

143
2ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

Facultad de Ciencias

**"DETERMINACION DE HONGOS EN HARINA DE
MASA DE MAIZ; DELEGACIONES BENITO
JUAREZ Y COYOACAN"**

T E S I S

Que para obtener el Título de

B I O L O G O

presenta

MA. DEL CARMEN MONDRAGON MARTINEZ

México, D. F.

1992

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.

INDICE

	Página
1. INTRODUCCION.....	1
2. MATERIALES Y METODOS.....	11
2.1 Obtención de las muestras.....	11
2.2 Preparación de las muestras...	11
2.3 Aislamiento.....	11
2.4 Purificación.....	12
3. RESULTADOS Y DISCUSION.....	15
4. CONCLUSIONES.....	23
5. LITERATURA CITADA.....	24

"DETERMINACION DE HONGOS EN HARINA DE MASA DE MAIZ; DELEGACIONES
BENITO JUAREZ Y COYOACAN"

1. Introducción

El maíz es el cultivo más importante en la agricultura nacional, pues se usa tradicionalmente para la producción de alimentos de consumo básico y la forma más generalizada es la tortilla, que representa la principal fuente de calorías de la dieta de las clases mayoritarias en México (Duran, 1988).

Desde el punto de vista nutricional, el grano de maíz contiene aproximadamente 77% de almidón, 2% de azúcar, 9% de proteínas, 5% de aceite, 5% de pentosas y 2% de cenizas; las cenizas del grano de maíz contienen sales de calcio, magnesio, fosforo, aluminio, hierro, sodio, potasio y cloro (Jugenheimer, 1988).

En la actualidad la producción nacional de maíz es de 12,019,000 toneladas, constituyendo un factor esencial en el equilibrio económico de México; sin embargo, resulta insuficiente para satisfacer la demanda interna en el renglón de los alimentos, por lo que México se ha visto en la necesidad de importar maíz para su consumo interno a partir de la década de los años setentas.

En 1989 se importaron 3,648,712 toneladas, lo que sugiere que no se ha mantenido la tecnología adecuada para compensar la demanda

creciente de este producto por la población
(Salinas, 1990).

El problema de la producción suficiente del maíz es complejo y tiene que ver con factores como la insuficiencia de los apoyos a la producción del grano, que ha repercutido en la sustitución del maíz por otros cultivos como el sorgo (que es un cereal que crece mejor en zonas de temporal y se obtienen mejores rendimientos por hectárea que con el maíz bajo las mismas condiciones)
(Avila, 1983; Duran, 1988).

Aunque se han tratado de introducir al mercado otros granos alimenticios, el maíz representa una fuente energética importante en la dieta de la población mexicana, tanto por su contenido de carbohidratos como por la grasa presente en su germen. Las familias de más bajos ingresos consumen per cápita, el doble del maíz que las de ingresos medios y altos (Duran, 1988).

El maíz también proporciona alimento para animales, tanto el grano como el forraje, y se producen más productos industriales que en cualquier otro cultivo.

Los consumidores industriales del maíz forman cuatro categorías: los fabricantes de alimentos mixtos para el ganado, las molindas en seco, los procesadores en humedo y las industrias destiladoras y fermentadoras.

En la molienda en húmedo se obtiene del maíz: almidón, alimentos, jarabe, azúcar, aceite y dextrinas.

Los principales productos alimenticios de la molienda en seco son harina gruesa de maíz, harina fina, sémola, aceite y Cereales.

Las industrias destiladoras y fermentadoras de Estados Unidos ocupan el cuarto lugar en el uso industrial del maíz. Estas transforman el maíz en alcohol etílico y butílico, acetona y whiskey (Jugenheimer, 1988).

Las industrias que usan maíz en sus procesos de manufactura requieren niveles mínimos de calidad del grano, entre los principales están las cualidades físicas, organolépticas, nutricionales y sanitarias.

Los cuidados para mantener la calidad del grano, se inician desde que la planta esta en pie, continúan en el campo y durante la cosecha y deben prolongarse en fases posteriores, como el transporte y el almacenamiento (Rincón, 1989).

Son muchos los factores que influyen en el deterioro de los granos, entre éstos, la presencia de hongos es uno de los más importantes, ya que las pérdidas económicas causadas por el deterioro inducido por estos organismos es considerable. Un estudio realizado en Iowa sobre la micoflora del maíz, indica que algunos

hongos necesariamente penetran a través del daño que se causa en el pericarpio, por lo que la apariencia exterior del grano no necesariamente indica el grado de infección interno; en este estudio se encontró una predominancia del género Aspergillus (Lichtwardt et al., 1958).

Mislivec y Tuite (1970), estudiando diferentes especies de Penicillium en grano de maíz en el campo y almacenado, en Indiana durante 1964 a 1968, encontraron diferentes especies que se separaron en las siguientes categorías; Penicilios de campo: P. oxalicum, P. funiculosum, P. cyclopium, P. variable, P. citrinum. Penicillia de almacen: P. cyclopium, P. brevicompactum, P. viridicatum, P. palitans. Además otras especies a las que no asignaron en las categorías mencionadas porque fueron aisladas con poca frecuencia.

Abdel Hafez en 1984 reportó que Aspergillus niger, A. flavus, Rhizopus stolonifer y Mucor sp. fueron las especies predominantes en el maíz en Arabia Saudita.

Otros autores estudiarán la micobiota de granos almacenados en Yugoslavia y mencionan a: Rhizopus, Fusarium, Alternaria, Aspergillus niger, A. flavus y Penicillium cyclopium, P. frequentans, P. expansum, P. oxalicum, P. espinulosum, como los mohos más frecuentemente encontrados en maíz (Pepeljnjak y Cvetnic, 1984).

En polvo de maíz también se han encontrado las especies mencionadas, pero principalmente A. flavus y A. parasiticus. (Hill et al., 1984).

Los hongos que se desarrollan sobre granos, no solo alteran las propiedades organolépticas del grano, sino que son un peligro real y potencial para la salud del ser humano y de los animales, porque algunos de estos hongos son capaces de inducir alergias e intoxicaciones; estas últimas debidas a las micotoxinas, producidas durante las diversas fases de desarrollo y manejo del grano, desde la cosecha hasta su industrialización (Hill et al., 1984; Pepeljnjak y Cvetnic, 1984).

