

14. Toxinas fúngicas

Micotoxinas

Son productos de micromicetos que resultan tóxicos para humanos y animales. Una micotoxicosis primaria se produce al consumir granos o frutos contaminados. La micotoxicosis secundaria se contrae al ingerir carne o leche de animales que comieron forrajes amohosados. Así la leche puede contener aflatoxina M₁ por la transformación in vivo de la aflatoxina B₁ ingresada (1).

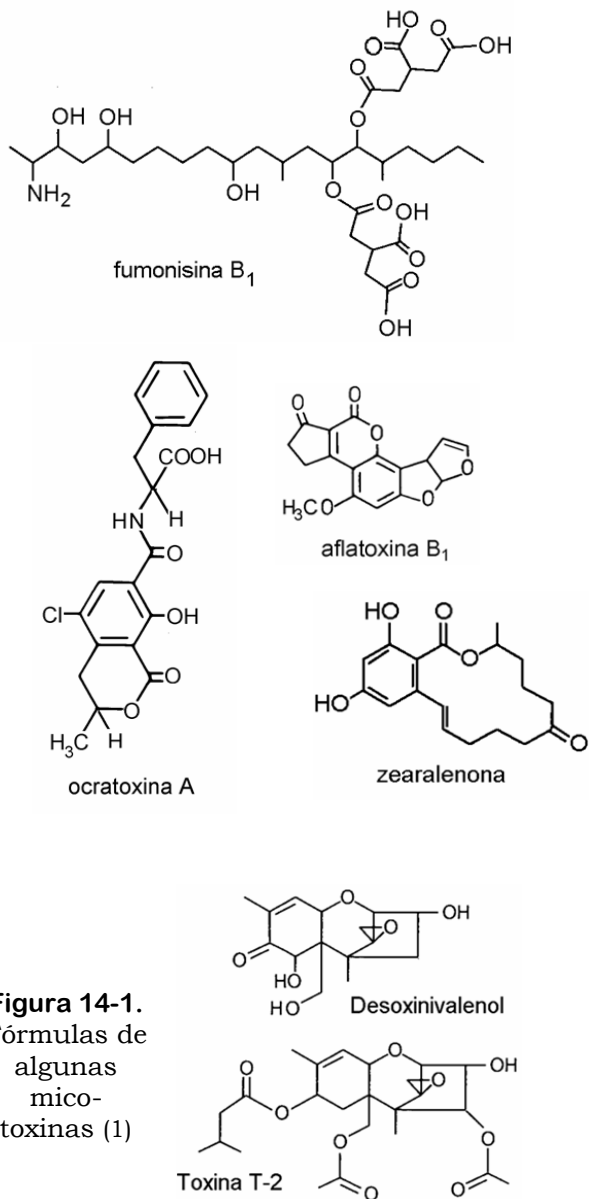


Figura 14-1.
Fórmulas de
algunas
mico-
toxinas (1)

Los primeros casos de micotoxicosis en la Argentina fueron descritos en 1912 (2). Se conocen unas 300 toxinas fúngicas (1).

La presencia de las micotoxinas en los vegetales puede deberse a:

- la infección de la planta en el campo por un patógeno,
- la colonización de la filósfera por un endófito,
- el crecimiento de los hongos sobre frutos y granos almacenados,
- o el desarrollo fúngico durante el depósito de los productos ya procesados.

Las micotoxinas, en general, son específicas. La aflatoxina B₁ es formada por tres especies estrechamente relacionadas de *Aspergillus* (*A. parasiticus*, *A. nomius* y *A. flavus*) (3). Las esporidesminas son producidas solo por *Pithomyces chartarum*. La patulina, en cambio, es generada por unas once especies de *Penicillium*, tres de *Aspergillus* y dos de *Byssoschlamys*.

La variabilidad en la formación de toxinas por una especie dada, es grande. *Penicillium roqueforti* produce algunos metabolitos en las condiciones de laboratorio pero no en los quesos madurados. Los rendimientos de toxina T-2 por cepas de *Fusarium sporotrichioides* varían considerablemente y no todas las cepas de *A. flavus* son toxigénicas.

