

85
2e1



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

MICROBIOTA DE CEREALES PARA DESAYUNO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
BIOLOGO

P R E S E N T A

MARIA DE JESÚS HERNÁNDEZ DEL ÁNGEL



DIRECTOR DE TESIS: DRA. GENOVEVA GARCÍA AGUIRRE

1998



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION PROFESIONAL

958081



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

MICROBIOTA DE CEREALES PARA DESAYUNO

realizado por MA DE JESUS HERNANDEZ DEL ANGEL

con número de cuenta 7009600-8 , pasante de la carrera de BIOLOGIA

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis
Propietario DRA GENOVEVA GARCIA AGUIRRE
Propietario DRA. MA. ANA FERNANDEZ ALAMO
Propietario M. EN C. REBECA MARTINEZ FLORES
Suplente DRA. PATRICIA LAPPE OLIVERAS
Suplente DR. TEOFILO HERRERA SUAREZ

Genoveva Garcia A.

Ma. Ana Fernandez Alamo

Rebeca Martinez Flores

Patricia Lappe O.

T. Herrera
FACULTAD DE CIENCIAS
U. N. A. M.

Consejo Departamental de Biología

M. EN C. ALEJANDRO MARTINEZ MENA

DEPARTAMENTO

AGRADECIMIENTOS

- A la Dra. Genoveva García Aguirre por sus valiosas aportaciones y su inagotable paciencia en el desarrollo y dirección de esta tesis.
- A los integrantes del jurado: Dra. Patricia Lappe, Dra. Ma. Ana Fernández, Dr. Teófilo Herrera, M. en C. Rebeca Martínez.
- A las autoridades del Instituto de Biología de la UNAM y en especial a las del Laboratorio de Micología por la oportunidad que me brindaron para la realización del trabajo de tesis.
- A los M. en C. Calixto León Gómez y Alberto Ocaña Luna por la ayuda incondicional que siempre me brindaron.

¡¡ GRACIAS MIL!!

INDICE

INTRODUCCION	1
OBJETIVOS.....	6
MATERIALES Y METODOS.....	7
RESULTADOS Y DISCUSION.....	11
CONCLUSIONES.....	17
LITERATURA CITADA.....	18

MICROBIOTA DE CEREALES PARA DESAYUNO

INTRODUCCIÓN

Los cereales son definidos como plantas cuya semilla, reducida a harina, sirve para la alimentación del hombre y de los animales domésticos; en esta definición se incluyen principalmente gramíneas pero también poligonáceas (Font Quer, 1977). Los cereales usados en el presente trabajo son producto de la industrialización de gramíneas solamente.

Los cereales de mayor consumo humano son: arroz (*Oryza sativa* L.), trigo (*Triticum vulgare* L., *T. durum* Desf. Fl. y *T. compactum* Host), maíz (*Zea mays* L.), avena (*Avena sativa* L., *A. sterilis* L. y *A. strigosa* Vogler), centeno (*Secale cereale* L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.), de los que se obtienen, por diversos procesos industriales, harinas, pastas, galletas, cervezas y otras bebidas, entre otros, así como los llamados cereales para desayuno (Scade, 1957).

Charley (1982) señala que la composición de los cereales en general es de 75% de carbohidratos, 10% de proteínas, 2% de grasas y de 1 a 2 % de cenizas. El principal carbohidrato es el almidón y después la celulosa; pueden contener además, hierro y fibra. Meredith y Caster (1984) analizaron el contenido de aminoácidos en cereales para desayuno y encontraron que los más importantes eran el ácido glutámico y el ácido aspártico.

La industria de los cereales empacados como alimento para desayuno surgió en 1860, como resultado del deseo de los Adventistas del Séptimo Día de evitar el consumo de productos animales. En esa época organizaron el Western Health Reform Institute en Battle Creek, Michigan, al que rebautizaron posteriormente como el Battle Creek Sanitarium. James Jackson de Dansville, Nueva York, produjo un alimento a base de harina integral de cereales que fue horneada en forma de láminas delgadas,

posteriormente quebradas en trozos más pequeños y estos a su vez fueron molidos y horneados nuevamente. J.H. Kellogg's, de Battle Creek, Mich. hizo galletas de un par de centímetros de grueso, las cuales se secaron, tostaron, molieron y empaquetaron. Posteriormente C.W. Post, paciente del Sanitarium, evaluó las posibilidades de este negocio y lo inició con un criterio completamente diferente al concepto sanitario original. W.H. Kellogg's, hizo lo mismo y así surgió la industria de los alimentos para desayuno. Actualmente son muchas las compañías productoras de cereales para desayuno y las presentaciones de estos son muy variadas, existiendo: hojuelas, granulados, tiras y formas infladas, cuyos sabores se deben al tostado o a la adición de azúcar y saborizantes. Estos cereales generalmente son enriquecidos con vitaminas y minerales, y constituyen un alimento básico importante en el desayuno (Hemingway, 1973).

En el mercado mexicano podemos encontrar varias firmas comerciales que venden este tipo de productos. Entre las más conocidas están: Kellogg's, de origen norteamericano, cuyas presentaciones son: corn flakes, zucarcitas, corn pops, donitas, fruti lupis, choco krispis y rice krispis. Las compañías nacionales son, Productos Maizoro y Productos Natural, que tienen presentaciones similares a las mencionadas.

Debido a la simplicidad de su preparación en el hogar y a la tremenda propaganda de que son objeto, estos cereales procesados son consumidos en grandes volúmenes, especialmente por la población infantil. Por lo anterior, y debido a que por su naturaleza y origen pueden contaminarse con mohos, algunos de los cuales bajo determinadas circunstancias son capaces de producir micotoxinas dañinas para los consumidores, se propuso estudiar la micobiota asociada a estos productos.