Las micotoxinas son metabolitos secundarios producidas por diversos hongos; algunas de estas toxinas son extremadamente peligrosas para los animales incluyendo el hombre. Las más estudiadas y mejor conocidas son las aflatoxinas, producidas por A. flavus y A. parasiticus, debido a que son cancerígenos muy potentes y han sido aisladas de productos usados frecuentemente en la alimentación humana, además de que existe evidencia de que el hombre puede ser afectado de manera similar a los animales (Shank, 1976).

En general, todos los factores adversos para el cultivo, como falta de agua, alta densidad de plantas y daño por insectos de los

géneros Heliothis zea y Spodoptera frugiperda, incrementan la susceptibilidad del cultivo a una mayor contaminación con aflatoxinas (Yañez, 1991).

Existe la tendencia de cosechar de manera anticipada para evitar pérdidas en el cultivo, ya que esto ayuda a que se presente una menor contaminación con micotoxinas en campo; sin embargo, esto aumenta el riesgo de la presencia de las mismas durante el almacenamiento, debido a que los valores de humedad con los que se cosecha son tan altos que los granos se deben secar antes del almacenamiento y un secado inadecuado disminuye su estabilidad, por lo que es recomendable la separación del grano partido antes del almacenamiento para disminuir la probabilidad de ataque fúngico de los granos almacenados (Resnik, 1989).

Otras especies de mohos encontrados frecuentemente en maíz o sus productos, reportadas como productoras de micotoxinas son A. ochraceus y F. viridicatum que producen ocratoxinas. F. viridicatum, F. citrinum, producen citrinina (Pohland y Mislivec, 1976).

Un estudio realizado en Sudáfrica en 1979 fueron aisladas Fusarium moniliforme var. subglutinans, F. moniliforme y F. graminearum de granos de maíz infectados durante su almacenamiento en diferentes áreas geográficas; además se encontró una alta incidencia de moniliformina, fumonisinas, zearalenona y

deoxynivalenol aisladas de F. graminearum en maiz (Marasas et al., 1979).

García y Martínez (1985) realizaron un estudio sobre la contaminación con aflatoxinas que existe en el maiz consumido en el Distrito Federal, encontrando que durante el verano de 1983 estaba contaminado de manera considerable, 30% de las muestras, con aflatoxinas y la incidencia de mohos micotoxigenicos también fue alta, 87% de Aspergillus, 72% de Fusarium y 63% de Penicillium.

El peligro de contaminación con mohos y micotoxinas, no se restringe a las materias primas ya que los hongos pueden crecer en el producto ya terminado. Debido al riesgo sanitario que representa la contaminación con micotoxinas de los alimentos susceptibles, se han hecho estudios para destoxificar estos productos.

Los métodos de destoxificación que han sido estudiados pueden ser físicos, biológicos y químicos.

Los métodos de separación física han sido: separación mecánica eficiente en cacahuate; segregación por densidad, en donde el maiz contaminado flota en soluciones acuosas con sacarosa (Huff, 1980).

Varios solventes también son capaces de extraer aflatoxinas con diferentes ventajas y con efectos mínimos sobre el contenido de proteínas o la calidad nutricional (Rayner et al., 1977).

La molienda en seco (Brekke et al., 1975) y la molienda en húmedo, donde las aflatoxinas se encuentran principalmente en el precipitado y en la fibra de la molienda en húmedo del maíz con pequeñas cantidades en el gluten y en el germen (Yahl et al., 1971).

Además, algunos investigadores han demostrado que varios ácidos producidos por ciertos hongos pueden catalizar la hidratación de aflatoxin B1 a B2 (Ciegler et al., 1966).

Algunos agentes químicos también pueden ser utilizados en la degradación y/o inactivación de las aflatoxinas; Norred y Morrisey (1983) reportaron que de la amoniación del maíz, resulta una reducción de su toxicidad.

Algunos autores estudiaron la afinidad de las aflatoxinas con varios solventes inorgánicos por una hidratación de aminosilicatos de sodio y calcio (HSCAS) lo que limitaba los efectos de la aflatoxina B1 en pollos. (Phillips et al., 1989).

Otro método es el tratamiento con álcalis para la reducción de las aflatoxinas (Ulloa y Schroeder, 1969; Ulloa y Herrera, 1970).

También fue realizado un trabajo por Larrea et al. (1985) con el objeto de comprobar si el hidróxido de calcio micronizado tenía control sobre Aspergillus spp.; fue sembrado en diferentes

diluciones de Ca(OH)_2 micronizado en un pH de 12.5, encontrándose que en las cajas tratadas apareció el hongo, en cambio en las no tratadas se inhibió su crecimiento. En este mismo trabajo, con el fin de conocer el grado de alcalinidad que presentan la masa, las tortillas y la harina de maíz nixtamalizada, se tomó el pH de cada una de las muestras; fue encontrado: en la masa, límites de 7.7 a 10.6, en el polvo para masa "Maseca", de 7.1, y en las tortillas recién preparadas, de 8.3 a 8.5, obteniéndose la sobrevivencia de los hongos a un pH de 3 a 10.

En el Distrito Federal, en las Delegaciones Benito Juárez y Coyoacán, Caballero (1988) encontró que de 241 muestras de masa obtenidas en un año, el 4.98% del total estaban contaminadas con aflatoxinas, con límites de 3 a 13 $\mu\text{g/Kg}$, ocratoxinas de 3 a 8 $\mu\text{g/Kg}$ y zearalenona con 167 a 313 $\mu\text{g/Kg}$, 5.5% en Benito Juárez y 4.2% en Coyoacán.

Otro trabajo similar fue realizado por Sánchez (1989) para la Delegación de Tlalpan D.F., donde de 265 muestras, el 3% de las muestras de masa estaban contaminadas con aflatoxinas, de 9.5 a 20 $\mu\text{g/Kg}$, ocratoxinas de 8 a 13 $\mu\text{g/Kg}$ y zearalenona de 50 a 125 $\mu\text{g/Kg}$.

El proceso de la nixtamalización consiste en una lixiviación alcalina en caliente en la que el área superficial para la transferencia de masa y calor es el factor limitante (Duran, 1988).

