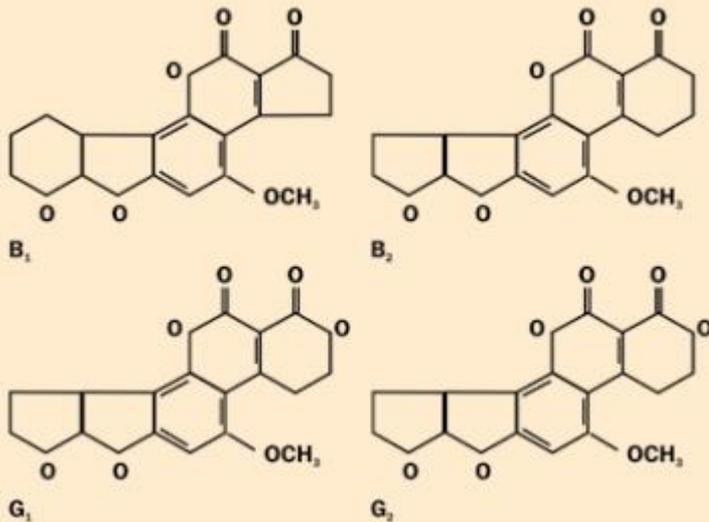


Foto: farmaciabquimica.blogspot.com.br

Letalidade da aflotoxina B₁

Animal	Idade (ou peso)	Sexo	Rota	Dose letal (mg/kg)	
Pato	1 dia	M	O	0,37	
	1 dia	M	O	0,56	
Rato	1 dia	M – F	O	1,0	
	21 dias	M	O	5,5	
	21 dias	F	O	7,4	
	100g	M	O	7,2	
	100g	M	IP	6,0	
	150g	F	O	17,9	
	Hamster	30 dias	M	O	10,2
	Cobaia	Adulto	M	IP	ca. 1,0
Coelho	Desmamado	M – F	IP	ca. 0,5	
Cachorro	Adulto	M – F	IP	ca. 1,0	
	Adulto	M – F	O	ca. 0,5	
Truta	100g	M – F	O	ca. 0,5	

Nota: O = oral; IP = intraperitoneal

Foto: farmaciabquimica.blogspot.com.br

Tipos de micotoxinas



▪ Citrinina

- Produzida principalmente pelos fungos *Penicillium citrinum* e *P. viridicatum*
- Encontradas em: arroz polido, pão mofado, presunto, trigo, aveia, centeio, entre outros.
- Sob luz ultravioleta, a Citrinina fluoresce amarelo-limão.
- Carcinogênica
- Doses cima de 0,25 mg.ml podem inibir a síntese de algumas proteínas relacionadas ao sistema imunológico.