Los hongos relacionados con los alimentos pertenecen a los zigomicetos, deuteromicetos ascomicetos y en muchas ocasiones inducen el deterioro de dichos productos, que consiste en la alteración de sus propiedades organolépticas (sabor, textura, color, olor, apariencia, etc) o en la contaminación con micotoxinas (Beneke y Stevenson, 1978). Los géneros de hongos que con mayor frecuencia se aíslan de granos y semillas son:

Alternaria, Botrytis, Cephalosporium, Cladosporium, Fusarium, Geotrichum, Helminthosporium, Monilia, Neurospora, Mucor, Penicillium, Rhizopus, Sporotrichum, Thamnidium, Aspergillus y Chaetomiium (Christensen, 1975; Roberts y Boothroyd, 1975).

Los mohos que contaminan los granos han sido clasificados en hongos de campo y hongos de almacén y pueden invadir los granos tanto cuando se están formando en el campo, como durante su cosecha, transporte, almacenamiento y utilización (Christensen y Kaufmann, 1969; Davis *et al.*, 1980). Los hongos de campo son aquellos que tienen requerimientos de humedad relativa alta, alrededor de 90% y son fácilmente encontrados en los granos en el período de formación o maduración. Estos hongos pueden continuar creciendo en los granos durante su transporte y almacenamiento pero sus poblaciones van disminuyendo al pasar el tiempo. Conforme disminuye el contenido de humedad del grano y/o la humedad relativa, se desarrollan los llamados hongos de almacén, que son los que provocan la mayoría de las pudriciones o deterioro de los granos y semillas después de la cosecha y durante su transporte y almacenamiento. Estos hongos tienen requerimientos de humedad más bajos que los anteriores, 70 a 90%, condiciones que se encuentran con frecuencia en los granos almacenados (Christensen, 1975).

La presencia de algunas especies de los diversos géneros de hongos causantes de pudriciones tanto en el campo en mazorca, espiga, panoja, etc. o durante la cosecha, transporte o almacenamiento de los granos y semillas es muy importante debido a que, además del biodeterioro que ocasionan, el cual se manifiesta por pérdida de calidad y cantidad de estos productos, algunas especies producen las llamadas micotoxinas, que son metabolitos secundarios que se acumulan en los sustratos en los que se desarrollan los mencionados hongos. Las micotoxinas pueden causar diversos problemas sanitarios al ser consumidas por el hombre o por los animales (Stoloff, 1976).

Entre las micotoxinas mejor conocidas están las aflatoxinas, ocratoxinas, zearalenona, fumonisinas y tricotecenos que son producidas por especies como: *Aspergillus flavus*

Link, *A. ochraceus* Wilhelm, *Fusarium graminearum* Schwabe, *F. roseum* Link, *F. tricinctum* Corda, *F. oxysporum* Schlecht, *F. moniliforme* Sheldon, *Penicillium citrinum* Thom, *P. claviforme* Bain, *P. puberulum* Bain entre otras (Christensen, 1975; Davis y Diener, 1975).

Entre los cereales que han sido encontrados contaminados con micotoxinas están arroz, avena, cebada, maíz, trigo y centeno (Stoloff, 1976) . Los problemas inducidos por las micotoxinas pueden ser causados tanto por ingestión como por contacto, aunque este último no ha sido reportado en granos sino en pajas. En 1960 en Inglaterra murieron cien mil pavitos que habian sido alimentados con harina de cacahuate contaminado con *Aspergillus flavus*, incidente que condujo al descubrimiento de las aflatoxinas. La importancia y espectacularidad de dicho evento, aunado a consideraciones de tipo nutricional y social propició el estudio sistemático de las micotoxinas (Lancaster *et al.*, 1961;Stoloff,1976) realizándose investigaciones con enfoques toxicológicos, epidemiológicos, químico analíticos, etc. Algunos estudios experimentales demuestran que los efectos tóxicos de las aflatoxinas, las más conocidas de las micotoxinas, son más dramáticos en animales jóvenes que en adultos y más en los machos que en las hembras y son intensificados por algunas formas de desnutrición (Wogan, 1968). Se ha determinado que algunas micotoxinas son los agentes causales de diversos tipos de cáncer en los animales de laboratorio y además pueden causar lesiones o degeneraciones de diversos órganos como intestinos, riñón, hígado y de sistema nervioso. Las aflatoxinas se han correlacionado con la alta incidencia, en algunos grupos humanos, de cirrosis en niños desnutridos.(Amla y Kamala, 1971). Los efectos tóxicos producidos por sustancias como la zearalenona son anormalidades y degeneraciones del sistema genital del cerdo, lo que se conoce como síndrome estrogénico. (Amla y Kamala, 1971; Sargeant *et al.*,1961) (Tabla 1).

Tabla 1. Daños causados por algunas micotoxinas

TOXINA	ORGANO QUE DAÑA	LESIONES
Aflatoxinas	hígado	tumores
Ocratoxinas	riñón, túbulos renales	tumores
Citrinina	riñón	degeneración y necrosis del epitelio tubular
Tricotecenos	intestino, hueso	vómito, necrosis del tejido
Zearalenona	vagina	vulvovaginitis
Fumonisinias	pulmón, esófago	edema pulmonar, cáncer esofágico

Debido a que las especies de los mohos aisladas de los llamados cereales para desayuno son similares a las que han sido encontradas en los granos con los que son elaborados, y a que la actividad de agua (aa) de ambos tipos de productos es similar (Corry, 1978), es posible que los problemas de biodeterioro y de producción de micotoxinas sean similares en ambos tipos de sustratos (Pohland y Wood , 1987).