Durante la nixtamalización, los hongos están expuestos a cambios bruscos de temperatura y pH, y dado que algunas especies pueden soportar estos cambios, se puede esperar la presencia de estos hongos después del proceso de la nixtamalización y si las condiciones son favorables, es posible que produzcan micotoxinas; esto pone de manifiesto la importancia de conocer la micobiota de los alimentos, por lo que se consideró necesario conocer las condiciones en que se encuentra la masa de maíz en el Distrito Federal después de este proceso.

El objetivo de este trabajo es la identificación hasta especie de los mohos aislados en harina de masa de maíz procedentes de algunos molinos de nixtamal ubicados en las delegaciones Benito Juárez y Coyoacán del D.F., y la discusión de la importancia de estos mohos como riesgo sanitario y de biodeterioro.

2. Materiales y Métodos

2.1 Obtención de las muestras:

Se recolectaron 238 muestras de masa de maíz durante aproximadamente un año, en períodos de cada dos semanas, en cinco molinos de nixtamal de la Delegación Benito Juárez y en cuatro de Coyoacán.

2.2 Preparación de las muestras:

El día de la recolecta, las muestras fueron llevadas inmediatamente al laboratorio y secadas en un horno de aire forzado (Blue M "Stabil-Therm") a 50 °C. durante 24 horas. En seguida fueron procesadas en un molino de discos hasta que la harina pudiese pasar por una malla US 20, y se almacenaron temporalmente a 5 °C.

2.3 Aislamiento:

Para determinar los niveles de contaminación por hongos en las muestras fue usada la técnica descrita por Warcup para suelo (Warcup, 1950).

Las muestras de 0.1 g fueron colocadas en una caja de Petri con unas gotas de agua estéril para disolver los granos gruesos; posteriormente, sobre éstos, fue vaciado el medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDTA). Para cada muestra fue hecha una repetición y tanto la muestra como su duplicado, fueron trabajadas simultáneamente.

Después de la esterilización el medio se dejó enfriar hasta alcanzar una temperatura de 30 a 40 °C y le fue agregado el tergitol y la auricomina. Sembradas las muestras, fueron incubadas a 25 °C durante ocho días. Posteriormente se contaron y purificaron las colonias de hongos que aparecieron.

2.4 Purificación:

Los aislamientos de Aspergillus y Penicillium fueron purificadas en el medio de cultivo Solución Czapek - Agar

Para la purificación del género Fusarium fue utilizado el medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA).

2.5 Identificación:

Para la identificación de las especies de Aspergillus se utilizaron las claves y medios de cultivo sugeridos por Raper y Fennell (1965), y para las de Penicillium las sugeridas por Pitt (1979), que propone tres medios de cultivo y tres temperaturas de

incubación.

Todos los medios fueron esterilizados en el autoclave durante 15 a 20 min. a 121° C y a 15 libras de presión.

Para ahorrar medios de cultivo, se siguió la sugerencia del mismo Pitt (1979), de trabajar dos aislamientos diferentes de Penicillium simultáneamente, como se muestra en la figura Núm. 1

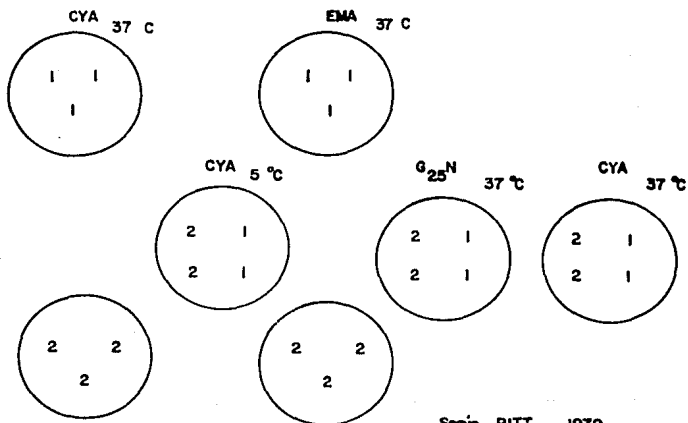
Las cajas de Czapek extracto de levadura agar (CYA) y Extracto de malta agar (EMA) se inocularon con un solo aislamiento en tres puntos equidistantes para posteriormente ser incubadas a 25° C.

Dos cajas de Czapek extracto de levadura agar (CYA) y una caja de glicerol 25% nitrato agar, fueron inoculadas en dos puntos de un aislamiento en un lado de la caja y dos puntos de otro aislamiento, posteriormente las cajas de CYA se incubaron una a 5 °C y otra a 37 °C.

Para obtener cultivos monospóricos de Penicillium las cajas fueron inoculadas con esporas suspendidas en Agua - Agar 2%. (agar 0.2 g, detergente 0.05 g, agua destilada 100 ml).

Después del período de la incubación en los diferentes medios de cultivo y temperaturas, se procedió a medir el diámetro de las colonias por el reverso de la caja y registrar todas las

FIG. Núm. 1



Según PITT. 1979.

características macroscópicas y microscópicas, como se indica en las claves.

Para identificar las especies del género Fusarium se utilizó el medio de cultivo Papa Sucrosa Agar (PSA) (Booth, 1971).

Las muestras se incubaron a una temperatura de 25° C durante siete días con un fotoperíodo de luz y oscuridad de 12 horas.

Después del cuarto día de incubación, las colonias fueron medidas por el reverso de la caja, y posteriormente, en el séptimo día se realizaron las preparaciones pertinentes para su identificación.

En el caso de los géneros Cladosporium, Aureobasidium, Basipetospora previamente aisladas en PDA fueron identificadas utilizando las claves de Barnet y Hunter (1972).

3. RESULTADOS Y DISCUSION

De los 32 muestreos en 5 molinos de la Delegación Benito Juárez y 25 de 4 molinos de Coyoacán, se obtuvieron 151 y 87 muestras respectivamente.

De las 238 muestras analizadas, se obtuvo un total de 1956 aislamientos de los que, de la Delegación Benito Juárez fueron obtenidos 435 del género Aspergillus, 311 de Penicillium, 78 de Fusarium, 413 de Mucor, 117 de Rhizopus, 7 de Cladosporium, 7 de Aureobasidium, 4 de Monilia y 7 de Basipetospora. En las de Coyoacán se encontraron 69 aislamientos de Aspergillus, 162 de Penicillium, 6 de Fusarium, 83 de Rhizopus, 104 de Mucor, 141 de Cladosporium, 1 de Aureobasidium y 11 de Monilia (tabla 1, gráfica 1).