Tipos de micotoxinas

- Citrinina

Estrutura da Citrinina

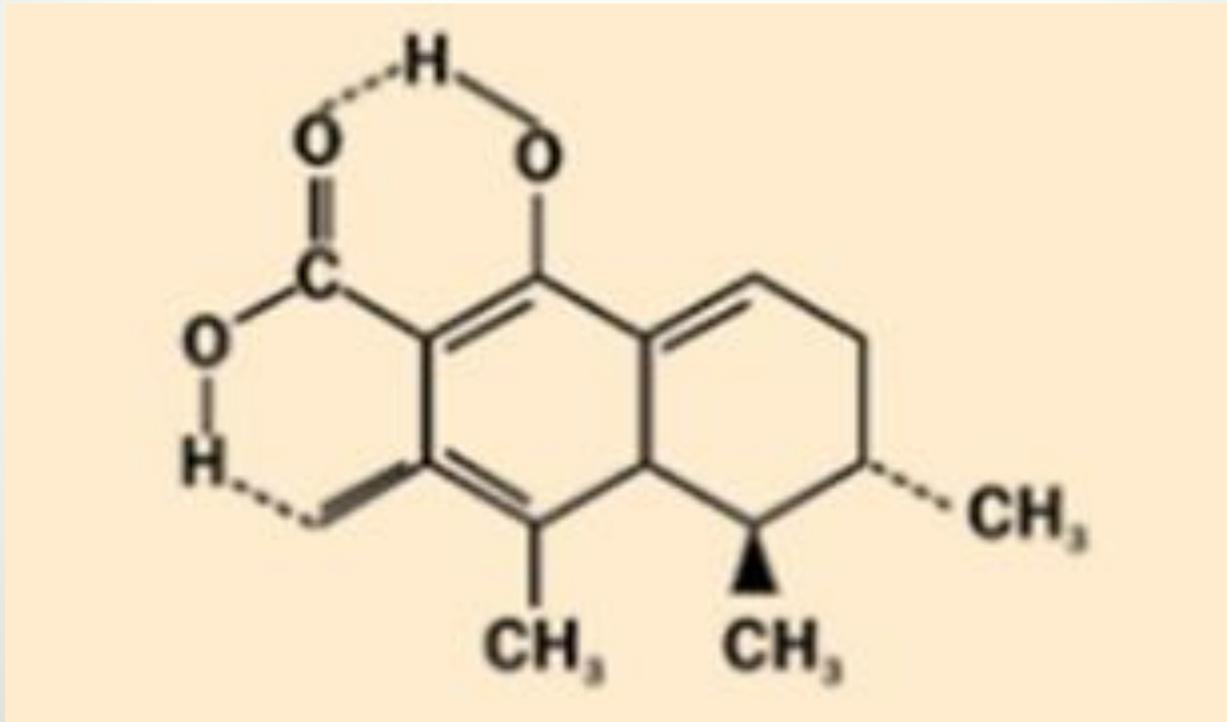


Foto: farmaciabquimica.blogspot.com.br

Tipos de micotoxinas

▪ **Ocratoxina**

- Compõem um grupo de no mínimo sete metabólitos secundários;
- Ocratoxina A (AO) é a mais conhecida e tóxica
- Produzidas pelas espécies fúngicas *Aspergillus* e *Penicillium* e seus diferentes gêneros;
- O tipo A é uma toxina hepatotóxica e nefrotóxica;
- São encontradas em: Milho, feijão seco, grãos de café e soja, cevada, frutas cítricas, amendoins e castanhas;
- Termicamente estável, ou seja, não pode ser desnaturada por procedimentos normais de cocção;



Foto: boletinagrario.com

Ocratoxina

Uva

Estrutura da Ocratoxina

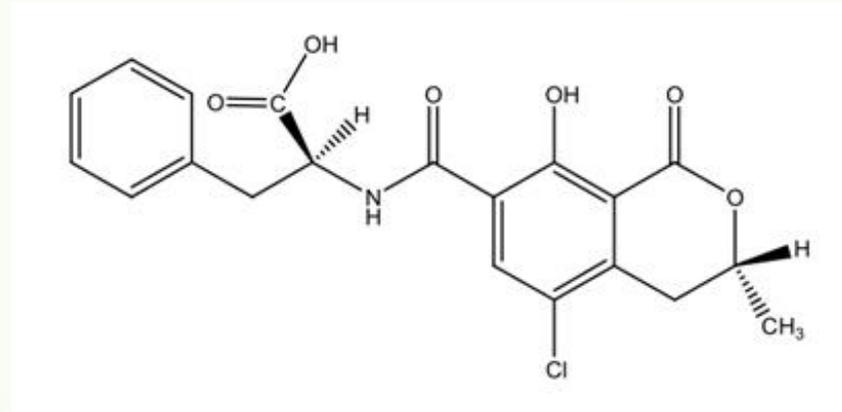


Foto: sites.google.com/

Amendoim

Foto: nutricionanimal.info



Tipos de micotoxinas

▪ Patulina

- Produzidas por uma variedade grande de fungos dos gêneros *Penicillium*, *Aspergillus* e *Bissochlamys*;
- Alguns fungos podem produzi-la em temperaturas abaixo de 2°C;
- Ocasionam aberrações cromossomais em células animais e vegetais;
- Carcinogênicas;
- Essa micotoxina tem sido encontrada em pães mofados, linguiças, frutas (incluindo bananas, pêras, abacaxis, uvas e pêsegos), suco de maçã, sidras e outros produtos.