OBJETIVOS

Debido a que los cereales para desayuno son consumidos de manera amplia y generalizada en México, no solamente para desayunar sino inclusive como golosinas, el objetivo del presente trabajo fue realizar un estudio preliminar para conocer las especies de hongos, particularmente aquellas con capacidad micotoxígena reportada, determinar su incidencia en este tipo de alimentos y de manera estimativa, el posible riesgo sanitario que su presencia pudiese representar

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras. En la tienda Conasupo de Villa Olímpica en Tlalpan, D.F., se compraron las muestras de los diferentes cereales, de las marcas comerciales y presentaciones más comunes que se enlistan en la tabla 2.

Tabla 2. Marcas, nombres y presentaciones de los diferentes cereales para desayuno

Cereal base	Marcas y nombres comerciales		
	Maizoro	Kellogg's	Natural
Maíz	Corn flakes	Corn flakes	
	(hojuelas)	(hojuelas)	
	Azucarados	Zucaritas	
	(hojuelas)	(hojuelas)	
	Esponjados	Corn pops	
	(burbujas)	(burbujas)	
	Nevados		
	(burbujas)		
	Chocomaizoro		
	(hojuelas)		
Trigo		Smak	
		(hojuelas)	
Arroz	Raicisa(inflado)	Rice krispis	Hojuelas
	Raicisa con azúcar(inflado)	Choco krispis	
	Raicisa con chocolate(inflado)		
Avena		Donitas	
Maíz y trigo		Fruti-lupis(lazos)	
Centeno			Hojuelas
Cebada			Hojuelas

Determinación de la micobiota. Para determinar las especies de hongos y su porcentaje, se colocaron 25 piezas de cada cereal en cajas de Petri con medio de cultivo malta, sal, agar, 2,6,2 % (MSA) y papa, dextrosa, agar (PDA), por duplicado. El primero es un medio de alta concentración osmótica, por lo que es utilizado para aislar hongos de almacén capaces de crecer en productos con contenido de humedad muy bajo, como es el caso de los cereales en estudio; el segundo es un medio de cultivo general empleado para aislar hongos de campo (Tuite, 1969). Las cajas ya sembradas se incubaron a 25°C durante 7 días (Christensen y Kauffmann, 1969). Las colonias que aparecieron se cuantificaron y purificaron para su identificación posterior.

Identificación de especies. De los distintos aislamientos obtenidos, solamente aquellos de *Penicillium*, *Aspergillus* y *Fusarium* fueron identificados a especie, ya que, de los hongos reportados hasta ahora como productores de micotoxinas, estos tres géneros están considerados como los más importantes. Las especies de *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium* se identificaron siguiendo las claves de Raper y Fennell (1965), Pitt (1979) y Booth (1971) respectivamente, usando los medios y condiciones de cultivo recomendados para cada caso. Los otros mohos aislados solamente fueron identificados a nivel de género, siguiendo las claves de Barnett y Hunter (1972) .

Medios de cultivo.

Los medios de cultivo y temperaturas de incubación para la identificación de las especies fueron basados en las recomendaciones de las claves respectivas:

Para *Aspergillus*:

Solución de czapek agar (CZ)

NaNO ₃	3.00 g
K ₂ HPO ₄	1.00 g
MgSO ₄ 7H ₂ O	0.05 g
KCl	0.05 g
FeSO ₄ 7H ₂ O	0.01 g
Sacarosa	30.00 g
Agar	15.00 g
Agua	1000.00 ml.

Temperatura de incubación 25°C

Para *Penicillium*

Czapek autolizado de levadura agar (CYA)

K ₂ HPO ₄	1.0 g
Czapek concentrado	10.0 ml
Extracto de levadura	5.0 g
Agar	15.0 g
Sacarosa	30.0 g
Agua	1000.0 ml

Glicerol 25% - nitrato- agar (G25N)

K ₂ HPO ₄	0.75 g
Czapek concentrado	7.5 ml
Extracto de levadura	3.5 g
Glicerol	250.00 g
Agar	12.00 g
Agua	750.00 ml

Extracto de malta agar (EMA)

Extracto de malta	20.00 g
Peptona	1.00 g
Agar	15.00 g
Glucosa	20.00 g
Agua	1000.00 ml

Las temperaturas de incubación fueron para CYA 5, 25, y 37°C
EMA 25°C y para G25N 25°C.

Para la identificación de *Fusarium* se utilizó

Papa sacarosa agar (PSA)

Infusión de papa	500.00 ml
Sacarosa	20.00 g
Agar	20.00 g
Agua destilada	500.00 ml

La temperatura de incubación para *Fusarium* fue de 25°C, con un fotoperíodo de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad durante 7 días.

Todos los medios de cultivo fueron esterilizados a 120°C y 15 libras de presión durante 15 a 20 minutos.

