

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRONOMIA



**IDENTIFICACION DE HONGOS CONTAMINANTES DE
MAIZ (*Zea mays* L.) ALMACENADO EN AUTLAN,
COLOTLAN, TALA, ZAPOPAN Y TLAJOMULCO.**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**INGENIERO AGRONOMO
ORIENTACION FITOTECNIA**

P R E S E N T A

BERTA ALICIA DIAZ DE LA CRUZ



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

SECCION ESCOLARIDAD

EXPEDIENTE _____

NUMERO 0559/93

17 de mayo de 1993

M.C. SALVADOR MENA MUNGUA
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis de la PASANTE: BERTA ALICIA -
DIAZ DE LA CRUZ, titulada:

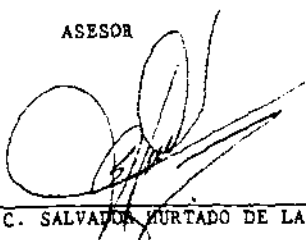
IDENTIFICACION DE HONGOS CONTAMINANTES DE MAIZ (Zea mays L.)
ALMACENADO EN AUTLAN, COLOTLAN, TALA, ZAPOPAN Y TLAJOMULCO

damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR


M.C. GEN. VIRGEN CALLEROS

ASESOR


M.C. SALVADOR MURTADO DE LA PEÑA

ASESOR


ING. LIBERATO PORTILLO MARTINEZ

MAE

SECCION: ESCOLARIDAD

EDIFICIO: _____

NUMERO: 0559/93

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRONOMIA

17 de mayo de 1993

C. PROFESORES:

M.C. GIL VIRGEN CALLEROS, DIRECTOR

M.C. SALVADOR HURTADO DE LA PEÑA, ASESOR

ING. LIBERATO PORTILLO MARTINEZ; ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

IDENTIFICACION DE HONGOS CONTAMINANTES DE MAIZ (*Zea mays* L.) ALMACENADO EN AUTLAN, COLOTLAN, TALA, ZAPOPAN Y TLAJOMULCO

presentado por la PASANTE: BERTA ALICIA DIAZ DE LA CRUZ, han sido ustedes designados Director y Asesores, respectivamente, para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su - Dictámen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto, me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

A T E N T A M E N T E
"PIENSA Y TRABAJA"
EL SECRETARIO

M.C. ELIAS SANDOVAL ISLAS

mat

DEDICATORIAS

A mis Padres:

Francisco Diaz Cabrera
Maria De la Cruz Torres

Con profundo cariño y respeto ya que me entregaron la llave que me guía en la búsqueda de respuestas, valores e ideales.

A la Maestra:

Obdulia Arámbula Quintero
Por su valioso apoyo y comprensión durante mi desarrollo profesional.

A mi Sobrino:

Andrey Vladimir
Con admiración, cariño y amor en quien deposito toda mi esperanza para su formación.

A mis Hermanos:

Pedro, Martha, Ernesto, Ana, Livier, Francisco, Salvador, Rosy, Javi y Roberto

Por su comprensión y paciencia durante mi larga carrera.

A Luis Miguel:

Por brindarme confianza y motivación en los momentos difíciles.

A Todos ellos que de alguna forma influyeron en mi formación profesional ... GRACIAS.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guadalajara:

Por darme la oportunidad de ser parte de ella.

A la Facultad de Agronomía:

Lugar donde me formé como profesionista.

A mis maestros:

Por los conocimientos y la amistad que supieron brindarme en el transcurso de mi carrera.

A mi Director de Tesis:

M.C. Gil Virgen Calleros por su desinteresado e incansable apoyo durante el desarrollo de este trabajo.

A mis asesores:

Ing. Salvador Hurtado de la Peña
Ing. Liberato portillo Martínez por el apoyo brindado.

A la maestra:

Q.F.B. Thelma Guadalupe Carrillo Rodríguez
Por su activa participación y confianza brindada en cada una de las etapas de mi trabajo.

A BORUCONSA (Bodegas Rurales Conasupo):

Por los apoyos materiales aportados, los cuales fueron la base para el desarrollo de este trabajo.

A ANDSA (Almacenes Nacionales de Depósito):

Por los beneficios brindados.

	Página
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS	vi
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Principales hongos que atacan granos almacenados	3
2.2 Hongos que atacan maíz almacenado	6
2.3 Factores que favorecen la presencia de hongos en almacén	8
2.4 Factores que favorecen la infección en el campo	18
2.5 Control de microorganismos que atacan granos almacenados.....	19
2.6 Normas de prevención	20
2.7 Micotoxinas	21
2.7.1 Definición e importancia	21
2.7.2 Hongos productores de micotoxinas	23
2.7.3 Tipo de micotoxinas	26
3. MATERIALES Y METODOS	30
3.1 Localización	30
3.2 Técnicas de muestreo en bodegas	30
3.3 Técnica de aislamiento e identificación	32
3.4 Frecuencia de aparición	32
4. RESULTADOS Y DISCUSION	37
5. CONCLUSIONES	44
6. BIBLIOGRAFIA.....	46

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Principales hongos que atacan en campo, almacén y productos altamente deteriorados (Christensen y Kauffmann, 1976)	5
2	Principales hongos de campo que atacan maíz (Christensen y Kauffmann, 1976)	7
3	Principales hongos de almacén que atacan maíz (Christensen y Kauffmann, 1976)	7
4	Principales hongos de deterioro avanzado en maíz (Christensen y Kauffmann, 1976)	7
5	Mínima cantidad de agua requerida para el desarrollo de hongos de almacén (Ramírez, 1981)	10
6	Contenidos de humedad de maíz en equilibrio con humedades relativas de 65 a 90% y hongos que comúnmente se les encuentra creciendo bajo estas condiciones de humedad (Christensen y Kauffmann 1976)...	10
7	Temperaturas mínimas y óptimas para el desarrollo de algunas especies de hongos	14
8	Principales hongos productores de micotoxinas (Christensen y Kauffmann 1976)	26
9	Principales toxinas producidas por especies de <i>Aspergillus</i> y <i>Penicillium</i> (Christensen y Kauffmann 1976) ...	29
10	Principales toxinas producidas por especies de <i>Fusarium</i> (Christensen y Kauffmann 1976)	29
11	Hongos encontrados en maíz en la troje de Tala	35
12	Hongos encontrados en maíz en la troje de Tlajomulco .	35
13	Hongos encontrados en maíz en la bodega de Aullán	36

14	Hongos encontrados en maíz en la bodega de Colotlán	35
15	Hongos encontrados en maíz en la bodega de Zapopan	36
16	Orden de importancia respecto al porcentaje global de cada uno de los hongos identificados para los cinco sitios	44

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Relación de la humedad del grano y la relativa del aire (García (1981)	12
2	Ubicación de las bodegas muestreadas en municipios del estado de Jalisco para la identificación de hongos contaminantes en maíz almacenado	31
3	Frecuencia promedio de aparición de hongos encontrados en maíz colectado en una troje en Tala	39
4	Frecuencia promedio de aparición de hongos encontrados en maíz colectado en una troje en Tlajomulco	40
5	Frecuencia promedio de aparición de hongos encontrados en maíz colectado de bodegas conasupo en Autlán	41
6	Frecuencia promedio de aparición de hongos encontrados en maíz colectado de bodega conasupo en Colotlán	42
7	Frecuencia promedio de aparición de hongos encontrados en maíz colectado de bodegas conasupo en Zapopan	43

1. INTRODUCCION

El maíz desempeña un importante papel en la vida del hombre y en América se constituye como uno de los alimentos básicos. Varios factores influyen en el rendimiento de este grano a nivel de campo, así como en el deterioro sufrido una vez almacenado.

Dos factores influyen en el deterioro de este grano en almacén; es la alta humedad ya sea del grano o del almacén y la temperatura. Ambas condiciones favorecen la presencia de organismos que afectan la calidad del grano, entre los cuales se encuentran los insectos, roedores, ácaros y microorganismos, cuyo promedio de daño a nivel nacional se considera de aproximadamente 25% (Rodríguez y Loyola, 1992). Los principales microorganismos que causan daño a este grano en el almacén, son los hongos, los que se alimentan de los constituyentes del grano disminuyendo la calidad alimenticia. Además, algunos de ellos producen sustancias tóxicas al hombre, estas sustancias son conocidas como micotoxinas. Algunos investigadores han encontrado alrededor de 3000 a 57000 esporas por grano de maíz, lo cual provoca pérdidas considerables de este grano en el almacén.

Para realizar un manejo sanitario del grano en almacén, es necesario conocer cuáles son los factores que favorecen dichos organismos y cuáles son estos últimos.

Por tal razón el conocimiento adecuado de los hongos que intervienen en la degradación del grano de maíz, así como los que producen micotoxinas, permitirá establecer las medidas adecuadas de manejo.

Con base en lo anterior el presente trabajo tiene como objetivos:

- 1.- Aislar e identificar los hongos presentes en el grano de maiz en las zonas consideradas.
- 2.- Determinar la frecuencia de aparición de cada uno de los hongos encontrados.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Principales Hongos que Atacan Granos Almacenados.

