

# 1. MOHOS Y MICOTOXINAS

Las micotoxinas en la mesa del consumidor constituyen un problema que comienza en el campo y continúa durante el acopio y la comercialización, cuya única solución es prevenir el crecimiento fúngico. Se ha comprobado la acción de unas pocas toxinas en brotes de intoxicación humana y animal, las otras han sido ensayadas en animales de experimentación. En el presente capítulo se expone la incidencia, real o potencial, de los hongos toxigénicos en hortalizas, frutas, productos de granja y granos, así como las afecciones provocadas por algunos metabolitos.

## MICOTOXINAS Y MICOTOXICOSIS

Los mohos crecen sobre los materiales vegetales produciendo el deterioro de los mismos. Forman metabolitos secundarios que actúan como antibióticos favoreciendo la prevalencia del moho frente a otros microorganismos, muchos de los cuales son tóxicos para plantas y/o animales. Estos metabolitos que enferman o matan a los animales que los consumen se conocen como micotoxinas y la afección se llama micotoxicosis (Swanson 1987).

Las micotoxinas son compuestos ubicuos que difieren mucho en sus propiedades químicas, biológicas y toxicológicas. Una micotoxicosis primaria se produce al consumir vegetales contaminados, y secundaria al ingerir carne o leche de animales que comieron forrajes con micotoxinas (Lillehoj 1991). La presencia de aflatoxina M<sub>1</sub> en la leche materna es consecuencia de la ingesta de aflatoxina B<sub>1</sub> en los alimentos de algunas regiones y produce una micotoxicosis en el bebé (Jonsyn *et al.* 1995a).

Las características de una micotoxicosis son las siguientes:

- no es una enfermedad transmisible,
- el tratamiento con drogas o antibióticos tiene poco o ningún efecto,
- en los brotes observados en el campo, el problema es estacional debido a que las condiciones climáticas afectan al desarrollo del hongo,
- el brote está comúnmente asociado a un alimento o forraje específico,
- el examen del alimento o forraje sospechoso revela signos de actividad fúngica (Lillehoj 1991).

Los primeros casos de micotoxicosis conocidos fueron debidos al centeno contaminado con *Claviceps purpurea*, en la Edad Media. En 1912 Quevedo, en la Argentina, describió la acción de los metabolitos tóxicos de un *Aspergillus* del maíz sobre varias especies animales, lo que constituye la primera observación científica de las micotoxicosis en Sudamérica. En 1960 la intoxicación masiva de pavos en Inglaterra llevó al aislamiento de las aflatoxinas, llamadas así pues son producidas por especies del grupo *Aspergillus flavus* (Lillehoj 1991).

La presencia de las micotoxinas en los vegetales puede deberse:

- a la infección de la planta en el campo por el hongo patógeno o a la colonización por los saprobios,
- al crecimiento de los mohos saprobios o patógenos post-cosecha sobre los frutos y granos almacenados,
- al desarrollo fúngico saprobio durante el almacenamiento de los materiales ya procesados (Swanson 1987).

## HONGOS EN EL CAMPO Y EL ALMACENAMIENTO

Los hongos adquiridos en el campo son *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Verticillium*, además de otros fitopatógenos, y las especies difieren según el vegetal, el clima y la región

geográfica (Lacey 1989, Widstrom 1992). Requieren generalmente una humedad relativa entre el 90 y 100% y un contenido de agua en las semillas de 22 a 23% para crecer, con un amplio rango de temperatura entre 0 y 30°C, aunque algunos pueden desarrollarse a 35°C o más (Christensen 1987).

La colonización de las partes aéreas de las plantas por los microorganismos comienza tan pronto como son expuestas al aire. Las bacterias suelen aparecer primero, luego las levaduras y finalmente los hongos filamentosos saprobios y patógenos. Los mohos continúan desarrollándose a lo largo de todo el crecimiento de la planta, lo que se acentúa cuando envejece y las semillas maduran. La cosecha perturba el ecosistema y las condiciones relativamente estables del almacenamiento entrañan un profundo cambio en la composición de la microbiota (Lacey 1989). Los restos vegetales abandonados en el campo suelen albergar esclerocios, como en el caso de *A. flavus*, que serán la fuente de contaminación del cultivo en la temporada siguiente (Widstrom 1992).

El crecimiento fúngico continua en los productos frescos después de la cosecha y causa lesiones que desfiguran el aspecto de frutas y hortalizas. En los granos de cereales, los hongos persisten si el grano está suficientemente seco como para soportar la competencia de otras especies incorporadas posteriormente (Christensen 1987).

Otros hongos presentes en los productos almacenados son especies de *Aspergillus*, *Penicillium* y algunos xerófilos (Lacey 1989). Los factores que influyen en su desarrollo son el contenido de humedad del sustrato, la temperatura, el tiempo, el grado de invasión fúngica antes del almacenamiento y la actividad de insectos y ácaros que facilitan la diseminación. Requieren menor humedad relativa ambiente (70 - 90%) y contenido de agua en las semillas (15 - 20%), pero el rango de temperatura es más amplio (0 - 45°C) y pueden crecer a menor concentración de oxígeno (Christensen 1987).

La microbiota sobre y dentro de los vegetales afecta la calidad y el comportamiento, durante el acopio y el procesamiento de varios productos hortícolas. La competencia entre las poblaciones microbianas mixtas que se encuentran naturalmente suele constituir una desventaja para la producción de las micotoxinas (Swanson 1987). Cuando el contenido de agua aumenta el crecimiento se vuelve más vigoroso, conduciendo a un calentamiento espontáneo del sustrato y al desarrollo de especies termotolerantes tales como *Humicola*, *Rhizomucor* y *Absidia*, frecuentemente acompañadas por actinomicetos termófilos (Lacey 1989).

### PRODUCCIÓN DE MICOTOXINAS

El metabolismo primario de los mohos es similar al de la mayoría de los organismos eucarióticos. Los metabolitos secundarios son formados a partir de unos pocos intermediarios del metabolismo primario, bajo condiciones sub-óptimas y de estrés (Swanson 1987). Durante la biosíntesis de estos metabolitos, la cantidad producida depende no sólo de los parámetros nutricionales y ambientales, sino también de la historia del desarrollo del moho. La formación de las micotoxinas refleja que el hongo ha alcanzado cierto grado de diferenciación bioquímica, fisiológica y morfológica (Moss 1991). Se conocen unas 300 toxinas fúngicas.

Las micotoxinas son específicas. Cuanto más compleja es la ruta biosintética de estos metabolitos secundarios, más restringido es el número de especies de hongos productores. Las esporidesminas son formadas solamente por *Pithomyces chartarum* (Moss 1991). La aflatoxina B<sub>1</sub> es generada por tres especies estrechamente relacionadas *Aspergillus flavus*, *A. nomius* y *A. parasiticus* (Hocking 1997). La patulina es producida por unas once especies de *Penicillium*, tres de *Aspergillus* y dos de *Byssochlamys* (Moss 1991). En el cuadro 1 se dan varias especies de los hongos que producen micotoxinas.

**Cuadro 1** Algunas mohos productores de micotoxinas (Moss 1991, Mantle 1991, Chen *et al.* 1992, Bullerman 1997, Hocking 1997, Pitt 1997, Logrieco *et al.* 1998, Heenan *et al.* 1998, Desjardins & Proctor 2001).

<b>Micotoxinas</b>	<b>Mohos</b>
Ácido ciclopiazónico	<i>Aspergillus caelatus</i> B.W.Horn <i>Aspergillus flavus</i> Link <i>Aspergillus oryzae</i> (Ahlburg) Cohn <i>Aspergillus tamarii</i> Kita <i>Penicillium camemberti</i> Thom <i>Penicillium chrysogenum</i> Thom <i>Penicillium commune</i> Thom <i>Penicillium griseofulvum</i> Dierckx <i>Penicillium viridicatum</i> Westling
Ácido penicílico	<i>Aspergillus auricomus</i> (Gueguen) Saito <i>Aspergillus melleus</i> Yukawa <i>Aspergillus ochraceus</i> Wilhelm <i>Aspergillus sclerotiorum</i> Huber <i>Aspergillus sulphureus</i> (Fres.) Thom & Church <i>Penicillium aurantiogriseum</i> Dierckx <i>Penicillium roqueforti</i> Thom <i>Penicillium simplicissimum</i> (Oudem.) Thom <i>Petromyces alliaceus</i> (Thom & Church) Malloch & Cain
Ácido secalónico D	<i>Aspergillus aculeatus</i> Iizuka <i>Penicillium oxalicum</i> Currie & Thom
Ácido tenuazónico	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.:Fr.) Keissl. <i>Alternaria citri</i> Ellis & Pierce <i>Alternaria solani</i> Sorauer <i>Phoma exigua</i> Desm. <i>Phoma sorghina</i> (Sacc.) Boerema
Aflatoxinas	<i>Aspergillus flavus</i> Link <i>Aspergillus nomius</i> Kurtzman <i>et al.</i> <i>Aspergillus parasiticus</i> Speare
Alcaloides del ergotismo	<i>Claviceps purpurea</i> (Fr.) Tul. <i>Neotyphodium coenophialum</i> (Morgan Jones & Gams) Glenn, Bacon & Hanlin <i>Neotyphodium lolii</i> (Latch, Christensen & Samuels) Glenn, Bacon & Hanlin
Altenueno	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.:Fr.) Keissl.
Alternariol	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.:Fr.) Keissl. <i>Alternaria brassicae</i> (Berk.) Sacc. <i>Alternaria citri</i> Ellis & Pierce <i>Alternaria solani</i> Sorauer
Citocalasinas	<i>Aspergillus clavatus</i> Desm. <i>Phoma herbarum</i> Westend.