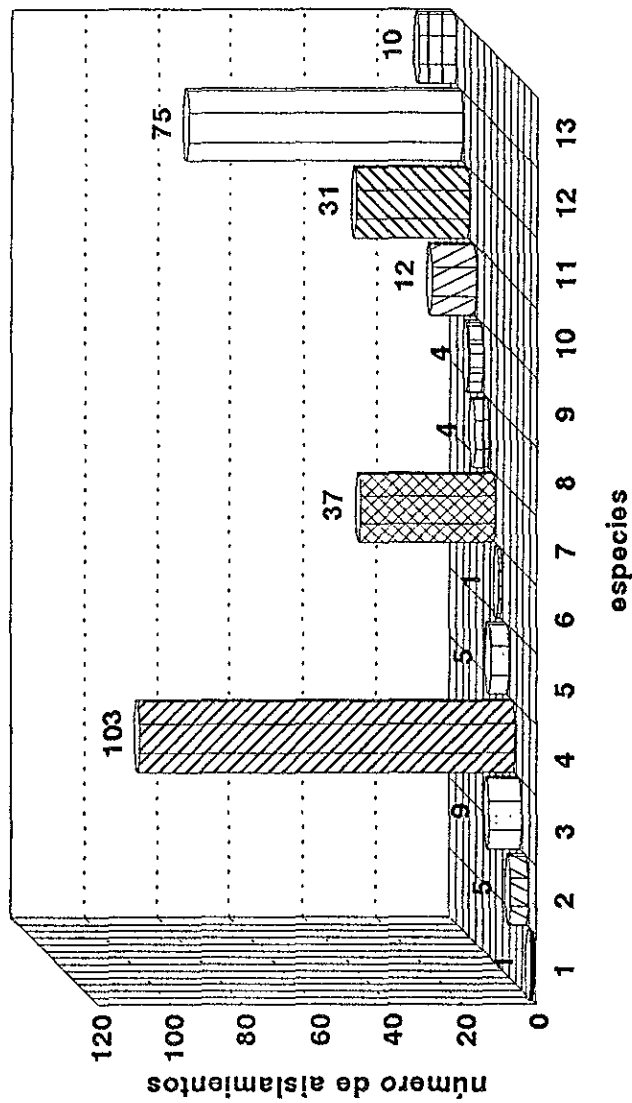
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la gráfica 1 se muestra el número total de aislamientos obtenidos de las diferentes especies de *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* y *Cladosporium*. A pesar de que *Cladosporium* está relacionado con la aleuquia tóxica alimentaria en condiciones muy específicas (Wogan, 1968), no es un hongo particularmente importante en la producción de micotoxinas en productos terminados, ya que los problemas fitopatológicos que inducen están limitados a la planta en pie; además, debido a que cuando es encontrado en granos y semillas después de la cosecha, sus poblaciones van disminuyendo rápidamente durante el período de secado y almacenamiento, se decidió no prestarle mayor atención en el presente trabajo y registrarlo únicamente como género. Las tablas (3, 4 y 5,) muestran el número de colonias de las especies de *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium* aisladas en las diferentes marcas y presentaciones de los cereales.

El número total de aislamientos es aparentemente bajo, 297, comparado con estudios similares en granos (García Aguirre y Moreno, 1973; García Aguirre y Martínez Flores, 1985). Tanto en la gráfica 1 como en las tablas 3 a 5 se observa que el número de aislamientos de *Aspergillus* (118) es ligeramente superior al de los de *Penicillium* (94). Los aislamientos de *Aspergillus* están distribuidos en 4 especies; *A. flavus* (103) *A. niger* (5) *A. candidus* (9) y *A. ochraceus* (1) Los aislamientos de *Penicillium*, 94, corresponden a 7 especies, *P. glabrum* (5) *P. janthinellum* (1) *P. waksmanii* (37) *P. citrinum* (4) *P. chrysogenum* (4) *P. puberulum* (12) y *P. claviforme* (31). Los 75 aislamientos de *Fusarium* corresponden a *F. oxysporum*.

El total de las colonias obtenidas de *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*, representan el 96.6%. de todos los aislamientos por lo que se consideró a las 297 colonias de estos géneros como el 100% para hacer las inferencias sanitarias y de biodeterioro del trabajo. Con base en lo anterior, *Aspergillus* representa 41% de los aislamientos de los hongos considerados en el presente trabajo mientras que *Penicillium* y *Fusarium* el 33% y 26% respectivamente. La presencia de estos 3 géneros sugiere contenidos de humedad en

Gráfica 1: Número de aislamientos de las especies de mohos aisladas



1 *A. ochraceus*; 2 *A. niger*; 3 *A. candidus*; 4 *A. flavus*
 5 *P. glabrum*; 6 *P. janthinellum*; 7 *P. waksmanii*; 8 *P. citrinum* 9 *P. chrysogenum*; 10 *P. puberulum*
 11 *P. claviforme*; 12 *F. oxysporum*; 13 *Cladosporium* sp

Tabla 3. Número de aislamientos de las diferentes especies de *Aspergillus* obtenidos de los diversos cereales para desayuno.

Productos	Especies			
	<i>A. ochraceus</i>	<i>A. niger</i>	<i>A. candidus</i>	<i>A. flavus</i>
Maizoro				
<u>Maíz</u>				
Corn flakes	0	1	0	16
Esponjados	0	0	0	6
Azucarados	0	0	0	1
Nevados	0	4	0	17
Choco maizoro	0	0	0	13
<u>Total</u>	<u>0</u>	<u>5</u>	<u>0</u>	<u>53</u>
<u>Arroz</u>				
Raicisa	0	0	0	5
Raicisa/chocolate	0	0	1	0
Raicisa/azúcar	1	0	0	3
<u>Total</u>	<u>1</u>	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>8</u>
<u>Total Maizoro</u>	<u>1</u>	<u>5</u>	<u>1</u>	<u>61</u>
Kellogg's				
<u>Maíz</u>				
Corn flakes	0	0	0	0
Zucaritas	0	0	0	3
Corn pops	0	0	0	0
<u>Total</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>3</u>
<u>Trigo</u>				
Smak	0	0	0	0
<u>Total</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
<u>Arroz</u>				
Choco krispis	0	0	0	5
Rice krispis	0	0	0	0
<u>Total</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>5</u>
<u>Avena</u>				
Donitas	0	0	0	0
<u>Total</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
<u>Maíz y trigo</u>				
Fruti lupis	0	0	0	0
<u>Total</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
<u>Total Kellogg's</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>8</u>
Natural				
<u>Arroz</u>	0	0	6	8
<u>Cebada</u>	0	0	0	3
<u>Centeno</u>	0	0	2	23
<u>Total Natural</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>8</u>	<u>34</u>

Tabla 4. Número de aislamientos de las diferentes especies de *Penicillium* obtenidos de los diversos cereales para desayuno.