Todos los cultivos agrícolas son invadidos por diversos microorganismos durante el desarrollo en el campo, siendo los hongos los más abundantes y la principal causa de enfermedades ocasionando severas pérdidas económicas al reducir el potencial de producción de los cultivos que ataca (Ramírez, 1981).

En particular los granos y las semillas son invadidos por diversos hongos en el campo, entre ellos Fusarium, Alternaria, Cladosporium, Helminthosporium y muchos otros que ocasionan enfermedades a las plantas que son transmitidas de un ciclo a otro a través de las semillas.

Christensen y Kauffmann (1976), señalaron que también los granos y las semillas son invadidos por hongos cuyo habitat natural no es el campo si no el almacén, la bodega o el silo y las trojes, siendo principalmente especies de Aspergillus y Penicillium. De tal manera que los hongos presentes en los granos y semillas tradicionalmente han sido divididos en dos grupos "Hongos de campo" y "Hongos de almacén" posteriormente se dió otra clasificación para un tercer grupo al cual denominaron "Hongos de avanzado estado de deterioro". La principal diferencia que existe entre ellos es el requerimiento de agua para crecer, ya que los hongos de campo requieren humedades relativas de 65 a 90%, condiciones muy

frecuentes en el almacenamiento de granos.

De igual manera los Hongos de deterioro avanzado proliferan en altas humedades relativas superiores al 90%. Una de sus características es que son grandes degradadores de materia orgánica. Tanto los Hongos de campo (Cuadro 1) como los de almacén representan riesgos que ponen en peligro la salud de los animales domésticos y la del hombre, ya que producen sustancias tóxicas.

Fusarium hongo común en cultivos agrícolas, en particular en cereales; es uno de los principales productores de micotoxinas. Para el caso de hongos de almacén los principales son: Aspergillus y Penicillium que causan diversos daños a las semillas y para el segundo caso el ennegrecimiento de los granos y la producción de micotoxinas (Agrios,1985).

Por último Agrios (Op. cit.), señaló que los hongos del tercer grupo destruyen totalmente los granos y productos que invaden debido a su alta capacidad para degradar la materia orgánica y además algunos de ellos tienen capacidad de producir micotoxinas.

Cuadro 1. Principales Hongos que atacan en campo, almacén y en productos altamente deteriorados (Christensen y Kauffmann, 1976).

Tipo de Hongo	Especie
De Campo	<u>Fusarium moniliforme</u>
	<u>F.roseum</u>
	<u>F.trincantum</u>
	<u>Alternaria Nees</u>
	<u>Aureobasidium</u>
	<u>Acremonium</u>
	<u>Cladosporium</u>
<u>Diplodia Maydis</u>	
De Almacén	<u>Aspergillus restrictus</u>
	<u>A.glaucus</u>
	<u>A.flavus</u>
	<u>A.candidus</u>
	<u>A.parasiticus</u>
	<u>A.amstelodami</u>
	<u>A.chevalieri</u>
	<u>A.ruver</u>
	<u>A.ostianus</u>
	<u>A.sidowi</u>
<u>Penicillium spp.</u>	
Deterioro avanzado	<u>Aspergillus clavatus</u>
	<u>A.fumigatus</u>
	<u>A.niger</u>
	<u>Absidia spp.</u>
	<u>Paecylomyces</u>
	<u>Chaetomium</u>
	<u>Mucor</u>
	<u>Rhizopus</u>
<u>Scopulariopsis</u>	

2.2. Hongos que atacan maíz almacenado

La producción de alimentos es una de las preocupaciones más apremiantes de los países en desarrollo, ya que la alimentación humana y animal en gran parte se basa en el consumo de granos y sus derivados, principalmente del maíz, el cual frecuentemente es invadido por hongos, que causan diferentes problemas, entre ellos la contaminación con sustancias tóxicas, las micotoxinas (Montes, 1992). Dentro de los factores bióticos, los hongos juegan un papel importante en el deterioro del grano, afectando su poder germinativo y su calidad nutricional y sanitaria como grano alimenticio.

Los daños que causan los hongos de campo (Cuadro 2) a los granos depende de la severidad del ataque y del hongo del que se trate. Si el ataque es severo puede destruir el grano como sucede con las mazorcas del maíz por especies de Fusarium, este hongo continúa sus daños aún en grano almacenado si las condiciones ambientales le son favorables, así como otros hongos de campo continúan proliferando en el almacén.

En el caso de hongos de almacén (Cuadro 3) se ha encontrado que algunas especies de Aspergillus invaden a los granos desde el campo, en el caso de A. flavus su presencia está relacionada con períodos de sequía y con el ataque de insectos a la mazorca; condiciones que favorecen la entrada de este hongo al hacer susceptibles a los granos de maíz.

Existe un tercer grupo de hongos denominados hongos de deterioro avanzado (Cuadro 3) los cuales colonizan granos y otros

productos que han sufrido un deterioro biológico previo.

Cuadro 2. Principales hongos de campo que atacan maíz
(Christensen y Kauffmann, 1976).

Género	Especie
<u>Alternaria</u>	<u>Alternaria nees</u>
<u>Cephalosporium</u>	
<u>Cladosporium</u>	
<u>Diplodia maydis</u>	
<u>Epicoccum link</u>	
<u>Fusarium</u>	<u>Fusarium link</u> <u>F.moliniforme</u> <u>F.roseum</u> <u>F.trincintum</u>
<u>Nigrospora Oryzae</u>	

Cuadro 3. Principales hongos de almacén que atacan maíz
(Christensen y Kauffmann, 1976).

Género	Especie
<u>Aspergillus</u>	<u>A.flavus</u> <u>A.glaucus</u> <u>A.ochraceus</u> <u>A.restrictus</u> <u>A.versicolor</u>
<u>Penicillium</u>	<u>P.expansum</u> <u>P.cyclopum</u> <u>P.viridicantum</u> <u>P.citrinum</u> <u>P.purpurogenum</u>

Cuadro 4. Principales hongos de deterioro avanzado en maíz
(Christensen y Kaufmann, 1976).

Género	Especie
<u>Aspergillus</u>	<u>A.clavatus</u> <u>A.fumigatus</u> <u>A.niger</u>
<u>Absidia spp</u>	
<u>Chaetomium kunze</u>	

Rhizopus ehrenberg
Scopulariopsis brevicadis
Trichoderma viride
Trichothecium viride
Trichotecium link

2.3. Factores que favorecen la presencia de hongos en el almacén.

En el momento que los granos llegan del campo a la bodega, aumenta el número de granos invadidos por hongos de almacén y a menos que la temperatura o el contenido de humedad o ambos sean bajados lo suficiente para detener el crecimiento de los hongos, estos seguirán creciendo y eventualmente causarán daño al embrión, mal olor, humedad, calentamiento y finalmente apelmazamiento del grano.

Si el grano está relativamente libre de hongos de almacén, cuando es cosechado es fácilmente invadido al almacenarse bajo condiciones que permitan el desarrollo de los hongos de almacén. Cuando la pequeña cantidad de inóculo de hongos presente como esporas en estado latente bajo el pericarpio de algunos granos (aún del lote de grano más limpio), encuentra condiciones favorables, su incremento es tremendo en muy pocos días (Ramírez, Op. cit.).

Christensen y Kauffmann (Op. cit.), señalaron que los almacenes de granos, constituyen en sí, una fuente importante de inóculo de hongos de almacén, ya que las condiciones que influyen para su desarrollo son las siguientes:

- a) Contenido de humedad
- b) La temperatura
- c) El período de tiempo en que el grano es almacenado
- d) El grado de invasión por hongos de almacén que presente el grano antes de su arribo a un determinado sitio.
- e) La cantidad de material extraño presente en el grano.
- f) Actividad de insectos y ácaros.

a) El contenido de humedad.- El secado del grano y el mantenerlo seco en el almacén son las medidas más importantes de un buen almacenamiento. La humedad causa muchos de los problemas del almacenamiento del grano.

Christensen y Kauffmann (op.cit), señalaron que los microorganismos que invaden a los granos requieren contenidos de humedad mínimos para su desarrollo, teniendo en cuenta que la expresión del contenido de humedad de los productos en equilibrio con una determinada humedad relativa varía de acuerdo a su contenido de materia hidrofílica. Así mismo recomendaron que en lugar de indicar los contenidos de humedad que requieren los hongos para su desarrollo, se haga referencia a la actividad de agua (Aa) que permite el desarrollo de los microorganismos (Cuadro 5).

En el caso de los hongos de almacén se ha encontrado que algunas especies de Penicillium y Aspergillus invaden a los granos desde el campo.

La invasión de los granos de maíz en el campo por Aspergillus flavus en el sureste de los Estados Unidos está relacionada con períodos de sequía y con el ataque de insectos a la mazorca;

condiciones que favorecen la entrada del hongo (Ramírez, Op. cit.).

