

FACTORES QUE INCIDEN EN LA APARICION DE MICOTOXINAS DESDE LA PRODUCCION PRIMARIA HASTA EL ALMACENAMIENTO

Silvia Resnik
*Dra. en Ciencias Químicas U.B.A.
Coordinadora Subprograma de Micotoxinas de la
Secretaría de Ciencias y Técnica de la Nación
Asesora del Programa Nacional de Investigaciones
en Tecnología de Alimentos, Argentina.*

La contaminación por micotoxinas se puede producir desde el cultivo hasta el consumo.

Analizaremos en primer término los factores que inciden durante el cultivo comenzando por las condiciones climáticas (Figura 1).

Para analizar las micotoxinas más probables de contaminar los granos en la Argentina se analizaron los climas existentes en la zona productora de granos de dicho país. Dado que en otras partes del mundo existen similitudes climáticas con dicha zona, se trató de comparar la incidencia de micotoxinas de las zonas similares con las áreas definidas para la Argentina. En la Figura 1 se observan las áreas climáticas en las zonas productoras argentinas.

A partir del método de clasificación de Köppen se encontraron zonas climáticas iguales o similares a las regiones argentinas donde se concentra el 90 por ciento de granos del país. Esta clasificación está basada esencialmente en la distribución de la vegetación. Köppen supuso que el tipo de vegetación desarrollada en el área, está relacionada con las características de temperatura y humedad de la región. Así, esta clasificación se obtiene a partir de las temperaturas media mensual y media anual y de la precipitación media mensual.

Del análisis de la clasificación de Köppen se puede concluir que el área de interés presenta tres regiones climáticas:

a) Temperaturas media de los meses fríos inferior a 18°C y superior a -3°C ; temperatura media de los meses cálidos superior a 10°C . Precipitación media mensual de 300 mm, en estos meses. En esta región podemos encontrar a la Provincia de Buenos Aires (con excepción del Oeste), Entre Ríos, Corrientes y Misiones.

b) Esta área se caracteriza por un clima de estepa con temperatura media anual por debajo de los 18°C . En esta región encontramos el Oeste de la Provincia de Buenos Aires, sur de Córdoba, sur de Santa Fe, Oeste de Río Negro y Este de Neuquén.

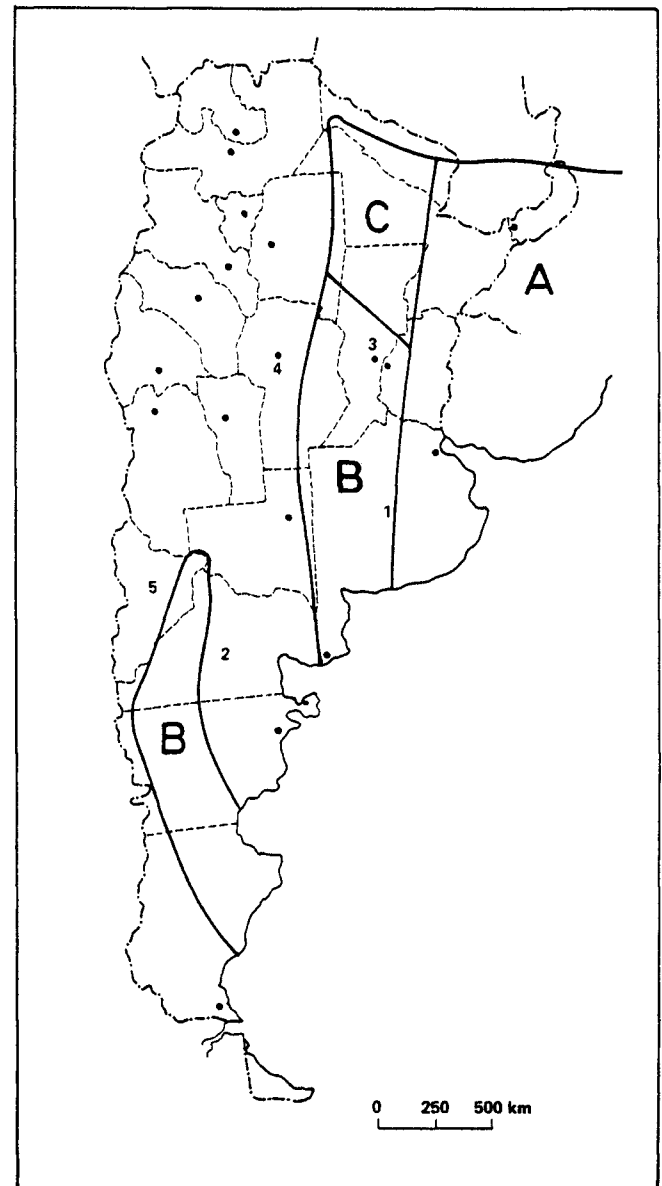


Figura 1. Áreas climáticas de las zonas productoras de la Argentina.

c) La principal diferencia con la región anterior se encuentra en la temperatura media anual, que es superior a 18°C y corresponde al norte de la Provincia de Santa Fe.

Comparando las zonas climáticas antes mencionadas con distintas regiones del mundo se pueden encontrar las siguientes similitudes. La zona a) presenta similitudes con:

Sur de Paraguay, Uruguay, Sur de Brasil, Centro-Este y Sur de los Estados Unidos, Europa Mediterránea, Este de Australia, Extremo Sudeste de Africa, Sudeste de China, Sur de Japón y Taiwán.

Hay que señalar que existen otras regiones similares a las del punto a) como ser parte de Europa, no mencionada anteriormente, con excepción de la península Escandinava y Oeste de la península Ibérica; centro de la URSS, centro y norte de Japón; norte de Estados Unidos; y sur de Canadá, cuyas diferencias se producen en las temperaturas medias siendo los meses de invierno más fríos y los veranos menos cálidos. Estas diferencias en el comportamiento de las temperaturas desde el punto de vista climático no son determinantes en cuanto a la colonización por hongos toxicogénicos.

La zona b) presenta similitudes con: Centro de Chile, Centro de Bolivia, Sur de Australia, Nueva Zelandia, Sudáfrica.

La zona c) presenta similitudes con: Guayana, Golfo de México, Norte de Venezuela (excepto parte costera), Centro y Centro-Oeste de Africa, Norte de Africa, una importante región (en forma de anillo) de Australia.

Para seleccionar los cultivos de mayor interés en la Argentina se tomaron en cuenta los de mayor consumo interno y los que inciden en la exportación. Por esta razón se analizaron, a partir de datos obtenidos de bibliografía, la presencia de contaminación por micotoxinas en las áreas con condiciones climáticas similares a la zona de mayor producción de cereales y oleaginosas en la Argentina. Se consideró maíz, trigo y se agruparon en otros cultivos todos los demás (Cuadros 1, 2 y 3).

Cuadro 1. Micotoxinas detectadas en trigo - Zonas climáticas similares a la Provincia de Buenos Aires (excepto Oeste).

Micotoxina	Países
Aflatoxinas	Austria-Canadá-Kenya-EE.UU.
Butenólido	Japón
DAS	Japón
DON	Australia-Canadá-China-Escocia-Inglaterra-Japón-EE.UU.-Transkei
Fusarenona X	Japón
HT-2	Canadá-Japón
Moniliformina	Transkei
NIV	Inglaterra-Japón
Ocratoxina A	Canadá-Yugoslavia
T-2	Japón
Zearalenona	Australia-China-Inglaterra-Japón-Polonia-Transkei-EE.UU.

CUADRO 2. Micotoxinas detectadas en maíz - Zonas climáticas similares a la Provincia de Buenos Aires (excepto Oeste).

Micotoxina	Países
Acetil T-2	Hungría
Aflatoxinas	Australia-Austria-Canadá-EE.UU.
Citrinina	Japón
DAS	Alemania-Hungría
DON	Alemania-Hungría
HT-2	Hungría
Moniliformina	Alemania
Ocratoxina A	Alemania-Bulgaria-Francia-Inglaterra
T-2	Taiwán-EE.UU.
Zearalenona	Australia-Canadá-Polonia-Taiwán.

CUADRO 3. Micotoxinas detectadas en otros cultivos - Zonas climáticas similares a la Provincia de Buenos Aires (excepto Oeste).

Micotoxina	Países
Acetil T-2	Hungría
Aflatoxinas	Australia-EE.UU.
DAS	China-Hungría-Japón
DON	Alemania-Austria-Hungría-EE.UU.
HT-2	Hungría
NIV	Alemania-Japón
Ocratoxina A	Alemania-Bulgaria-Inglaterra-Rumania-Yugoslavia
Patulina	Alemania-España-Italia
T-2	Hungría-Japón-EE.UU.
Zearalenona	Francia-Japón-EE.UU.

En áreas similares al Sur de Córdoba, Sur de Santa Fe y Oeste de Buenos Aires se detectó:

Maíz	Otros cultivos
Aflatoxina (Sudáfrica)	Aflatoxina (Sudáfrica)
DON (Sudáfrica)	
Moniliformina (Sudáfrica)	
Zea (Sudáfrica)	

y en zonas similares al Norte de Santa Fe se observó:

Maíz	Otros cultivos
Aflatoxina (Uganda)	Aflatoxina (Etiopía-Kenya-Marruecos-Senegal-Uganda)
DON (Kenya)	DON (México)
Ocratoxina A (Kenya)	Ocratoxina A (Marruecos)
Zea (Kenya-Zambia)	Zea (México)

Lo que se puede observar es que en áreas climáticas semejantes se manifiestan prácticamente las mismas micotoxinas.