<b>Micotoxinas</b>	<b>Mohos</b>
Cicloclorotina	<i>Penicillium islandicum</i> Sopp
Citrinina	<i>Aspergillus terreus</i> Thom <i>Monascus ruber</i> Tiegh. <i>Penicillium citrinum</i> Thom <i>Penicillium expansum</i> Thom <i>Penicillium verrucosum</i> Dierckx
Citroviridina	<i>Aspergillus terreus</i> Thom <i>Eupenicillium ochrosalmoneum</i> DB Scott & Stolk <i>Penicillium citreonigrum</i> Dierckx
Desoxinivalenol	<i>Fusarium culmorum</i> (W.G. Smith) Sacc. <i>Fusarium graminearum</i> Schwabe <i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw. <i>Fusarium sporotrichioides</i> Sherb.
Diacetoxiscirpenol	<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc. <i>Fusarium semitectum</i> Berk. & Ravenel <i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw. <i>Fusarium sambucinum</i> Fuckel
Eslaframina	<i>Macrophomina phaseolina</i> (Tassi) Goid.
Esporidesmina	<i>Pithomyces chartarum</i> (Berk. & Curt.) M.B. Ellis
Esterigmatocistina	<i>Aspergillus versicolor</i> (Vuill.) Tirab. <i>Aspergillus sydowi</i> (Bain et Sart) Thom et Church <i>Drechslera sorokiniana</i> (Sacc.) Subram. & Jain <i>Emericella nidulans</i> (Eidam) Vuill. <i>Emericella rugulosa</i> (Thom et Raper) Benajmin <i>Eurotium amstelodami</i> Mangin <i>Eurotium repens</i> de Bary
Fumitremórgenos	<i>Aspergillus fumigatus</i> Fresen. <i>Neosartorya fischeri</i> (Wehmer) Malloch & Cain
Fumonisinias	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler f. sp. <i>lycopersici</i> <i>Fusarium fujikuroi</i> Nirenberg <i>Fusarium nygamai</i> Burgess & Timboli <i>Fusarium proliferatum</i> (Matsush.) Nirenberg <i>Fusarium verticilloides</i> (Sacc.) Nirenberg
Gliotoxina	<i>Aspergillus fumigatus</i> Fresen.
Griseofulvina	<i>Penicillium aethiopicum</i> Frisvad <i>Penicillium canescens</i> Sopp <i>Penicillium griseofulvum</i> Dierckx <i>Penicillium janczewskii</i> K M Zalesky <i>Penicillium raistrickii</i> G. Sm.

<b>Micotoxinas</b>	<b>Mohos</b>
Luteoskirina	<i>Penicillium islandicum</i> Sopp
Moniliformina	<i>Fusarium acuminatum</i> Ellis & Everh. <i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc. <i>Fusarium fujikuroi</i> Nirenberg <i>Fusarium nygamai</i> Burgess & Timboli <i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht. <i>Fusarium proliferatum</i> (Matsush.) Nirenberg <i>Fusarium subglutinans</i> (Wollenw. & Reinking) Nelson <i>et al.</i> <i>Fusarium thapsinum</i> Klittich <i>et al.</i>
Neosolaniol	<i>Fusarium acuminatum</i> Ellis & Everh. <i>Fusarium chlamidosporum</i> Wollenw. & Reinking <i>Fusarium semitectum</i> Berk. & Ravenel <i>Fusarium sporotrichioides</i> Sherb.
Nivalenol	<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe <i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw. <i>F. semitectum</i> Berk. & Ravenel <i>Fusarium sporotrichioides</i> Sherb.
Ocratoxina A	<i>Aspergillus alutaceus</i> Berk & M.A. Curtis (= <i>A. ochraceus</i> Wilhelm) <i>Aspergillus alliaceus</i> Thom & Church <i>Aspergillus carbonarius</i> (Bainier) Thom <i>Aspergillus melleus</i> Yukawa <i>Aspergillus niger</i> Tiegh. <i>Aspergillus sclerotiorum</i> Hüber <i>Aspergillus sulphureus</i> (Fres.) Thom & Church <i>Penicillium verrucosum</i> Dierckx
Patulina	<i>Aspergillus clavatus</i> Desm. <i>Aspergillus giganteus</i> Wehmer <i>Byssochlamys fulva</i> Olliver & G Sm. <i>Byssochlamys nivea</i> Westling <i>Penicillium expansum</i> Thom <i>Penicillium funiculosum</i> Thom <i>Penicillium griseofulvum</i> Dierckx <i>Penicillium roqueforti</i> Thom <i>Penicillium vulpinum</i> (Cooke & Masee) Seifert & Samson
Penitrem A	<i>Penicillium canescens</i> Sopp <i>Penicillium crustosum</i> Thom <i>Penicillium glandicola</i> (Oudem.) Seif. & Samson <i>Penicillium janczewskii</i> K M Zalessky
Psoralenos	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary
Rizonin A	<i>Rhizopus microsporus</i> Tiegh.
Roridinas	<i>Myrothecium roridum</i> Tode ex Fr.

<b>Micotoxinas</b>	<b>Mohos</b>
Rubratoxina B	<i>Penicillium purpurogenum</i> Stoll
Roquefortina C	<i>Penicillium aurantiogriseum</i> Dierckx <i>Penicillium chrysogenum</i> Thom <i>Penicillium griseofulvum</i> Dierckx <i>Penicillium hirsutum</i> Dierckx <i>Penicillium roqueforti</i> Thom
Satratoxinas	<i>Stachybotrys chartarum</i> (Ehrenb. ex Link) Hughes (= <i>S. atra</i> Corda) <i>Memnoniella echinata</i> (Riv.) Galloway
Territrems	<i>Aspergillus terreus</i> Thom
Toxina PR	<i>Penicillium roqueforti</i> Thom
Toxina T-2	<i>Fusarium acuminatum</i> Ellis & Everh. <i>Fusarium chlamidosporum</i> Wollenw. & Reinking <i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw. <i>Fusarium sporotrichioides</i> Sherb.
Tricotecina	<i>Trichothecium roseum</i> (Pers.) Link
Verrucarinas	<i>Myrothecium verrucaria</i> (Alb. & Schw.) Ditm. ex Fr.
Verruculógeno	<i>Aspergillus fumigatus</i> Fresen. <i>Neosartorya fischeri</i> (Wehmer) Malloch & Cain <i>Penicillium paxilli</i> Bainier <i>Penicillium simplicissimum</i> (Oudem.) Thom
Viomelleína	<i>Penicillium aurantiogriseum</i> Dierckx <i>Penicillium viridicatum</i> Westling
Xantomegnina	<i>Eupenicillium javanicum</i> (JFH Beyma) Stolk & DB Scott <i>Penicillium aurantiogriseum</i> Dierckx <i>Penicillium viridicatum</i> Westling
Zearalenona	<i>Fusarium culmorum</i> (W.G. Smith) Sacc. <i>Fusarium crookwellense</i> Burgess, Nelson & Toussoun <i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc. <i>Fusarium graminearum</i> Schwabe <i>Fusarium heterosporum</i> Nees : Fr.

---

Es enorme la variabilidad en la producción de metabolitos secundarios por una especie dada. *P. roqueforti* produce algunas micotoxinas en las condiciones de laboratorio pero no en los quesos madurados. Los rendimientos de toxina T-2 por cepas de *F. sporotrichioides* varían considerablemente cuando crecen en el laboratorio, y no todas las cepas de *A. flavus* son aflatoxigénicas (Moss 1991).

Por otra parte, la temperatura tiene una gran influencia sobre el crecimiento y la actividad de los mohos. El género *Aspergillus* es más común en los trópicos, *Fusarium* está asociado con los climas fríos

y *Penicillium* predomina en las zonas templadas. La temperatura a la cual el material amohosado es incubado en el laboratorio puede influir en la microbiota aislada a continuación. La incubación a 12° C favorece el aislamiento de *P. verrucosum* de un sustrato con ocratoxina A, donde predomina el género *Aspergillus* (Christensen 1987). El estrés por sequía durante el período del crecimiento del maíz puede conducir a la presencia de aflatoxinas, si la temperatura de la geocarpósfera se mantuvo entre 20 y 32°C durante las seis semanas anteriores a la cosecha (Moss 1991).

Aunque el crecimiento de *P. verrucosum* ocurre entre 0 y 31°C a una  $a_w=0,95$ , la producción de toxina sólo se detecta si el rango de temperatura estuvo entre 12 y 24°C, siendo máxima a 20°C y  $a_w=0,85$  (Pitt 1997). *A. alternata* produce la máxima concentración de alternariol sobre granos de trigo a 25° C con una  $a_w= 0,98$ , pero la producción óptima de ácido tenuazónico ocurre a 20°C con un contenido de humedad más elevado. Por otra parte, *F. graminearum* produce la mayor cantidad de zearalenona a 25°C y de desoxinivalenol a 28°C a una  $a_w=0,98$  (Moss 1991). También influye el pH del sustrato, así la producción de patulina en manzanas debida a *P. expansum* se produce en un rango de pH 3,2 - 3,8, mucho más estrecho que aquel en que hay un crecimiento activo (Moss 1991).

En el campo se observa que una micotoxina particular se produce en gran cantidad sobre un producto y no sobre otro. Así los tricotecenos están asociados a cereales de zonas templadas, mientras que las aflatoxinas se encuentran con más frecuencia en oleaginosas y cereales de zonas cálidas, pero no suelen aparecer en cantidades significativas en soja probablemente debido a sustancias inhibitorias del grano (Strange 1991). También influyen las prácticas agrícolas (Swanson 1987).

La planta sana que crece activamente tiene muchas barreras a la infección, pero éstas suelen ser sobrepasadas por microorganismos especializados que conducen a una interrelación planta-hongo muy específica, tal como el endófito *Neotyphodium coenophialum* en *Festuca arundinacea* Schreb., o *Neotyphodium lolii* en *Lolium perenne* L. Por otra parte, la eslaframina producida por *Macrophomina phaseolina* (= *Rhizoctonia leguminicola*) está asociada al trébol rojo y otras leguminosas forrajeras (Mantle 1991).

La mayoría de las micotoxicosis animales se deben al consumo de forrajes que han sido deteriorados por la actividad de una compleja microbiota saprobia. Se conocen algunas especies que inhiben la producción de aflatoxinas, por ej. *Trichoderma viride* Pers. (Moss 1991). A su vez *A. flavus* impide la formación de toxinas en un cultivo mixto con *A. alutaceus* o *A. versicolor* (Lacey 1991). También *A. flavus* y *A. alutaceus* inhiben la formación de toxinas de *M. roridum* en un cultivo mixto (Ready & Ready 1992). Por otra parte, la rubratoxina B, un metabolito de *Penicillium purpurogenum*, aumenta la producción de aflatoxinas por *A. parasiticus* (Moss 1991).

### HONGOS TOXIGÉNICOS Y MICOTOXINAS 'NATURALES'

Las micotoxinas son ingeridas con alimentos o forrajes contaminados directa o indirectamente. La contaminación directa con un moho y la consecuente producción de toxina puede ocurrir durante la producción, el transporte, el estacionamiento o el procesamiento del alimento o forraje. Mientras que la contaminación indirecta se debe a la presencia de un ingrediente previamente contaminado con un moho toxigénico que ya ha desaparecido y cuya micotoxina persiste (Swanson 1987).

La presencia de una micotoxina, y el peligro asociado, solamente puede ser determinada después de la extracción e identificación de la misma porque:

- la presencia del hongo no asegura que exista una micotoxina,
- la micotoxina continúa en el alimento aunque el moho haya desaparecido,
- un hongo dado puede producir más de una micotoxina,
- una determinada toxina puede ser formada por más de una especie de mohos (Swanson 1987).

La contaminación con micotoxinas de los productos hortícolas y animales no es grande, mientras que la de los granos es variable. En el cuadro 2 se indican algunos de los mohos toxigénicos y las

micotoxinas que han sido hallados en frutas, hortalizas, productos de granja y granos diversos. Algunos mohos toxigenicos no producen micotoxinas sobre todos los substratos, pero tampoco fueron buscadas todas las toxinas que potencialmente podrían producir en los materiales amohosados.