Patulina



Foto: freshplaza.es/

Maçã

Estrutura da Patulina

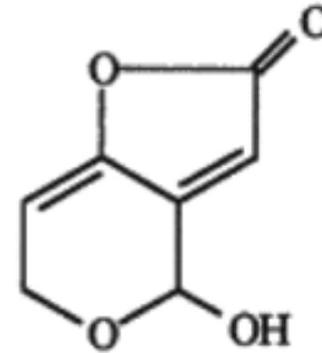


Foto: scielo.br

FIGURE 1 - Structure of Patulin (4-Hydroxy-4H-furol [3,2-c] pyran-2(6H)-one).

Pêra

Foto: bustarmed.pl



Tipos de micotoxinas

▪ Alcalóides Ergóticos

- Produção ocorre nos escleródios de diversas espécies de fungo do gênero *Claviceps*;
- Encontrado em grãos de centeio e produtos derivados, gramíneas;
- Efeitos toxicológicos no homem conhecidos desde a idade média onde os sintomas foram denominados como “fogo-sagrado” ou “fogo-de-santo-antônio”;
- Comum sob formas de epidemia, causando gangrena dos membros, convulsões e morte por Sepsis.

Tipos de micotoxinas

- **Alcalóides Ergóticos**

- O ergotismo apresenta duas formas clássicas:

Gangrenoso:

sensação de queimaduras na pele
bolhas
apodrecimento das extremidades

Convulsiva:

loucura
alucinações
paralisia
formigamento

Ergotismo: Doença ocasionada pelos Alcalóides Ergóticos

Gangrenoso



Foto: patologiaveterinaria12.blogspot.com.br

Convulsivo



Foto: pt.slideshare.net

Ameaça em animais suscetíveis: Gado, ovinos, porcos e aves.

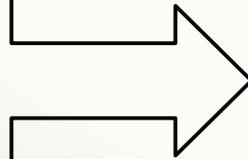
Curiosidade

Esporão do centeio



Foto: pt.slideshare.net

Escleródios desses fungos possuem uma gama de alcalóides, onde os mais importantes derivam do ácido lisérgico



LSD

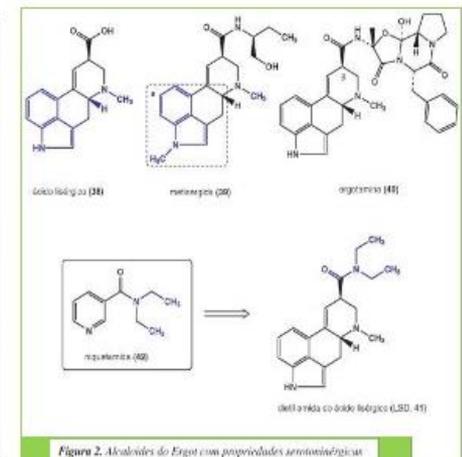


Figura 2. Alcalóides do Ergot com propriedades serotoninérgicas.

Foto: pt.slideshare.net

Tipos de micotoxinas

▪ Fumonisina

- Produzidas por fungos do gênero *Fusarium* em milhos e outros grãos;
- Importância econômica devido a grande perda de cereais;
- Concentrações mensuráveis no milho;
- Bloqueio da biossíntese de esfingolipídios (expressão gênica, ativação/desativação de proteínas e indução a apoptose);
- Relacionada com câncer esofágico em humanos;
- Leucoencefalomalacia (ELEM) em cavalos, edema pulmonar em suínos, toxicidade renal em ovelhas, ratos e coelhos;