En la Argentina se observó contaminación por las micotoxinas detalladas en los Cuadros 4, 5 y 6.

CUADRO 4. Zona climática A de Argentina. Provincias de Buenos Aires (excepto área Oeste), Entre Ríos, Corrientes y Misiones.

Micotoxinas	Sustrato	Rango ug/kg
3-Acetyldeoxynivalenol	Trigo	100 - 810
Deoxynivalenol		100 - 2.400
Diacetoxyscirpenol		100 - 1.500
HT-2		100 - 1.000
Neosolaniol		100
T-2		50 - 390
Zearalenona		100 - 1.358

CUADRO 5. Zona climática B de Argentina. Area Oeste de Buenos Aires y Provincia de Río Negro, área Sur de Santa Fé y Provincia de Córdoba y parte Este de Provincia de Neuquén.

Micotoxinas	Sustrato	Rango ug/kg
3-Acetyldeoxynivalenol	Trigo	440 - 2.050
Deoxynivalenol		100 - 1.540
Diacetoxyscirpenol		100 - 1.990
HT-2		190 - 420
Neosolaniol		90 - 410
T-2		100 - 420
Zearalenona		105 - 810
Aflatoxinas	Maíz	5 - 68
Dexoxynivalenol		100 - 400
Zearalenona		200 - 900
Aflatoxinas	Maní	20 - 1.000
Aflatoxinas	Semillas de Girasol	5 - 300
Aflatoxinas	Sorgo	12 - 20
Zearalenona		200 - 3.000
Patulina	Jugo de Manzana	60 - 3.200

CUADRO 6. Zona climática C de Argentina. Parte Norte de la Provincia de Santa Fé.

Micotoxinas	Sustrato	Rango ug/kg
Aflatoxinas	Maíz	2 - 50
Deoxynivalenol		300 - 800
T-2		100 - 1.000
Zearalenona		50 -

Comparando las micotoxinas halladas en otros países con las encontradas en la República Argentina (Cuadros 1 a 6) podemos concluir:

Trigo

- En la zona de la Provincia de Buenos Aires (excepto el Oeste) sería conveniente encarar el estudio de la presencia de Aflatoxinas, Butenólido, Fusarenona, NIV, Ocratoxina A y Moniliformina.
- En el Sur de Córdoba, Sur de Santa Fé, Oeste de Buenos Aires y Río Negro las micotoxinas halladas corresponden a análisis del año 1987 solamente, por lo tanto estos estudios deben continuarse para observar la repetición o no de este fenómeno.
- En el Norte de Santa Fé como en países con climas similares no existen datos de incidencia.

Maíz

- En la Provincia de Buenos Aires (excepto Oeste) debería estudiarse la presencia de las siguientes micotoxinas, encontradas en otros países de climas similares: Acetil T-2, Aflatoxinas, Citrinina, DON, DAS, HT-2, Moniliformina, Ocratoxina A, T-2 y Zearalenona.
- En el Sur de la Provincia de Córdoba, Sur de Santa Fé, Oeste de la Provincia de Buenos Aires y Río Negro, además de las micotoxinas que se han estudiado, se debería considerar la posible existencia de Moniliformina.
- En el Norte de Santa Fé se debería sumar a los estudios de micotoxinas la posible presencia de Ocratoxina A.

Otros cultivos

- En zonas climáticas similares a la Provincia de Buenos Aires (excepto Oeste) podemos recalcar la necesidad de estudiar Patulina en jugos ya que esta zona es productora de frutas.
- En la zona correspondiente al Sur de Córdoba, Sur de Santa Fé, Oeste de Buenos Aires y Río Negro se ha encontrado mayor contaminación que otras regiones climáticas similares.
- En la zona Norte de Santa Fé se plantea la necesidad de estudiar Aflatoxinas, DON, Ocratoxina A y Zearalenona encontradas en regiones similares.

Estos estudios son una primera aproximación a la utilización de la comparación de zonas climáticas similares en la predicción de aparición de micotoxinas.

Hasta ahora nos hemos referido solamente a las condiciones climáticas. Se considerarán ahora otros factores como la presencia del hongo productor de micotoxinas y la posibilidad de que distintos híbridos y/o variedades tengan diferente susceptibilidad al ataque fúngico y a la posterior producción de micotoxinas.

Tomemos, por ejemplo, el trabajo realizado por Saito y col. (1986). Estos autores analizaron la presencia de distintas cepas de *A. flavus* en los suelos de Tailandia, haciendo especial hincapié en las áreas productoras de maíz. En la Figura 2, tomada del trabajo de Saito y col. (1986) se puede observar la distribución de las cepas de *A. flavus* clasificadas en cuatro grupos. El grupo A-1 es productor de Aflatoxinas B₁ (AFB₁) y B₂ (AFB₂). El grupo B-1 produce alta cantidad de AFB₁ y AFB₂ y el grupo B-2 produce estas micotoxinas en gran cantidad y también Aflatoxinas G₁ y G₂. Como se puede observar la presencia de las cepas provenientes del grupo B-1 y B-2 mostrarían una mayor probabilidad de contaminación por micotoxinas en las provincias de Chiang Rai y Chiang Mai, respecto a las otras.

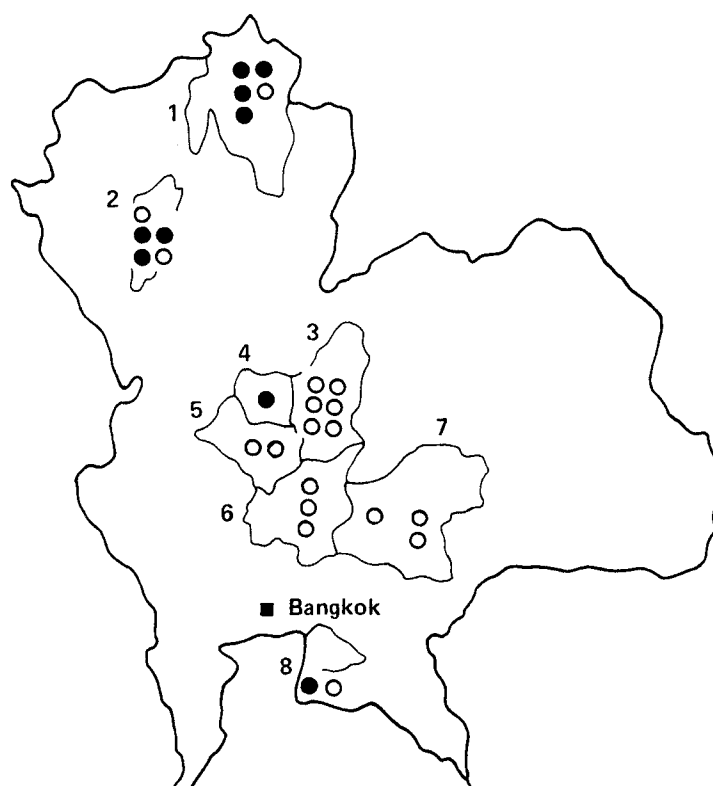
Estudios similares se realizaron en Japón y permitieron establecer áreas de mayor riesgo de contaminación.

Otros de los factores a tener en cuenta es la competencia entre hongos contaminantes. Para ello se analizaron los valores mínimos óptimos y máximos para producción de micotoxinas de *A. flavus* y *A. niger*. Se puede ver que estas dos cepas tienen valores similares cardinales de temperatura pero el *A. flavus* crece a un valor mínimo de actividad de agua (\bar{a}_w) de 0,78 y el *A. niger* de 0,88. Es decir, que cuando la humedad (o a_w) es menor que 0,88 pero mayor que 0,78 coloniza el *A. flavus* y no el *A. niger* y cuando la a_w es alta, coloniza primero el *A. niger*. Cuando la a_w se acerca al mínimo de *A. flavus* para crecimiento y la temperatura es cercana a 35°C se produce una invasión extensiva de *A. flavus* en maní y subsecuente contaminación por aflatoxina. A la misma temperatura cuando el suelo está húmedo es el *A. niger* el que invade el maní e inhibe la formación de aflatoxinas. Por ello se supuso que la irrigación era una buena metodología para disminuir la contaminación por *A. flavus*.

Caracterización de *Aspergillus flavus* aislado de suelos.

Grupo	Formación de esclerosios	Color de colonia	Formación de esclerosios*	Tamaño de esclerosios
A-1	Normal	Amarillo verdoso	+	400–1.000 μm
A-2	Normal	Amarillo verdoso	–	–
B-1	Pobre	Café oscuro debido a formación de esclerosios	+++++	200– 100 μm
B-2	Pobre	Café oscuro debido a formación de esclerosios; crecimiento basal es blanquecino	++++	200– 400 μm

*–, sin formación de esclerosios; + ~ +++++, incremento de las características con un aumento de +.



- | | |
|----------------|----------------------|
| 1. Chiang Rai | 5. Nakhon Sawan |
| 2. Chiang Mai | 6. Lop Buri |
| 3. Phetchabun | 7. Nakhon Ratchasima |
| 4. Phitsanulok | 8. Rayong |

Figura 2. Distribución de cepas de *Aspergillus flavus* (○: negativo; ●: positivo) según los suelos muestreados.

Se debe ser cuidadoso en estas suposiciones, ya que si analizamos el caso del trigo de primavera, la mayor incidencia de punta negra (invasión de *Alternaria alternata*) se produce en las áreas irrigadas.