Por otra parte, la temperatura tiene una gran influencia sobre la actividad de los mohos. Un estrés por sequía durante el período del crecimiento del maní puede conducir a la presencia de aflatoxinas, si la temperatura de la geocarpósfera se mantuvo entre 20 y 32°C durante las seis semanas previas a la cosecha (1).

Aunque el crecimiento de *P. verrucosum* ocurre entre 0 y 31°C a una $a_w = 0,95$, sólo hay producción de ocratoxina si el rango de temperatura es de 12 a 24°C, siendo máxima a 20°C y $a_w = 0,85$ (3). *Alternaria 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 tenuazoico por *Alternaria tenuissima* ocurre a 20°C con un contenido de humedad más elevado. Por otra parte, *Fusarium graminearum* forma la mayor cantidad de

zearalenona a 25°C y de desoxinivalenol a 28°C a una $a_w = 0,98$.

También influye el pH del substrato, así la producción de patulina en manzanas debida a *Penicillium expansum* ocurre en un rango de pH 3,2 a 3,8 mucho más estrecho que el de crecimiento activo.

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.

Neotyphodium coenophialum endófito de *Festuca arundinacea*, es el causante de la afección de los vacunos llamada pie de festuca. La eslaframina es producida por *Macrophomina phaseolina* asociada al trébol rojo y otras forrajeras (1).

La presencia de una micotoxina y el peligro asociado solamente pueden ser determinados con certeza después de la extracción e identificación de la misma, porque:

- la presencia del hongo no asegura que exista una micotoxina,
- ésta continúa en el producto aunque el moho haya desaparecido,
- un hongo dado puede producir más de una toxina y
- una determinada micotoxina suele ser formada por más de una especie de mohos.

Las concentraciones se expresan en $\mu\text{g}/\text{kg}$, o sea una relación de $1/10^9$, y la acción de estas pequeñas cantidades es acumulativa (3).

El nivel de aflatoxinas en los vegetales es muy variable, oscilando los valores en choclo y maíz entre 0,1 y 2.000 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Estas toxinas producen daño hepático agudo, cirrosis, inducción de tumores y teratogénesis. Se excretan por leche y se acumulan en los tejidos (1).

La contaminación de productos agrícolas con fumonisinas pueden alcanzar valores de hasta 330 mg/kg , principalmente en los destinados al consumo animal. Estas micotoxinas producen leucoencefalo-malacia equina, edema pulmonar porcino y cancer hepático en ratas. Se excretan

por la leche (4). La ocratoxina A produce nefropatía en cerdos y aves, y se acumula en riñón, hígado y músculo. Los valores presentes en granos han llegado hasta 5 mg/kg .

Los tricotecenos (diacetoxiscirpenol, desoxinivalenol, toxina T-2 y otros) causan diarrea, hematuria, vómitos, anorexia, leucopenia, necrosis y en algunos casos letales hemorragias múltiples. Por otra parte, la zearalenona es hiperestrogénica, los psoralenos originan fotodermatitis y los tremógenos (penitrem A y otros) afectan al sistema nervioso provocando temblores y convulsiones en los animales.

El manejo correcto de los cultivos y cosechas de granos y hortalizas, y el control de la calidad de los alimentos para los animales de la granja constituyen los únicos medios de prevención. La presencia de cualquier alteración organoléptica de frutas u hortalizas indica la potencial formación de toxinas.

Las micotoxinas no se pueden eliminar durante el procesamiento culinario o industrial, aunque en algunos casos se reduce su contenido. La mayor cantidad de toxina suele estar concentrada en unos pocos granos y si se logra separarlos, se disminuye la proporción en los subproductos. Las técnicas de clasificación visuales se han usado en maníes y la selección neumática con las nueces de Pará. El mondado de las manzanas para remover las zonas alteradas reduce en 93% el contenido de patulina en la sidra preparada con las mismas.