Cuadro 5. Mínima actividad de agua requerida para el desarrollo de hongos de almacén (Ramírez, 1981)

Especie	Mínima Aa requerida
<u>Aspergillus halophilicus</u>	0.65 - 0.70
<u>A.restrictus</u>	0.70 - 0.75
<u>A.glaucus</u>	0.70 - 0.75
<u>A.candidus</u>	0.75 - 0.80
<u>A.versicolor</u>	0.80 - 0.85
<u>A.ochraceus</u>	0.80 - 0.85
<u>A.flavus</u>	0.80 - 0.85

Christensen y Kauffmann (Op. cit.), consideraron que existe un mínimo de humedad en los granos para el desarrollo de cada una de las especies comunes de hongos de almacén, debajo de la cual ellos no pueden crecer. Sin embargo, los hongos más resistentes a la escasez de humedad (Aspergillus restrictus y A.halophilicus), no pueden crecer en contenidos de humedad inferiores a aquellos en equilibrio con una humedad relativa de aproximadamente 65% (Cuadro 6).

Cuadro 6. Contenidos de humedad de maíz en equilibrio con humedades relativas de 65 - 90% y hongos que comúnmente se les encuentra creciendo bajo estas condiciones de humedad (Christensen y Kauffmann, 1976).

Humedad relativa	Maíz	Hongos
65 - 70	13.0 - 14.0	<u>A.halophilicus</u>
70 - 75	14.0 - 15.0	<u>A.restrictus</u>
		<u>A.glaucus</u>
75 - 80	14.5 - 16.0	<u>A.flavus</u>
		<u>A.ochraceus</u>
80 - 85	16.0 - 18.0	<u>A.flavus</u>
		<u>Penicillium</u>
85 - 90	18.0 - 20.0	<u>Penicillium</u>

El grado de invasión y daño van a ser proporcionales al contenido de humedad (la invasión será mucho más rápida y con mucho más daño después de algunos años de almacenamiento al 14.8%).

La humedad del grano depende de su composición, temperatura y humedad ambiente (Figura 1).

Olivera (1985), consideró una clasificación de hongos de acuerdo a las necesidades de humedad, la cual dividió de la forma siguiente:

Hidrófitos.- Cuando el mínimo de humedad relativa que requieren para su desarrollo óptimo es de 90%.

Mesófitos.- Cuando el mínimo de humedad relativa requerida está entre 80 y 90%.

Xerófitos.- Cuando el mínimo de humedad relativa requerida es de 80%.

Los hongos van apareciendo desde el 65% de humedad relativa y aumentan a su óptimo, manifestándose en granos vivos que tengan rota la cubierta.

b) Temperatura.- Ramírez (1981), señaló que los hongos más comunes en granos almacenados crecen más rápidamente a temperaturas de 30 a 32°C; sin embargo, mencionó que es más fácil almacenar el grano en áreas donde la temperatura del medio ambiente es baja o donde nunca es demasiado alta; así por ejemplo, en un clima muy frío los insectos y hongos no crecen muy rápidamente.

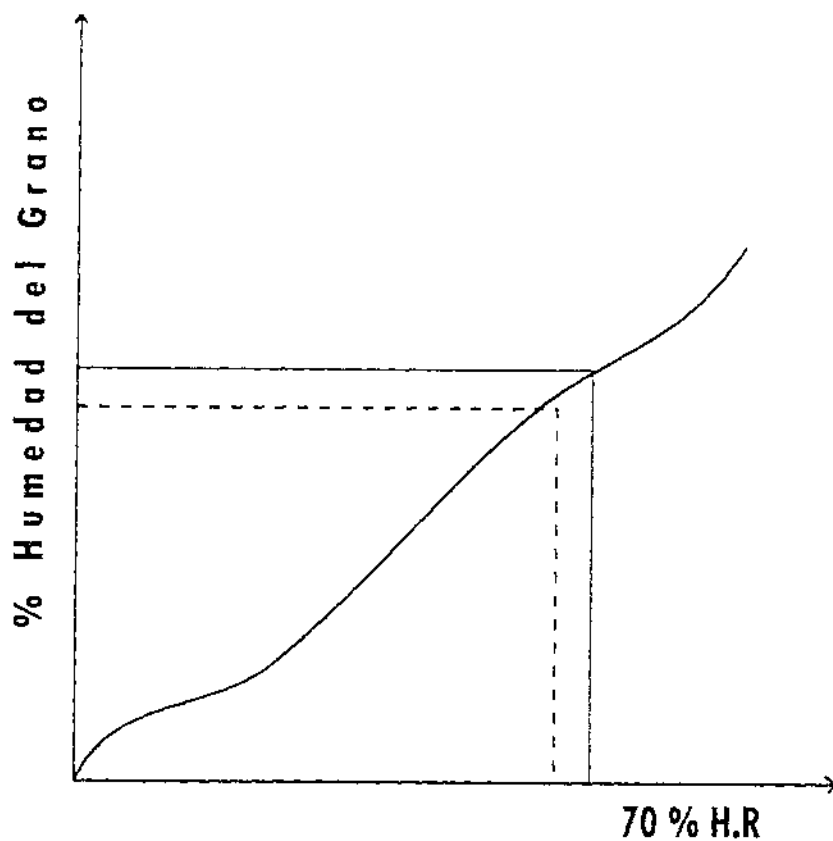


FIGURA 1:
Relación de la humedad del grano y la relativa del
aire.(Garcia 1981)

Christensen y Kauffmann (Op. cit.), indicaron que la temperatura sobre el crecimiento de los hongos de almacén y sobre el daño que ellos ocasionan también presenta algunas complicaciones. El grano que no ha sido invadido por hongos del almacén en un grado severo y que puede considerarse bueno y en buena condición, puede ser almacenado a un contenido de humedad del 15% de nueve meses hasta un año sin dañarse, aún cuando la temperatura sea de 6 a 10°C.

Por otro lado, si el grano ya ha sido invadido en forma moderada o severa y es almacenado con un contenido de humedad del 15% y a una temperatura de 6 a 10°C, los hongos pueden continuar su crecimiento y al término de seis meses habrán deteriorado bastante.

Existe una gran variación en relación a las temperaturas dentro de las cuales los hongos pueden realizar su crecimiento.

Olivera (Op. cit.), indicó que algunos son capaces de desarrollarse a temperaturas tan bajas como 8°C bajo cero, mientras otros lo hacen a temperaturas tan altas como 76°C.

El margen de temperatura dentro del cual cada especie manifiesta su crecimiento está limitada por una temperatura mínima y otra máxima (Cuadro 7), entre éstas se encuentra la temperatura óptima en la cual el crecimiento se realiza con la mayor rapidez.

Rosete (1985), señaló que la temperatura es una variable de gran importancia ya que afecta directa o indirectamente los demás factores, así mismo consideró que los granos deben mantenerse con la menor temperatura posible, pues de otra manera se facilitan los procesos de deterioro.

Los hongos mueren cuando la temperatura queda fuera del margen en el cual efectúan su crecimiento, la muerte es repentina si la temperatura va más allá del máximo y lenta si está bajo la mínima.

En resumen, un incremento de la temperatura dentro de un volumen de grano indica que los hongos se están desarrollando.

Cuadro 7. Temperaturas mínimas y óptimas para el desarrollo de algunas especies de hongos.

Especie de Hongo	Temperatura °C	
	Mínima	óptima
<u>Aspergillus restrictus</u>	5 - 10	30 - 35
<u>A. glaucus</u>	0 - 5	30 - 35
<u>A. candidus</u>	10 - 15	45 - 50
<u>A. flavus</u>	10 - 15	40 - 45
<u>Penicillium spp</u>	5 - 0	20 - 25

c) Periodo de tiempo en que el grano es almacenado.- Moreno (1988), señaló que inmediatamente despues de la cosecha el grano empieza a deteriorarse, las principales causas que ocasionan este deterioro son los microorganismos, los insectos y los reodores. Por otra parte, mencionó que la expansión del daño causado, por estos organismos depende de las condiciones físicas involucradas, dentro de las cuales se pueden considerar de mayor importancia la humedad y la temperatura.

Conociendo los factores que involucran el almacenamiento, nos permite reducir el grado de deteriorización del grano y de esta forma el mismo puede ser almacenado por largos períodos (García, 1981).

Olivera (Op. cit.), consideró que los objetivos de un buen almacenamiento y de la conservación, son los de proteger y mantener en un depósito o local bien diseñado los granos, de los factores que influyen en su deterioro, minimizando las pérdidas y prolongando su calidad genética, física y de sanidad.

d) Grado de invasión por hongos al grano almacenado. Montes (1992), concluyó que el grano recién cosechado que ha estado almacenado de tal modo que ya ha sido invadido, ya se encuentra en las primeras fases de deterioro. Si el grano es almacenado bajo condiciones que permitan que el deterioro continúe, en ese grano se desarrollará más daño en un determinado período, o una cantidad de daño elevado en un período más corto.

Christensen y Kauffmann (Op. cit.), encontraron en un experimento que el maíz ya invadido por hongos del almacén, se deterioraba mucho más rápidamente que el maíz sano que al principio del experimento estaba libre de hongos, cuando eran almacenados bajo condiciones que permitieran el desarrollo de los mismos.