El mayor avance en cuanto a selección para incrementar la resistencia varietal al ataque fúngico y producción de micotoxinas se ha realizado en maní. El cruzamiento de varios genotipos con resistencia a la penetración fúngica a través de la cáscara parece que dará en un futuro cercano una línea de maní resistente.

En la Argentina se ha trabajado en el estudio de aquellos híbridos de maíz comerciales con mayor susceptibilidad a la presencia de aflatoxinas y zearelenona.

Luego de la cosecha, en la que tiende a minimizar los daños mecánicos, el grano, previo al almacenamiento, debe ser limpiado. En la Figura 3 se puede observar la variación del diámetro de una colonia de *P. citrinum* en función del tiempo. De la parte lineal del crecimiento se puede calcular la velocidad de crecimiento radial (pendiente) y el período de latencia (fase lag) se calcula el diámetro inicial del inóculo. Teniendo en cuenta ambos parámetros (constante de velocidad (k_D) y período lag) en la Figura 4 se ve que la mayor contaminación de esporas, o sea mayor concentración, no influye en la constante de velocidad pero sí en el período de latencia. Por lo tanto, cuanto más limpio esté el material más va a tardar en aparecer la problemática de la contaminación por micotoxinas.

Ahora pasaremos a considerar el almacenamiento propiamente dicho.

En granos y en semillas almacenados el ataque fúngico puede producir diferentes alteraciones; entre las más importantes podemos nombrar la disminución del poder germinativo, el calentamiento de los granos, manchado, enmohecimiento, aglutinación, podredumbre total y la presencia de micotoxinas.

En condiciones favorables para su desarrollo los hongos son los que causan más precozmente la destrucción de las semillas disminuyendo fuertemente el rendimiento de la cosecha por pérdida de viabilidad y poder germinativo.

La microflora presente en los granos es la causa principal del calentamiento de los granos. Los hongos al desarrollarse incrementan la temperatura y la humedad y en estas condiciones se facilita el desarrollo de bacterias termófilas que elevan aún más la

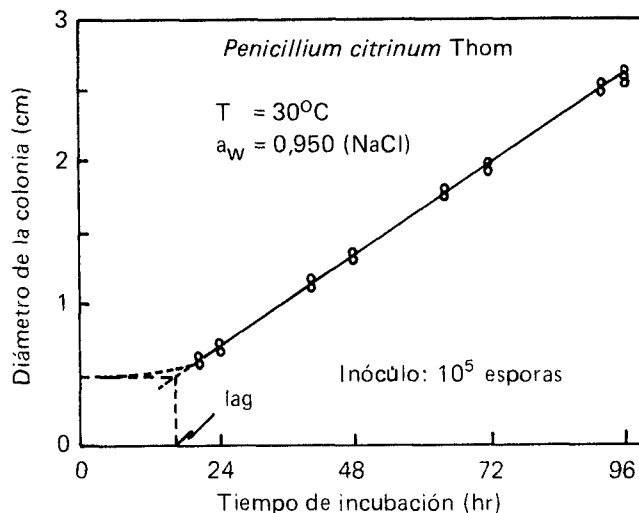


Figura 3. Variación del diámetro de la colonia en función del tiempo de incubación.

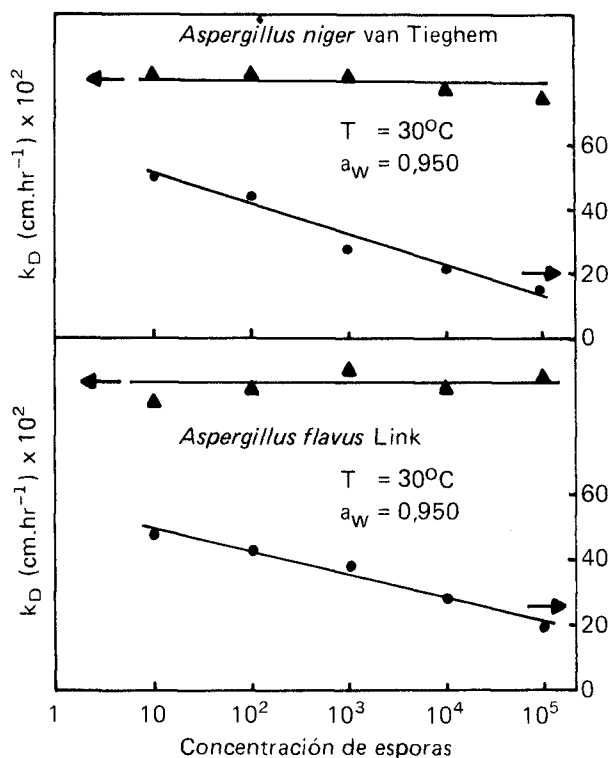


Figura 4. Comportamiento de la constante de crecimiento y del período Lag en función de la concentración de esporas.

temperatura. Estas bacterias no sobreviven a temperaturas altas (77°C) pero en ese momento a través de reacciones puramente químicas se puede elevar aún más la temperatura al grado de producirse la combustión "espontánea".

El manchado producido por hongos reduce el valor comercial del grano almacenado como ocurre en los porotos.

Las etapas finales del deterioro conducen a cambios organolépticos como el típico olor a "moho" que persiste en los alimentos elaborados. Además la aglutinación dificulta la extracción del material almacenado de los silos con grandes pérdidas económicas. Por último, los hongos toxicogénicos pueden producir micotoxinas que normalmente persisten en el alimento elaborado.

Son los factores ambientales fundamentalmente los que determinan la actividad de la microflora y el grado de alteración que se puede producir. El tiempo, la atmósfera, la "humedad", la temperatura y las interacciones entre los mismos son los factores más importantes.

La variable tiempo es muy difícil de controlar, ya que está influida generalmente por el mercado. Con referencia a los silos que se encuentran en la Argentina la regulación de la composición de la atmósfera es poco factible económicamente. Por ello la temperatura y la "humedad" son los más usados para el control de la contaminación.

El comportamiento de los hongos respecto a la temperatura depende de cada especie. Como se puede observar en la Figura 5 no existe una correlación entre la constante de velocidad y la fase lag en función de la temperatura. Además los sistemas de almacenamiento con regulación de temperatura, a excepción de la disminución de la misma que se puede producir por una adecuada aireación, no son tampoco procesos económicamente factibles masivamente. El control único de este parámetro no permite obtener un material microbiológicamente estable.

Es entonces el criterio "humedad" el que se utiliza como base para prevenir el desarrollo de micotoxinas durante el almacenamiento.

En Argentina, la Junta Nacional de Granos (JNG) establece la máxima tolerancia de agua (humedad) que puede estar presente en los cereales para su comercialización.

En el Cuadro 7 figuran los valores establecidos para los cereales por JNG expresados en g de agua por 100 g de producto total (base húmeda).

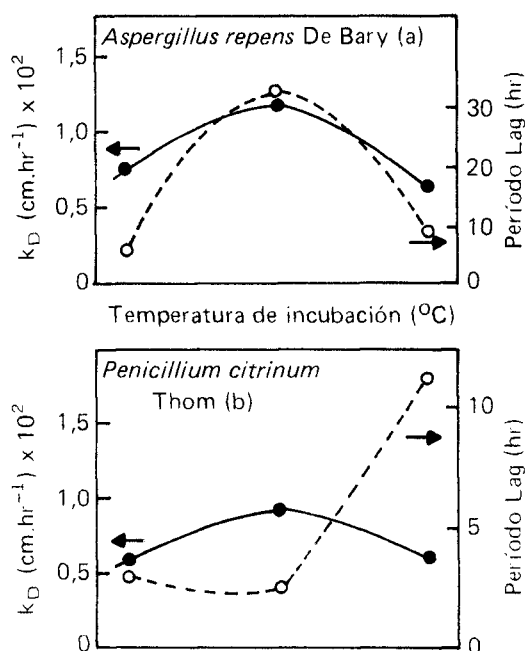


Figura 5. Comportamiento de la constante de crecimiento y del período de latencia en función de la temperatura.

La tendencia a la cosecha anticipada para evitar posibles pérdidas en el cultivo trae aparejado una menor contaminación por micotoxinas a campo, pero aumenta el riesgo de las mismas durante el almacenamiento. Esto se debe a que los altos valores de humedad conllevan a la necesidad de secar previo al almacenamiento.

CUADRO 7. Máxima tolerancia de humedad para la comercialización de cereales (Junta Nacional de Granos).

Producto	Máxima tolerancia % g de agua/100 g peso total	Resolución N°
Maíz	14,5	22.678/81
Trigo pan	14,0	22.541/81
Trigo fideos	14,0	6.289/63
Sorgo	15,0	22.678/81
Arroz	14,0	23.881/83
Avena	14,0	22.584/81
Centeno	14,0	6.289/83
Cebada cervecera	14,0	6.289/63
Cebada forrajera	14,0	6.289/63
Mijo	15,0	6.289/63

Un inadecuado secado, por ejemplo, utilizando elevadas temperaturas, disminuye la estabilidad del grano produciendo un aumento de la fragilidad del grano, que dada la baja capacidad de los secadores instalados y la falta de capacitación del personal que los maneja es uno de los problemas graves que se producen durante el almacenamiento. El grano partido es más susceptible a la infección por hongos que el grano seco. Estos presentan barreras mecánicas y fisiológicas al ataque externo (microorganismos, artrópodos). La separación del grano partido previo al almacenamiento aumenta la resistencia al ataque fúngico de los granos almacenados.