Setenta por ciento del total de los aislamientos fue obtenido de las muestras de la delegación Benito Juárez y 30% de Coyoacán. Tomando en cuenta el total de los géneros aislados, el mayor porcentaje corresponde a Mucor, 26% del total de los aislamientos. Ahora bien, Mucor representa 30% del total de los aislamientos de Benito Juárez, mientras que en Coyoacán representa 18%. Los otros géneros presentes en proporción alta fueron Aspergillus 28% y Penicillium 24% del total de los aislamientos; su distribución en las diferentes delegaciones fue de 32% y 11% de Aspergillus y 23% y 28% de Penicillium respectivamente para Benito Juárez y Coyoacán

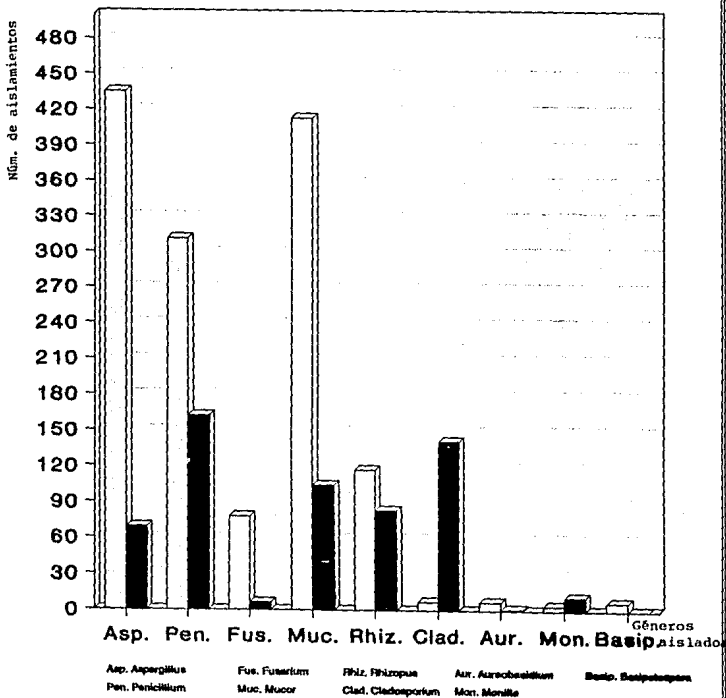
TABLA 1. Aislamientos de mohos de las muestras de masa de maíz obtenidos de 5 molinos de la delegación Benito Juárez y 4 de Coyoacán.

Género de hongos	Delegaciones								Total	
	Benito Juárez				Coyoacán					
Núm. aisl.	% a	% b	% c	Núm. aisl.	% a	% b	% c			
<u>Aspergillus</u>	435	<u>32</u>	86	22	69	<u>11</u>	14	3	504	25
<u>Penicillium</u>	311	<u>23</u>	66	16	162	<u>28</u>	34	8	473	24
<u>Fusarium</u>	78	<u>6</u>	93	4	6	<u>1</u>	7	0.3	84	4
<u>Mucor</u>	413	<u>30</u>	80	21	104	<u>18</u>	20	5	517	26
<u>Rhizopus</u>	117	<u>9</u>	59	6	83	<u>14</u>	42	4	200	10
<u>Cladosporium</u>	7	<u>0.5</u>	5	0.4	141	<u>244</u>	95	7	148	8
<u>Aureobasidium</u>	7	<u>0.5</u>	88	0.4	1	<u>0.2</u>	13	0.05	8	0.4
<u>Monilia</u>	4	<u>0.3</u>	13	0.2	11	<u>2</u>	73	0.6	15	0.8
<u>Basipetospora</u>	7	<u>0.5</u>	100	0.4	0	<u>0</u>	0	0	7	0.4
TOTALES	1379		70		577		36		1956	

- porcentaje de aislamientos con relación al total de la delegación.
- porcentaje de aislamientos con relación al total del género.
- porcentaje de aislamientos con relación al total de los aislamientos.

GRAFICA Núm. 1 AISLAMIENTO DE MOHOS DE MASA DE MAIZ OBTENIDOS DE 5 MOLINOS DE LA DELEG. BENITO JUAREZ Y 4 DE COYOACAN

■ BENITO JUAREZ ■ COYOACAN



(tabla 1).

Mucor con 26% y Rhizopus con 10% del total de los aislamientos son hongos reconocidos como agentes de biodeterioro en alimentos, importantes en algunos productos carnosos y de menor importancia en productos secos debido a sus requerimientos de agua.

Cladosporium representó 8% del total de los aislamientos, es común en semillas de cereales que han estado expuestas a tiempo húmedo durante la cosecha, especialmente los granos que conservan las cubiertas; éste puede causar ennegrecimiento en las mismas pero no se sabe si lo afecte en el almacenamiento (Christensen, 1976).

Con relación a Aspergillus y Penicillium, éstos son los géneros más importantes que inducen pudriciones en granos y alimentos con una actividad de agua baja; además son reconocidos como productores de micotoxinas importantes y esto hace que su presencia tenga interés sanitario potencial.

De los géneros mencionados, las especies aisladas con mayor frecuencia en este trabajo fueron Aspergillus flavus Link, 164 aislamientos de las muestras en Benito Juárez y 26 de Coyoacán, y P. chrysogenum, 63 en Benito Juárez y 61 en Coyoacán (tablas 2 y 3, gráfica 2 y 3). En ambas delegaciones el porcentaje de A. flavus fue 38% del total de los Aspergilos encontrados, lo que indica que no hay diferencia en el nivel de contaminación con esta especie en

TABLA 2. Número y porcentaje de hongos aislados de especies de Aspergillus aisladas de masa de maíz de las Delegaciones Benito Juárez y Coyoacán, D.F.