En el caso del grano recién cosechado que se encuentra casi libre de hongos, se espera que todos los lotes del grano a un mismo contenido de humedad se mantengan uniformes, lo cual así sucede.

Sin embargo, en la práctica lotes con diferentes contenidos de humedad, los cuales han sido manejados en diferentes manera, son mezclados y algunas veces se mezclan granos cosechados en años anteriores con granos de la cosecha más reciente.

El grano que ya ha sido almacenado por un año puede estar tan

sano como el grano recién cosechado, pero también puede estar parcialmente deteriorado. Dicho deterioro puede no haber progresado al estado de presentar daño visible en el embrión sino más bien a una invasión no visible, de un considerable porcentaje de granos por los hongos de almacén.

La determinación de dicha incidencia se puede llevar a cabo mediante pruebas de laboratorio Christensen y Kauffmann (Op. cit.).

e) Material extraño. - Consiste principalmente de partículas más finas que las semillas, tales como semillas quebradas, semillas de hierbas, fragmentos de plantas, partes de insectos del campo como grillos y chapulines, así como partículas del suelo. Cuando el grano es depositado en un silo por medio de un transportador de grano, el material extraño generalmente se acumula en el punto de la descarga y muy frecuente llena los espacios de la columna de grano que ahí se forma. Este material es excelente para propiciar el desarrollo de hongos y de algunas especies de insectos y ácaros. Si este material se encuentra compactado, el aire que se emplea en el silo para reducir la temperatura no penetrará a dicha zona y el deterioro puede iniciarse en tales lugares.

Entre menos material extraño exista en el grano, es mejor para un almacenamiento prolongado.

f) Insectos y ácaros. - Los insectos y ácaros afectan el desarrollo de los hongos de almacén:

- 1) aumentando el contenido de humedad del grano
- 2) acarreado esporas de hongos entre los granos.

Como todo ser vivo los insectos y ácaros transforman gran parte de su alimento en bióxido de carbono y agua y, por lo tanto, aumentan el contenido de humedad del grano en que viven.

Así los hongos de almacén hacen lo mismo pero más lentamente (Moreno, 1988).

Por otro lado, no existe información disponible respecto a incrementos de humedad en granos infestados con ácaros, pero en algunas ocasiones éstos son muy numerosos en granos almacenados y con toda seguridad sus actividades van acompañadas con algún incremento del contenido de humedad.

Montes (1992), reportó una asociación "estrecha y constante" entre insectos y hongos del almacén especialmente Aspergillus restrictus. Otros investigadores, señalaron que el desarrollo de los hongos del almacén va acompañado de infestaciones del grano por insectos. Además, reportaron que algunos de los insectos de granos almacenados, regularmente acarrear dentro del grano que ellos infestan, una gran cantidad de inóculo de los hongos del almacén y con sus actividades favorecen el crecimiento de estos hongos.

Por lo tanto, lo que parece ser un problema con insectos puede ser un problema causado por insectos más hongos del almacén.

La fumigación puede exterminar los insectos pero no tiene mucho efecto sobre los hongos del almacén, de tal manera que el problema de los hongos puede continuar.

2.4. Factores que favorecen la infección en el campo.

Christensen y Kauffmann (Op. cit.), reportaron que todos los hongos de campo realizan su desarrollo dependiendo siempre de ciertos factores, los cuales hacen posible su proliferación, afectando la apariencia y calidad del grano para todos los propósitos que sean utilizados. Así mismo, estos factores provocan que los daños sean realizados antes de la cosecha y puede detectarse con una inspección de rutina y de esta manera no continúa incrementándose el daño en el almacén.

Por otra parte Martínez (1988), mencionó que los hongos de campo presentes en las semillas al momento de la cosecha, lentamente mueren ya que el contenido de humedad y temperaturas del grano almacenado es diferente. Así mismo, señaló que los factores más importantes que propician la infección en el campo son:

- Período prolongado de sequía
- Altas temperaturas durante la formación del grano
- Infestación por insectos
- Condiciones climáticas anormales
- Daño físico en granos
- Descuido del hombre en la cosecha, transporte, manejo y conservación del grano.
- Incidencia de pájaros.

Cada uno de estos factores influye de manera diferente para cada especie de hongo, así por ejemplo Peña y Durán (1990), reportaron que la infección del hongo de almacén se lleva a cabo en

campo y su incidencia se atribuye a periodos de sequia así como a la presencia de pájaros en la mazorca, desarrollándose por completo al llegar al almacén y encontrar condiciones favorables para su crecimiento.

Por otra parte Fusarium es considerado como hongo de campo, muere relativamente rápido en granos almacenados en contenidos de humedad del 12 al 13% y con temperaturas arriba de 21°C, y después que ha muerto no existe forma de determinar que estuvo presente.

En resumen, Ramírez (1981), reportó que las evidencias recientes indican que la combinación exacta de contenido de humedad, temperatura y tiempo de almacenamiento hace posible liberar al grano de los hongos de campo, evitando la invasión de los de almacén y reduciendo un poco el porcentaje de vigor del grano.

2.5. Control de microorganismos que atacan granos almacenados.

Después de la cosecha, granos y semillas entran al almacén para posteriormente usarse como semilla de siembra o de consumo.

Muchos son los factores que afectan dichos granos como insectos, hongos y ácaros y otros como la temperatura, humedad, período de almacenamiento y la condición del grano. Estos factores operan en conjunto por lo menos en maíz (Olivera, 1985).

La rapidez con la que se deteriora el grano está fuertemente influenciado por la presencia de estos factores (Ramírez, 1981).

Sin embargo, no todos los hongos que atacan granos en almacén se desarrollan al encontrar condiciones favorables durante el almacenamiento ya que algunos como Aspergillus flavus inician su

incidencia desde el campo, por lo cual para lograr un mejor control de los hongos se deberá tener precauciones y condiciones que deben satisfacerse antes y durante la cosecha el almacenamiento.

2.6. Normas de prevención y control físico, químico y cultural en el desarrollo de hongos.

Los microorganismos siempre están presentes por lo que se debe evitar darle al grano una humedad excesiva para que los hongos no se desarrollen.

Ramírez (1981), reportó que por las condiciones de manejo se favorece la presencia de hongos, ya que estos microorganismos viven a espensas de aquellos que queremos conservar, produciendo mermas del grano, degradaciones y podredumbre entre otros.

Con el fin de tomar medidas preventivas en el desarrollo de éstos, Ramírez (1985), recomendó las siguientes normas de manejo que ayudan a prevenir y controlar el desarrollo de hongos:

- Trabajar con instalaciones lo más limpias posibles sin filtraciones.
- Evitar todo manejo agresivo del grano, que dañe su cubierta de protección (cosecha, secado, manipuleo, secar el grano lo antes posible a niveles adecuados.
- Con la limpieza eliminar las materias extrañas e impurezas del granel.
- Evitar el desarrollo de insectos y ácaros.
- Mantener el grano lo más frío posible (temperatura uniforme).
- Mantener el grano con niveles de humedad aceptables.

- Crear variedades resistentes.
- Manejo del cultivo durante su desarrollo.
- Limpieza del grano y lugares de almacenamiento.
- Cosecha de grano maduro.
- Control de pájaros.
- Almacenar a bajas temperaturas en bodega.
- No almacenar grano dañado mecánicamente.
- Mantener niveles de humedad inferiores.
- Control de sistemas de ventilación.
- Cocción térmica del grano (nixtamalización).
- La utilización de fungicidas en la semilla antes de la siembra (captán, furadán, etc.).
- Tratamientos a la semilla con microorganismos antagónicos a los patógenos del suelo.
- Utilizar inhibidores (ácidos orgánicos, benzóico, fórmico y sórbico con sales de sodio, potasio o calcio solubles en agua).
- Aplicación de bromuro de metilo en bodega 50 g/m³ en primera y segunda inyección.
- Aplicación de cebos envenenados para control de roedores.

2.7. Micotoxinas

2.7.1 Definición e importancia: Las micotoxinas son sustancias tóxicas que producen varios hongos en los granos, alimentos o nutrientes infectados y que ocasionan enfermedades de distinta gravedad e incluso la muerte de los animales y seres humanos que los consumen (Agrios, Op. cit.).

Según Montes (1992), uno de los efectos más importantes de las pudriciones de postcosecha de frutos y hortalizas y especialmente de semillas y del deterioro de los alimentos por hongos, es la inducción de micotoxicosis, es decir, enfermedades de animales y del hombre ocasionadas por el consumo de forrajes y alimentos invadidos por hongos productores de toxinas.

Algunas micotoxicosis ocasionadas por hongos comunes y de amplia distribución tales como Aspergillus, Penicillium, Fusarium y Stachybotrys, ocasionan enfermedades graves e incluso la muerte (Moreno 1988). Por otra parte este mismo autor considera que las micotoxinas que produce cada uno de estos hongos difieren entre si con respecto a su fórmula química, los productos en los que son transformadas, las condiciones bajo las cuales se producen, los efectos que surten en los seres humanos y varios animales, y en su grado de toxicidad.