Tal como se ha demostrado en numerosas publicaciones científicas el crecimiento de hongos en granos almacenados no depende del contenido absoluto de agua (humedad) sino de la "disponibilidad biológica" de la misma, la cual se expresa como actividad de agua (a_w). En el Cuadro 8 se muestran los valores mínimos de a_w que permiten el crecimiento de los hongos más comunes presentes durante el almacenamiento. Como se puede observar si las demás condiciones son óptimas un correcto almacenamiento se lograría a valores de a_w de 0,65.

CUADRO 8. Hongos comúnmente encontrados durante el almacenamiento de granos (25°C–30°C) y a_w mínima de crecimiento.

Hongo	a_w mínima
<i>Aspergillus halophilicus</i>	0,68 (Christensen, 1972)
<i>Aspergillus restrictus</i>	0,70 (Christensen, 1972)
<i>Wallemia (Sporendonema) sebi</i>	0,70 (Christensen, 1972)
<i>Aspergillus repens</i>	0,71 (Snow, 1949)
<i>Aspergillus glaucus</i>	0,73 (Christensen, 1972)
<i>Aspergillus candidus</i>	0,80 (Christensen, 1972)
<i>Aspergillus ochraceus</i>	0,80 (Christensen, 1972)
<i>Penicillium citrinum</i>	0,80 (Galloway, 1935)
<i>Aspergillus niger</i>	0,83 (Snow, 1949)
<i>Aspergillus flavus</i>	0,85 (Christensen, 1972)

Existen en bibliografía algunos hongos cuyo a_w mínimo de crecimiento es del orden de 0,61 pero no han sido encontrados comúnmente como contaminantes de cereales.

La FAO/OMS establecen en el CODEX ALIMENTARIUS (1979) en el caso de una oleaginosa (maní), que para proteger la calidad e impedir la formación de mohos deberá mantenerse una humedad

relativa de equilibrio (HRE) con el grano entre 55 y 65 por ciento. Si consideramos que la HRE se puede relacionar con la a_w del grano por la ecuación:

$$a_w = \frac{HRE}{100}$$

se puede decir que el maní conservará su calidad cuando se a_w se encuentre entre 0,55 y 0,65.

Para conservar las semillas y granos almacenados se puede disminuir por secado, la a_w de los mismos a valores donde se impida totalmente el crecimiento (a_w menor que el mínimo) o que aseguren la estabilidad durante todo el almacenamiento (tiempo de almacenamiento menor que el período de latencia).

Las isotermas de sorción nos permiten conocer la relación de equilibrio entre el contenido de humedad del grano y la a_w a temperatura y presión constante. En el Cuadro 9 se puede observar que, por un estudio de las isotermas de maíz obtenidas de bibliografía, para el valor de 14,5 por ciento de humedad utilizado para la comercialización de maíz, el híbrido americano sería inestable y el híbrido inglés, estable. Por ello, se decidió determinar las isotermas de sorción de los híbridos y variedades cultivados en la Argentina.

CUADRO 9. Valores de actividad de agua correspondiente a 14,5 por ciento de humedad (maíz).

Temperatura	Isoterma	a_w	Variedad híbrido
22	A	0,75	
25	A	0,68	Inglés
25	A	0,76	Americano
30	A	0,72	Scwenk Dyar 444 Illinois 1277
30	D	0,78	Scwenk Dyar 444 Illinois 1277
50	A	0,75	

A: Adsorción. D: Desorción.

En la Figura 6 se muestran las isotermas de sorción de vapor de agua de girasol para seis híbridos de distinto contenido de aceite. Como se puede observar son muy similares entre sí, pero los híbridos con mayor contenido de aceite presentan humedades de equilibrio menores que los de menor contenido de aceite.

En la Figura 7 se expresan las humedades en base seca libre de aceite de las isothermas de girasol, a 25°C. Como se puede observar, las isothermas son coincidentes.

Se han establecido los valores de humedad para el aceite crudo de girasol a 25°C. La humedad de equilibrio para el aceite es despreciable (Cuadro 10) lo cual confirma los resultados obtenidos en base seca libre de aceite.

En las Figuras 8 y 9 se pueden observar las humedades de equilibrio, para a_w 0,65 y 0,70, respectivamente, en función del contenido de aceite, para girasol a 25°C. O sea, que la humedad adecuada de almacenamiento depende del contenido de aceite.

En la Figura 10 se muestran las isothermas de sorción de girasol a 15, 25 y 35°C. Como se puede ver a mayor temperatura, para una dada a_w , la humedad de equilibrio es menor.

Un análisis similar se puede hacer para soja. En el Cuadro 11 se observan los valores de humedad de equilibrio a a_w igual a 0,70, a 25°C, para variedades de soja cultivadas en la Argentina.

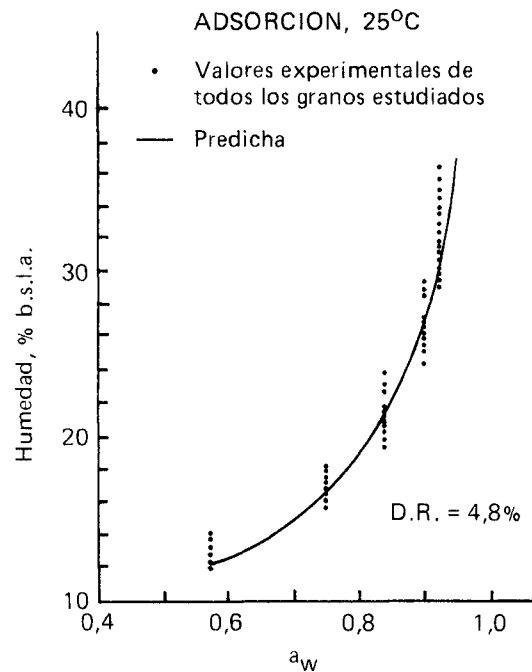


Figura 7. Isothermas de adsorción a 25°C de híbridos de girasol calculadas en base seca libre de aceite.

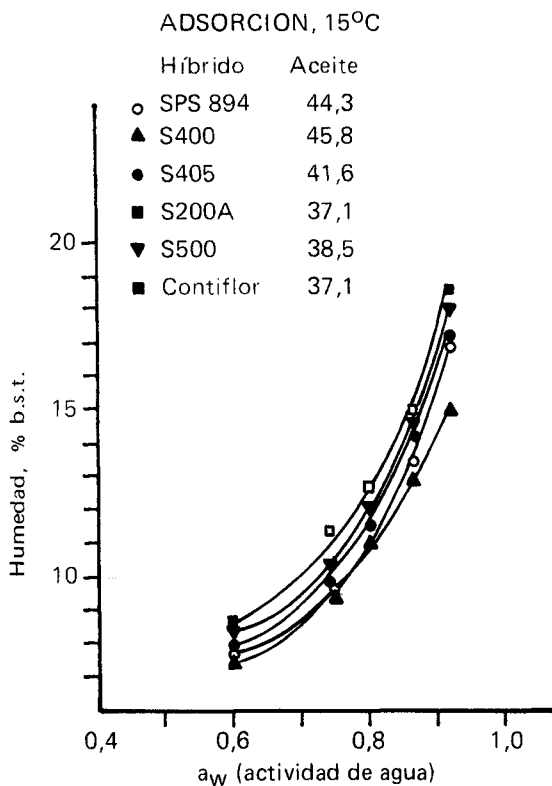


Figura 6. Isothermas de adsorción a 15°C de híbridos de girasol.

CUADRO 10. Valores de humedad de equilibrio para aceite crudo de girasol a 25°C.

a_w	Humedad (% b.s.)
0,557	0,20
0,752	0,29
0,842	0,31
0,903	0,44
0,927	0,53

CUADRO 11. Valores recomendados de humedad¹ para el almacenamiento de semillas de Soja en función del contenido de aceite.

Contenido de aceite (% b.s.)	Humedad (% b.h.)
15 – 20	12,60
20 – 25	11,89

¹Correspondiente a una a_w de 0,70 a 25°C.

Junta Nacional de Granos establece 13 por ciento de humedad (b.h.) sin especificar el contenido de aceite.

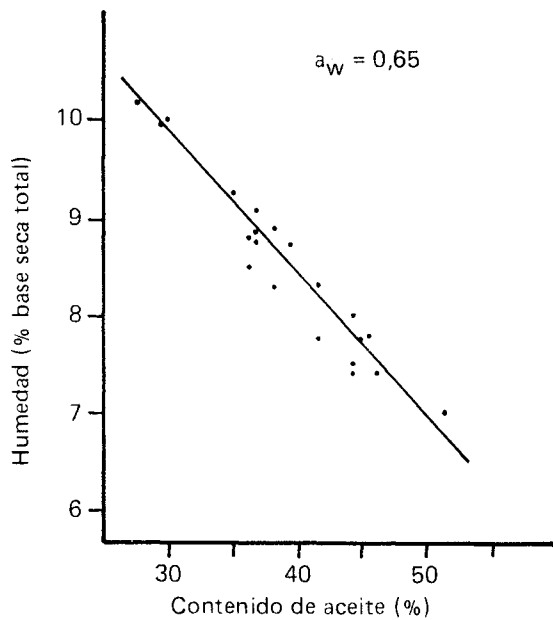


Figura 8. Humedad de equilibrio de girasol en función del contenido de aceite a 25°C y a_w de 0,65.