Las micotoxinas son moderadamente estables a los procedimientos de tostado, así los maníes pierden alrededor del 40% de aflatoxina B₁ y los granos de café verde cerca del 80% de ocratoxina A. El proceso de panificación reduce en un 16 a 69% el desoxinivalenol presente en la harina de trigo. El tratamiento de maíz quebrado con NaOH disminuye significativamente el contenido de aflatoxina, pero la preparación del grano entero con Ca(OH)₂ reduce sólo

un 40% de la misma (1). La bentonita y otros sílicoaluminatos adsorben las aflatoxinas de los substratos y suelen ser mezclados con los alimentos para aves, aunque interfieren en el aprovechamiento de los nutrientes (5).

Macromicetos venenosos

La mayoría de las setas del género *Amanita* contienen péptidos cíclicos letales (amanitinas y otros) que destruyen las células de los riñones y el hígado (6). Tienen forma de sombrilla con laminillas blancas, el pie lleva un anillo y restos de volva en la base (7). También hay especies con estas toxinas en los géneros *Galerina* y *Conocybe* (8).

En cambio *Amanita muscaria*, así como especies de *Clitocybe* e *Inocybe*, poseen muscarina, muscimol y ácido iboténico que afectan al sistema nervioso central y causan trastornos gastrointestinales (6, 9).

Agaricus xanthodermus se halla en Jujuy y causa trastornos gastrointestinales. Se reconoce porque el lugar donde se lo toca toma color amarillo intenso y tiene olor a iodoformo (7).

La agaritina de *Agaricus bisporus* y la toxina de *Volvariella volvacea* son termolábiles y se descomponen durante la cocción (6).

Coprinus atramentarius es comestible pero no debe ser acompañado de alcohol pues posee coprina, la que se hidroliza a hidrato de ciclopropanona durante la digestión. Ésta inhibe la aldehído-deshidrogenasa y llega a provocar coma alcohólico por la acumulación de acetaldehído (6). Se encuentra en la zona subtropical jujeña y causó intoxicación y muerte de vacunos alimentados con residuos de la industria azucarera (10).

Chlorophyllum molybdites, frecuente en Jujuy, crece en grupos unidos por el pie y posee esporas de color verde pálido. Su ingestión causa gastroenteritis. Puede ser fácilmente confundido con las especies comestibles de *Macrolepiota* cuyas esporas son blancas (9). Los miembros del género *Lepiota* tienen características similares a los anteriores, pero son más pequeños y no comestibles. Algunos producen trastornos gastrointestinales y

otros tienen péptidos cíclicos letales, como *L. josserandi* (8).