**Cuadro 2** Mohos toxigenicos y micotoxinas en frutas, hortalizas, productos de granja y granos.

Productos	Mohos toxigenicos y/o referencia	Toxinas en el producto
ají, pimiento	<i>A. alternata</i> (Bottalico <i>et al.</i> 1989)	alternariol, alternariol-metiléter, ácido tenuazónico
ajo	<i>A. flavus</i> , <i>A. niger</i> , <i>A. alliaceus</i> (Lenardon <i>et al.</i> 1985) <i>F. oxysporum</i> f. <i>cepae</i> (Vigliola & Calot 1982) <i>Penicillium</i> sp. (Sancho & Mundt 1993) <i>A. niger</i> (Ellis & Ellis 1997)	aflatoxinas ... ... ...
alimento conejo	... (Saubois & Nepote 1994)	aflatoxinas
alimento aves	<i>Chaetomium</i> sp. (Rottinghaus <i>et al.</i> 1989) <i>A. flavus</i> , <i>A. parasiticus</i> , <i>A. terreus</i> , <i>A. tamarii</i> , <i>F. moniliforme</i> , <i>F. nygamai</i> , <i>F. subglutinans</i> , <i>F. semitectum</i> , <i>F. proliferatum</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. solani</i> , <i>P. purpurogenum</i> , <i>P. funiculosum</i> , <i>P. expansum</i> , <i>P. islandicum</i> (Dalcero <i>et al.</i> 1998)	oosporeína aflatoxinas, zearalenona
almendras	... (Schatzki 1996)	aflatoxinas
amaranto	<i>A. flavus</i> , <i>A. parasiticus</i> , <i>A. versicolor</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. solani</i> , <i>F. moniliforme</i> , <i>P. citrinum</i> , <i>P. crustosum</i> , <i>P. expansum</i> , <i>P. aurantiogriseum</i> (Bresler <i>et al.</i> 1991)	zearalenona
apio	<i>S. clerotiorum</i> (Karasawa <i>et al.</i> 1990)	psoralenos
arroz	<i>P. citrinum</i> , <i>P. islandicum</i> , <i>A. niger</i> , <i>A. flavus</i> , <i>F. semitectum</i> (Tonon <i>et al.</i> 1997, Pitt <i>et al.</i> 1998) ... (Abbas & Shier 1998) <i>F. verticilloides</i> , <i>F. fujikuroi</i> , <i>F. proliferatum</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. semitectum</i> , <i>F. acuminatum</i> , <i>F. avenaceum</i> , <i>F. chlamyosporum</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. oxysporum</i> (Desjardins <i>et al.</i> 2000)	... fumonisinias no detectadas
arroz parboilizado	... (Bandara <i>et al.</i> 1991) ... (Coelho & Badiale Furlong 1997)	aflatoxinas B <sub>1</sub> , G <sub>1</sub> aflatoxinas, ocratoxina A, zearalenona
arveja	<i>A. flavus</i> (El-Kady <i>et al.</i> 1996)	aflatoxinas
avena	... (Yoshizawa 1991)  <i>F. graminearum</i> (Clear <i>et al.</i> 1996)	desoxinivalenol, zearalenona, T-2, HT-2, neosolaniol, ocratoxina A, citrinina, aflatoxina B <sub>1</sub> desoxinivalenol



<b>Productos</b>	<b>Mohos toxigénicos y/o referencia</b>	<b>Toxinas en el producto</b>
avena	<i>A. alternata</i> , <i>P. aurantiogriseum</i> , <i>P. crustosum</i> , <i>F. graminearum</i> (Pitt & Hocking 1997)	...
banana	<i>A. alternata</i> (Pitt & Hocking 1997) <i>F. semitectum</i> , <i>F. subglutinans</i> , <i>F. moniliforme</i> (Vesonder et al. 1995)	... no detectadas
batata	<i>F. solani</i> (Boyd et al. 1974) <i>F. oxysporum</i> , <i>F. semitectum</i> (Pitt & Hocking 1997)	fitoalexinas ...
berenjena	<i>A. alternata</i> (Vigliola & Calot 1982) <i>Penicillium spp.</i> , <i>Aspergillus spp.</i> (Osipyan & Batikyan 1993)	... patulina
café	... (Naidu 1996, Blanc et al. 1998)	ocratoxina A
castaña Pará	... (Castrillón & Purchio 1988)	aflatoxinas
cayote	<i>F. sambucinum</i> var. <i>coeruleum</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. heterosporum</i> (Carrillo 1990)	zearalenona, toxina T-2, fusarenona X, desoxinivalenol
cebada	<i>P. verrucosum</i> , <i>A. versicolor</i> (Buckle 1986) ... (Yoshizawa 1991) ... (Ghelfa et al. 1997) <i>A. alternata</i> , <i>P. verrucosum</i> , <i>P. aurantiogriseum</i> <i>F. graminearum</i> (Pitt & Hocking 1997) ... (Campbell et al. 2000)	ocratoxina A, citrinina, esterigmatocistina desoxinivalenol, nivalenol, zearalenona, ocratoxina A, citrinina, esterigmatocistina, aflatoxina B <sub>1</sub> desoxinivalenol, zearalenona, aflatoxinas, ocratoxina A ... desoxinivalenol
cebolla	<i>F. oxysporum</i> (Vigliola & Calot 1982) <i>A. flavus</i> , <i>A. niger</i> , <i>A. terreus</i> , <i>Penicillium spp.</i> (Zohri et al. 1993)	... aflatoxina B <sub>1</sub> , citrinina
cerveza	... (Hlywka & Bullerman 1999)	fumonisinias B <sub>1</sub> y B <sub>2</sub>
centeno	... (Pepeljnjak et al. 1992) <i>F. proliferatum</i> (Fadl-Allah et al. 1997)	desoxinivalenol, nivalenol, zearalenona ...
choclo	<i>F. proliferatum</i> , <i>F. moniliforme</i> , <i>F. subglutinans</i> (Chulze et al. 1996) <i>A. flavus</i> (Lillehøj et al. 1976) <i>Fusarium spp.</i> (Mossoba et al., 1996) ... (Trucksess et al., 1995; Bullerman & Tsai, 1994)	fumonisinias B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> y B <sub>3</sub> aflatoxinas desoxinivalenol, fusarenona-X fumonisinina B <sub>1</sub>
damasco	... (Frank et al., 1977)	patulina

<b>Productos</b>	<b>Mohos toxigénicos y/o referencia</b>	<b>Toxinas en el producto</b>
durazno	... (Frank <i>et al.</i> , 1977)	patulina
embutidos curados	... (Burmeister & Leistner, 1970) <i>A. ochraceus</i> , <i>A. versicolor</i> , <i>Penicillium spp.</i> (Carrillo, 1973)	aflatoxinas ocratoxina A
espárrago	<i>F. proliferatum</i> (Elmer <i>et al.</i> 1999)	...
espinaca	<i>Fusarium sp.</i> (Limongelli, 1993)	...
especias	<i>P. aurantiogriseum</i> (Solá <i>et al.</i> 1985) <i>Aspergillus spp.</i> , <i>Penicillium spp.</i> (Toro <i>et al.</i> 1993) ... (El-Kady <i>et al.</i> 1995.)  <i>A. alternata</i> (Lee & Yu 1995)	ácido penicílico ... aflatoxinas, citrini na, esterigmatocistina ácido tenuazónico, alternariol, alternariol metil-éter
forraje	<i>Myrothecium spp.</i> (Prudhvi Reddy <i>et al.</i> 1996)	tricotecenos macrocíclicos
frutilla	<i>Byssosclamyces fulva</i> , <i>B. nivea</i> (Pitt & Hocking 1997)	...
garbanzo	<i>A. alternata</i> , <i>Fusarium spp.</i> (Pitt & Hocking, 1997)	...
girasol	... (Ross <i>et al.</i> 1991) ... (Torres <i>et al.</i> 1993) <i>Alternaria spp.</i> (Nawaz <i>et al.</i> 1997)  <i>F. moniliforme</i> , <i>F. solani</i> , <i>F. semitectum</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>A. alternata</i> , <i>A. flavus</i> (Pitt & Hocking 1997)	ácido ciclopiazónico alternariol, alternariol metil-éter ácido tenuazónico, alternariol, alternariol metil-éter ...
haba	<i>A. flavus</i> , <i>A. niger</i> , <i>A. tamaritii</i> , <i>P. chrysogenum</i> (Saber, 1992)	aflatoxinas
harina trigo	... (Pacin <i>et al.</i> 1997)	desoxinivalenol
hierbas aromáticas	... (Le Bars & Le Bars, 1992) <i>A. flavus</i> , <i>A. niger</i> , <i>A. fumigatus</i> , <i>A. ochraceus</i> , <i>A. versicolor</i> (MacDonald & Castle, 1996)	aflatoxinas ...
hierbas medicinales	<i>A. flavus</i> , <i>F. moniliforme</i> , <i>P. expansum</i> (Efuntoye 1996)	...
hígado pollo	... (Pacin <i>et al.</i> 1997a, Yadav <i>et al.</i> 1995)	aflatoxina B <sub>1</sub>
hígado cerdo	... (Sawinsky <i>et al.</i> , 1989)	zearalenona
higo	<i>A. flavus</i> (Buchanan <i>et al.</i> 1975) <i>A. alternata</i> , <i>F. moniliforme</i> , <i>Penicillium spp.</i> (Pitt & Hocking, 1997)	aflatoxinas ...