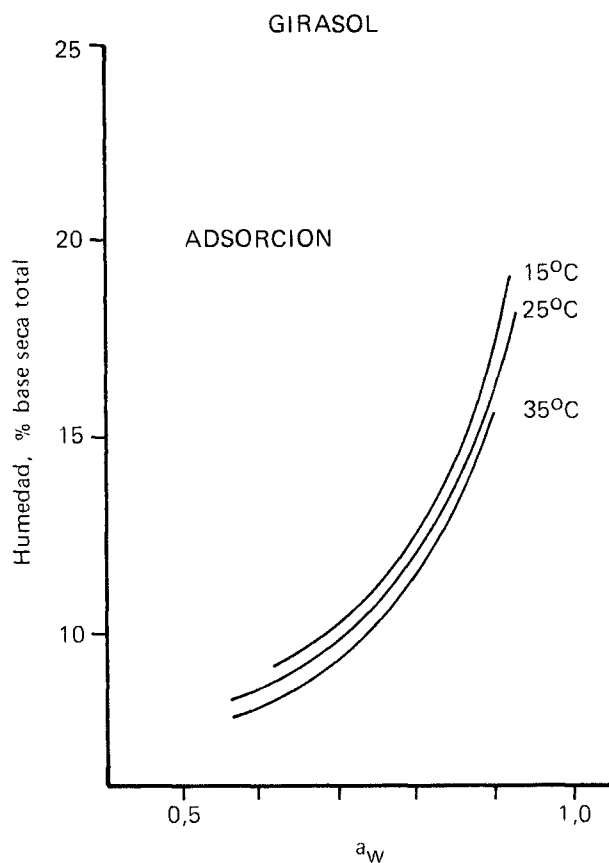


Figura 10. Isotermas de adsorción de girasol a 15°, 25° y 35°C

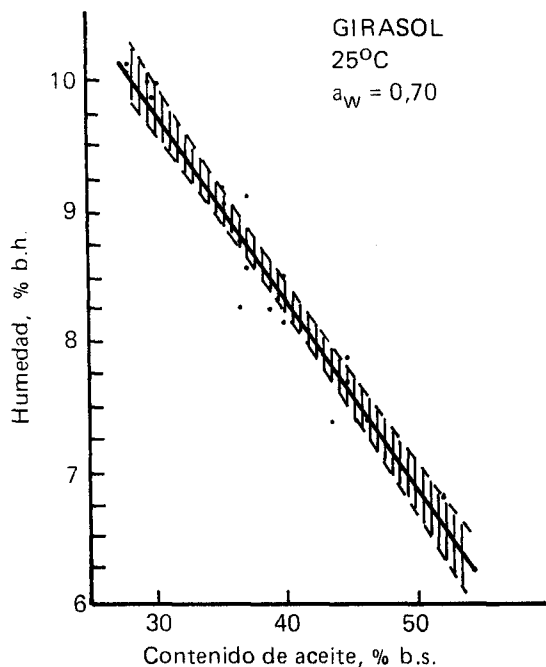


Figura 9. Humedad de equilibrio de girasol en función del contenido de aceite a 25°C y a_w de 0,70.

En el Cuadro 12 se pueden ver los valores de humedad recomendados para trigo a 25°C y en el Cuadro 13 los correspondientes a maíz.

Es interesante hacer notar que una de las prácticas menos recomendables es la mezcla de granos de distinto contenido de humedad. En la Figura 11 se observa el tiempo que tarda en equilibrarse maíz de 22,1 por ciento con maíz de 13,7 por ciento de humedad a dos temperaturas distintas (5°C y 22–25°C). A la temperatura menor el tiempo es mayor pero aún a temperaturas altas se necesitan varios días para que el material de 22,1 por ciento disminuya considerablemente su humedad.

En la Figura 12 se observa el tiempo necesario para lograr un 13 por ciento de humedad para maíz con distinto contenido de humedad inicial. Esto indica la necesidad de tener cuidado con la práctica de aireación.

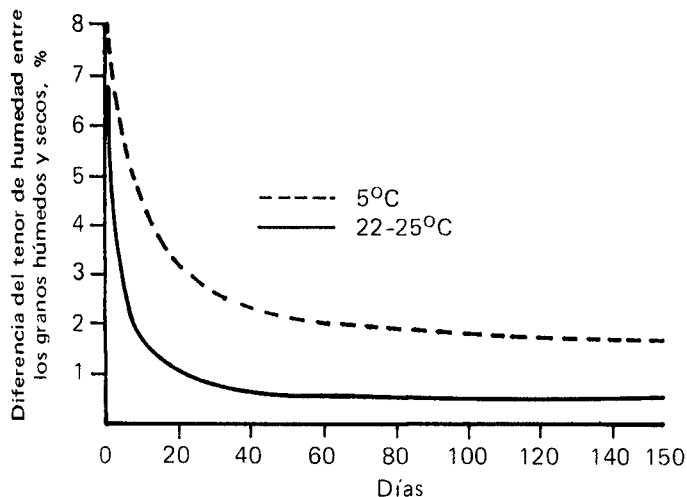


Figura 11. Tiempo necesario para equilibrar mezcla de maíz de distinto contenido de humedad a 5°C y 22-25°C.

De lo expuesto surge que varias son las medidas a tener en cuenta para prevenir la contaminación por hongos y posterior producción de micotoxinas desde el cultivo hasta el almacenamiento y como se desprende de este trabajo, es necesario conocer las particularidades de los híbridos y variedades sembradas en cada país para establecer las medidas de prevención.

CUADRO 12. Valores de humedad recomendados para almacenamiento de trigo a 25°C.

a_w	Humedad (% B.H.)
0,65	11,2
0,70	12,3
0,76	14,0

Valor de Humedad Standard (Junta Nacional de Granos, Resolución Nº 22.541/81: 14,0% B.H.).

CUADRO 13. Valores de humedad (% base humedad) recomendados para almacenamiento de maíz.

A_w	15°C	25°C	25°C				
	Híbridos comerciales		Variedades autóctonas				
			Perli-ta	Colo-rado	Den-tado blanco	Capia	Dulce
0,65	14,3	12,2	10,6	11,0	11,5	12,3	11,5
0,70	15,0	13,0	11,3	11,8	12,3	13,1	12,5

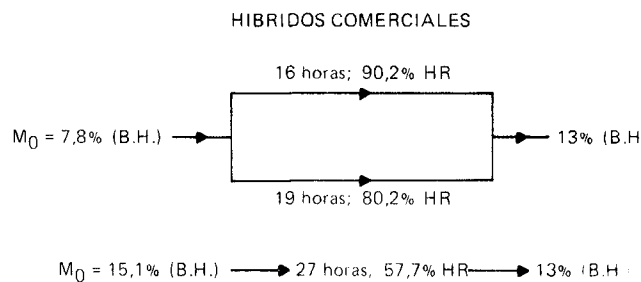


Figura 12. Híbridos comerciales de maíz. Tiempo necesario para alcanzar 13 por ciento de humedad en función de la humedad relativa del aire.

BIBLIOGRAFIA

- ABBAS, H.K.; Mirocha, C.J. and Tuite, J. (1986). Natural occurrence of deoxynivalenol, 15-acetyldeoxynivalenol, and zearalenone in refusal factor corn stored since 1972 Appl. Environ. Microbiol. 51: 841-843.
- ABBAS, H.K.; Mirocha, C.J.; Rosiles, R. and Carvajal, M. (1968). Decomposition of zearalenone and deoxynivalenol in the process of making tortillas from corn. Am. Assoc. Cereal Chem. 65: 15-19.
- ANDREWS, R.I.; Thompson, B.K. and Trenholm, H.L. (1981). A national survey of mycotoxins in Canada. J. Am. Oil Chem. Soc. 58: 989A-991A.
- BATA, A.; Lasztity, R. and Sandor, G.S. (1983). Determination of Patulin in Hungarian Apple Juice Concentrate by capillary gas chromatography. Proceedings of the International Symposium on Mycotoxins. Publishing Science Department. NIDOC, Cairo, Egypt.
- BATA, A.; Ványi, A. and Lásztity, R. (1984). Rapid analytical method for the quantitative determination of trichothecene toxins in food and feeds. Acta Veterinaria Hungárica 32: 51-56.
- BERNGNER-LANG, B.; Kächele, M. und Stengel, E. (1983). Zur Analytik von Patulin in Obstäften und obsterzeugnissen. Deutsche Lebensmittel-Rundschau 12: 400-404.
- BERTI, A.M. and Vigo, G. (1988). Informe sobre la situación de las micotoxinas en el Uruguay. Incidencia de las micotoxinas a nivel agropecuario. Seminario Latinoamericano y del Caribe sobre Micotoxinas. Buenos Aires, Argentina. 14-18 de noviembre 1988.
- BLANEY, B.J.; Moore, C.J. and Tyler, A.L. (1984). Mycotoxins and fungal damage in maize harvested during 1982 in Far North Queensland. Aust. J. Agric. Res. 35: 463-471.
- BLANEY, B. (1985). Mycotoxins in crops grown in different climatic regions of Queensland. In Trichothecenes and Other Mycotoxins. J. Lacey (Ed.) John Wiley & Sons, Great Britain.