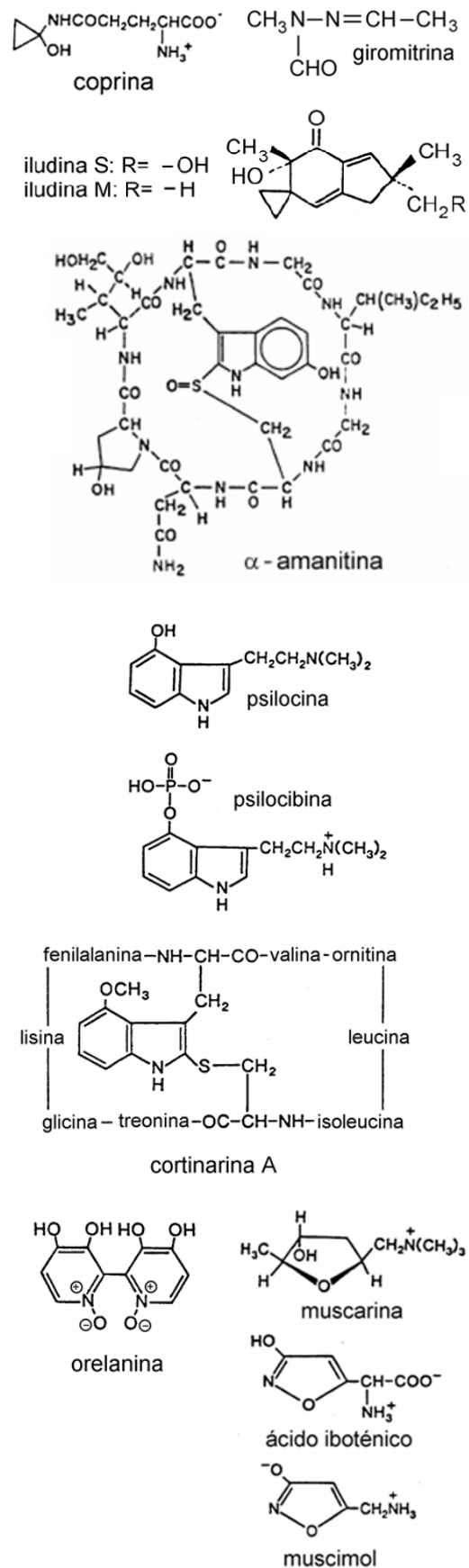


Figura 14-2. Toxinas de macromicetos (6)

Aunque *Lactarius deliciosus* es un hongo comestible muy apreciado, la mayoría de las especies del género son tóxicas (9).

Clitopilus prunulus es una especie comestible que puede confundirse con otros miembros del género que contienen muscarina y con *Entoloma lividum* que causa una gastroenteritis severa (9).

Omphalotus illudens y *O. olearius* también provocan gastroenteritis pues contienen iludinas (6). Se pueden confundir con *Cantharellus cibarius* que es una especie comestible (7).

Las especies de *Cortinarius* son tóxicas o sin valor culinario, pero *C. magellanicus* es comestible (11). *C. orellanus* y otros producen daño hepático y renal pues contienen orellanina y cortinarinas (6).

Algunas especies de *Russula* son comestibles, pero la mayoría tienen sabor acre u olor fétido (*R. foetens*) o causan gastroenteritis, tal como *R. emetica* (9).

En general los *Boletus* son comestibles, pero varias especies tienen sabor amargo o causan trastornos gastro-intestinales (*B. satanas* y otros) (8). También provocan tales síntomas el hongo en repisa *Laetiporus sulphureus* y algunos bejines del género *Scleroderma* (6, 9).

Todas las especies del género *Psilocybe* y algunas de *Conocybe*, *Gymnopilus* y *Panaeolus* poseen las sustancias alucinógenas psilocina y psilocibina (6). *G. pampeanus* (= *G. spectabilis*) crece en racimos sobre los tocones de eucalipto (12).

Los ascomas del género *Gyromitra* producen N-formil-N-metil-hidrazonas (giromitrinas). Pueden ser confundidas con las morillas comestibles (*Morchella* spp.). Durante la digestión, se libera mono-metil-hidrazina que afecta al hígado y el sistema nervioso central (6).

Referencias

1. Smith JE, Henderson RS, eds. 1991. Mycotoxins and Animal Foods. CRC Press, Boca Ratón, pp 1, 141, 665, 797.
2. Quevedo JM. 1912. Agronomía 3 (8-9): 3-36.
3. Doyle MP, Beuchat LR, Montville TJ, eds. 1997. Food Microbiology: Fundamentals and

Frontiers. ASM Press, Washington, pp 13, 393, 406, 419.

4. Summerell BA et al., eds. 2001. Fusarium. APS Press, St. Paul, p 332.
5. Krska R et al. 1997. Mycotoxin Research 13 (1): 11.
6. Simons D.M. 1987. Poisonous Mushrooms. pp.391-433 en: Food and Beverage Mycology. 2° ed. Beuchat LR, editor. Van Nostrand Reinhold, New York.
7. Kendrick B. 2000. The Fifth Kingdom. Focus Publishing, Newburyport MA, cap 22.
8. Arora D. 1987. Mushrooms Demystified. Ten Speed Press, Berkeley.
9. Wright JE, Albertó E. 2002. Guía de los Hongos de la Región Pampeana, vol. I. LOLA, Buenos Aires, pp 99-108.
10. Carrillo L. 1993. Inédito.
11. Gamundi IJ, Horak E. 1993. Hongos de los Bosques Andino-patagónicos. Vazquez Mazzini, Buenos Aires.
12. Singer R, Digilio APL. 1951. Pródromo de la Flora Agaricina Argentina. Lilloa 25: 5 - 461