Especies aisladas	Benito Juárez		Coyoacán	
	Núm.	%	Núm.	%
-				
<u>A. clavatus</u> Desm	9	2	0	0
<u>A. repens</u> De Bary	2	0.5	12	17
<u>A. fumigatus</u> Fresenius	57	13	14	20
<u>A. petrakii</u> De Vöros	2	0.5	0	0
<u>A. niger</u> V. Tiegh	109	25	9	13
<u>A. candidus</u> Link	2	0.5	1	1
<u>A. flavus</u> Link	164	38	26	38
<u>A. parasiticus</u> Speare	65	15	0	0
<u>A. tamarii</u> Kita	2	0.5	0	0
<u>A. flavipes</u> (Thom y Church)	1	0.3	0	0
<u>A. carneus</u> V. Tiegh	1	0.3	0	0
<u>A. terreus var. africanus</u> Fennell y Raper.	2	15	7	10
TOTALES	435	100	69	100

GRAFICA Núm. 2 PORCENTAJE DE ESPECIES DE *Aspergillus* AISLADAS DE MASA DE MAIZ DELEG. BENITO JUAREZ Y COYOACAN

■ BENITO JUAREZ ■ COYOACAN

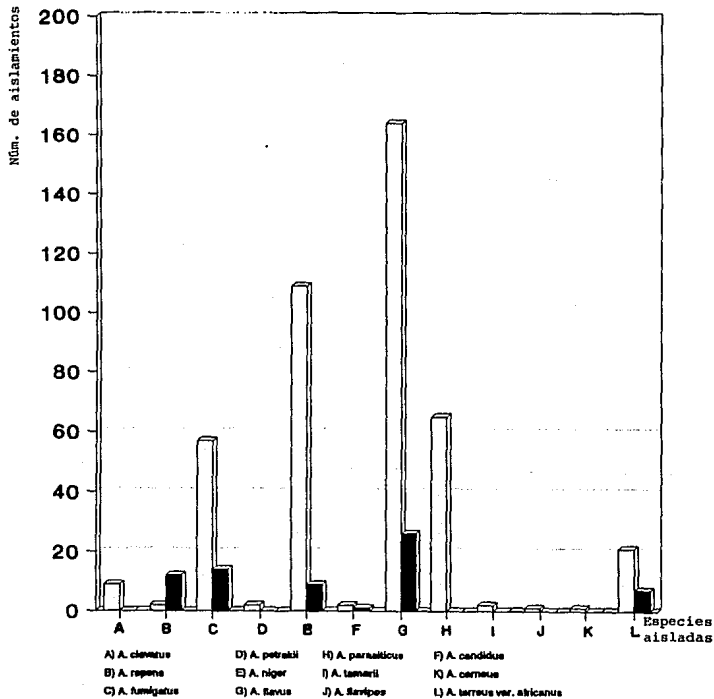
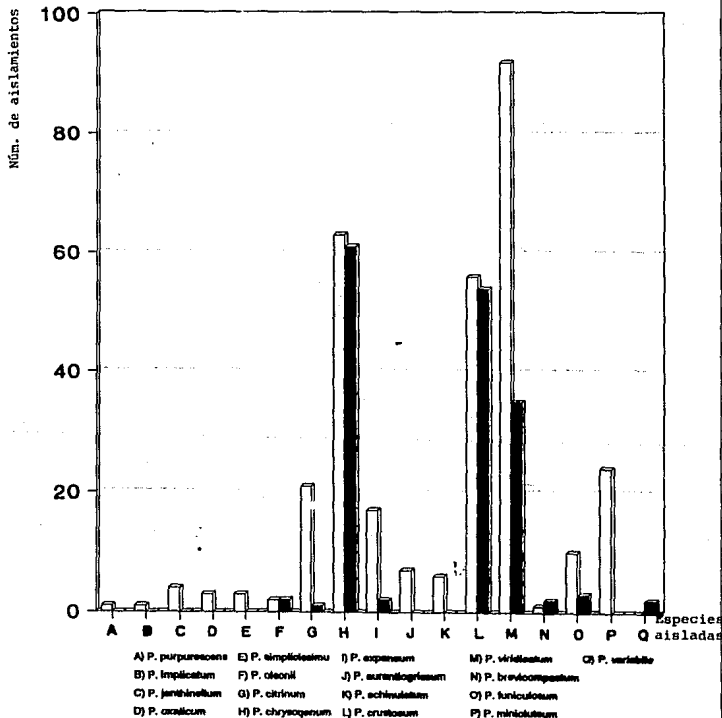


TABLA 3. Número y porcentaje de especies de Penicillium aisladas de masa de maíz de las Delegaciones Benito Juárez y Coyoacán, D.F.

Especies aisladas	Benito Juárez		Coyoacán	
	Núm.	%	Núm.	%
<u>P. purpurescens</u> (Sopp) Biourge	1	0.32	0	0
<u>P. implicatum</u> Biourge	1	0.32	0	0
<u>P. janthinellum</u> Biourge	4	1.3	0	0
<u>P. oxalicum</u> Currie y Thom	3	1	0	0
<u>P. simplicissimum</u> (Oudem) Thom	3	1	0	0
<u>P. olsonii</u> Bain y Sartory	2	1	2	1.2
<u>P. citrinum</u> Thom	21	7	1	7
<u>P. chrysogenum</u> Thom	63	20	61	38
<u>P. expansum</u> Link ex Gray	17	5.5	2	1.2
<u>P. aurantiogriseum</u> Dierckx	7	2.3	0	0
<u>P. echinulatum</u> Raper y Thom	6	2	0	0
<u>P. crustosum</u> Thom	56	18	54	33
<u>P. viridicatum</u> Westling	92	30	35	22
<u>P. brevicompactum</u> Dierckx	1	0.32	2	1.2
<u>P. funiculosum</u> Thom	10	3.2	3	2
<u>P. minioluteum</u> Dierckx	24	8	0	0
<u>P. variable</u> Sopp	0	0	0	0
TOTALES	311		162	

GRAFICA Núm. 3 PORCENTAJE DE ESPECIES DE *Penicillium* AISLADAS DE MASA DE MAIZ DELEG. BENITO JUAREZ Y COYOACAN

■ BENITO JUAREZ ■ COYOACAN



estas delegaciones.

La presencia de A. flavus y A. parasiticus representa un riesgo sanitario, especialmente la de A. parasiticus, ya que estas especies son capaces de producir aflatoxinas.

A. ochraceus, por ser productora potencial de ocratoxinas, es también un riesgo sanitario (Nesheim, 1976)

La presencia de A. niger, A. repens, A. petrakii, A. candidus, A. fumigatus, A. clavatus, A. flavus y Rhizopus, sugieren problemas de biodeterioro (Martinez y Garcia, 1987). Es importante señalar también la presencia del grupo A. glaucus en nuestros resultados, en este caso representado con A. repens De Bary, que invade granos con contenidos de humedad más bajos que los requeridos por otras especies del mismo grupo.