- BOTTALICO, A.; Visconti, A.; Logrieco, A.; Solfrizzo, M. and Mirocha, J.C. (1985). Occurrence of zearalenols (Diastereomeric Mixture) in corn stalk rot and their production by associated *Fusarium* species. Appl. Environ. Microbiol. 49: 547-551.
- BREKKE, O.L.; Peplinski, A.J.; Nelson, G.E.N. and Griffin, E.L. (1975). Pilot-plant dry milling of corn containing aflatoxin. Cereal Chem. 52: 205-211.
- BRENT, K.J. (1984). Fungal diseases of plants and the effectiveness of present methods for control. Symposium of British Mycological Society. Mode of Action of Antifungal Agents. Ed. Trinci A.P.J. and Ryley J.F. British Mycological Society. Great Britain.
- BRYDEN, W.L. (1982). Aflatoxins and animal production: an Australian perspective. Food Technol. in Australia 34: 216-223.
- COLE, R.J. and Cox, R.H. (1981). Handbook of toxic fungal metabolites. Academic Press Inc., New York, U.S.A.
- CONNER, R.L. and Thomas, J.B. (1985). Genetic variation and screening techniques for resistance in soft white spring wheat. Can. J. Plant Pathol., 7: 402-407.
- CONNER, R.L. and Kuzyk, A.D. (1988). Black point incidence in soft white spring wheat in southern Alberta and Saskatchewan between 1982 and 1987. Canadian plant disease survey, 68: 27-31.
- CHRISTENSEN, C.M. 1988. "Storage Fungi". En "Food and Beverage Micology", ed. por Beuchat, L.R. AVI Publishing Co., West Port, CT.
- CLEAR, R.M. and Abramson, D. (1986). Occurrence of fusarium head blight and deoxynivalenol (vomitoxin) in two samples of Manitoba wheat in 1984. Can. Plant Dis. Surv. 66: 9-11.
- CUERO, R.G.; Lillehoj, E.B.; Kwolek, W.F. and Zuber, M.S. (1985). Mycoflora and aflatoxin in pre-harvest maize kernels of varied endosperm type. Trichothecenes and other Mycotoxins, Edited by J. Lacey, p. 109-117.
- CHELKOWSKI, J.; Golinski, P.; Manka, M.; Trojanowska, K.; Wiewiorowska, M. and Szebiotko, K. (1983). Mycotoxins in cereal grain. Part. IX: Zearalenone and *Fusaria* in wheat, barley, rye and corn kernels. Die Nahrung 27: 525-532.
- DALCERO, A.; Varsavsky, E.; Chulze, S. y Ramos, B. (1981). Hongos toxicogénicos y aflatoxinas en semillas de girasol. La alimentación latinoamericana 130: 58-62.
- DAVIS, N.D.; Currier, C.G. and Diener, U.L. (1986). Aflatoxin contamination of corn hybrids in Alabama. Cereal Chem. 63: 467-470.
- DICKENS, J.W. and Pattee, H.E. (1966). The effect of time, temperature and moisture on aflatoxin production in peanuts inoculated with toxic strain of *Aspergillus flavus*. Trop. Sci., 8: 11-22.
- DIENER, U.L. (1965). Relation of *Aspergillus flavus* invasion to maturity of peanuts at harvest. J. Alabama Acad. Sci., 36: 21.
- DIENER, V.L. y Davis, N.D. (1977). "Aflatoxin formation in peanuts by *Aspergillus flavus*", Bulletin 493, Agricultural Experiment Station, Auburn University.
- DWIVEDI, P. and Burns, R.B. (1986). The natural occurrence of Ochratoxin A and its effects in poultry A review. Part I. Epidemiology and Toxicity. WPSA J 42 32-47.
- EUGENIO, C.P.; Christensen, C.M. y Mirocha, C.J. (1970) "Factors affecting production of the mycotoxin F-2 by *Fusarium roseum*". Phytopathology 60, 1055-1057
- FAO. (1979). Serie inspección de los Alimentos N° 4. "La Vigilancia de las Micotoxinas"
- FARNOCHI, C.; Torres, A.; Rizzo, I. y Varsavsky, E. (1988). Incidencia de aflatoxinas, zearalenona y deoxinivalenol (DON) en maíz. V Congreso Argentino de Microbiología. Noviembre. Mar del Plata, Argentina.
- FERNANDEZ PINTO, V. (1986). "Estudio de factores que condicionan la producción de aflatoxinas en soja: influencia de la variedad, actividad acuosa, temperatura y tiempo de incubación", Tesis, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
- GILBERT, J.; Shepherd, M.J. and Startin, J.R. (1983) A survey of the occurrence of trichothecene mycotoxin deoxynivalenol (vomitoxin) in UK grown barley and in imported maize by combined gas chromatography-mass spectrometry. J. Sci. Food Agric. 34: 86-92.
- GONZALEZ, H.H.L.; Pollio, M.L. y Resnik, S. 1986. "Determinación de las isotermas de sorción de agua en variedades de trigo cosechadas en el país". Primer Congreso Nacional de trigo, octubre 1986. Pergamino, Argentina.
- GONZALEZ, H.H.L.; Resnik, S.L. y Vaamonde, G. (1987). "Influence of inoculum size on growth rate and lag phase of fungi isolated from Argentine corn", Int. J. Food Microbiol. 4, 111-117.
- GONZALEZ, H.H.L.; Pollio, M.L. y Resnik, S.L. 1987. "Isotermas de adsorción de agua de variedades autóctonas e híbridos comerciales de maíz". IV Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos, octubre 1987. Salta, Argentina.
- GONZALEZ, H.H.L.; Resnik, S.L. y Vaamonde, G. (1988). "Influence of temperature on growth rate and lag phase of fungi isolated from Argentine corn", Int. J. Food Microbiol. 6, 179-183.

- GRAHAM, J. (1982). The occurrence of aflatoxin in peanuts in relation to soil type and pod splitting. *Food Technology in Australia* 34: 208-212.
- HACKING, A.; Rosser, W.R. and Dervish, M.T.D. (1977). Incidence of zearalenone producing strains of *Fusarium* in barley seeds. *Ann. Nutr. Alim.* 31: 557-562.
- HAGLER, W.M.; Tyczkowska, K. and Hamilton, P.B. (1984). Simultaneous occurrence of deoxynivalenol, zearalenone and aflatoxin in 1982 scabby wheat from the Midwestern United States. *Appl. Environ. Microbiol.* 47: 151-154.
- HEATH, M.C. (1987). Evolution of plant resistance and susceptibility to fungal invades. *Can. J. of Plant. Pathol.*, 9: 389-397.
- HEATHCOTE, J.G. and Hibbert, J.R. (1978). Aflatoxins: chemical and biological aspects. Elsevier Scientific Publ. Company The Netherlands.
- HESELTIME, C.W.; Shotwell, O.L.; Kwolek, W.F.; Lillehoj, E.B.; Jackson, W.K. and Bothast, R.J. (1976). Aflatoxin occurrence in 1973 corn at harvest. II. Mycological studies. *Mycologia* 68: 341-353.
- HESELTIME, C.W.; Rogers, R.F. and Shotwell, O. (1978). Fungi, especially *Giberella Zeae*, and zearalenone occurrence in wheat. *Mycologia* 70: 14-18.
- HILL, R.A.; Blankenship, P.D.; Cole, R.J. and Sanders, T.H. (1983). Effects of soil moisture and temperature on pre-harvest invasion of peanut by the *Aspergillus flavus* group and subsequent aflatoxin development. *Applied and Environmental Microbiology*, 628-633.
- HILL, R.A.; Willson, D.M.; Mc Millian, W.W.; Widstrom, N.N.; Cole, R.J.; Sanders, T.H. and Blankenship, P.D. (1985). Ecology of the *Aspergillus flavus* group and aflatoxin formation in maize and groundnut. *Trichothecenes and other Mycotoxins*, Edited by J. Lacey, p. 79-95.
- HROGH, P.; Hald, B. and Jonas Pedersen, E. (1973). Occurrence of Ochratoxin A and citrinin in cereals associated with mycotoxic porcine nephropathy. *Acta Path. microbiol. Section B* 81: 689-695.
- ILAG, L.L. and Juliano, B.O. (1982). Colonization and aflatoxin formation by *Aspergillus* sp on brown rices differing in endosperm properties. *J. Sci. Food Agric.*, 33: 97-102.
- JARVIS, B. (1971). Factors affecting the production of mycotoxin. *J. Appl. Bact.*, 34: 199-213.
- JELINEK, C.F. (1987). "Distribución de las micotoxinas: análisis de los datos mundiales sobre productos básicos, incluidos los datos del Programa Conjunto Internacional FAO/OMS/PNUD sobre vigilancia de la contaminación de los alimentos". Segunda Conferencia Internacional Mixta FAO/OMS/PNUMA sobre Micotoxinas, Bangkok, Tailandia, 28 de septiembre-3 de octubre de 1987.
- JEMMALI, M. (1973). Presence d'un facteur oestrogenique d'origine fongique la zearalenone ou F-2 comme contaminant naturel, dans du maïs. *Ann. Microbiol. (Inst. Pasteur)* 124B: 109-114.
- JOFFE, A.Z. (1986). Effects of Fusariotoxins in humans. In: John Wiley & Sons (Ed.) *Fusarium Species: Their biology and toxicology*. A. Wiley Interscience Publ. New York, U.S.A.
- JONES, R.K. (1983). Minimizing the impact of corn aflatoxin. *Plant Disease* 67: 1297-1298.
- KAMIMURA, H.; Nishijima, M.; Yasuda, K.; Saito, K.; Ibe A.; Nagayama, T.; Ushiyama, H. and Naoi, Y. (1981). Simultaneous detection of several *Fusarium* mycotoxins in cereals, grains and foodstuffs. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 64: 1067-1073.
- KETRING, D.L.; Benedict, C.R. and Yeager, M. (1976). Growing season and location effects on water uptake and drying rates of peanuts seeds (*Arachis hypogaea* L.) from genotypes resistant and susceptible to invasion by *Aspergillus flavus* Lk. ex Fr. *Agron. Journal*, 68: 661-665.
- KLICH, M.A. (1987). Ecology and epidemiology relation of plant water potential at flowering to subsequent cottonseed infection by *Aspergillus flavus*. *Phytopathology*, 77: 739-741.
- KLUG, C. (1986). Determination of Ergot Alkaloids in Foodstuffs. Doctor Thesis. *Mycotoxin Research* 3: 45.
- KROGH, P. (1987). *Mycotoxins in Foods*. Academic Press, New York, U.S.A.
- KUBACHI, S.J. (1986). The analysis and occurrence of patulin in apple juice. Steyn, P.S. and Vleggaar (Eds.). *Mycotoxins and Phycotoxins*. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. 1: 293-304.
- LACEY, J. (1985). *Trichothecenes and other mycotoxins*. Proceedings of the International Symposium held in Sidney, Australia 1984. Ed. John Wiley & Sons.
- LACEY, J. (1985). "Trichothecenes and other mycotoxins" John Wiley & Sons Ltd.
- LACEY, J. (1986). "Factors affecting mycotoxin production". In P.S. Steyn and R. Vleggaar (Eds.). *Mycotoxins and Phycotoxins*, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.
- LEIBETSEDER, J.; Böhm, J.; Abdelhamid, A.M. und Noonpugdee, C.H. (1985). Natural occurrence of mycotoxins in Austria. Sixth International Symposium on Mycotoxins and Phycotoxins IUPAC, Pretoria, Republic of South Africa.