Productos	Especies			
	<i>P. waksmanii</i>	<i>P. glabrum</i>	<i>P. Janthinellum</i>	<i>P. chrysogenum</i>
Maizoro				
Maíz				
Corn flakes	0	0	0	0
Esponjados	0	0	0	0
Azucarados	0	0	0	0
Nevados	0	0	0	0
Choco maizoro	37	0	0	0
Total	37	0	0	0
Arroz				
Raicisa	0	0	0	0
Raicisa/chocolate	0	0	0	0
Raicisa/azúcar	0	0	0	0
Total	0	0	0	0
Total Maizoro	37	0	0	0
Kellogg's				
Maíz				
Corn flakes	0	2	0	0
Zucaritas	0	0	0	0
Corn pops	0	0	0	0
Total	0	2	0	0
Trigo				
Smak	0	0	0	0
Total	0	0	0	0
Arroz				
Choco krispis	0	0	0	0
Rice krispis	0	0	1	0
Total	0	0	1	0
Avena				
Donitas	0	0	0	0
Total	0	0	0	0
Maíz y trigo				
Fruti lupis	0	3	0	0
Total	0	3	0	0
Total Kellogg's	0	5	1	0
Natural				
Arroz	0	0	0	0
Cebada	0	0	0	4
Centeno	0	0	0	0
Total Natural	0	0	0	4

Continuación: Tabla 4.

Productos	Especies		
	<i>P. claviforme</i>	<i>P. puberulum</i>	<i>P. citrinum</i>
Maizoro			
<u>Maíz</u>			
Com flakes	0	0	0
Esponjados	31	0	0
Azucarados	0	12	0
Nevados	0	0	0
Choco maizoro	0	0	0
<u>Total</u>	<u>31</u>	<u>12</u>	<u>0</u>
<u>Arroz</u>			
Raicisa	0	0	0
Raicisa/chocolate	0	0	4
Raicisa/azúcar	0	0	0
<u>Total</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>4</u>
<u>Total Maizoro</u>	<u>31</u>	<u>12</u>	<u>4</u>
Kellogg's			
<u>Maíz</u>			
Com flakes	0	0	0
Zucaritas	0	0	0
Com pops	0	0	0
<u>Total</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
<u>Trigo</u>			
Smak	0	0	0
<u>Total</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
<u>Arroz</u>			
Choco krispis	0	0	0
Rice krispis	0	0	0
<u>Total</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
<u>Avena</u>			
Donitas	0	0	0
<u>Total</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
<u>Maíz y trigo</u>			
Fruti lupis	0	0	0
<u>Total</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
<u>Total Kellogg's</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
Natural			
<u>Arroz</u>	0	0	0
Cebada	0	0	0
<u>Centeno</u>	0	0	0
<u>Total Natural</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>

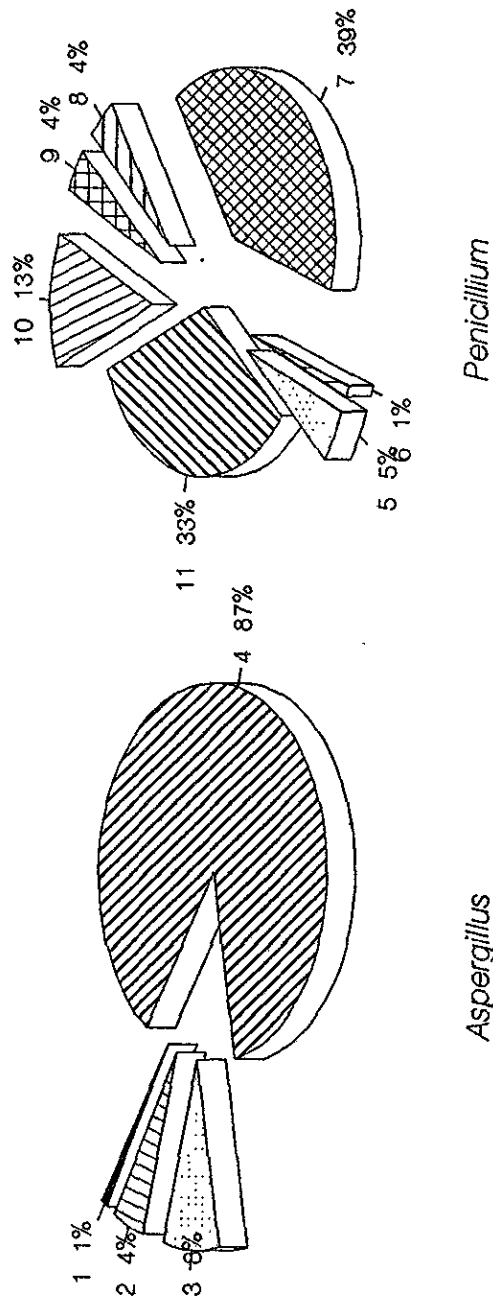
Tabla 5. Número de aislamientos de las diferentes especies de *Fusarium* y *Cladosporium* obtenidos de los diversos cereales para desayuno.

Productos	Especies	
	<i>F. oxysporum</i>	<i>Cladosporium</i> sp
Maizero		
<u>Maíz</u>		
Com flakes	0	0
Esponjados	2	0
Azucarados	0	0
Nevados	3	0
Choco maizero	1	0
<u>Total</u>	<u>6</u>	<u>0</u>
<u>Arroz</u>		
Raicisa	7	0
Raicisa/chocolate	8	0
Raicisa/azúcar	0	0
<u>Total</u>	<u>15</u>	<u>0</u>
<u>Total Maizero</u>	<u>21</u>	<u>0</u>
Kellogg's		
<u>Maíz</u>		
Com flakes	8	0
Zucaritas	0	0
Com pops	1	1
<u>Total</u>	<u>9</u>	<u>1</u>
<u>Trigo</u>		
Smak	12	0
<u>Total</u>	<u>12</u>	<u>0</u>
<u>Arroz</u>		
Choco krispis	29	0
Rice krispis	0	0
<u>Total</u>	<u>29</u>	<u>0</u>
<u>Avena</u>		
Donitas	4	0
<u>Total</u>	<u>4</u>	<u>0</u>
<u>Maíz y trigo</u>		
Fruti lupis	0	8
<u>Total</u>	<u>0</u>	<u>8</u>
<u>Total Kellogg's</u>	<u>54</u>	<u>9</u>
Natural		
<u>Arroz</u>	0	0
<u>Cebada</u>	0	1
<u>Centeno</u>	0	0
<u>Total Natural</u>	<u>0</u>	<u>1</u>