Sin embargo, muchos hongos distintos producen las mismas toxinas o compuestos relacionados.

Christensen y Kauffmann (Op. cit.), señalaron que frecuentemente los hongos toxígenos desaparecen de los granos o productos en los que han crecido, al verse limitados por condiciones desfavorables para su crecimiento, quedando solamente las micotoxinas, lo que hace particularmente difícil verificar la calidad sanitaria de un determinado producto, sea este grano u otra materia prima; teniendo que recurrirse a técnicas químicas y biológicas para conocer su calidad sanitaria.

Seguramente las micotoxinas siempre han estado con nosotros,

pero hasta hace unas cuantas décadas se les reconoció como un problema de salud pública y animal.

Las micotoxinas ocasionan problemas económicos al productor pecuario al afectar la salud y desarrollo de sus animales y también al productor de alimentos balanceados al tener que indemnizar al ganadero o al avicultor. Además, alteran la calidad sanitaria de los granos destinados al consumo humano, originando un riesgo para la salud pública (Agrios, *Op. cit.*).

2.7.2. Hongos productores de micotoxinas.

Las micotoxinas son sustancias producidas por ciertos hongos, y en pequenísimas cantidades pueden ser tóxicas a los animales que las ingieren y en algunos casos lo son al estar en contacto con la piel como algunas toxinas de Fusarium.

Las toxinas de los hongos superiores como las de Amanita, son también micotoxinas, pero para que este tipo de intoxicaciones ocurran, es necesario consumir una porción del hongo o seta que contiene la toxina, no así en el caso de las micotoxinas producidas por los hongos microscópicos que invaden los productos agrícolas y alimentos derivados de ellos, los cuales secretan sus metabolitos tóxicos (Christensen y Kauffmann, 1969).

Moreno (1988), señaló que las evidencias actuales que se tienen sobre la importancia de los diferentes hongos toxígenos que invaden a los granos indican que los géneros más importantes son: Aspergillus, Penicillium y Fusarium (Cuadro 8).

Por otra parte Christensen y Kauffmann (1969), encontraron que estos tres géneros comprendían el 58% de 943 cepas de hongos a los

que les probaron su toxicidad. Especies de estos géneros, más algunos en los géneros, Alternaria, Cladosporium y Rhizopus, son los que más frecuentemente se han encontrado involucrados en casos de micotoxicosis.

Afortunadamente no siempre las condiciones que le permiten tener un crecimiento vegetativo son las condiciones que se requieren para la producción de toxinas, ya que estos productos del metabolismo secundario de los hongos se generan bajo condiciones más específicas que las requeridas para el crecimiento vegetativo.

Agrios (1985), mencionó que la temperatura, es el factor más importante en la inducción de producción de micotoxinas seguidas del substrato. Así por ejemplo Fusarium roseum requiere de una temperatura de 20 a 25°C para tener un crecimiento vegetativo vigoroso, y para la producción de la toxina Zearalenona se requiere una temperatura de 14°C. Esta alternancia de temperaturas se presenta en la naturaleza que da lugar a la producción de estos metabolitos tóxicos.

Con respecto a las condiciones favorables para el desarrollo de los hongos y probablemente para la producción de toxinas Christensen y Kauffmann (Op. cit.), señalaron que se ha observado que otros factores coadyuban a la producción de toxinas, dependiendo del hongo en cuestión, tales como temperaturas bajas, condiciones climáticas anormales durante la formación de los granos, y por último, pero no menos importante, el descuido del hombre en la cosecha, transporte, manejo y conservación de los productos agrícolas; operaciones todas ellas bajo su control y responsabilidad.

Las especies de hongos que se encuentran atacando el grano dependen principalmente de la clase de grano y de las condiciones ambientales y pueden hallarse tanto en el interior como en el exterior de la semilla. Los hongos que se encuentran en el interior del grano se localizan especialmente en regiones húmedas y calientes. La mayor parte inicia su ataque cuando el grano está en proceso de desarrollo o maduración.

Los hongos se mueren cuando la temperatura va más allá del máximo y lenta si está bajo la mínima (Ramírez, 1981).

Cuadro 8. Principales hongos productores de micotoxinas (Christensen y Kauffmann, 1969).

Hongo	Género
<u>Aspergillus chevalieri</u>	<u>Aspergillus</u>
<u>A. clavatus</u>	
<u>A. fumigatus</u>	
<u>A. niger</u>	
<u>A. ochraceus</u>	
<u>A. versicolor</u>	
<u>Penicillium Cyclopium</u>	<u>Penicillium</u>
<u>P. islandicum</u>	
<u>P. purpurasenum</u>	
<u>P. viridicatum</u>	
<u>Fusarium avenaceum</u>	<u>Fusarium</u>
<u>F. culmorum</u>	
<u>F. equiseti</u>	
<u>F. graminearum</u>	
<u>F. moliniiforme</u>	
<u>F. oxysporum</u>	

2.7.3. Tipo de Micotoxinas.

Agrios (1985), mencionó que uno de los efectos más importantes de las producciones de postcosecha de frutos y hortalizas y especialmente de semillas y del deterioro de los alimentos por hongos, es la inducción de micotoxicosis, es decir, enfermedades de animales y del hombre ocasionadas por el consumo de forrajes y alimentos invadidos por hongos que producen sustancias tóxicas denominadas micotoxinas.

Por otra parte Christensen y Kauffmann (Op. cit.), señalaron que para definir, que una micotoxina es la causa de una enfermedad de algún hato o parvada de animales domésticos, es necesario detectar la micotoxina en alimento en cantidades suficientes para producir los síntomas en cuestión. Las evidencias actuales que se

tienen sobre la importancia de los diferentes hongos toxígenos que invaden a los granos indican que los géneros más importantes son Aspergillus, Penicillium, y Fusarium. Christensen y Kauffmann (Op. cit.), encontraron que estos tres géneros comprendían el 58% de 943 cepas de hongos a los que probaron su toxicidad.

Agrios (Op. cit.), mencionó que las micotoxinas que difieren entre sí con respecto a su fórmula química, los productos en los que son transformadas, las condiciones bajo las cuales se producen, los efectos que surten en los seres humanos y varios animales, y en su grado de toxicidad. Sin embargo muchos hongos producen las mismas toxinas o compuestos estrechamente relacionados (Cuadros 9 y 10).

Las toxinas producidas por muchos de los hongos potencialmente peligrosos no han sido aisladas e indentificadas, por lo tanto no hay forma de detectarlas en nuestros alimentos y en los de animales domésticos.

Genel (1981), acentó que el análisis de las micotoxinas comprende una serie de pasos que se inician con el muestreo, la extracción de la toxina, el proceso de purificación, la identificación, y cuantificación de la toxina y por último las pruebas confirmatorias. La principal dificultad en el muestreo de granos o productos sospechosos de contaminación por micotoxinas es que estas no se encuentran distribuidas aparentemente en el lote por muestrear. Se ha encontrado que entre más grande sea el tamaño de la partícula del producto por muestrear, más grande debe ser la muestra del lote.

Para la identificación y cuantificación de las toxinas se han desarrollado varios métodos analíticos entre ellos la cromatografía de capa fina, la de minicolumnas; para las cuales se han utilizado la luz ultravioleta (365nm). Otro método analítico es la cromatografía líquida de alta presión, con el cual se pueden cuantificar niveles bajos de aflatoxinas, hasta de $1\mu\text{g}/100\text{g}$.

Cuadro 9. Principales toxinas producidas por especies de Aspergillus y Penicillium (Christensen y Kauffmann 1969).

Hongo	Tipo de Toxina
<u>Género Aspergillus</u>	
<u>Aspergillus chevalieri</u>	<u>Xantocilina</u>
<u>A. clavatus</u>	<u>Patulina</u>
<u>A. fumigatus</u>	<u>Fumagilina</u>
<u>A. niger</u>	<u>Malformina</u>
	<u>Acido oxálico</u>
<u>A. ochraceus</u>	<u>Ocratoxinas</u>
	<u>Acido penicilico</u>
<u>A. versicolor</u>	<u>Esterigmatocistina</u>
<u>Género Penicillium</u>	
<u>Penicillium cyclopium</u>	<u>Acido penicilico</u>
	<u>Ocratoxina</u>
<u>P. expansum</u>	<u>Patulina</u>
	<u>Citrinina</u>
<u>P. islandicum</u>	<u>Islanditoxina</u>
<u>P. purpurogenum</u>	<u>Rubratoxinas</u>
<u>P. viridicantum</u>	<u>Ocratoxinas</u>

Cuadro 10. Principales toxinas producidas por especies de Fusarium (Christensen y Kauffmann, 1969).

Hongo	Tipo de Toxina
<u>Género Fusarium</u>	
<u>Fusarium avenaceum</u>	<u>Tricotecenos</u>
	<u>Zearalenona</u>
<u>F. culmorum</u>	<u>Tricotecenos</u>
	<u>Zearalenona</u>
<u>F. equiseti</u>	<u>Tricotecenos</u>
	<u>Zearalenona</u>
	<u>Moniliformina</u>
<u>F. graminearum</u>	<u>Zearalenona</u>
	<u>Tricotecenos</u>
<u>F. moliniforme</u>	<u>Zearalenona</u>
	<u>Moniliformina</u>

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización.