- LILLEHOJ, E.B. (1983). Effect of Environmental and cultural factors on aflatoxin contamination of Developing corn kernels. In "Aflatoxin and *Aspergillus Flavus* in corn. Diener U.L., Ed. Southern Cooperative Series Bulletin 279.
- McDONALD, D. and Harkness (1964). Growth of *Aspergillus flavus* and production of aflatoxin in groundnuts. IV Crop Sci., 6: 12-27.
- MAGAN, N. y Lacey, J. (1984). "The effect of water activity, temperature and substrate on interactions between field and storage fungi", Trans. Brit. Mycol. Soc. 82, 83-93.
- MANABE, M. and Tsuruta, O. (1978). Geographical distribution of aflatoxin producing Fungi inhabiting in Southeast Asia. J. Arq. 12: 206-209.
- MARASAS, W.F.O.; van Rensburg, S.J. and Mirocha, C.J. (1979). Incidence of *Fusarium* species and the mycotoxins deoxynivalenol and zearalenone in corn produced in esophageal cancer area in Transkei. J. Agric. Food Chem. 27: 1108-1112.
- MARTINEZ, J.A. (1988). Flora fúngica e incidencia de algunas micotoxinas en alimentos y piensos en Venezuela. Seminario Latinoamericano y del Caribe sobre Micotoxinas. Buenos Aires, Argentina. 14-18 de noviembre de 1988.
- MARTINO DE ARCE, C. (1988). Incidencias de micotoxinas en productos agrícolas del Paraguay. Seminario Latinoamericano y del Caribe sobre Micotoxinas. Buenos Aires, Argentina. 14-18 de noviembre de 1988.
- MIROCHA, C.J.; Pathre, S.V. and Behrens, J. (1976). Substances interfering with the gas-liquid chromatographic determination of T-2 mycotoxin. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 59: 221-223.
- MIXON, A.C. and Rogers, K.M. (1975). Factors affecting *Aspergillus flavus* Lk. ex Fr. colonization of resistant and susceptible genotypes of *Arachis hypogaea* L. Peanut Sci., 2: 18-22.
- MIXON, A.C. and Rogers, K.M. (1973). Peanut accessions resistant to seed infection by *Aspergillus flavus*. Agron. Journal, 65: 560-562.
- MONTANI, M.L.; Vaamonde, G.; Resnik, S.L. y Buera, M.P. (1988). "Influence of water activity and temperature on the accumulation of zearalenone in corn", Int. J. Food Microbiol. 6, 1-8.
- MONTANI, M.L.; Vaamonde, G. Resnik, S.L. y Buera, P. (1988). "Temperature influence on *Penicillium citrinum* Thom growth and citrinin accumulation kinetics", Int. J. Food. Microbiol., en prensa.
- MONTANI, M.L.; Vaamonde, G.; Resnik, S.L. y Buera, P. (1988). "Water activity influence on aflatoxin accumulation in corn". Int. J. Food Microbiol. 6, 349-353.
- MYCOTOXINS: A CANADIAN PERSPECTIVE (1985). Scott, P.M.; Trenholm, H.L. and Sutton, M.P. (Eds.). NRCC Publication N° 22.848 of the Environmental Secretariat National Research Council of Canada.
- NEPOTE, M.; Saubois, A. y Basílico, J.C. (1988). Incidencia de micotoxinas en maíz proveniente de un molino harinero de la ciudad de Santa Fe. V Congreso Argentino de Microbiología. Noviembre. Mar del Plata, Argentina.
- NORTHOLT, M.D.; van Egmond, H.P. y Paulsch, W.E. (1978). "Patulin production by some fungal species in relation to water activity and temperatura", J. Food Prot. 41, 885-890.
- NORTHOLT, M.D.; van Egmond, H.P. y Paulsch, W.E. (1979). "Ochratoxin A production by some fungal species in relation to water activity and temperature" J. Food Prot., 42: 485-490.
- NORTHOLT, M.D.; van Egmond, H.P. y Paulsch, W.E. (1979). "Penicillic acid production by some fungal species in relation to water activity and temperature". J. Food Prot. 42: 476-484.
- NORTHOLT, M.D. and Bullerman, L.B. (1982). Prevention of mold growth and toxin production through control of environmental conditions. J. of Food Protection, 45: 519-526.
- OLIVER, J.E. and Hidore, J.J. (1984). Regionalization of the climatic environments. In Climatology Charles E. Merrill Publishing Company. Bell & Howell Company Columbus U.S.A.
- OSBORNE, B.G. and Willis, K.H. (1984). Studies into the occurrence of some trichothecene mycotoxins in U.K. home-grown wheat and imported wheat. J. Sci. Food Agric. 35: 579-583.
- PANASENKO, V.T. (1967). Ecology of microfungi. The Botanical Review, 33: 189-215.
- PAYNE, G.A.; Cassel, D.K. and Adkins, C.R. (1986). Reduction of aflatoxin contamination in corn by irrigation and tillage. Phytopathology, 76: 679-684.
- PETIT, R.E.; Taber, R.A.; Schroeder, H.W. and Harrison, A.L. (1971). Influence of fungicides and irrigation practice on aflatoxin in peanuts before digging. Appl. Microbiol., 22: 629-634.
- PETIT, R.E.; Taber, R.A.; Ives, P.J.; Thurston, E.L.; Smith, O.D. and Boswell, T.E. (1976). Peanuts pods: structural differences among cultivars and revealed by scanning electron microscopy. In: Proceedings of Scanning Electron Microscopy Workshop, Om Johari (Ed.) Vol. II, 506-512.
- PETIT, R.E.; Taber, R.A.; Smith, O.D. and Jones, B.L. Reduction of mycotoxin contamination in peanuts through resistant variet development. Texas Agricultural Experiment Station, College Station, Texas 77843.