Productos	Mohos toxigénicos y/o referencia	Toxinas en el producto
huevo gallina	... (Ísa & Abidin, 1996) ... (Sudhakar, 1992; Löttsch & Leistner, 1976) ... (Laciaková et al., 1993)	aflatoxina M <sub>1</sub> aflatoxina B <sub>1</sub> ocratoxina A
leche de vaca	... (Scott & Lawrence 1988) ... (Okumura et al. 1993b, Sylos et al. 1996) ... (Carrillo et al., 1997) ... (Domagala & Kiswa, 1998) ... (Prasongsidh et al., 1998)	zearalenona, zearalenol $\alpha$ y $\beta$ aflatoxina M <sub>1</sub> ocratoxina $\alpha$ esterigmatocistina ácido ciclopiazónico
mango	<i>A. alternata</i> (Pitt & Hocking, 1997)	...
melón	<i>M. roridum</i> (Pitt & Hocking 1997)	...
maíz	<i>A. flavus</i> , <i>A. ochraceus</i> , <i>A. niger</i> , <i>A. clavatus</i> , <i>Penicillium spp</i> , <i>Fusarium spp</i> . (Eguiazú & Bracalenti 1981) ... (Saubois et al. 1992)  <i>F. subglutinans</i> (Logrieco et al. 1993) <i>A. flavus</i> , <i>A. alternata</i> , <i>F. moniliforme</i> (González et al. 1995) <i>A. flavus</i> (Resnik et al. 1996a) ... (Resnik et al. 1996b) <i>Fusarium sección Liseola</i> (Ramírez et al. 1996) ... (Meister et al. 1996) <i>F. graminearum</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. subglutinans</i> , <i>F. moniliforme</i> (Saubois et al. 1996) <i>A. flavus</i> (Nepote et al. 1997) <i>A. alternata</i> y otras especies (Torres et al. 1998) ... (Seo & Lee 1999)	aflatoxinas desoxinivalenol, T-2, neosolaniol, diacetoxiscirpenol bovericina, moniliformina  ... ácido ciclopiazónico aflatoxinas B <sub>1</sub> y B <sub>2</sub> , zearalenona fumonisinas B <sub>1</sub> y B <sub>2</sub> fumonisinas B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> y B <sub>3</sub>  ... aflatoxinas B <sub>1</sub> y B <sub>2</sub> alternariol, alternariol-metiléter fumonisinas B y C
maní	<i>A. flavus</i> (Varsavsky et al. 1973) <i>A. flavus</i> , <i>A. tamarii</i> , <i>A. niger</i> , <i>A. ochraceus</i> , <i>Penicillium spp</i> . (Décima 1985) <i>A. flavus</i> , <i>A. niger</i> , <i>A. tamarii</i> (Horn et al. 1996) <i>A. flavus</i> , <i>A. niger</i> , <i>A. tamarii</i> , <i>A. ochraceus</i> , <i>A. versicolor</i> , <i>A. candidus</i> , <i>P. citrinum</i> , <i>P. commune</i> , <i>P. funiculosum</i> , <i>F. solani</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. semitectum</i> (Pitt et al. 1998b)	aflatoxinas  aflatoxinas. afatoxinas, ácido ciclopiazónico  ...
manzana y jugo	<i>P. expansum</i> , <i>P. griseofulvum</i> (Varsavsky 1985) <i>P. expansum</i> , <i>P. funiculosum</i> (Vismar et al. 1996, Pitt & Leitsner 1991) <i>A. alternata</i> (Viñas et al., 1992; Robiglio & López 1991, Stinson et al. 1981)	patulina  patulina ácido tenuazoico, alternariol, alternariol-metiléter
mijo	... (Wilson et al. 1995)	desoxinivalenol, nivalenol, zearalenona, aflatoxinas
músculo cerdo	... (Sawinsky et al., 1989)	zearalenona

Productos	Mohos toxigénicos y/o referencia	Toxinas en el producto
músculo cerdo	... (Krogh 1991) ... (Bonomi et al.,1996)	ocratoxina A aflatoxinas B <sub>1</sub> y G <sub>1</sub>
músculo pollo	... (Yadav et al.,1995)	aflatoxina B <sub>1</sub>
naranja, limón	<i>A. citri</i> (Stinson et al., 1981)  <i>P. crustosum</i> (Carrillo, 1995)	ácido tenuazoico, alternariol, alternariol-metiléter ...
papa	<i>F. sambucinum</i> var. <i>coeruleum</i> (El-Banna et al. 1984)	desoxinivalenol, T-2, acetil-desoxinivalenol
nuez	<i>A. flavus</i> , <i>A. fumigatus</i> , <i>A. niger</i> , <i>P. citrinum</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. moniliforme</i> , <i>F. oxysporum</i> (Pitt & Hocking, 1997) <i>A. ochraceus</i> (no publicado)	... ...
papaya	<i>F. equiseti</i> , <i>F. oxysporum</i> (Pitt & Hocking, 1997)	...
pastura, heno	<i>F. tricinatum</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. heterosporum</i> (Sala et al. 1982) ... <i>Pithomyces chartarum</i> (Carrillo et al. 1980) ... <i>Neotyphodium coenophialum</i> , <i>N. lolii</i> , <i>Claviceps purpurea</i> , <i>F. graminearum</i> (Pérez Fernández 1994) ... <i>Neotyphodium</i> spp. (Easton et al. 1996) ... <i>Myrothecium verrucaria</i> , <i>A. versicolor</i> , <i>A. alternata</i> , <i>A. ochraceus</i> , <i>P. aurantiogriseum</i> , <i>A. flavus</i> , <i>A. niger</i> (Carrillo et al. 2001)	... ... ... ergovalina  aflatoxina B <sub>1</sub> , ocratoxina A
pera	... (Burda, 1992)	patulina
polen apícola	<i>A. parasiticus</i> (Jodral et al., 1992)	aflatoxinas
poroto	<i>F. equiseti</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. semitectum</i> , <i>F. moniliforme</i> (Alcoba et al. 1991) ... <i>A. alternata</i> , <i>A. flavus</i> , <i>A. niger</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. solani</i> , <i>F. moniliforme</i> , <i>P. aurantiogriseum</i> , <i>P. commune</i> , <i>P. viridicatum</i> (Tseng et al. 1995) <i>A. ochraceus</i> (Refai et al. 1996)	...  diacetoxiscirpenol, desoxinivalenol, T-2, fumonisina B <sub>1</sub> , aflatoxinas  ocratoxina A
queso	<i>P. camemberti</i> , <i>P. commune</i> (Pitt et al., 1986) ... (Barbieri et al. 1994) <i>Aspergillus</i> sp., <i>Fusarium</i> sp., <i>Penicillium</i> sp. (Arévalo et al., 1996) <i>A. versicolor</i> (Hoekstra et al., 1998)	ácido ciclopiazónico aflatoxina M <sub>1</sub>  aflatoxinas, toxina T-2, citrinina ...
remolacha-hoja	<i>A. alternata</i> (Robeson & Jalal, 1991)	ácido tenuazónico
riñón cerdo	... (El-Sayed,1996: Rousseau et al., 1987)	ocratoxina A, citrinina

<b>Productos</b>	<b>Mohos toxigénicos y/o referencia</b>	<b>Toxinas en el producto</b>
rastrojo maíz	<i>F. crookwellense</i> , <i>F. poae</i> , <i>F. subglutinans</i> (López <i>et al.</i> 1997)	zearalenona, T-2, desoxinivalenol
salvado maíz	... (Nepote <i>et al.</i> 1994)	aflatoxinas, zearalenona
sangre cerdo	... (Takeda <i>et al.</i> 1991)	ocratoxina A
semilla algodón	<i>A. flavus</i> , <i>A. niger</i> , <i>A. tamarii</i> (Chiericatti <i>et al.</i> 1997)	aflatoxinas
sémola maíz	... (Di Paolo & Tosi 1998) ... (Solovey <i>et al.</i> 1999)	ocratoxina A fumonisinas B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> y B <sub>3</sub>
soja	<i>F. equiseti</i> , <i>F. semitectum</i> , <i>F. moniliforme</i> (Vaamonde <i>et al.</i> 1987) <i>Alternaria spp.</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. sporotrichioides</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. acuminatum</i> (Clear <i>et al.</i> 1989) ... (Fernández Pinto <i>et al.</i> 1991) ... (Pitt & Hocking 1997)  <i>A. flavus</i> , <i>F. semitectum</i> , <i>A. tamarii</i> , <i>A. versicolor</i> , <i>P. citrinum</i> (Pitt <i>et al.</i> 1998b)	...  desoxinivalenol, HT-2  aflatoxinas zearalenona, zearalenol, desoxinivalenol, diacetoxiscirpenol  ...
sorgo	... (Hagler <i>et al.</i> 1988)  <i>A. flavus</i> , <i>A. alternata</i> , <i>F. moniliforme</i> , <i>Phoma sorghina</i> , <i>P. funiculosum</i> (González <i>et al.</i> 1997) ... <i>Claviceps africana</i> , <i>F. thapsinum</i> , <i>Fusarium spp.</i> , <i>Alternaria spp.</i> (Porter <i>et al.</i> 1998) <i>F. moniliforme</i> , <i>F. chlamydosporum</i> , <i>F. semitectum</i> , <i>F. subglutinans</i> , <i>A. alternata</i> , <i>P. citrinum</i> , <i>P. funiculosum</i> , <i>A. niger</i> , <i>A. flavus</i> , <i>Phoma sorghina</i> , <i>Paecilomyces spp.</i> (Saubois <i>et al.</i> 1999) ... <i>F. proliferatum</i> , <i>F. chlamydosporum</i> , <i>F. semitectum</i> , <i>F. verticilloides</i> (Carrillo <i>et al.</i> 2001)	aflatoxinas, desoxinivalenol, zearalenona  ...  alcaloides del ergot, ácido fusárico  ... fumonisinas, T-2, desoxinivalenol, otros tricotecenos A y B
tomate	<i>A. alternata</i> f. <i>lycopersici</i> (Chen <i>et al.</i> , 1992) <i>A. alternata</i> (Bottalico <i>et al.</i> 1989, Harwing <i>et al.</i> 1979, Stinson <i>et al.</i> 1981) <i>F. equiseti</i> , <i>F. solani</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>Phoma</i> sp. (Vigliola & Calot, 1982)	fumonisina B <sub>1</sub> alternariol, alternariol-metiléter, ác. tenuazónico  ...
trigo	<i>F. acuminatum</i> , <i>F. anthophilum</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. moniliforme</i> (Lori <i>et al.</i> 1992) ... (Quiroga <i>et al.</i> 1995)  <i>A. alternata</i> y otras especies (Pitt <i>et al.</i> 1998a)	zearalenona, desoxinivalenol y otros tricotecenos B  desoxinivealenol, 3-acetil- desoxinivalenol, zearalenona, T-2, HT-2, neosolaniol, diacetoxiscirpenol ácido tenuazónico, alternariol, alternariol-metiléter

Productos	Mohos toxigénicos y/o referencia	Toxinas en el producto
trigo	<i>A. alternata</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. poae</i> , <i>F. semitectum</i> , <i>F. chlamidosporum</i> , <i>F. moniliforme</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. sporotrichioides</i> (González <i>et al.</i> 1996) ... (Dalcerro <i>et al.</i> 1997)	desoxinivalenol desoxinivalenol
uvas	<i>P. aurantiogriseum</i> , <i>P. citrinum</i> , <i>P. crustosum</i> , <i>P. expansum</i> , <i>A. alternata</i> (Pitt & Hocking, 1997)	...
vino	... (Zimmerli & Dick 1996) ... (Saelzer <i>et al.</i> 2002)	ocratoxina A ocratoxina A
zanahoria	<i>F. oxysporum</i> (Davis <i>et al.</i> , 1975) <i>A. alternata</i> , <i>A. radicina</i> (Konstantinova <i>et al.</i> 2002)	... ...
zapallito	<i>A. alternata</i> (Vigliola & Calot, 1982)	...
zapallo	<i>A. alternata</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. moniliforme</i> , <i>F. solani</i> , (Vigliola & Calot 1982) <i>Fusarium spp.</i> (Carrillo, 1985)	... tricotecenos A y B

### PELIGROS

Las concentraciones de micotoxinas se expresan en  $\mu\text{g}/\text{kg}$  ( $1/10^9$ ), lo que equivale a la relación que existe entre una regla de dibujo y la distancia entre la tierra y la luna. La acción de estas pequeñas cantidades es acumulativa manifestándose la enfermedad, en algunos casos, al cabo de meses o años. Esto ocurre principalmente con las toxinas mutagénicas. La aflatoxina B<sub>1</sub> causa cáncer hepático y las fumonisinas parecen estar relacionadas al cáncer de esófago (Hocking 1997). Además, un factor adicional que aumenta la sensibilidad a las micotoxinas es la infección viral hepática.