El experimento se realizó en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara. Para la ejecución del trabajo se tomaron cinco muestras representativas de cinco sitios diferentes (Autlán, Colotlán, Tala, Tlajomulco y Zapopan) tres de las cuales fueron de bodegas oficiales (BORUCONSA) y dos de trojes particulares (Cuadro 11). Cada una de ellas cuenta con instalaciones inadecuadas para lograr condiciones favorables de almacenamiento y conservación del grano, por tal motivo, se tomaron muestras representativas de 2 kg por sitio muestreado.

3.2. Técnicas de muestreo en bodegas.

El sistema de muestreo llevado tanto en bodegas oficiales como en trojes particulares fué el mismo para cada sitio. El grano se encontró almacenado a granel lo cual facilitó el muestreo a través de un tubo de 1" de diámetro que penetró desde la parte superficial del lote de maíz hasta la base del mismo, realizando la operación en tres repeticiones; cada una en diferente lugar de la bodega.

Las tres muestras obtenidas de cada una de las bodegas se mezclaron y se obtuvo 1 kg de grano por bodega el cual fué representativo del sitio muestreado.

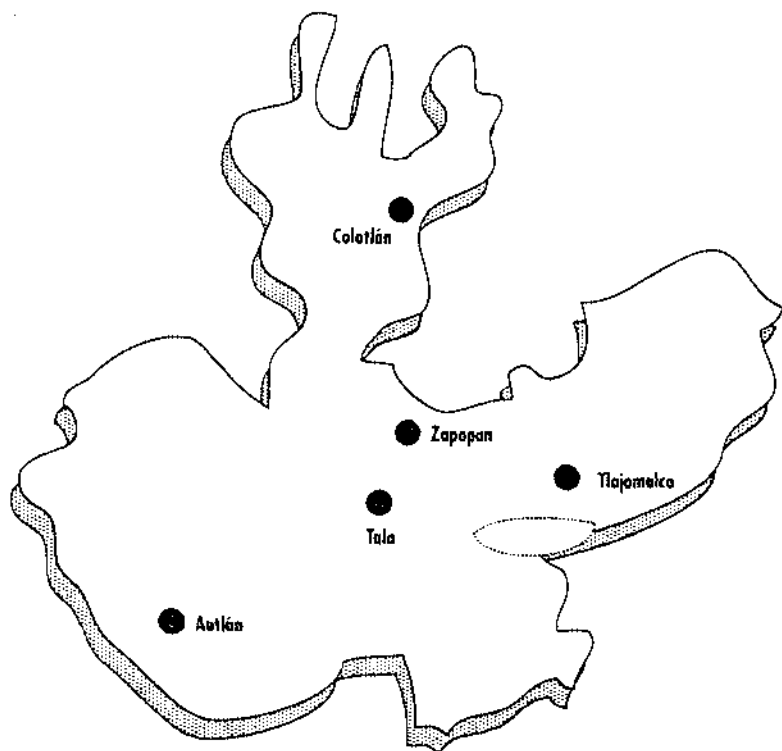


FIGURA 2:
**Ubicación de las bodegas muestreadas en
municipios del Estado de Jalisco para la
indentificación de hongos contaminantes en maíz
almacenado.**

3.3. Técnicas de aislamiento e identificación.

Cada una de las muestras se clasificó visualmente seleccionando los granos que presentaban daños aparentes así, como granos que aparentaban ser sanos. --

Se llevó acabo la esterilización del material de laboratorio a utilizar, así como la preparación del medio de cultivo utilizado (Papa Dextrosa Agar).

Una vez clasificados los granos se inició con el lavado a través de hipoclorito de sodio enjuagando con agua estéril y secando con papel filtro previamente esterilizado. Se vació el medio preparado en cajas petri agregando una gota de ácido láctico (inhibidor de bacterias). Una vez solidificado se sembró 3 granos por caja petri suficientes para esperar la proliferación del hongo.

Todas las cajas se depositaron en estufa de incubación a 24°C observando diariamente durante 5 días hasta obtener el desarrollo de todas las siembras.

Finalmente se realizaron los montajes correspondientes de cada una de las muestras obtenidas por caja de petri; para lo cual se utilizaron porta y cubreobjetos añadiendo una gota de lactofenol lo cual facilitó la identificación del hongo presente mediante microscopio óptico y la utilización las claves taxonómicas de Barnett para los mismos.

3.4. Frecuencia de aparición.

Con los hongos obtenidos, se determinó la frecuencia de aparición de cada uno de ellos, para cada uno de los sitios muestreados.

Para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$F.A. = \frac{\sum S.C.H.}{N.T.H.} (100)$$

Donde:

F.A. = Frecuencia de aparición de cada hongo

N.T.H. = Suma del número total de hongos en las 3
siembras.

\sum S.C.H. = Suma de las 3 siembras para cada hongo.

Material Utilizado

Material Biológico:

Granos de maíz contaminados.

Medio de cultivo:

Papa Dextrosa Agar.

Reactivos químicos:

Lactofenol

Acido láctico

Hipoclorito de sodio

Alcohol etílico

Agua estéril

Materiales y aparatos utilizados:

Microscopio óptico

Navaja

Cajas petri

Mecheros fisher

Vaso de precipitado
Autoclave
Pinzas de disección
Cubre y portaobjetos
Estufa de incubación
Papel filtro estéril
Papel de estrasa
Papel aluminio
Asas
Cinta adhesiva
Horno de secado
Matraz erlenmeyer
Manta de cielo
Balanza granatoria
Cámara fotográfica

Cuadro 11. Hongos encontrados en maíz en la troje de Tala.

HONGOS	
Clase	Género y Especie
<u>Deuteromycetes</u>	<u>Aspergillus oracheus</u> <u>A.candidus</u> <u>A.flavus</u> <u>A.versicolor</u> <u>A.ostianus</u> <u>Fusarium spp</u> <u>Penicillium spp</u> <u>Alternaria</u> <u>Epicoccum</u> <u>Diplodia</u> <u>Cladosporium</u>
<u>Zygomycetes</u>	<u>Rhizopus</u>

Cuadro 12. Hongos encontrados en maíz en la troje de Tlajomulco.

HONGOS	
Clase	Género y Especie
<u>Deuteromycetes</u>	<u>Aspergillus flavus</u> <u>A.fumigatus</u> <u>A.clavatus</u> <u>A.ochraceus</u> <u>Penicillium spp</u> <u>Alternaria</u> <u>Fusarium</u> <u>Epicoccum</u> <u>Scopulariopsis</u>
<u>Zygomycetes</u>	<u>Rhizopus</u>

Cuadro 13. Hongos encontrados en maíz en la bodega de Autlán.

HONGOS

Clase	Género y Especie
<u>Deuteromycetes</u>	<u>Aspergillus fumigatus</u> <u>Penicillium spp</u> <u>Fusarium spp</u> <u>Alternaria spp</u> <u>N. identificado</u>

Cuadro 14. Hongos encontrados en maíz en la bodega de Colotlán.

HONGOS

Clase	Género y Especie
<u>Deuteromycetes</u>	<u>Aspergillus versicolor</u> <u>A. candidus</u> <u>A. amstelodami</u> <u>A. candidus</u> <u>Penicillium spp</u> <u>Epicoccum</u> <u>Alternaria spp</u>
<u>Zygomycetes</u>	<u>Rhizopus</u> <u>N. identificado</u>

Cuadro 15. Hongos encontrados en maíz en la bodega de Zapopan.

HONGOS

Clase	Género y Especie
<u>Deuteromycetes</u>	<u>Aspergillus fumigatus</u> <u>A. ochraceus</u> <u>Penicillium spp</u> <u>Fusarium spp</u>

4. RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a los datos encontrados y a las observaciones realizadas, durante el desarrollo de los cultivos en condiciones de laboratorio, se encontró que los hongos más comunes para los cinco sitios muestreados fueron: Aspergillus, Penicillium, y Fusarium, seguidos de Alternaria y Rhizopus, estos dos últimos se detectaron solamente en cuatro y tres sitios respectivamente.

El resto de los hongos se encontraron mayormente solo en uno o dos sitios.

Los hongos que se reportaron en el presente trabajo para la bodega de Autlán, se observan en el cuadro 11, cuyo porcentaje de frecuencia de aparición para cada hongo fué muy parecido (alrededor del 25%) a excepción de un hongo no identificado que solamente presentó una frecuencia de aparición menor al 3% (Figura 3).

La frecuencia de aparición que se presenta mediante el porcentaje de la misma parece estar en relación a la alta humedad y mayor temperatura de la región como lo mencionó Rosete (1985), ya que para la bodega de Colotlán, si bién se encontraron siete hongos diferentes (Cuadro 12), la frecuencia de aparición de éstos se presentó generalmente alrededor del 10%, a excepción de Aspergillus que se observó con un 60% (Fig 4).