Tipos de micotoxinas

- Fumonisina

Estrutura da Fumosina

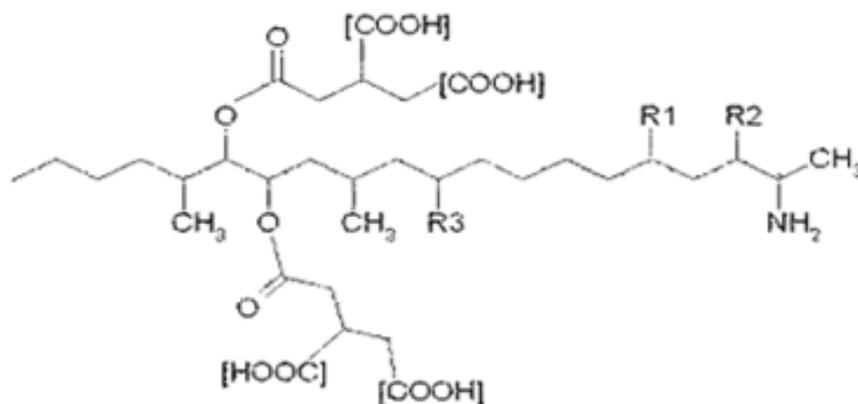


Figura 1 – Fórmula estrutural das fumonisinas B₁-B₄ (adaptado de Fumonisins: <http://micotoxinas.com.br/fumofacts.htm> 13-09-2003)

Fumonisina	B ₁	R1= OH; R2= OH; R3= OH;
Fumonisina	B ₂	R1= OH; R2= OH; R3= H;
Fumonisina	B ₃	R1= H; R2= OH; R3= OH;
Fumonisina	B ₄	R1= H; R2= OH; R3= H;

Fumonisina

Milho



Foto: vinayakcorporation.com



Foto: taper.es

Tipos de micotoxinas

▪ Tricotecenos

- Constituem um grupo de aproximadamente 150 metabólitos produzidos por fungos do gêneros *Fusarium*, *Myrothecium*, *Phomopsis*, *Stachybotrys*, *Trichoderma*, *Trichotecium* e *Verticimonosporium*;
- Comum em sementes de cártamo, cevada, centeio e trigo;
- Os tricotecenos mais importantes são: DON, NIV, toxina T₂, toxina HT₂ e DAS;
- Forte capacidade de inibição da síntese proteica eucariótica;
- Em animais, pequenas quantidades ocasionam: náusea, diarreia, vômitos, perda de peso e recusa alimentar;
- Em Humanos esta relacionada com: Aleuquia tóxica alimentar, micotoxicose, pneumonia hemorrágica e estaquibotriose (doença ocupacional de agricultores)

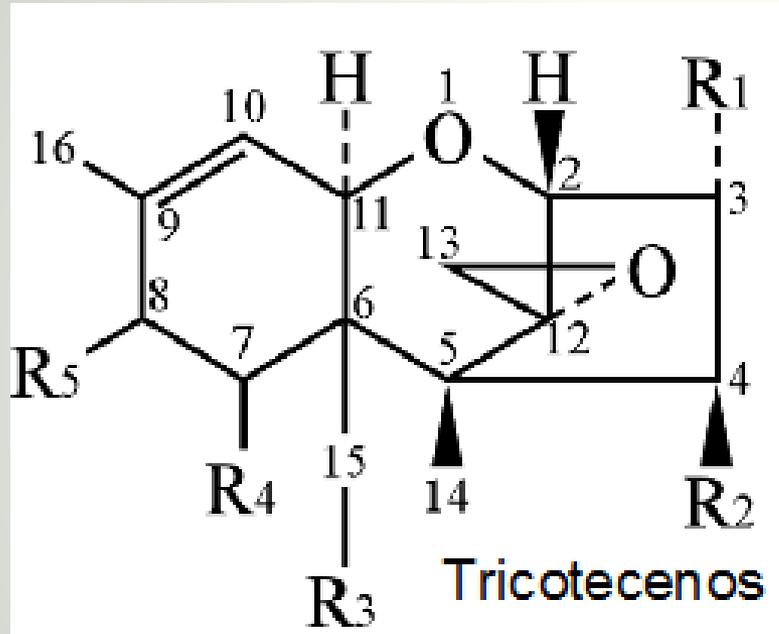
Tipos de micotoxinas

➤ Tricotecenos

- Constituem um grupo de aproximadamente 150 metabólitos produzidos por fungos do gêneros *Fusarium*, *Myrothecium*, *Phomopsis*, *Stachybotrys*, *Trichoderma*, *Trichotecium* e *Verticimonosporium*;
- Comum em sementes de cártamo, cevada, centeio e trigo;
- Os tricotecenos mais importantes são: DON, NIV, toxina T₂, toxina HT₂ e DAS;
- Forte capacidade de inibição da síntese proteica eucariótica;
- Em animais, pequenas quantidades ocasionam: náusea, diarreia, vômitos, perda de peso e recusa alimentar;
- Em Humanos esta relacionada com: Aleuquia tóxica alimentar, micotoxicose, pneumonia hemorrágica e estaquibotriose (doença ocupacional de agricultores)