Entre los factores valorados para establecer unos límites a la presencia de micotoxinas en los alimentos se encuentran:

- la distribución de la micotoxina en el producto,
- las limitaciones inherentes al método de análisis,
- la evaluación de los riesgos y el potencial tóxico,
- la disponibilidad de alimentos para la población (Ramos & Sanchis 1996).

El nivel de aflatoxinas en los alimentos es muy variable, oscilando los valores en choclo y maíz entre 0,1 y 2.000  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . El "Joint Expert Committee on Food Additives" (JECFA) no determinó cual es la ingesta de aflatoxina M<sub>1</sub> tolerable y recomendó reducir los niveles al mínimo posible (World Cancer Research Fund 1997). En Argentina se impusieron límites entre 5  $\mu\text{g}$  de aflatoxina B<sub>1</sub>/kg y 20  $\mu\text{g}$  de aflatoxinas totales/kg para el contenido en alimentos de consumo humano, pero las FAO y WHO establecieron 15  $\mu\text{g}$  de aflatoxinas totales/kg basadas en los posibles problemas económicos que generaría un nivel menor (Bhat & Vasanthi 1999).

Los niveles de contaminación de productos agrícolas con fumonisinas pueden alcanzar hasta 330 mg/kg, principalmente en los destinados al consumo animal. El nivel medio en maíz de exportación es <0,3  $\mu\text{g}$  fumonisina B<sub>1</sub>/g (Shephard *et al.* 1996). La "International Agency for Research on Cancer" clasificó a estas micotoxinas como posibles cancerígenos en humanos (World Cancer Research Fund

1997), pero no se han establecido límites aunque se reconocen los efectos tóxicos cardiovasculares (Scientific Committee on Food 2000). En Argentina, la ingesta media diaria estimada de fumonisina B<sub>1</sub> es 0,2 µg/kg peso corporal y este valor debería aumentarse un 40% si se consideran fumonisinas totales. La ingesta diaria por persona en Latinoamérica oscila entre 0,2 y 17.000 µg (Bolger *et al.* 2001).

Por otra parte, los tricotecenos (diacetoxiscirpenol, desoxinivalenol, toxina T-2 y otros) causan diarrea, hematuria, vómitos, anorexia, leucopenia, necrosis, y en algunos casos letales hemorragias múltiples. En la ex URSS se había establecido un límite de 0,1 mg/kg para la toxina T-2 (World Cancer Research Fund 1997). Hay una correlación positiva entre el contenido de esta toxina y el cáncer de esófago en zonas de China (Ramos & Sanchis 1996).

Mientras que los psoralenos originan fotodermatitis y los tremórgenos (penitrem A y otros) afectan al sistema nervioso provocando temblores y convulsiones, la zearalenona es hiperestrogénica (Terao & Ohtsubo 1991). El JECFA estableció una ingesta máxima tolerable de zearalenona de 0,5 µg toxina/kg peso corporal/día (Eriksen *et al.* 2000).

La ocratoxina A también fué considerada como posible cancerígena y los valores presentes en granos han llegado hasta un máximo de 5 mg/kg. El JECFA estimó tolerable una ingesta semanal máxima de 0,1 µg/kg peso corporal. y se establecieron límites de 1 a 50 µg/kg para el consumo humano y veinte veces mayor para los animales (World Cancer Research Fund 1997).

También los tejidos de las plantas suelen acumular sustancias tóxicas como mecanismo específico de defensa ante el ataque de algunos hongos, como es el caso de las papas invadidas por *Phytophthora infestans* (Kuc 1972). En los cuadros 3 y 4 se resumen las afecciones provocadas, en el hombre y los animales, por la ingesta de algunas micotoxinas.

**Cuadro 3.** Afecciones en el hombre provocadas por la ingestión de micotoxinas.

<b>Micotoxinas</b>	<b>Afecciones</b>
aflatoxina B <sub>1</sub>	inducción de cáncer hepático, se excreta por leche como aflatoxina M <sub>1</sub> , pasa al feto (Jonsyn <i>et al.</i> 1995a y b, Maxwell <i>et al.</i> 1994, Okumura <i>et al.</i> 1993a, World Cancer Research Fund 1997)
aflatoxina M <sub>1</sub>	cancerígena, excretada en leche materna, pasa al feto (Jonsyn <i>et al.</i> 1995a, Maxwell <i>et al.</i> 1994)
alcaloides del ergot	ergotismo convulsivo; ergotismo gangrenoso necrótico (Bullerman 1997)
citroviridina	beriberi cardíaco agudo (Pitt 1997)
desoxinivalenol	diarrea, náuseas, vómitos, cefalalgia, dolor abdominal, anorexia, escalofríos, convulsiones, vértigo; inmunotoxicidad (Bullerman 1997)
fumonisinas	lesiones precancerosas y cancerosas en esófago (Bullerman 1997, Norred & Voss 1994)
ocratoxina A	nefropatía endémica de los Balcanes, Túnez y Escandinavia; excreción por leche materna, pasa al feto; tumores en tracto urinario (Jonsyn <i>et al.</i> 1995b, Castegnaro <i>et al.</i> 1990, Fuchs & Hult 1992, Maaroufi <i>et al.</i> 1995, Miraglia <i>et al.</i> 1995)
psoralenos	dermatitis por contacto, eritema y ampollas (Lillehøj <i>et al.</i> 1991)

T-2 y HT-2	aleukia tóxica alimentaria: sensación de quemazón en boca y garganta; vómitos, diarrea y dolor abdominal; hemorragias; destrucción de médula ósea; inmunosupresión; muerte (Bullerman 1997)
zearalenona	cambios puberales precoces (Bullerman 1997)

---

**Cuadro 4.** Afecciones en los animales provocadas por la ingestión de micotoxinas.
 

---

<b>Micotoxinas</b>	<b>Afecciones</b>
ácido ciclopiazónico	desórdenes gastrointestinales y neurológicos; cambios degenerativos y necrosis en vísceras (Pitt 1997, Terao & Ohtsubo 1991)
ácido penicílico	hepatotóxico y cancerígeno (Wannemacher <i>et al.</i> 1991)
ácido secalónico D	teratogénico (Terao & Ohtsubo 1991)
ácido tenuazónico	baja eficiencia de la alimentación, pérdida de peso; congestión y hemorragias de estómago e intestino, agrandamiento de riñones (Pitt <i>et al.</i> 1998, Lee & Yu 1997)
aflatoxinas	daño hepático agudo, cirrosis, inducción de tumores, teratogénesis; excreción por leche, acumulación en tejidos (Okumura <i>et al.</i> 1993b, Yadav <i>et al.</i> 1995, Bonomi <i>et al.</i> 1996, Terao & Ohtsubo 1991)
alternario-metiléter	mutagénica (Terao & Ohtsubo 1991)
beauvericina	afecta la contractilidad del músculo liso de mamíferos (Krska <i>et al.</i> 1997)
citocalasinas	inhibe la división celular, la función tiroidea y la secreción de amilasa (Terao & Ohtsubo 1991)
citrinina	toxicidad renal en monogástricos (Størmer & Høiby 1996)
desoxinivalenol	rechazo del alimento, vómitos; inmunosupresión en cerdos y otros animales (Terao & Ohtsubo 1991)
esterigmatocistina	cambios patológicos en hígado, inducción de tumores (Terao & Ohtsubo 1991)
fumonisinias	leucoencefalomalacia equina; edema pulmonar en cerdos; cáncer hepático en ratas; excreción por leche (Bennett & Richard 1996, Maragos & Richard 1994)
ocratoxina A	nefropatía en cerdos y aves; acumulación en riñón, hígado y músculo (Krogh 1991, Burns & Maxwell 1987)
rizonina A	gastroenteritis, afecta hígado y riñones (Mantle 1991)
patulina	trastornos gastrointestinales y neurológicos; inducción de tumores (Pitt 1997, Terao & Ohtsubo 1991)
tremórgenos	daño del sistema nervioso central, temblores (Hocking 1997, Pitt 1997)



viomeleína, xantomegnina	hepato y nefrotoxicidad (Pitt & Leistner 1991)
zearalenona	síndrome estrogénico en cerdos y ganado de cría; excreción por leche junto con $\alpha$ y $\beta$ -zearalenol (Prelusky <i>et al.</i> 1990, Terao & Ohtsubo 1991, Scott & Lawrence 1988)

---

### PREVENCIÓN

El manejo correcto de los cultivos y cosechas, y el control de la calidad de los alimentos para los animales de la granja constituyen los únicos medios de prevención. Una vez formadas las micotoxinas no se pueden eliminar durante el procesamiento culinario o industrial, aunque en unos pocos casos se reduce su contenido (Mandarino *et al.* 1989, Tabata *et al.* 1994, Scudamore 1996, Blanc *et al.* 1998). La fermentación alcohólica no destruye las fumonisinas ni la panificación al desoxinivalenol (Bennet & Richard 1996) pero algunos *Lactobacillus* inhiben la producción de toxinas (Styriak *et al.* 1998).

La presencia de cualquier alteración organoléptica de frutas u hortalizas es causa suficiente para rechazar el producto por la potencial formación de toxinas, debida al deterioro fúngico, las que se distribuyen con facilidad por todo el sustrato por ejemplo en los tomates (Swanson 1987) aunque la ocratoxina A solo se halla en la superficie de los embutidos que se están secando (Carrillo 1973). Por otra parte, es difícil prever la presencia de micotoxinas al adquirir carnes, huevos y quesos 'caseros', sin conocer cuál era el estado de los animales y la calidad de los alimentos que consumían (Swanson 1987).