los productos superiores a 16% lo que puede representar problemas de biodeterio, así como de posible contaminación con micotoxinas si las condiciones son favorables para su síntesis. El número de colonias de las diferentes especies obtenidas hacen suponer que la actividad de agua de los productos analizados es de 0.80. Las especies aisladas de *Aspergillus*, tienen requerimientos mínimos de humedad bien definidos; la actividad de agua (aa) mínima requerida para el crecimiento de *A. ochraceus*, de la cual sólo se aisló una colonia es de 0.77 (Corry, 1978) . Para *A. niger*, la aa mínima es de 0.78 (Christensen,1978) y el número de colonias aisladas fue de 5, en el caso de *A. candidus* la aa mínima reportada es de 0.80 (Corry, 1978) y el número de aislamientos fue de 9. En el caso de *A. flavus*, especie de la que fueron aisladas 103 colonias, la aa mínima de 0.85 (Corry, 1978). *Aspergillus flavus* fue la especie de la que se aislaron el mayor número de colonias 103, número que representa el 90% del total de los aislamientos del género (Gráfica 2). La presencia de las especies encontradas sugiere problemas de biodeterioro en las muestras de las que fueron aisladas. Además, la presencia de *A. flavus* sugiere también la posibilidad de encontrar aflatoxinas o que el material corra el riesgo de contaminarse con estas toxinas si las condiciones de almacenamiento tanto en la planta productora como en la estantería de las tiendas o en el hogar del consumidor favorecen su síntesis.

Penicillium también tiene requerimientos mínimos de aa superiores a 0.80, pero las temperaturas que más lo favorecen son más bajas que las requeridas por *Aspergillus*; su presencia hace suponer que durante el almacenamiento de las materias primas, o durante el procesamiento y/o almacenamiento de los productos ya terminados se tuvieron tales condiciones o que hubo mezclas de materias primas con antecedentes de origen y almacenamiento diferentes. En el caso de las especies aisladas de este género, *P. claviforme*, *P. puberulum*, *P. citrinum*, *P. janthinellum*, han sido registradas como productoras de micotoxinas, por lo menos en condiciones de laboratorio, por lo que representan un riesgo potencial de contaminación con micotoxinas para los productos en los que crecen.

Gráfica 2. Porcentaje de los aislamientos de las especies de Aspergillus y Penicillium aisladas de los cereales para desayuno



1 *A. ochraceus*; 2 *A. niger*; 3 *A. candidus*; 4 *A. flavus*
 5 *P. glabrum*; 6 *P. janthinellum*; 7 *P. waksmanii*; 8 *P. citrinum*; 9 *P. chrysogenum*; 10 *P. puberulum*;
 11 *P. claviforme*

Con relación a *Fusarium oxysporum*, el total de colonias fue de 26 y representa el 100% de los aislamientos de *Fusarium*. Este género sintetiza una gran cantidad de micotoxinas de importancia económica, entre éstas, fumonisinas, tricotecenos y aparentemente también zearalenona (Davis y Diener, 1975) por lo que su presencia en los cereales para desayuno debe ser considerada como preocupante.

El número de colonias y las especies obtenidas de los diferentes productos varía según la marca, la presentación y el cereal con el que están hechos, tabla 3, 4 y 5, Tomando en cuenta las diferentes marcas y la cantidad de colonias obtenidas en los diferentes productos de cada una, de la más contaminada fue Maizoro, en total 173 colonias, con un promedio de 22 colonias por producto. En segundo lugar estuvo Kellogg's con 77 colonias en total, promedio 10 aislamientos por producto, y en tercer lugar Natural marca de la que fueron aisladas 47 colonias en total, promedio, 16 colonias por producto lo que hace que esta marca sea la menos contaminada, en las condiciones del presente trabajo.

Con relación al cereal base con el que se elaboraron los diferentes productos, el maíz fue del que más colonias se obtuvieron, 159, aunque en este caso el promedio no es el mejor elemento de juicio, ya que de Maizoro fueron obtenidas 144 aislamientos El número mínimo de aislamientos por productos hechos con base a este cereal de la marca Maizoro fue 13 y el máximo fue 51, mientras que en los productos de maíz de Kellogg's, el producto del que fueron aislados menos hongos fue cornpops, 2 aislamientos, incluyendo 1 de *Cladosporium* y el número máximo de aislamientos en corn flakes fue 10. Por otra parte de la combinación de maíz y trigo se obtuvieron 11 colonias. Al analizar los datos anteriores, el número total de aislamientos por marca y por producto proporciona una estimación más precisa de la contaminación de los mismos (tabla 3,4 y 5). De Natural no se analizaron productos a base de maíz.

El arroz fue el cereal que después del maíz presentó mayor número de aislamientos, 78. De los productos elaborados a partir de centeno, trigo, avena y cebada solamente se analizó un producto por cereal y el número de colonias de mohos fueron 25, 12, 4, y 8

respectivamente.