Tricotecenos

Estrutura dos Tricotecenos



Fonte: tricotecenosfungos.blogspot.com.br

Pão embolorado



Tipos de micotoxinas

▪ Zearalenona

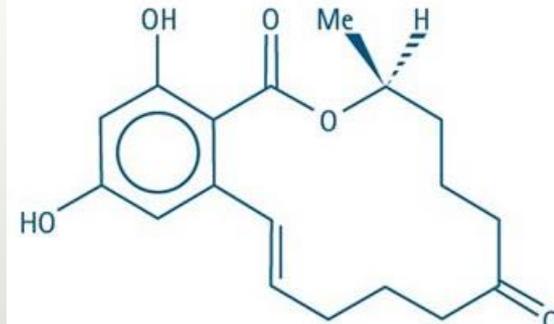
- Produzidas pelo fungo *Fusarium*;
- Comuns em milho (mas também cevada, centeio e gergelim) onde invadem a planta no estágio da floração, especialmente em períodos chuvosos;
- Possuem propriedades estrogênicas em camundongos e hiperestrogenismo em suínos;

Foto: razasporcinas.com



Estrutura da Zearzelona

Foto: sossuinos.com.br



Principais micotoxinas em alimentos produzidos no Brasil

- Grãos, cereais e derivados: *Variados índices de contaminação.* Aflatoxinas em amendoim e algumas frutas secas. Fumonisina em milho e subprodutos. Desoxinivalenol em trigo.
- Produtos de origem animal: *Neste caso ocorre contaminação da ração por micotoxinas.* Aflatoxina em aves, ovos e leite.
- Outros: Ocratoxina em café. Patulina em uva, suco de maçã e tomate. Fumonisina e ocratoxina em cerveja (níveis considerados toleráveis).

Prevenção

O controle da contaminação por micotoxinas em alimentos é feito prevenindo o crescimento de fungos, através da adoção de boas práticas de produção de alimentos.

- Secagem de produtos, logo após a colheita, e conservação sem umidade é uma alternativa eficaz para o impedimento do crescimento de fungos.
- Condições apropriadas de armazenamento.
- Controle de insetos.
- Aplicação de produtos químicos - amônia, solução de peróxido de hidrogênio, hidróxido de cálcio, bissulfeto de sódio, carbonato de sódio, cal, calor, etc. - nem sempre uso destes produtos é viável.
- Inibição da produção de micotoxinas através de microrganismos: fungos, bactérias.

Legislação brasileira

- Resolução RDC no 274, da ANVISA (Ministério da Saúde) - limite máximo para **aflatoxinas** em alimentos para o consumo humano.
- Portaria MA/SNAD/SFA no 183, do Ministério da Agricultura - limite máximo para **aflatoxinas** em alimentos para consumo animal (qualquer matéria-prima, para alimentação direta ou como ingrediente para rações).

Há pesquisas em andamento com a citrinina, as fumonisinas, a ocratoxina A, a patulina, os tricotecenos e outras.

PERGUNTAS?

Referências

BRASIL, Food Ingredients. As micotoxinas. **Revista Food Ingredients Brasil**. Editora Insumos Ltda, n. 7, p. 32-40, 2009.

FREIRE, F. C. O. et. al. **Micotoxinas: importância na alimentação e na saúde humana e animal**. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, 2007.

IAMANAKA, B. T.; OLIVEIRA, I. S.; TANIWAKI, M. H. **Micotoxinas em alimentos**. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica, Recife, vol. 7, p.138-161, 2010.

JOBIM, C. C.; GONÇALVES, G. D.; SANTOS, G. T. **Qualidade sanitária de grãos e forragens conservadas “versus” desempenho animal e qualidade de seus produtos**. Anais do Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas, Maringá, p. 242-261, 2001.

MAZIERO, M. T.; BERSOT, L. S. **Micotoxinas em alimentos produzidos no Brasil**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.12, n.1, p.89-99, 2010.