### REFERENCIAS

- Abbas HK, Shier WT. 1998. Fumonisin as mycotoxins and phytotoxins. Recent Res. Devel. in Agricultural & Food Chem. 2: 27-47.
- Alcoba NJ *et al.* 1991. Patología de la semilla de poroto en la provincia de Jujuy. p. 139 en: II Jornadas de Información Científico-Técnica. Facultad de Ciencias Agrarias, Jujuy.
- Arévalo MP *et al.* 1996. Occurrence of molds in fresh cheeses. Journal of Food Quality 19: 251-256.
- Bandara JMRS *et al.* 1991. Occurrence of aflatoxins in parboiled rice. Mycopathologia 116: 65-70.
- Barbieri G *et al.* 1994. Aflatoxin M<sub>1</sub> in parmesan cheese: HPLC determination. Journal of Food Science 59: 1313 y 1331.
- Bennett GA, Richard JL. 1996. Influence of processing on *Fusarium* mycotoxins in contaminated grains. Food Technology May: 235-238.
- Bhat RV, Vasanthi S. 1999. Contaminación por micotoxinas de alimentos y piensos. Tercera Conferencia Internacional FAO/OMS/PMA sobre Micotoxinas, Túnez.
- Blanc M *et al.* 1998. Behavior of ochratoxin A during green coffee roasting and soluble coffee manufacture. J. Agric. Food Chem. 46: 673-675.
- Bolger M *et al.* 2001. Fumonisin. JECFA n°47, Ginebra.
- Bottalico A *et al.* 1989. Presenza di isolati tossigeni e di micotossine di *Alternaria alternata* nei frutti di pomodoro e di peperone affetti da nerume. La difesa delle piante 12: 163-168.
- Boyd M.R. *et al.* 1974. Lung-toxin furanoterpenoids produced by sweet potatoes following microbial infection. Biochimica et Biophysica Acta 337: 184-195.
- Bonomi A *et al.* 1996. La contaminazione dei mangimi per suini all'ingrasso con aflatoxine B<sub>1</sub> e G<sub>1</sub>: effetti sui prosciutti stagionati. Rivista di Scienza dell'Alimentazione 25: 69-76.
- Bresler G *et al.* 1991. Natural occurrence of zearalenone and toxicogenic fungi in amaranth grain. International Journal of Food Microbiology 13: 75-80.
- Buchanan JR *et al.* 1975. *Aspergillus flavus* infection and aflatoxin production in fig fruits. Applied Microbiology 30: 238-241.
- Buckle AE. 1986. Moulds and mycotoxins in cereal and other components of compound animal feeds. International Biodeterioration 22 (supplement): 55-60.

- Bullerman LB, Tsai WJ. 1994. Incidence and levels of *Fusarium moniliforme*, *Fusarium proliferatum* and fumonisins in corn and corn-based foods and feeds. *Journal of Food Protection* 57: 541-546.
- Bullerman LB. 1997. Fusaria and toxigenic molds and other Aspergilli and Penicillia. pp. 419-434 en: Doyle MP, Beuchat LR, Montville TJ, eds. *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*. ASM Press, Washington.
- Burda K. 1992. Incidence of patulin in apple, pear, and mixed fruit products. *Journal of Food Protection* 55: 796-798.
- Burmeister HR, Leistner L. 1970. Aflatoxinbildung in fleischwaren. *Die Fleischwirtschaft* 50: 685.
- Burns RB, Maxwell MH. 1987. Ochratoxicosis A in young Khaki Campbell ducklings. *Research in Veterinary Science* 42: 395-403.
- Campbell H *et al.* 2000. Mycotoxins in barley and oat samples from eastern Canada. *Can. J. Plant Sci.* 80: 977-980.
- Carrillo BM *et al.* 1980. Fotosensibilización por *Pithomyces chartarum* en bovinos en la República Argentina. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 15: 527.
- Carrillo L. 1973. *Aspergillus* toxinógenos en los embutidos curados. *Bioquímica Clínica* 7: 391-394.
- Carrillo L. 1985. Búsqueda de cepas toxigénicas de *Fusarium* en cayote y zapallo. pp. 58-59 en: Varsavsky E, Vaamonde G, Resnik SL, eds. *Micotoxinas. Panorama actual en la República Argentina*. SECyT, Buenos Aires.
- Carrillo L. 1990. Micotoxinas de *Fusarium* spp. en frutos deteriorados de *Cucurbita ficifolia*. *Revista Argentina de Microbiología* 22: 212-215.
- Carrillo L. 1995. *Penicillium ulaiense* Hsieh, Su & Tzean, un patógeno post-cosecha de cítricos del noroeste argentino. *Revista Argentina de Microbiología* 25: 107-113.
- Carrillo L *et al.* 1997. Micotoxicosis en vacas lecheras. *Agraria* 1(2): 3-10.
- Carrillo L *et al.* 2001. Especies de *Fusarium* toxigénicas en sorgo de grano. *Boletín Micológico* 16: 15-18.
- Carrillo L *et al.* 2001. Mouldy lucerne hay suspected to cause bovine abortion. *Boletín Micológico* 16: 19-22.
- Castegnaro M *et al.* 1990. High-performance liquid chromatographic determination of ochratoxin A and its 4R-4-hydroxy metabolite in human urine. *Analyst* 115: 129-131.
- Castrillón AL, Purchio A. 1988. Ocorrença de aflatoxinas em castanhas do Pará. *Acta Amazonica* 18: 49-56.
- Chen JP *et al.* 1992. Production of the mycotoxin fumonisin B1 by *Alternaria alternata* f. sp. *lycopersici*. *Applied and Environmental Microbiology* 58: 3928-3931
- Chiericatti C *et al.* 1997. Contaminación fúngica de semillas de algodón para alimentación de ganado vacuno lechero. p. 20 en: Segundo Encuentro Bromatológico Latinoamericano. Córdoba.
- Christensen CM. 1987. Field and Storage Fungi. pp. 211-232 en: Beuchat LR, ed. *Food and Beverage Mycology*. New York, Van Nostrand Reinhold.
- Chulze SN *et al.* 1996. *Fusarium* and fumonisin occurrence in Argentinian corn at different ear maturity stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44: 2797-2801.
- Clear RM *et al.* 1989. Soybean seed discoloration by *Alternaria* spp. and *Fusarium* spp., effects on quality and production of fusariotoxins. *Canadian Journal of Plant Pathology* 11: 308-312.
- Clear RM *et al.* 1996. Occurrence and distribution of *Fusarium* species in barley and oat seed. *Canadian Journal of Plant Pathology* 18: 409-414.
- Coelho CSP, Badiale Furlong E. 1997. Avaliação da incidência de micotoxinas em arroz parboilizado. p. 70 en: Segundo Simposio Internacional de la Sección de América Latina y el Caribe de la AOAC Internacional. Buenos Aires.
- Dalcero A *et al.* 1997. Occurrence of deoxynivalenol and *Fusarium graminearum* in Argentinian wheat. *Food Additives and Contaminants* 14: 11-14.
- Dalcero A *et al.* 1998. Mycoflora and naturally occurring mycotoxins in poultry feeds in Argentina. *Mycopathologia* 141: 37-43.
- Décima MC. 1985. Contaminación fúngica toxicogénica en alimentos a base de maní. Detección de aflatoxinas. pp. 17-18 en: Varsavsky E, Vaamonde G, Resnik SL, eds. *Micotoxinas. Panorama actual en la República Argentina*. SECyT, Buenos Aires.
- Desjardins AE *et al.* 2000. *Fusarium* species from Nepalese rice and production of mycotoxins and gibberellic acid by selected species. *Applied and Environmental Microbiology* 66: 1020-1025.
- Desjardins AE, Proctor RH. 2001. Biochemistry and genetics of *Fusarium* toxins. pp. 122-137 en: *Fusarium*. Summerell BA *et al.*, eds. APS Press, St. Paul, Minnesota.

- Di Paolo O, Tosi EA. 1998. Contaminación de harina de maíz con ocratoxina A. *Alimentaria* 35: 67-69.
- Domagala J, Kiszka J. 1998. The method for determination of aflatoxin precursors in milk. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 7: 117-123.
- Easton HS *et al.* 1996. Ryegrass endophyte-related heat stress in cattle. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 57: 37-41.
- Efuntoye MO. 1996. Fungal associated with herbal drug plants during storage. *Mycopathologia* 136: 115-118.
- Eguiazú GM, Bracalenti BJC de. 1981. Aflatoxinas en granos almacenados. Aparición natural sobre maíz tipo duro para exportación. *Revista Argentina de Micología* 4(3): 22-27
- El-Banna A.A *et al.* 1984. Formation of trichothecenes by *Fusarium solani* var. *coeruleum* and *F. sambucinum* in potatoes. *Applied and Environmental Microbiology* 47: 1169-1171.
- El-Kady IA *et al.* 1995. Natural occurrence of mycotoxins in different spices. *Folia Microbiologica* 40: 297-300.
- El-Kady IA *et al.* 1996. Aflatoxin formation and varietal difference of cow pea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) and garden pea (*Pisum sativum* L.) cultivars. *Mycopathologia* 133: 185-188.
- Ellis MB, Ellis JP. 1997. *Microfungi on Lands Plants*. Richmond Publishing, Slough.
- Elmer WH *et al.* 1999. Vegetative compatibility groups in *Fusarium proliferatum* from asparagus in Australia. *Mycologia* 91: 650-654.
- El-Sayed AMAA. 1996 Natural occurrence of ochratoxin A and citrinin in food stuffs. *Mycotoxin Research* 12: 41-44.
- Eriksen GS *et al.* 2000. Zearalenone. WHO Food Additives Series n° 44, JECFA, Ginebra.
- Fadl-Allah E *et al.* 1997. Production of fumonisins B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> and B<sub>3</sub> by *F. proliferatum* isolated from rye grains. *Mycotoxin Research* 13: 43-48.
- Fernández Pinto *et al.* 1991. Aflatoxin production in soybean varieties grown in Argentina. *Journal of Food Protection* 54: 542-545.
- Frank HK *et al.* 1977 Patulin in foods of vegetable origin, II. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung* 163: 111-114.
- Fuchs R, Hult K. 1992. Ochratoxin A in blood and its pharmacokinetic properties. *Food and Chemical Toxicology* 30: 201-204.
- Ghelfa G *et al.* 1997. Micotoxinas en granos de cebada cervecera. sec. 5 n° 9 en: Libro de Resúmenes. X Seminario Latinoamericano y del Caribe de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Buenos Aires.
- González HHL *et al.* 1995. Mycoflora of Argentinian corn harvested in the main production area in 1990. *Mycopathologia* 130: 29-36.
- González HHL *et al.* 1996. Deoxynivalenol and contaminant mycoflora in freshly harvested Argentinian wheat in 1993. *Mycopathologia* 135: 129-134.
- González HHL *et al.* 1997. Fungi associated with sorghum grain from Argentina. *Mycopathologia* 139: 35-41.
- Harwing J *et al.* 1979. Toxins of molds from decaying tomato fruit. *Applied and Environmental Microbiology* 38: 267-274.
- Heenan CN *et al.* 1998. Ochratoxin A production by *Aspergillus carbonarius* and *A. niger* isolates and detection using coconut cream agar. *Journal of Food Mycology* 1: 67-72.
- Hlywka JJ, Bullerman LB. 1999. Occurrence of fumonisin B<sub>1</sub> and B<sub>2</sub> in beer. *Food Additives and Contaminants* 16: 319-324.
- Hocking AD. 1997. Toxigenic *Aspergillus* species. pp. 393-405 en: Doyle MP, Beuchat LR, Montville TJ, eds. *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*. ASM Press, Washington.
- Hoekstra ES *et al.* 1998. Survey of the fungal flora in cheese factories and warehouses. *Journal of Food Mycology* 1: 13-22.
- Horn BW *et al.* 1996. Association of morphology and mycotoxins production with vegetative compatibility groups in *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus* and *A. tamarii*. *Mycologia* 88: 574-587.
- Isa AM, Abidin H. 1996. Overview of aflatoxin contamination of selected agricultural commodities. *ACIAR Technical Reports Series* 37, 120-124.
- Jodral M *et al.* 1992. El polen apícola como sustrato para la producción de aflatoxinas. *Alimentaria* 28(236): 67-68.
- Jonsyn FE *et al.* 1995a. Ochratoxin A and aflatoxins in breast milk samples from Sierra Leone. *Mycopathologia* 131: 121-126.