En México se tienen antecedentes de un caso de aspergilosis pulmonar en un bovino Holstein adulto, del cual fue aislado A. fumigatus en nódulos dispersos, de los lóbulos pulmonares y cardiacos, semejantes a los de la tuberculosis, sin embargo, es más frecuente que A. fumigatus induzca el aborto, producido por infección placentaria en bovinos. En humanos la aspergilosis pulmonar ha sido observada en varias ocasiones, sobre todo en casos crónicos de tuberculosis; se inicia en forma natural por la inhalación repetida de esporas fúngicas presentes en granos y heno almacenados en locales con exceso de humedad y calor (Trigo et al.,

1958).

Mislivec y Tuite (1970) estudiando Penicillium en el grano de maíz obtenido desde el campo hasta la cosecha durante 1964 a 1968 encontraron que: P. oxalicum, P. funiculosum, P. cyclopium, P. variabile y P. citrinum fueron las especies aisladas con mayor regularidad. Las principales especies en los granos almacenados fueron: P. cyclopium, P. brevicompactum, P. viridicatum y P. palitans. Pohland y Mislivec (1976), por su parte identificaron a P. cyclopium, P. urticae y P. citrinum que se encontraron más frecuentemente en harina y en productos de masa refrigerada.

De los resultados obtenidos, además de las especies mencionadas por los diferentes autores, se determinaron P. purpurescens, P. simplicissimum, P. aurantiogriseum, P. echinulatum, P. crustosum y P. minioluteum en masa de maíz.

Otra de las especies encontradas fue P. viridicatum, 126 aislamientos del total, 35 de Coyoacán y 91 de Benito Juárez, ya que como se ha visto representa también un riesgo sanitario por ser capaz de producir ocratoxinas.

En algunos estudios se ha podido observar que P. viridicatum produce ocratoxina A y también se ha observado que puede elaborar ocratoxina B, aunque estudios toxicológicos indican este es un derivado de ocratoxina A y que es relativamente no tóxico (Nesheim, 1976).

Con la finalidad de conocer la relación que existe entre las diferentes toxinas producidas por *P. brevicompactum* con la incidencia de enfermedades humanas, se han hecho estudios donde se aislaron e identificaron una serie de materiales fenólicos incluyendo ácido micofenólico, que son sustancias hepatotóxicas producidas por este hongo. Pohland y Mislivec (1976) purificaron una serie de componentes neurales con el objeto de conocer cual es la interacción entre éstos, aunque la biosíntesis y sus efectos toxicológicos están aún en estudio.

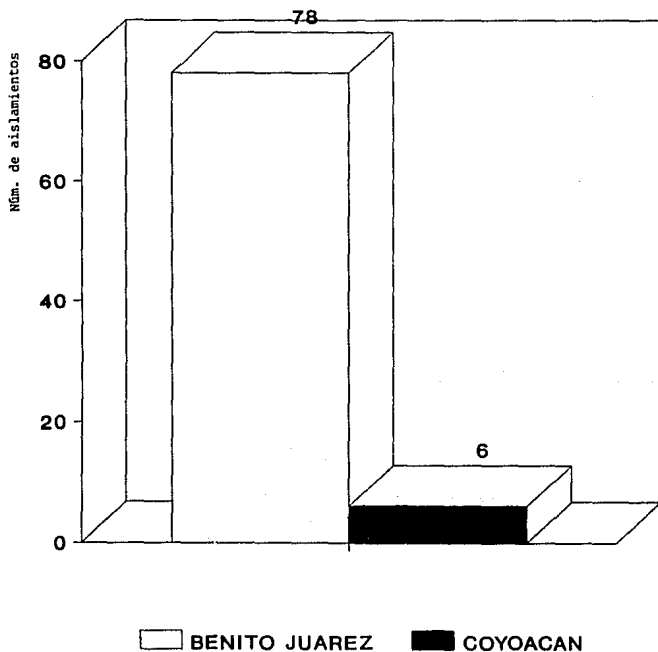
Otra micotoxina importante es la patulina, que es un metabolito tóxico producido por *P. expansum*, importante en manzanas y jugo de las mismas, tiene la facultad de producir neurotoxicosis y edema pulmonar, además de inducir en los animales de laboratorio, hepatitis linfocefalaria periférica y al mismo tiempo una gran toxicidad en puercos (Preda y Gabor 1977).

Su presencia en la masa de maíz, a pesar de que se observó un número bajo de aislamientos no debe ser subestimada.

Uno de los hongos productores importantes de micotoxinas es el género *Fusarium*, del que fue aislada la especie *Fusarium oxysporum* de la cual se encontraron 78 aislamientos en las muestras de la Delegación Benito Juárez y 6 de Coyoacán (gráfica 4).

La presencia de este hongo puede representar un riesgo sanitario. Pathre y Mirocha (1976) mencionan la producción de

GRAFICA Núm.4 PORCENTAJE DE AISLAMIENTOS DE LA ESPECIE *Fusarium oxysporum* DE MASA DE MAIZ DELEG. BENITO JUAREZ Y COYOACAN



zearalenona por las siguientes especies; Fusarium roseum, F. tricinctum, F. oxysporum, F. culmorum y F. moniliforme. Esta micotoxina, cuando se presenta la pudrición de mazorca inducida por Giberella zeae, puede formarse en el campo durante el desarrollo de los granos (García, 1990), y la zearalenona induce en puercos, hiperestrogenismo. Esta enfermedad comprende varios disturbios de los órganos y procesos reproductivos y aunque es más común en cerdos, también puede presentarse en ganado bovino. En las hembras se presenta una inflamación de la vulva y agrandamiento del útero. Los machos sufren un efecto feminizante con atrofia de los testículos y crecimiento de las glandulas mamarias (Christensen, 1976).

En la tabla 4 se puede notar que existen diferencias entre los géneros aislados en las diferentes épocas del año.

En el mes de agosto de 1986 en la delegación Benito Juárez se presentó el mayor número de aislamientos del género Aspergillus (183), mientras que de Penicillium y Fusarium solamente se obtuvieron 2 y 37 respectivamente. Comparando estos resultados en el mismo periodo de tiempo con los de Caballero (1988), que no observó contaminación con micotoxonas, podemos sugerir que la presencia de los mohos micotoxigénicos es importante para contaminar los alimentos; en esta ocasión solamente fueron obtenidos 2 aislamientos de A. flavus.