Los productos de los que fue aislado el mayor número de mohos fueron, chocomaizoro con un total de 51 colonias, 37 de *P. waksmanii*, 13 de *A. flavus* y 1 de *F. oxysporum*; esponjados, 39 colonias, 31 de *P. claviforme*, 6 de *A. flavus* y 2 de *F. oxysporum*; de chococrispis, 34 aislamientos, 29 de *F. oxysporum* y 5 de *A. flavus.*, centeno, 25 colonias, 2 de *A. candidus* y 23 de *A. flavus.*, nevados, 24 colonias, 17 de *A. flavus*, 4 de *A. niger*, y 3 de *F. oxysporum*; corn flakes, Maizoro, 17 colonias, 16 de *A. flavus* y 1 de *A. niger*, arroz 14 colonias, 8 de *A. flavus* y 6 de *A. candidus*; chocomaizoro, 14 colonias, 13 de *A. flavus* y 1 de *F.oxysporum*, raicisa con chocolate, 13 colonias 8 de *F.oxysporum*, 4 de *P.citrinum* y 1 de *A. candidus* de azucarados fueron obtenidos 13 colonias, 12 de *P. puberulum* y 1 de *A. flavus*; de raiciza, 12 colonias, 7 de *F. oxysporum* y 5 de *A. flavus*; de smak fueron obtenidos 12 colonias de *F. oxysporum*; de frutilupis, 11 colonias, 8 de *Cladosporium* y 3 de *P. glabrum*; de cornflakes de Kellogg's fueron obtenidas 10 colonias, 8 de *F. oxysporum* y 2 de *P. glabrum*; de raiciza con azúcar fueron obtenidos 3 colonias de *A. flavus* y 1 de *A. ochraceus*; de donitas, 4 colonias de *F. oxysporum*; de cebada, 3 de *A. flavus* y 1 de *Cladosporium*; de zucarcitas, 3 colonias de *A. flavus*; de cornpops, 1 colonia de *F. oxysporum* y 1 de *Cladosporium* y de rice crispis 1 colonia de *P. jantinelum*, en este caso la cubierta azucarada seguramente influyó en los niveles bajos de contaminación, así como en el crecimiento de especies osmófilas sin dejar de tomar en cuenta el factor fundamental para el desarrollo de estos hongos que es el contenido de humedad ya mencionado.

Como ya se ha dicho, los géneros conocidos como los productores más importantes de micotoxinas son: *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium*. Los productos analizados no están contaminados con la mayoría de los mohos aislados; sin embargo, es importante destacar la presencia de los hongos micotoxígenos (García y Martínez., com.pers.).

De *Aspergillus*, la especie mejor conocida por su capacidad para producir micotoxinas en condiciones naturales es *A. flavus* que produce aflatoxinas, consideradas las

sustancias cancerígenas más potentes conocidas hasta ahora. Del total de aislamientos de *Aspergillus*, (118) 103 correspondieron a *A. flavus* esto es el 35% del total de los aislamientos y 87% del total de los *Aspergillus*. El producto más contaminado con *A. flavus* fue el centeno (Natural), del que fueron obtenidos 23 aislamientos, seguido de los nevados, 17 aislamientos, de corn flakes y chocomaizoro, de marca Maizoro, se aislaron 16 y 13 colonias respectivamente. Del resto de los productos, el número de colonias fue bajo, 8 como máximo en el caso de arroz de la marca Natural, 6 de esponjados, 1 de azucarados, 3 de zucarcitas, 5 de raiciza, 3 raiciza con azúcar, 5 de chococrispis (Tabla 3).

La especie *Aspergillus ochraceus*, ha sido reportada como productora de ocratoxinas en condiciones naturales, en el presente trabajo solamente fue obtenida una colonia de raicisa con azúcar.

Aspergillus candidus ha sido relacionado con la producción de citrinina en condiciones naturales en trigo, avena, centeno y arroz; en esta inspección fueron aisladas de arroz (Natural) 6 colonias, de centeno (Natural) 2, y 1 de raicisa con chocolate.

Aspergillus niger es un hongo saprobio y en este trabajo su presencia es baja; sin embargo, si las condiciones de humedad prevalecen podría convertirse en un problema de biodeterioro serio. Desde el punto de vista de la producción de micotoxinas, esta especie aparentemente no representa riesgo alguno, sin embargo, podría facilitar el establecimiento de especies toxígenas como *A. candidus*, *A. ochraceus* y *A. flavus* que sí lo son.

De las especies de *Penicillium* aisladas, más de la mitad han sido reportadas como productoras de micotoxinas en condiciones naturales en diferentes productos.

Penicillium claviforme, puede producir patulina en jugo de manzana y diferentes frutas

procesadas, en este trabajo fueron obtenidos 31 aislamientos de esponjados.

Penicillium puberulum puede producir ácido penicílico y toxinas tremorgénicas; el ácido penicílico ha sido encontrado en maíz, frijol y tabaco y las toxinas tremorgénicas de cacahuete, arroz y piensos comerciales enmohecidos, en este trabajo fueron obtenidas 12 colonias de azucarados.

Penicillium citrinum ha sido reportado como productor, en condiciones naturales, de citrinina en trigo, avena, centeno y arroz, en este trabajo fueron encontradas 4 colonias en raicisa con chocolate.

Penicillium janthinellum puede producir ácido penicílico en condiciones naturales en maíz, frijol y tabaco, en este trabajo se encontró una colonia en ricecrispis.

La especie de *Fusarium* aislada en este trabajo, *F.oxysporum*, fue encontrada con una abundancia relativa alta ya que los niveles de contaminación de las muestras fueron entre 1 a 29 aislamientos; no fue encontrada en los productos de la marca Natural ni en corflakes, azucarados, raicisa con azúcar de Maizoro o zucaritas de Kellogg's. Debido a que *Fusarium* es un hongo de los llamados de campo y a que sus poblaciones van disminuyendo durante el período de almacenamiento de los granos usados como materia prima básica para producir los cereales estudiados, la presencia del mismo en las muestras en las que fue aislado sugieren que las materias primas pudieron haber sido producidas con cereales de cosechas recientes; *Fusarium* es un hongo capaz de producir una o varias toxinas, relacionadas entre si o no, en diferentes productos agrícolas en condiciones naturales. *F.oxysporum*, ha sido reportada como productora de fumonisinas, tricotecenos y zearalenona en maíz y otros granos y piensos.