- Jonsyn FE *et al.* 1995b. Human fetal exposure to ochratoxin A and aflatoxins. *Annals of Tropical Paediatrics* 15: 3-9.
- Karasawa D *et al.* 1990. Photoactive furocoumarins in diseased celery. *Agricultural and Biological Chemistry* 54: 2141-2142.
- Konstantinova P *et al.* 2002. Development of specific primers for detection and identification of *Alternaria* spp. in carrot material by PCR and comparison with blotter and plating assays. *Mycological Research* 106: 23-33.
- Krska R *et al.* 1997. Effects of beauvericin to mammalian tissue and its production by isolates of *Fusarium subglutinans*. *Mycotoxin Research* 13: 11-16.
- Krogh P. 1991. Porcine nephropathy associated with ochratoxin A. pp. 627-645 en: J.E. Smith JE, Henderson RS, eds. *Mycotoxins and Animal Foods*. CRC Press, Boca Ratón.
- Kuc J. 1972. Compounds accumulating in plants after infection. pp. 211-247 en: Kadis S, Ciegler A, Ajl SJ, eds. *Microbial Toxins*. vol. 8 Academic Press, New York.
- Lacey J. 1989. Pre- and post-harvest ecology of fungi causing spoilage of foods and other stored products. *Journal of Applied Bacteriology, Symposium Supplement* 1989, pp. 11S-25S.
- Lacey J. 1991. Natural occurrence of mycotoxins in growing and conserved forage crops. pp. 363-397 en: Smith JE, Henderson RS, eds. *Mycotoxins and Animal Foods*. CRC Press, Boca Ratón.
- Laciaková A *et al.* 1993. Concentration of aflatoxin and ochratoxin in consumers' eggs. *Slovenský Veterinársky Casopis* 18: 117-119.
- Le Bars J, Le Bars P. 1992. Fungal contamination of aromatic herbs. Aflatoxinogenesis and residues in infusions. *Microbiologie, Aliments, Nutrition* 10: 267-271.
- Lee HB, Yu SY. 1995. Incidence of *Alternaria* species in red pepper and sesame and their ability to produce mycotoxins. *Korea Journal of Plant Pathology* 11: 1-8.
- Lenardon S *et al.* 1985. Aspergillosis en cabeza de ajo. pp. 59-60 en: Varsavsky E, Vaamonde G, Resnik SL, eds. *Micotoxinas. Panorama actual en la República Argentina*. Buenos Aires, SECyT.
- Lillehøj EB *et al.* 1976. *Aspergillus flavus* and aflatoxin in corn before harvest. *Science* 193: 495 - 496.
- Lillehøj EB. 1991. Aflatoxins: an ecologically elicited genetic activation signal. pp. 1-35 en: Smith JE, Henderson RS, eds. *Mycotoxins and Animal Foods*. CRC Press, Boca Ratón.
- Limongelli JC. 1993. Crucíferas / Queinopodiaceas. pp. 65-81 en: Vigliola MI, ed. *Manual de Horticultura. Hemisferio Sur*, Buenos Aires.
- Logrieco A *et al.* Occurrence and toxicity of *Fusarium subglutinans* from Peruvian maize. *Mycopathologia* 122: 185-190.
- Logrieco A *et al.* 1998. Beauvericin production by *Fusarium* species. *Applied and Environmental Microbiology* 64: 3084-3088.
- López TA *et al.* 1997. *Fusarium cookwellense*-produced zearalenone in maize stubble in the field. *New Zealand Veterinary Journal* 45: 251 -253.
- Lori GA *et al.* 1992. *Fusarium* spp. en trigo, capacidad toxicogénica y quimiotaxonomía de las cepas aisladas en la Argentina. *Agronomie* 12: 459-467.
- Löttsch R., Leistner L. 1976. Aflatoxin residues in hens' eggs and eggs' products. *Fleiswirtschaft* 56: 1777-1785.
- Maaroufi K *et al.* 1995. Ochratoxin A in human blood in relation to nephropathy in Tunisia. *Human & Experimental Toxicology* 14: 609-615
- MacDonald S, Castle L. 1996. A retail survey of aflatoxins in herbs and spices and their fate during cooking. *Food Additives and Contaminants* 13: 121-128.
- Mandarino JMG *et al.* 1989. Detoxificação de milho contaminado com aflatoxinas a través do processamento por extrusão termoplástica. *Semina* 10: 6-11.
- Mantle PG. 1991. Miscellaneous toxigenic fungi. pp.141-152 en: Smith JE, Henderson RS, eds. *Mycotoxins and Animal Foods*. CRC Press, Boca Ratón.
- Maragos CM, Richard J. 1994. Quantitation and stability of fumonisin B1 and B2 in milk. *Journal of AOAC Internacional* 77: 1162-1167.
- Maxwell SM *et al.* 1994. Detection of naphthols and aflatoxins in Nigerian cord blood. *Annals of Tropical Paediatrics* 14: 3-4.
- Meister U *et al.* 1996. Untersuchung und Bewertung der Fumonisincontamination von einheimischem und importiertem Getreide. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung* 203: 528-533.
- Miraglia M *et al.* 1995. Ochratoxin A levels in human milk and related food samples: an exposure assessment. *Natural Toxins* 3: 436-444.

- Moss MO. 1991. The environmental factors controlling mycotoxin formation. pp. 37-56 en: Smith JF, Henderson RS, eds. *Mycotoxins and Animal Foods*. CRC Press, Boca Ratón.
- Mossoba MM *et al.* 1996. Analysis of trichothecene mycotoxins in contaminated grains by gas chromatography / matrix isolation / Fourier transform infrared spectroscopy and gas chromatography / mass spectrometry. *Journal of AOAC International* 79: 1116-1123.
- Naidu R. Mycotoxins in coffee. *Indian Coffee* 60 (8): 9-11.
- Nawaz S *et al.* 1997. Mycotoxins in ingredients of animal feeding stuffs: I. Determination of *Alternaria* mycotoxins in oilseed rape meal and sunflower seed meal. *Food Additives and Contaminants* 14: 249-262.
- Nepote MC *et al.* 1994. Grado de contaminación por aflatoxinas y zearalenona en maíz y subproductos procesados en un molino harinero de la ciudad de Santa Fé, Argentina. *Revista Iberoamericana de Micología* 11: 37-39.
- Nepote MC *et al.* 1997. Incidencia de cepas de *Aspergillus flavus* y aflatoxinas en maíz de Santa Fé, Argentina. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 47: 262 - 264.
- Norred WP, Voss KA. 1994. Toxicity and role of fumonisins in animal diseases and human esophageal cancer. *Journal of Food Protection* 57: 522-527.
- Okumura H *et al.* 1993a. Aflatoxin M<sub>1</sub> in Nepalese sera, quantified by combination of monodonal antibody immunoaffinity chromatography and enzyme-linked immunosorbent assay. *Carcinogenesis* 14: 1233-1235.
- Okumura H *et al.* 1993b. An improved indirect competitive ELISA for aflatoxin M<sub>1</sub> in milk powders using novel monoclonal antibodies. *Food & Agricultural Immunology* 5: 75-84.
- Osipyán LL, Batikyan AG. 1993. Species composition and some biological peculiarities of filamentous micromycete contaminants of commercial aubergine. *Mikologiya i Fitopatologiya* 27: 25-31.
- Pacin AM *et al.* 1997a. Natural occurrence of deoxynivalenol in wheat, wheat flour and bakery products in Argentina. *Food Additives and Contaminants* 14: 327-331.
- Pacin A *et al.* 1997b. Presencia de aflatoxina B<sub>1</sub> en hígado de pollos parrilleros alimentados con balanceados contaminados con bajos niveles de aflatoxinas. sec.5 p.10 en: AATA, eds. X Seminario Latinoamericano y del Caribe de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Resúmenes. Buenos Aires.
- Pepeljnjak S *et al.* 1993. Mycological situation and occurrence in fusariotoxicosis in cereals. *Microbiologie, Aliments, Nutrition* 10: 191-197.
- Pérez Fernández J. 1994. Hongos y micotoxinas en la región semiárida-subhúmeda pampeana. *Boletín de Divulgación Técnica, INTA* n°52.
- Pitt JI *et al.* 1986. *Penicillium commune*, *P. camembertii* The origin of white cheese moulds, and the production cyclopiazonic acid. *Food Microbiology* 3: 363-371.
- Pitt JI, Leistner L. 1991. Toxigenic *Penicillium* species. pp. 81-99 en: Smith JE, Henderson RS, eds. *Mycotoxins and Animal Foods*. CRC Press, Boca Ratón.
- Pitt JI. 1997. Toxigenic *Penicillium* species. pp. 406-418 en: Doyle MP, Beuchat LR, Montville TJ, eds. *Food Microbiology. Fundamentals and Frontiers*. ASM Press, Washington.
- Pitt JI, Hocking AD. 1997. *Fungi and Food Spoilage*. 2° ed. London, Blakie Academic & Professional. pp. 469 - 487.
- Pitt JI *et al.* 1998a. The occurrence of *Alternaria* species and related mycotoxins in international wheat. *Journal of Food Mycology* 1: 103-113.
- Pitt JI *et al.* 1998b. The mycoflora of food commodities from Indonesia. *Journal of Food Mycology* 1: 41-60.
- Porter JK *et al.* 1998. Alkaloids and other mycotoxins associated with ergot damaged sorghum. *Proceedings for Conference on the Status of Sorghum Ergot in North America*.
- Prasongsidh BB *et al.* 1998. Kinetic study of cyclopiazonic acid during the heat-processing of milk. *Food Chemistry* 62: 467-472.
- Prudhvi Reddy K *et al.* 1996. Myrotheciotoxicosis in cattle. *Indian Veterinary Journal* 73: 1231-1234.
- Quevedo JM. 1912. Estudio de un *Aspergillus* patógeno. *Agronomía* 3: 3-36.
- Quiroga N *et al.* 1995. Natural occurrence of trichothecenes and zearalenone in Argentinian wheat. *Food Control* 6: 201-204.
- Ramos AJ, Sanchis V. 1996. Micotoxinas: principales criterios para el establecimiento de su legislación. *Revista Iberoamericana de Micología* 13: 76-84.
- Ramírez ML *et al.* 1996. Natural occurrence of fumonisins and their correlation to *Fusarium* contamination in commercial corn hybrids growth in Argentina. *Mycopathologia* 135: 29-34.