TABLA 4. Número de aislamientos de mohos obtenidos de masa de maíz en distintos periodos en las Delegaciones Benito Juárez y Coyoacán.

	<u>Aspergillus</u>		<u>Penicillium</u>		<u>Fusarium oxysporum</u>	
	B.J.	Coy.	B.J.	Coy.	B.J.	Coy.
Agosto 86	183	0	2	0	37	0
Septiembre	107	0	15	0	0	0
Octubre	76	0	33	0	0	0
Noviembre	14	6	35	17	0	0
Diciembre	4	1	5	38	3	0
Enero 87	5	20	32	26	1	0
Febrero	2	1	5	0	3	0
Marzo	26	2	79	6	1	0
Abril	0	2	19	2	0	0
Mayo	2	16	30	7	1	0
Junio	5	4	37	38	4	0
Julio	0	2	0	2	0	0
Agosto	5	1	13	1	3	0
Septiembre	0	1	0	6	0	2
Octubre	0	1	0	20	0	0
Noviembre	0	0	0	7	0	1

En el mes de Septiembre se encontró, en la delegación Benito Juárez la presencia de Aspergillus con 107 aislamientos y del género Penicillium 15. Es importante hacer notar que en este mes la frecuencia de Aspergillus encontrados fue de la más alta en comparación con los otros meses, y que el número de muestras contaminadas con aflatoxinas según Caballero (1988), 10 de ellas, representó el 33% del total de las muestras contaminadas, con límites de contaminación de 3 a 6 $\mu\text{g}/\text{Kg}$. Estos niveles están por debajo de los límites aceptados en los códigos sanitarios de diversos países incluidos en las legislaciones de E.U.A. y de la comunidad Económica Europea (20 $\mu\text{g}/\text{Kg}$) (Romer, 1984). También se encontraron dos muestras contaminadas con ocratoxinas (límites 3-8 $\mu\text{g}/\text{Kg}$) Caballero (1988).

En este mes se encontró la mayor cantidad de aislamientos de A. flavus 98 y A. parasiticus 64 en Benito Juárez; a pesar de que no podemos saber en que momento se realizó la contaminación, podemos sugerir que setas cepas eran productoras de aflatoxinas, el producto puede estar en riesgo de contaminarse si se presentan las condiciones adecuadas. No se encontró en este mes A. ochraceus y P. viridicatum, aunque Caballero (1988) detectó ocratoxinas, por lo que podemos inferir que posiblemente con el proceso de la nixtamalización se destruyeron las esporas de estas especies aunque quedó presente la micotoxina.

Debe de hacerse notar, el hecho de que existe un incremento en el número de aislamientos en ambas delegaciones en que se tomaron las muestras de masa de maíz en la época de lluvias, principalmente para el mes de septiembre de 1986 que es cuando coincide con el periodo en que Caballero (1988) encontró más aflatoxinas.

También es importante destacar que el número de aislamientos de las muestras en ambas delegaciones es diferente, por lo que, debemos considerar que el maíz con el cual se trabajo aunque hubiera sido abastecido por el mismo distribuidor "CONASUPO" podría no tener el mismo origen o manejo debido a las diferencias en el establecimiento y manejo del cultivo desde el campo, la cosecha, y las condiciones y el tiempo de almacenamiento; por lo que, un mal manejo del maíz en cada una de sus etapas puede propiciar el desarrollo de los hongos representando un riesgo sanitario, ya que como se mencionó anteriormente existe la posibilidad de producción de micotoxinas desde el campo.

4. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo demuestran que aunque en el proceso de nixtamalización los hongos están expuestos evidentemente a altas temperaturas y cambios de pH, las esporas pueden sobrevivir durante el proceso de elaboración de la masa, y esta puede contaminarse y representar un riesgo potencial sanitario si no es consumida inmediatamente; este no es un caso general ya que la masa y las tortillas son consumidas diariamente en el campo; sin embargo, en ciudades como el Distrito Federal, la tendencia es comprar tortillas y almacenarlas conservándolas en bolsas de plástico por períodos de hasta más de 8 días. Esto provoca el desarrollo de mohos aun conservándolas en condiciones de refrigeración.

Lo anterior, hace necesario, estudiar las modificaciones y transformaciones que ocurren en las poblaciones de mohos en el maíz, en la época previa a la nixtamalización, así como su interacción con los diferentes procesos de elaboración

Por lo expuesto, se considera importante tener un control integral desde el establecimiento y manejo del cultivo en el campo, la cosecha, el transporte y almacenamiento para poder disminuir así las pérdidas económicas provocadas debido al deterioro de los granos, ante la predisposición de éstos al ataque fúngico, y consecuentemente si las condiciones se presentan favorables para la

posterior formación de micotoxinas.

5. LITERATURA CITADA

Abdel Hafez, S.I. 1984. Composition of the fungal flora of four cereal grains in Saudi Arabia. Mycopathologia 85: 53-57.

Avila, S. M. 1983. La comercialización de productos agrícolas en México. El Maíz alimento del hombre. Centro de Economía, Colegio de Postgraduados Montecillos, Méx. Papeles Núm. 15 SARH.

Barnet, H.L. y B.B. Hunter 1972. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Burgess Mineápolis. 241 pp.

Booth, C. 1971. The Genus Fusarium Commonwealth Mycological Institute Kew, Surrey. 237 pp.

Brekke, O.L., A.F. Peplinski, G.W. Nofsinger, H.F. Conway, A.C. Stringfellow, R.R. Montgomery, R.W. Silman, V.E.Sohns y E.B.

Bagley. 1975b. Pilot-plant dry milling of corn containing aflatoxin. Cereal Chem 52: 205-211.

Caballero, M. 1988. Micotoxinas en masa de maíz en el Distrito Federal Delegaciones Benito Juárez y Coyoacán. Tesis profesional de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM.

Christensen, M.C. 1976. Molds, Mushrooms, and Mycotoxins. University of Minnesota Press, Mineápolis 246 pp.