- POLLIO, M.L.; Chirife, J. y Resnik, S. 1984. "Adsorption isotherms of Argentine varieties of sunflower seeds". Zeit. Lebensm. Techn. u. Verfahrens, 6.
- POLLIO, M.L. 1985. "Determinación de las isoterms de sorción de agua en híbridos y variedades nacionales de girasol y soja con referencia a la prevención del desarrollo de hongos durante el almacenamiento". Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
- POLLIO, M.L.; Resnik, S. and Chirife, J. 1987. "Water sorption isotherms of soybeans varieties grown in Argentina". Int. J. Food Sci. and Technol. 22 (4).
- PROTECTION AGAINST TRICHOPECENE MYCOTOXINS. (1983). National Academic Press, Washington, D.C. U.S.A.
- REISS, J. (1978). Mycotoxins in foodstuffs. XII. The influence of the water activity (a_w) of cakes on the growth of moulds and the formation of Mycotoxins. Lebensm. Unters. Forsch. 167: 419-422.
- RESNIK, S.L. 1988. Almacenamiento de granos. Prevención de la contaminación por hongos y micotoxinas. Seminario Latinoamericano y del Caribe sobre Micotoxinas, 14 al 18 de noviembre de 1988, Buenos Aires, Argentina.
- RESNIK, S. (1988). Situación del problema de las micotoxinas en la República Argentina. Seminario Latinoamericano y del Caribe sobre Micotoxinas. Buenos Aires, Argentina. 14-18 de noviembre de 1988.
- REVELLE, R. (1985). Toxins in the human food system. Basic Life Sci. 34: 11-26.
- RICHARDSON, K.E.; Hagler, W.M.; Campbell, C.L. and Hamilton, P.B. (1985). Production of zearalenone, T-2 toxin, and deoxynivalenol by *Fusarium* spp. isolated from plant materials grown in North Carolina. Mycopathology 90: 155-160.
- RIET, F. and Rubino, M.C. (1988). Impacto de las micotoxinas en la salud animal en el Uruguay. Seminario Latinoamericano y del Caribe sobre Micotoxinas. Buenos Aires, Argentina. 14-18 de noviembre de 1988.
- SABINO, M. (1988). Incidencia de micotoxinas no Brasil: suas implicacoes e programe de controle. Seminario Latinoamericano y del Caribe sobre Micotoxinas. Buenos Aires, Argentina. 14-18 de noviembre de 1988.
- SAITO, M.; Kawasugi, K.; Siriacha, D.; Tsuruta, O.; Buangsuwon, D.; Goto, T.; Manabe, M. and Panawas, K. 1986. Distribution of *Aspergillus flavus* in the maize fields and drying facilities in Thailand an examination in fryseason. Proc. JPN. Assoc. Mycotoxicol. 24: 35-39.
- SAUBOIS, A., Pereyra, M.A.; Lurá, M.C.E. y Basílico, J.C. (1988). Incidencia de aflatoxinas y zearalenona en maíz y subproductos. V Congreso Argentino de Microbiología. Noviembre. Mar del Plata, Argentina.
- SCOTT, P.M. (1978). Mycotoxins in foods and ingredients and their origin. J. Food Prot. 41: 385-398.
- SHOTWELL, O.L., Kwolek, W.F. and Hesseltine, C.W. (1981). Aflatoxin in freshly harvest 1979 Georgia corn and formation after collection. J. Am. Oil Chem. Soc 58: 980A-983A.
- SHOTWELL, O.L.; Bennett, G.A.; Goulden, M.L.; Plattner R.D. and Hesseltine, C.W. (1980). Survey for zearalenone, aflatoxin and ochratoxin in U.S. grain sorghum from 1975 to 1976 crops. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 63: 922-926.
- SHOTWELL, O.; Bennet, G.A.; Stubblefield, R.D.; Shannon G.M.; Kwolek, W.B. and Plattner, R.D. (1985). Deoxynivalenol in hard red winter wheat: relationship between toxin levels and factors that could be used in grading. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 68: 954-957.
- SMITH, J.E. y Moss, M.O. (1985). Mycotoxins. Formation analysis and significance. John Willey & Sons Ltd.
- SNYDER, A.P. (1986). "Qualitative, quantitative and technological aspects of the trichothecene mycotoxins" J. Food. Prot. 49: 544-569.
- STAHR, H.M.; Kraft, A.A. and Schuh, K.M. (1979) The determination of T-2 toxin, diacetoxyscirpenol, and deoxynivalenol in foods and feeds. Appl. Spectros, 33: 294-297.
- SUTTON, J.C. (1982). Epidemiology of wheat head blight and maize ear rot caused by *Fusarium graminearum*. Can. J. Plant. Pathol. 4: 195-209.
- SZEBIOTKO, K.; Chelkowski, J.; Dopierala, G.; Godlewska, B. and Radomska, W. (1981). Mycotoxins in cereal grain. Part I. Ochratoxin citrinin, sterigmatocystin, penicillic acid and toxigenic fungi in cereal grain. Nahrung 25: 415-421.
- TABER, R.A.; Petit, R.E.; Benedict, C.R.; Dieckert, J.W. and Ketring, D.L. (1973). Comparison of *Aspergillus flavus* tolerant and susceptible peanut lines. I Light microscope investigation. J. Amer. Peanut Res. Educ. Assoc., 5: 206.
- TANAKA, T.; Hasegawa, A.; Matsuki, Y.; Matsui, Y.; Lee, U.S. and Ueno, Y. (1985). Co-contamination of the *Fusarium* mycotoxins, nivalenol, deoxynivalenol and zearalenone, in scabby wheat grains harvested in Hokkaido, Japan. J. Fd. Hyg. Soc. 26: 519-522.
- TANAKA, T.; Hasegawa, A.; Matsuki, Y. and Ueno, Y. (1985). A survey of the occurrence of nivalenol, deoxynivalenol and zearalenone in foodstuffs and health foods in Japan. Foods Add. Contam. 2: 259-265.

- TANAKA, T.; Hasegawa, A.; Matsuki, Y.; Lee, U.S. and Ueno, Y. (1985). Rapid and sensitive determination of zearalenone in cereals by high-performance liquid chromatography with fluorescence detection. *J. Chromatogr.* 328: 271-278.
- TANAKA, T.; Hasegawa, A.; Matsuki, Y.; Lee, U. and Ueno, Y. (1986). A limited survey of *Fusarium* mycotoxins nivalenol, deoxynivalenol and zearalenone 1984 U.K. harvest wheat and barley. *Food Add. Contam.* 3: 247-252
- TANAKA, T., Hasegawa, A.; Yamamoto, S., Sugiura, Y. and Ueno, Y. (1988). A case report on a minor contamination of nivalenol in cereals harvested in Canada. *Mycopathologia* 101: 157-160.
- TANTAOUI-ELARAKI, A.; Le Tutour, B.; Bouzid, M. et Keddani, M.J. (1983). Contamination des olives noires "fagon grece" par les spores d'*Aspergillus* toxinogenes et leurs toxines. *Industries Alimentaires et Agricoles* 997-1.000.
- TANTAOUI-ELARAKI, A. et Le Tutour, B. (1985). Contamination eventuelle des olives et derives par les mycotoxines: le point. *Oleagineux* 40: 451-454.
- TSHII, K., Kobayashi, J.; Ueno, Y. and Ichinoe, M. (1986). Occurrence of trichothecin in wheat. *Appl. Environ. Microbiol.* 52: 331-333.
- THIEL, P.G.; Meyer, C.J. and Marasas, W.F.O. (1982). Natural occurrence of moniliformin together with deoxynivalenol and zearalenone in Transkei corn. *J. Agric. Food Chem.* 30: 308-312.
- UENO, Y.; Lee, U.S.; Tanaka, T.; Hasegawa, A. and Strzelecki. (1985). Natural co-occurrence of nivalenol and deoxynivalenol in polish cereals. *Microbiologie-Aliments-Nutrition* 3: 321-326.
- UENO, Y. (1985). Trichothecenes as environmental toxicants. *Korean J. of Toxicology* 1: 1-15.
- UENO, Y., Lee, U.S.; Tanaka, T.; Hasegawa, A. and Matsuki, Y. (1986). Examination of chinese and U.S.S.R. cereals for the *Fusarium* mycotoxins, nivalenol, deoxynivalenol and zearalenone. *Toxicon* 24: 628-621.
- UENO, Y. (1986). Trichothecenes and environmental toxicants. En Hodgson, E. (Ed.): *Environmental Toxicology*, Elsevier, New York, U.S.A.
- UENO, Y.; Tanaka, T.; Hasegawa, A.; Hu, Z.H. and Xu, D.D. (1986). Deoxynivalenol, nivalenol and zearalenone in scabby, wheat from Shanghai, China, *J. Fd. Hyg. Soc.* 27: 180-182.
- UENO, Y. (1983). Trichothecenes: chemical, biological and toxicological aspects. *Development in Food Science series N° 4*. Elsevier Scientific Publishers, New York.
- UENO, Y. and Tanaka, T. (1987). Worldwide occurrence of *Fusarium* mycotoxins in cereals and foods. Joint FAO WHO/UNEP Second International Conference on Mycotoxins. Bangkok, Thailand, 28 september - 3 october 1987.
- VAAMONDE, G. (1978). "Estudio del comportamiento de diferentes variedades de maní en relación a la producción de aflatoxinas por *Aspergillus parasiticus*". Tesis Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
- VARSAVSKY, E.; Sommer, S. y Cabrera, A.L. (1973). Aflatoxinas: su detección en maní y suelos de la Provincia de Córdoba. *Rev. Asoc. Arg. de Microb.* V 3-6
- VARSAVSKY, E.; Chulze, S.; Rizzo, I. y Dalcerio, A. (1983). Presencia de aflatoxinas en semillas de girasol. *Proceedings of the International Symposium on Mycotoxins*. Mycotoxin Symposium National Research Center, Cairo, Egypt.
- VARSAVSKY, E.; Vaamonde, G. y Resnik, S.L. (1985). *Micotoxinas: Panorama actual en la República Argentina*. SECyT.
- VESELA, D.; Vesely, D. and Jelinek, R. (1978). A finding of ochratoxin A in fooder barley. *Vet. Med. (Prague)* 23: 431-436.
- VESONDER, R.F.; Ciegler, A., Rogers, R.F.; Burbridge D.A.; Bothast, R.J. and Jensen, A.H. (1978). Survey of 1977 crop year preharvest corn for vomitoxin. *Appl Environ. Microbiol.* 36: 885-888.
- VISCONTI, A.; Chelkowski, J. and Bottalico, A. (1986). Deoxynivalenol and 3-acetyldeoxynivalenol mycotoxins associated with wheat head fusariosis in Poland. *Mycotoxin Research* 2: 59-64.
- VON BAUER, J.; Gareis, M. und Gedek, B. (1984). Zum Nachweis und Vorkommen von Ochratoxin A bei Schlachtschweinen. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 97: 279-283.
- VON NOONPUGDEE, C.H.; Böhm, J.; Abdelhamid, A.M. Leibetseder, J. und Schuh, M. (1986). Über das Vorkommen von Desoxynivalenol (vomitoxin, DON) in Futtermitteln für Österreichische Nutztierbestände im Zeitraum von 1979 bis 1985. *Die Bodenkultur* 1: 87-94
- VON THALMAN, A.; Matzenauer, S. and Gruber-Schley, S. (1985). Untersuchungen über das Vorkommen von Fusarientoxinen in ge eide. *Berichte über Landwirtschaft* 63: 257-272.
- YOUSEF, A.E. y Marth, E.H. (1983). "Kinetics of aflatoxin biosynthesis by *Aspergillus parasiticus* in the presence of N-palmitoyl-L-lysyl-L-lysine-ethyl- ester dihydrochloride or dichlorvos", *Biotechnol, Bioeng.* 25: 671-685.