- Ready GL, Ready SM. 1992. Production of roridin by *Myrothecium roridum* in mixed culture. *Indian Journal of Microbiology* 31: 281-284.
- Refai MK *et al.* 1996. Detection of ochratoxin produced by *A. ochraceus* in feedstuffs and its control by  $\gamma$  radiation. *Applied Radiation and Isotopes* 47: 617-621.
- Resnik SL *et al.* 1996a. Ciclopiazonic acid and aflatoxins production by *Aspergillus flavus* isolates from Argentinian corn. *Mycotoxin Research* 12: 61-66.
- Resnik S *et al.* 1996b. A survey of the natural occurrence of aflatoxins and zearalenone in Argentine field maize: 1983-1994. *Food Additives and Contaminants* 13: 115-120.
- Robeson DJ, Jalal MAF. 1991. Tenuazonic acid produced by an *Alternaria alternata* isolate from *Beta vulgaris*. *Journal of Inorganic Biochemistry* 44: 109-116.
- Rousseau DM *et al.* 1987. Detection of ochratoxin A in porcine kidneys by monoclonal antibody-based radio immunoassay. *Applied and Environmental Microbiology* 53: 514-518.
- Robiglio AL, López SE. 1991. Capacidad toxicogénica de *Alternaria alternata* aislada de manzanas en almacenamiento. Sec. Micotoxinas n° 6 in Asociación Argentina de Micología, ed. V Congreso Argentino de Micología. Resúmenes. Santa Fe, Octubre 16-19.
- Ross PF *et al.* 1991. Novel occurrence of cyclopiazonic acid in sunflower seeds. *Veterinary and Human Toxicology* 33: 284-285.
- Rottinghaus GE *et al.* A rapid screening procedure for the detection of the mycotoxin oosporein in poultry feeds. *J. Vet. Diagn. Invest.* 1: 174-175.
- Saber SM. 1992. Fungal contamination, natural occurrence of mycotoxins and resistance for aflatoxin accumulation of some broad bean (*Vicia faba* L.) cultivars. *Journal of Basic Microbiology* 32: 249-258
- Saelzer R *et al.* 2002. Implementación de una metodología analítica para determinar ocratoxina A en vinos chilenos por HPLC. *Noticias Técnicas del Laboratorio* 10 (2): 6, 9
- Sala MA *et al.* 1982. Análisis micológico en praderas de *Festuca* consociada de la provincia de Buenos Aires. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 17: 65.
- Sancho HR de, Mundt C. 1993. Liliaceas / Convolvulaceas. pp. 96-118; 193-216 en: Vigliola MI, ed. *Manual de Horticultura. Hemisferio Sur*, Buenos Aires.
- Sawinsky J *et al.* 1989. Investigation into the mycotoxin content of pork. *Elelmezési Ipar* 43: 298 - 299.
- Saubois A *et al.* 1992. Incidencia de toxinas de *Fusarium* en maíz y productos de la molienda. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 42: 168-172.
- Saubois A, Nepote MC. 1994. Aflatoxins in mixed feeds for rabbits. *Boletín Micológico* 9: 115-120.
- Saubois A *et al.* 1996. Regional distribution of *Fusarium* strains in corn from the province of Santa Fe, Argentine. *Boletín Micológico* 11: 75-80.
- Saubois A *et al.* 1999. Mycological evaluation of sorghum grain of Argentina, with emphasis on the characterization of *Fusarium* species. *Food Microbiology* 16: 435-445.
- Schatzki TF. 1996. Distribution of aflatoxin in almonds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44: 3595-3597.
- Scientific Committee on Food. 2000. Opinion on *Fusarium* toxins: fumonisin B<sub>1</sub>. European Commission Health & Consumer Protection Directorate General, Bruselas.
- Scott P, Lawrence GA. 1988. Liquid chromatographic determination of zearalenone and  $\alpha$  and  $\beta$  zearalenols in milk. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists* 71: 1176-1179.
- Scudamore KA. 1996. Ochratoxin A in animal feed: effects of processing. *Food Additives and Contaminants* 13 (supplement): 39-42.
- Seo J-A, Lee Y-W. 1999. Natural occurrence of the C series of fumonisins in moldy corn. *Applied and Environmental Microbiology* 65: 1331-1334.
- Shephard GS *et al.* 1996. Worldwide survey of fumonisin contamination of corn-based products. *Journal of AOAC International* 79: 671-687.
- Sola I *et al.* 1985. Hongos aislados de especias y su capacidad toxicogénica. p. 40 en: Varsavsky E, Vaamonde G, Resnik SL, eds. *Micotoxinas. Panorama actual de la República Argentina*. SECyT, Buenos Aires.
- Solovey MMS *et al.* 1999. A survey of fumonisins, deoxynivalenol, zearalenone and aflatoxins, contamination in corn-based food products in Argentina. *Food Additives and Contaminants* 16: 325-329.
- Stinson EE *et al.* 1981. Mycotoxin production in whole tomatoes, apples, oranges, and lemons. *Journal of Agricultural & Food Chemistry* 29: 790-792.

- Størmer F, Høiby EA. 1996. Citrinin, ochratoxin A and iron. Possible implications for their biological function and induction of nephropathy. *Mycopathologia* 134: 103-107.
- Strange RN. 1991. Natural occurrence of mycotoxins in groundnuts, cottonseed, soya, and cassava. pp. 341-362 en: Smith JE, Henderson RS, eds. *Mycotoxins and Animal Foods*. CRC Press, Boca Ratón.
- Styriak L *et al.* 1998. Prevention of fumonisin production by microorganisms. *Czech. J. Anim. Sci.* 43: 449-452.
- Sudhakar BV. 1992. The carry-over effect of aflatoxin B<sub>1</sub> into eggs and liver of chicken. *Indian Veterinary Journal* 69: 1061- 1062.
- Swanson BG. 1987. Mycotoxins on fruits and vegetables. *Acta Horticulturae* 207: 49 -61.
- Sylos CM de *et al.* 1996. Occurrence of aflatoxin M<sub>1</sub> in milk and dairy products commercialized in Campinas, Brazil. *Food Additives and Contaminants* 13: 169-172.
- Tabata S *et al.* 1994. Degradation of aflatoxins by food additives. *Journal of Food Protection* 57: 42-47.
- Takeda N *et al.* 1991. Solid-phase extraction and cleanup for liquid chromatographic analysis of ochratoxin A in pig serum. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 41: 198-203.
- Terao K, Ohtsubo K. 1991. Biological activities of mycotoxins: field and experimental mycotoxicoses. pp. 455-488 en: J.E.Smith JE, Henderson RS, eds. *Mycotoxins and Animal Foods*. CRC Press, Boca Ratón.
- Tonon SA *et al.* 1997. Mycoflora of paddy and milled rice produced in the region of Northeastern Argentina and Southern Paraguay. *International Journal of food Microbiology* 37: 231-235.
- Toro MA *et al.* 1993. Microhongos filamentosos y levaduriformes asociados a pimienta negra. *Boletín Micológico* 8: 77-83.
- Torres A *et al.* 1993. *Alternaria* metabolites in sunflower seeds. Incidence and effect of pesticides on their production. *Mycopathologia* 121: 17-20.
- Torres A *et al.* 1998. Production of alternariol and alternariol mono-methyl ether by isolates of *Alternaria* spp. from Argentinian maize. *Food Additives and Contaminants* 15: 56-60.
- Trucksess MW *et al.* 1995. Immunoaffinity column coupled with liquid chromatography for determination of fumonisin B<sub>1</sub> in canned and frozen sweet corn. *Journal of AOAC International* 78: 705-710.
- Tseng TC *et al.* 1995. Mycoflora and mycotoxins in dry bean (*Phaseolus vulgaris*) produced in Taiwan and in Ontario, Canada. *Botanical Bulletin of Academia Sinica* 36: 229-234.
- Vaamonde G *et al.* 1987. Zearalenone production by *Fusarium* species isolated from soybeans. *International Journal of Food Microbiology* 4: 129-133.
- Varsavsky E *et al.* 1973. Aflatoxinas, su detección en maní y suelos de la provincia de Córdoba. *Revista Argentina de Microbiología* 5:34-35.
- Vesonder RF *et al.* 1995. *Fusarium* species associated with banana fruit rot and their potential toxigenicity. *Mycotoxin Research* 11: 93-98.
- Vigliola MI, Calot LI. 1982. Hortalizas. Enfermedades en poscosecha. pp. 3-76. Hemisferio Sur, Buenos Aires.
- Viñas I *et al.* 1992. Incidence and mycotoxin production by *Alternaria tenuis* in decayed apples. *Letters in Applied Microbiology* 14: 284-287.
- Vismer HF *et al.* 1996. Patulin producing *Penicillium* species isolated from naturally infected apples. *South Africa Journal of Science* 92: 530-534.
- Wannemacher RW *et al.* 1991. Toxicity of trichothecenes and other related mycotoxins in laboratory animals. pp. 499-552 en: Smith JE, Henderson RS, editores. *Mycotoxins and Animal Foods*. CRC Press, Boca Ratón.
- Widstrom NW. 1992. Aflatoxin in developing maize: interactions among involved biota and pertinent economic factors. pp. 23-58 en: *Mycotoxins in Ecological Systems*. Bhatnagar D *et al.*, editores. Marcel Dekker, New York.
- Wilson JP *et al.* 1995. Effect of delayed harvest on contamination of pearl millet grain with mycotoxin-producing fungi and mycotoxins. *Mycopathologia* 132: 27-30.
- World Cancer Research Fund. 1997. Food, Nutrition and the Prevention of Cancer: a global perspective. pp.488-489. American Institute for Cancer Research, Washington.
- Yadav AS *et al.* 1995. Aflatoxin B<sub>1</sub> deposition and clearance from tissue of broiler. *Indian Journal of Poultry Science* 30: 165-166.
- Yoshizawa T. 1991. Natural occurrence of mycotoxins in small grain cereals. pp.301-324 en: Smith JE, Henderson RS, eds. *Mycotoxins and Animal Foods*. CRC Press, Boca Ratón.

- Zimmerli B, Dick R. 1996. Ochratoxin A in table wine and grapejuice: occurrence and risk assessment. *Food Additives and Contaminants* 13: 655-668.
- Zohri AA *et al.* 1993. Fungal flora and mycotoxins associated with onion (*Allium cepa* L.). *African Journal of Mycology and Biotechnology* 1: 74-86.