Ciegler, A., E.B. Lillehoj, R.E. Peterson y H.H. Hall. 1966. Microbial detoxification of aflatoxin. Appl. Microbiol. 14: 934-939.

Durán, B.C. 1988. Monografía Tecnológica Núm. 2 Una Nueva Tecnología para la extursión alcalina del maíz y sorgo. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Eon Editores México. 69 pp.

García Aguirre, G. 1990. Formación de Zearalenona en maíz en el campo. Tesis de doctorado; Facultad de Ciencias, UNAM.

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

Hill, R.A., M.D. Wilson, W.R. Burg y O.L. Shotewell. 1984. Viable fungi in corn dust. Appl. Environ. Microbiol. 84-87 pp.

Huff, W.E. 1980. A physical method for the segregation of aflatoxin contaminated corn. Cereal Chem. 57: 236-238.

Jugenheimer, W.R. 1988. Variedades mejoradas. Métodos de cultivo y producción de Semillas. Limusa, México D.F., 841 pp.

Larrea, R.E., G.G. Ruiz y V.B. Jiménez. 1985. Efecto biocida del hidróxido de calcio Ca(OH)₂ y su utilización en la agricultura. Anfacal, México D.F., 19-21 pp.

Lichtward, R.W., G.L. Barron y L.H. Tifany. 1958. Mold flora associated with shelled corn in Iowa. Iowa State College Journal of Science 33: 1-11.

Marasas, W.F.O., N.P.J. Kriek, V.M. Wiggins, P.S. Steyn, D.K. Towers y T.S. Hastie. 1979. Incidence Geographic. Distribution and Toxicogenicity of Fusarium species in South African corn. The American Phytopathology. 69: 1181-1185.

Martínez-Flores, R. y G. García Aguirre. 1987. Micoflora y Aflatoxinas en Mazapán: Inspección Preliminar. Anales Inst. Biol. UNAM Ser: Bot. 58: 7-13.

Mislivec, P.B. y J. Tuite. 1970. Species of Penicillium occurring in freshly-harvested, and in stored dent corn kernels. Mycologia. 62: 67-74.

- Nesheim, S.J. 1976. The Ochratoxins and other Related Compounds. In: J.V. Rodricks (ed.) Mycotoxins and Other Fungal Related Food Problems. American Chemical Society, Washington, 276-295.
- Norred, W.P. y R. Morrissey. 1983. Effects of long-term feeding of ammoniated aflatoxin contaminated corn to Fisher 344 rats. Toxicol. Appl. Pharmacol 70: 96-104.
- Pathre, S.V. y J. Mirocha. 1976. Zearalenone and Related compound in: J.V. Rodricks (ed.) Mycotoxins and Other Fungal Related Food Problems. American Chemical Society, Washington, 178-227.
- Pepeljnjak, S. y Z. Cvetnic. 1984. Distribution of moulds on stored grains in households in an area affected by endemic nephropathy in Yugoslavia. Mycopathologia 86: 83-87.
- Phillips, T. D. B.A. Clement, L.F. Kubena y R.B. Harvey. 1989. Prevention of aflatoxicosis in animals and aflatoxin residues in food of animal origin with hydrated sodium calcium aluminosilicate. Proc. World Assoc. Vet. Food Hygienists, Stockholm, Sweden, July 2-7.
- Pitt, J.I. 1979. The Genus Penicillium and its Teleomorphic States Eupenicillium and Talaromyces. Academic Press. Nueva York, 643 pp.
- Pohland, A.E. y P. Mislivec. 1976. Metabolites of varios

Penicillium species encountered on foods. In: J.V. Rodricks (ed.) Mycotoxins and Other Fungal Related Food Problems. American Chemical Society, Washington 110-143 pp.

Preda, N. y M. Gabor. 1977. Mycotoxines. Collection de Medecine Légale et de Toxicologie Médicale. Núm. 107, 119-124.

Raper, K.B. y D.I. Fennell. 1965. The Genus Aspergillus. Williams and Wilkins, Baltimore 686 pp.

Rayner, E.T., S.P. Koltun, y F.G. Dollear. 1977. Solvent extraction of aflatoxins from contaminated agricultural products. In: Mycotoxins Economic and Health Risks. Council for Agricultural Science and Technology 116 25-40.

Resnik, S. 1989. Factores que inciden en la aparición de micotoxinas desde la producción primaria hasta el almacenamiento. In: Jose M. Olavarria M. (Eds.) Jornada Nacional Sobre Micotoxinas y Micotoxicosis. Santiago de Chile. 25-40.

Rincón, S.F. 1989. Deterioro de semillas de maíz y su relación con las condiciones de almacenamiento. Tesis Maestro en Ciencias Especialidad Genetica Colegio Posgraduados Centro de Genetica, Montecillo, Mex.

Romer, T. 1984. Mycotoxins in corn and corn milling products.

Cereal Foods World 29: 459-462.

Salinas de Gortari, C. 1990. 2° Informe de Gobierno (Anexo). Poder Ejecutivo Federal.

Sanchez Esquivel, L. 1989. Micotoxinas en masa de maíz en el Distrito Federal: Delegación Tlalpan Tesis profesional Fac. Ciencias UNAM. 34 pp.

Shank, R.C. 1976. The Role of Aflatoxin in Human Disease. In: J.V. Rodricks (ed.) Mycotoxins and Other Fungal Related Food Problems. American Chemical Society, Washington, 37-51 pp.

Trigo, J.F., A.R. Cervantes y L.Ontiveros. 1978. Aspergilosis Pulmonar en un bovino Inst. Nal. de Invest. Pecuarias, Jul.

Ulloa, M. y H. Schroeder. 1969. Note on the aflatoxin decomposition in the process of marking tortillas from corn. Cereal Chemistry. 46: 397.

Ulloa, y T. Herrera. 1970. Persistencia de las aflatoxinas durante la fermentación del pozol Rev. Lat. Microbiol 12: 1-65.

Warcup, J.H. 1950. The soil plate method for isolation of fungi from soil. Nature 166: 117-118.

Yañez, M.J. 1991. Causas y Perspectivas de control de las Aflatoxinas en Maiz. Agromundo 37: 20-22.

Yahl, K.R., S.A. Watson, R.J. Smith y R. Barabolak. 1971. Laboratory wet-milling of corn containing high levels of aflatoxin and survey of commercial wet-milling products. Cereal Chem. 48: 385-391.