Esta observación parece hacerse más evidente al observar los hongos encontrados para la bodega de Zapopan (Cuadro 13), en la

cual se detectaron únicamente tres hongos pero con más alto porcentaje de aparición (Fig. 5). Lo anterior demuestra que un mal manejo sanitario incrementa la presencia de diferentes hongos en el maíz almacenado, pero que la temperatura juega un papel muy importante como regulador de la propagación de los mismos; ya que si bien en la bodega de Zapopan se tiene un mejor control fitosanitario, las temperaturas más alevadas en la región respecto a las de la bodega de Colotlán, se traducen en un mayor porcentaje de aparición.

Por otra parte los dos sitios de muestreo en trojes en los cuales existe por lo general un menor control sanitario, se identificó una mayor cantidad de hongos (Cuadros 14 y 15), mismos que por lo general se observaron con una frecuencia de aparición tendientes a un porcentaje menor de 10% (Fig. 6 y 7) a excepción del ya mencionado género Aspergillus, el cual se detectó con una frecuencia mayor al 30%. Si bien el número de hongos presentes es mayor en estos dos sitios, el porcentaje de frecuencia de aparición de los mismos, es relativamente bajo, si los comparamos con el porcentaje obtenido de la bodega de Autlán, lo cual parece influenciarse como ya se mencionó al efecto de la temperatura y a la humedad.

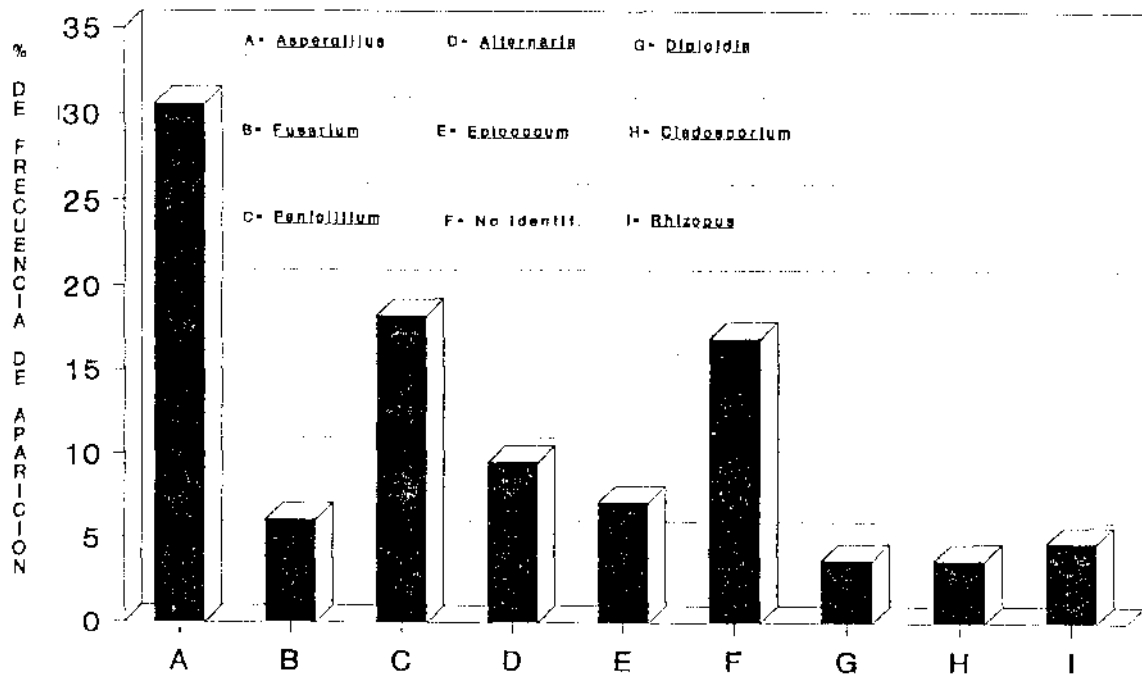


FIG. 3. FRECUENCIA PROMEDIO DE APARICION DE LOS HONGOS ENCONTRADOS EN EL MAIZ COLECTADO DE UNA TROJE EN TALA.