CONCLUSIONES

El estudio de la contaminación con mohos de cereales para desayuno registró la presencia de una microbiota variada representada por las especies *Aspergillus flavus*, *A. ochraceus*, *A. niger*, *A. candidus*, *Penicillium citrinum*, *P. claviforme*, *P. glabrum*, *P. jantiniellum*, *P. waksmanii*, *P. chrysogenum*, *Cladosporium ssp.* y *F. oxysporum*; sin embargo, también es importante conocer la contaminación con micotoxinas de estos productos, en el estudio químico realizado no detectaron aflatoxinas, ocratoxinas ni zearalenona (García y Martínez, com, pers.) resulta importante continuar con este tipo de inspecciones de manera continua y constante, ya que la presencia de las especies micotoxígenas aisladas, *A. flavus*, *A. ochraceus*, *A. candidus*, *P. claviforme*, *P. puberulum*, *P. citrinum*, *P. jantiniellum*, *F. oxysporum* no implica contaminación con micotoxinas; sin embargo, sugiere que en algún momento pudiesen encontrarse y transformar los cereales para desayuno en materiales potencialmente peligrosos desde el punto de vista sanitario.

LITERATURA CITADA

- Amla, I. y C.S. Kamala, 1971. Cirrhosis in children from peanutmeal contaminated by aflatoxin. *Amer. J. Clinical Nutr.* 10: 609-614.
- Barnett, H.L. y B.B. Hunter, 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Burgess Mineápolis.
- Beneke, E.S. y K.E. Stevenson, 1978. Classification of food and beverage fungi. *In*: L.R. Beuchat (ed) *Food and Beverage Mycology*. Avi. Publ. Co., Westport. pp.1-44.
- Booth, C., 1971. *The Genus Fusarium*. C.M.I. Kew, Surrey.
- Corry, E.L., 1978. Relationships of water activity to fungal growth. *In*: L.R. Beuchat (ed.) *Food and Beverage Mycology* Avi. Publ. Co., Westport. pp.45-82.
- Charley, H. 1982. *Food Science*. John Wiley and Sons, Nueva York.
- Christensen, C.M., 1975. *Molds, Mushrooms and Mycotoxins*. University of Minnesota Press. Mineápolis.
- Christensen, C.M. y H.H. Kaufmann, 1969. *Grain Storage. The role of fungi in quality loss*. University of Minnesota Press, Mineápolis.
- Christensen, C.M, 1978. *Storage fungi*. *In*: L.R. Beuchat (ed.) *Food and Beverage Mycology*. Avi. Publ. Co. Westport. pp.173-190.
- Davis, N.D. y V.L. Diener, 1975. *Mycotoxins*. *In*: L.R. Beuchat (ed.) *Food and Beverage Mycology*. Avi. Publ. Co. Westport. pp.397-444.

Davis, N.D., J.W. Dickens, R.L. Freie, P.B. Hamilton, O. Shotwell y T. Wyllie, 1980. *Mycotoxins*. **J. Assoc. Off. Anal. Chem.** 63: 95-102.

Font Quer, P., 1977. *Diccionario de Botanica*. Labor, S.A. Barcelona.

García Aguirre, G. y R. Martínez Flores, 1985. *Aspergillus flavus* y aflatoxinas en el maíz del Distrito Federal. **Rev. Mex. Mic.** 1:189-199.

García Aguirre y E. Moreno Martínez, 1973. Efectos del contenido de humedad de los hongos durante el almacenamiento de las semillas del girasol. **Bol. Soc. Mex. Mic.** 7: 145-150.

Hemingway, B.H., 1973. (ed.) **Compendio. Encyclopedia Britanica** Inc, William Benton Publisher Chicago.

Lancaster, C.W., F.P. Jenkis y J. McPhilip, 1961. Toxicity associated with certain samples of groundnuts. **Nature** 192: 1095-1906.

Meredith, F.I. y W.O. Caster, 1984. Aminoacid content in selected breakfast cereals. **J. Food Sci.** 49: 1624-1625.

Pitt, J. I., 1979. **The Genus *Penicillium* and its Telemorphic States *Eupenicillium* and *Talaromyces***. Academic Press, Nueva York.

Pohland, A. E. y Wood, G. E., 1987. **Occurrence of Mycotoxins in Food**. In: Krogh Palle (ed.) *Mycotoxins in Food*. Academic Press. London pp.35-64

Raper, K.B. y D.I. Fennell, 1965. **The Genus *Aspergillus***. Williams and Wilkins, Baltimore.

Roberts, A. D. y W. C. Boothroyd. 1975. *Fundamentals of Plant Pathology*. W.H. Freeman and Co., San Francisco.

Sargeant, K., A.O. Sheridan, J. Kelley y R.B.A. Carnaghan, 1961. Toxicity associated with certain samples of groundnuts. *Nature* 192:109-162

Scade, J. 1957. *Cereales*. *Acribia*, Zaragoza 1: 62-70

Stoloff, L., 1976. Occurrence of mycotoxins in food and feed. *In*: J. V. Rodricks (ed.) *Mycotoxins and Other Fungal Related Food Problems*. American Chemical Society, Washington.

Tuite, J., 1969. *Plant Pathology Methods. Fungi and Bacteria*. Burgess, Mineápolis.

Wogan, G.N., 1968. Aflatoxin risks and control measures. *Geogr. Nutr.* 27: 932-938.