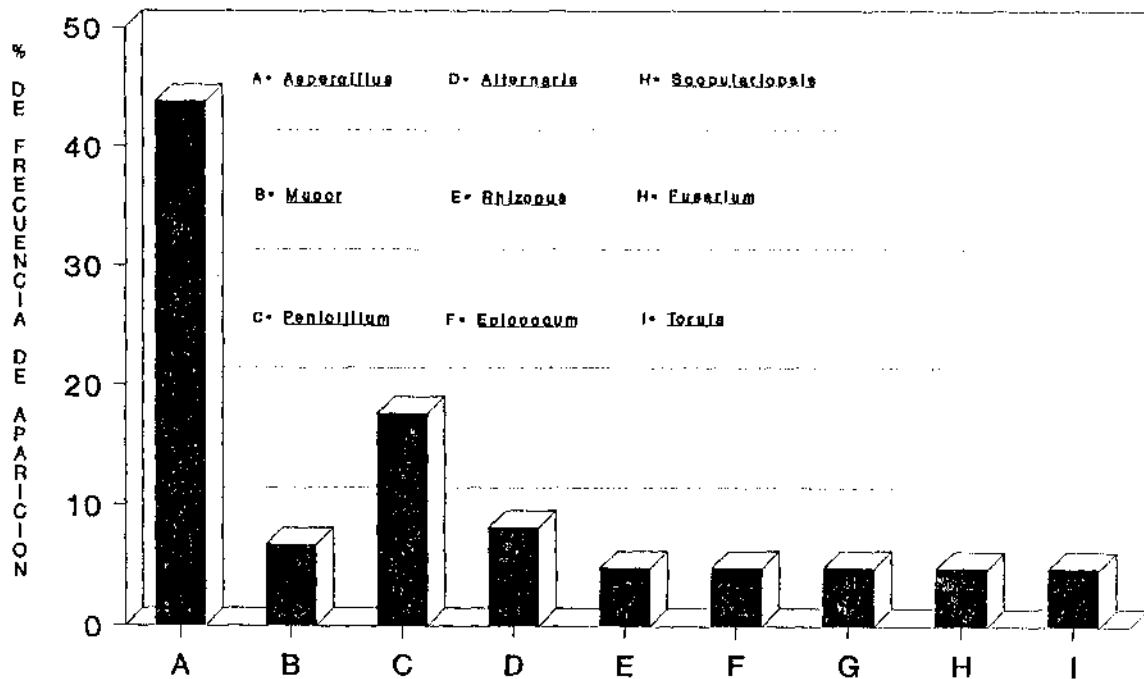


FIG.4. FRECUENCIA PROMEDIO DE APARICION DE LOS HONGOS ENCONTRADOS EN EL MAIZ COLECTADO DE UNA TROJE EN TLAJOMULCO

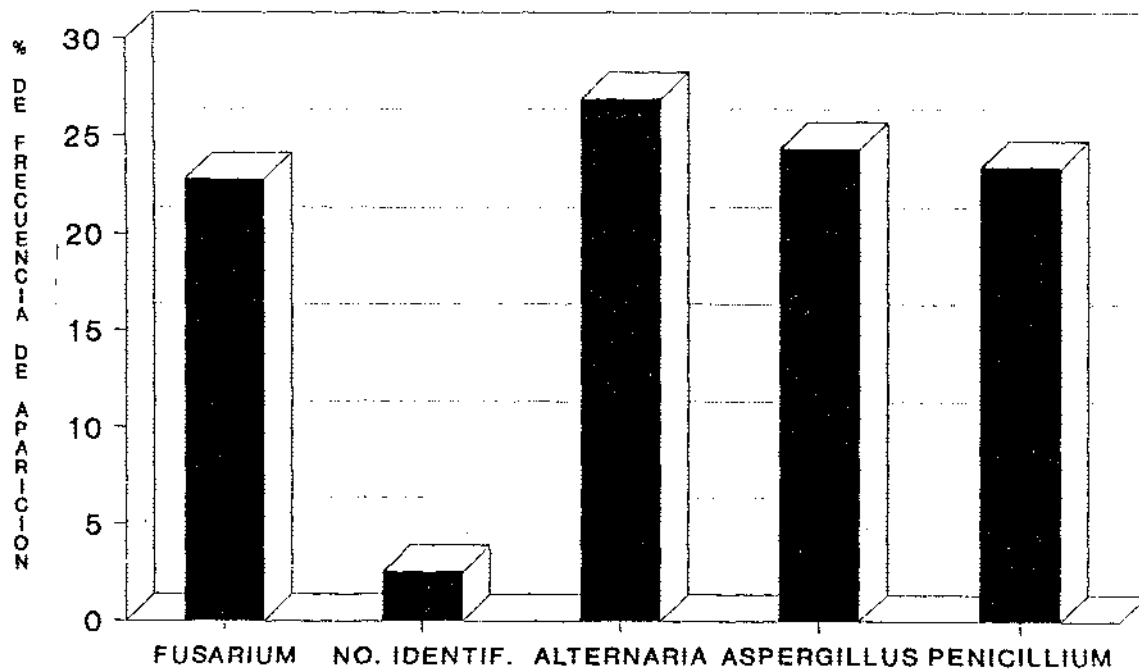


FIG.5. FRECUENCIA PROMEDIO DE APARICION DE LOS HONGOS ENCONTRADOS EN EL MAIZ COLECTADO DE BODEGA CONASUPO EN AUTLAN

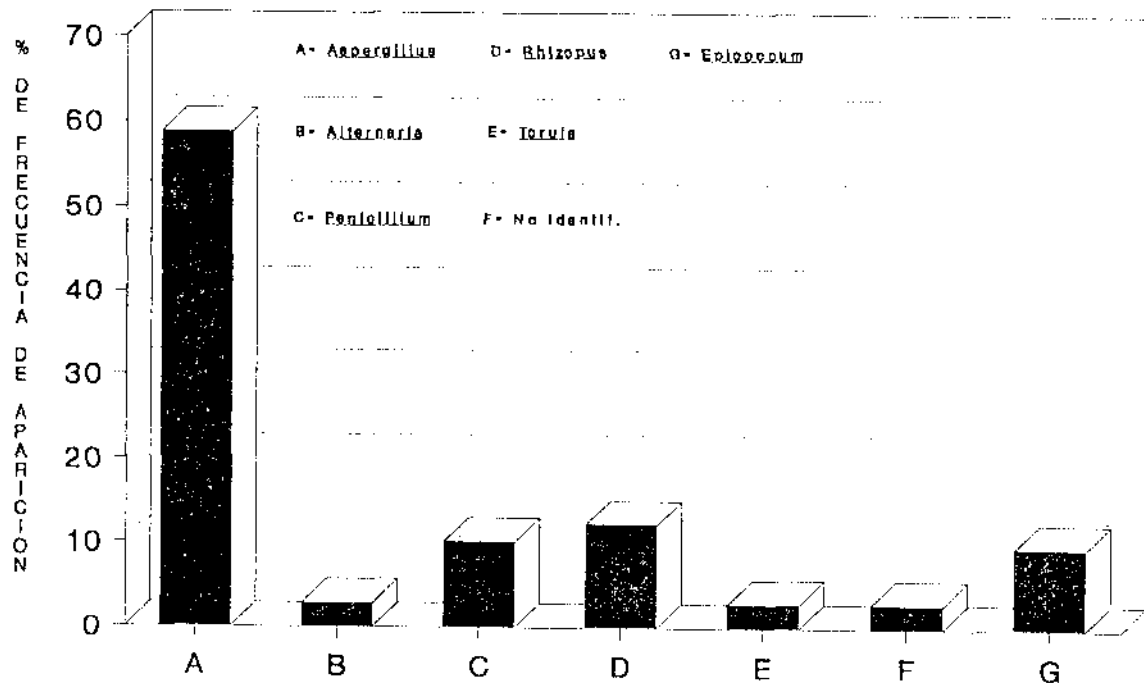


FIG.6. FRECUENCIA PROMEDIO DE APARICION DE LOS HONGOS ENCONTRADOS EN EL MAIZ COLECTADO EN BODEGA CONASUPO COLOTLAN

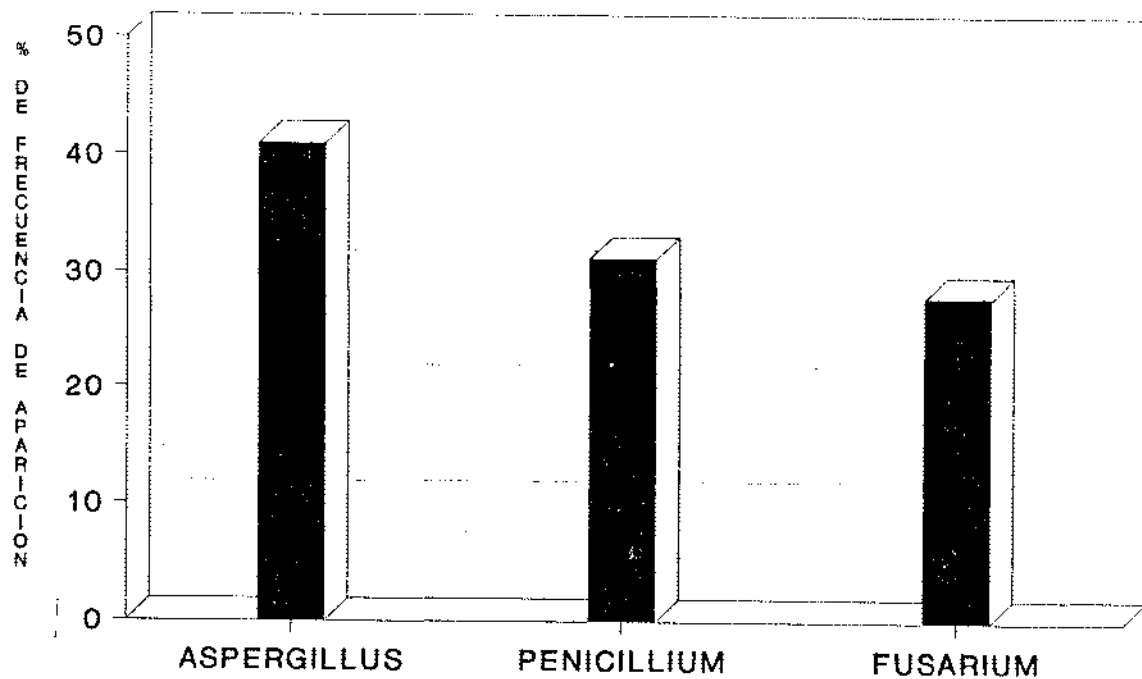


FIG.7. FRECUENCIA PROMEDIO DE APARICION DE LOS HONGOS ENCONTRADOS EN EL MAIZ COLECTADO DE BODEGA CONASUPO ZAPOPAN

Cuadro 16. Orden de importancia respecto al porcentaje global de cada uno de los hongos identificados para los cinco sitios.

Género	Porcentaje Global	Bodega
<u>Aspergillus</u>	39.68%	A,C,T,TL Y Z
<u>Penicillium</u>	20.31%	A,C,T,TL Y Z
<u>Fusarium</u>	15.36%	A,T,TL,A Y Z
<u>Alternaria</u>	11.82%	A,T,TL Y C
<u>Rhizopus</u>	7.23%	C,T,Y TL
<u>Epicoccum</u>	7.14%	C,T y TL
<u>Cladosporium</u>	3.70%	T
<u>Diplodia</u>	3.70%	T
<u>Scopulariopsis</u>	4.76%	TL
<u>Mucor</u>	6.66%	TL
<u>Torula</u>	3.76%	C y TL

A = Autlán, C = Colotlán, T = Tala, TL = Tlajomulco
Z = Zapopan

El cuadro anterior resalta la frecuencia global de los géneros Aspergillus, Penicillium y Fusarium que tuvieron en los cinco sitios sobre el resto de los hongos.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos y a los objetivos planteados en la presente investigación, se concluye lo siguiente:

- Los hongos aislados e identificados fueron en orden de importancia:
Aspergillus, Penicillium, Fusarium, Alternaria,
Rhizopus, Epicoccum, Mucor, Scopulariopsis, Torula
Cladosporium y Diplodia.

2.- Los 3 principales hongos que aparecieron con mayor frecuencia fueron:

<u>Aspergillus</u>	39.68%
<u>Penicillium</u>	20.31%
<u>Fusarium</u>	15.36%

6. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Agrios, N.G. 1985. Fitopatología. Ed. Limusa, México
408-407.
- 2.- Barnnet, J. L. Y Hunter, B. B. Illustrated Genera of imperfect
fungi. Third edición. Burgess Publishing. CO. 241p.
- 3.- Clyde, M. Christensen y Henry H. Kauffmann. 1976.
Contaminación por hongos en granos almacenados. Ed.
Pax. México. 107p.
- 4.- García, J. C. 1981. Control de calidad postcosecha en
semillas. Tesis Profesional. Fac. Agronomía U.D.G.
- 5.- Montes, B. R. 1992. Identificación de hongos fitopatógenos.
Instituto Politécnico Nacional. 149p.
- 6.- Moreno, M. E. 1988. Manual para la identificación de hongos
en granos y sus derivados. Inst. Biol. UNAM. 109p.
- 7.- Olivera, A. 1985. Fisiología, conservación y principales
plagas de granos y semillas almacenadas. Tesis
Profesional. Fac. Agronomía. U.D.G. p. 73-77.

- 8.- Peña, D. y Ma. Del C. Durán de Bazua 1990. Efecto tóxico de las aflatoxinas en la dieta. Ciencia y Desarrollo. Volumen. XVI (94) : 61 - 67.
- 9.- Ramírez, G. M. 1981. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. Octava edición. C.E.C.S.A. p. 25-40.
- 10.- Rodríguez, A. M. y H. Lozoya 1992. Micoflora fungosa y calidad de maíz almacenado en diez bodegas poblanas en 1991. Memorias del XIX congreso Nal. de Fipatología Saltillo, Coah., México. 148p.