

14/6

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE CIENCIAS

"ACCION DE FUNGICIDAS EN LA CONSERVACION
DE SEMILLA DE MAIZ INVADIDA POR HONGOS
DE ALMACEN"

T E S I S

Que para obtener el título de:

B I O L O G O

P R E S E N T A:

JORGE RAMIREZ GONZALEZ.

México, D.F.

1981



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta 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.

CONTENIDO

INTRODUCCION	1
MATERIALES Y METODOS	10
RESULTADOS Y DISCUSION	16
CONCLUSIONES	38
COMENTARIOS	39
BIBLIOGRAFIA	42

INTRODUCCION.

Todos los productos agrícolas, incluyendo las semillas, pueden ser invadidas por hongos, tanto durante su desarrollo en el campo como en su almacenamiento, causando serios problemas a la producción de alimentos, desde el punto de vista cualitativo y/o cuantitativo.

El almacenamiento de los productos agrícolas constituye un problema complejo, en el que intervienen factores fisico-ambientales, (humedad, temperatura) y biológicos (roedores, insectos, ácaros y hongos), que afectan la viabilidad de las semillas y la calidad de los granos destinados al consumo humano y animal. Otro factor importante es la calidad de las construcciones destinadas al almacenaje de dichos productos, que van desde simples trojes rústicas hasta si los perfectamente diseñados y equipados.

Los principales problemas de almacenamiento se tienen en zonas donde la humedad relativa y la temperatura permiten la proliferación de insectos y hongos como lo son las áreas de climas tropicales y subtropicales.

La conservación de la semilla almacenada depende, la mayoría de las veces, del microambiente que impera dentro de los almacenes, bodegas y en cualquier estructura en la cual se almacenan las semi-

llas. Tales condiciones del microambiente pueden variar de acuerdo con el modo en el que esten almacenadas las semillas y en la forma en que esté construido el almacén. Tal microambiente depende de la temperatura y humedad relativa entre granos, así como la condición del grano en cuanto a su estado físico y pureza. (Jamieson, et al 1970).

Cuando las condiciones de almacenamiento son deficientes, las semillas se deterioran rápidamente; normalmente la humedad de almacenamiento no es lo suficientemente alta para permitir el crecimiento de bacterias, por lo que, en almacenes protegidos contra la acción de roedores y otros animales son los insectos y hongos los principales agentes de deterioro en los granos y semillas que ahí se almacenan.

HONGOS DE GRANOS ALMACENADOS

A los hongos que invaden las semillas se les ha dividido comúnmente en dos grupos, "hongos de campo" y "hongos de almacén" o de "granos almacenados". Los primeros son aquellos que invaden a los granos y semillas en el campo durante su formación y los "hongos de almacén" son los que invaden a los granos y semillas durante su transporte y almacenamiento; estos últimos son principalmente especies de los géneros Aspergillus y Penicillium. Algunos de estos hongos invaden a las semillas en las últimas etapas de su formación en el campo (Mislivec y Tuite, 1970). Sin embargo, en términos genera-

les, puede decirse que la mayoría de las especies de estos hongos invaden a las semillas durante su almacenamiento (Tuite y Christensen, 1955, 1957; Tuite 1961; Qasem y Christensen, 1958).

El género Aspergillus está formado por una serie de grupos de especies y los grupos más comunes en granos y semillas en el almacén son: A. glaucus, A. restrictus, A. candidus, A. versicolor, A. ochraceus y A. flavus. Las especies del grupo A. glaucus son las más frecuentemente encontradas con relación al deterioro de los granos y semillas, este grupo está formado por las especies A. amstelodami, A. ruber, A. chevaliere, A. echinulatus y A. repens entre otras. Del género Penicillium se han citado aproximadamente 60 especies, aisladas de granos y semillas (Wallace, 1973). Este género presenta grandes dificultades para su determinación por lo que generalmente se registra como Penicillium spp.

La principal fuente de inóculo de estos hongos se encuentra en las bodegas y silos por ser ahí donde se presentan las condiciones favorables para su desarrollo. La característica principal de estos hongos es su capacidad para crecer a humedades relativas de 68% en adelante. En el cuadro 1 se pueden observar las humedades relativas mínimas que requieren los diferentes hongos de almacén para su crecimiento.

CUADRO 1

HUMEDADES RELATIVAS MINIMAS QUE PERMITEN EL DESARROLLO DE ASPERGILLUS Y PENICILLIUM A TEMPERATURAS OPTIMAS 27-30°C.

HONGO	HUMEDAD RELATIVA MINIMA %.
<u>Aspergillus halophilicus</u>	68
<u>A. restrictus</u>	70
<u>A. glaucus</u>	73
<u>A. candidus</u> , <u>A. ochraceus</u>	80
<u>A. flavus</u>	85
<u>Penicillium</u> spp	80-90

FUENTE: Christensen y Kauffmann, 1974.

Como todo material higroscópico, los granos absorbe agua del medio ambiente que los rodea hasta alcanzar un contenido de humedad en equilibrio con la humedad relativa del medio ambiente. En el cuadro 2 se muestran contenidos de humedad de maíz en equilibrio con diferentes humedades relativas.

CUADRO 2

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA SEMILLA DE MAIZ EN EQUILIBRIO CON HUMEDADES RELATIVAS DE 65, 70, 75, 80 Y 85%.

HUMEDAD RELATIVA %	CONTENIDO DE HUMEDAD
65	12.5 - 13.5
70	13.5 - 14.5
75	14.5 - 15.5
80	15.5 - 16.5
85	18.0 - 18.5

FUENTE: Christensen y Kauffmann, 1974.

Sin embargo, otros investigadores han obtenido otros contenidos de humedad en equilibrio con ciertas humedades relativas; Mandujano, (1980) encontró que el contenido del maíz en equilibrio con humedades relativas de 75, 80 y 85 fue de 14.5, 15.7 y 16.5 respectivamente. Sauer, (1980) encontró que maíz almacenado en una humedad relativa de 85% alcanzó un contenido de humedad entre 16 y 17%. Lo anterior puede tal vez deberse a diferencias varietales, lo cual amerita una futura investigación.

Como ya se señaló, las especies de hongos de almacén, requieren diferentes contenidos de humedad para su desarrollo; en el caso del maíz los requerimientos de humedad para estos hongos se muestran en

el cuadro 3.

CUADRO 3

REQUERIMIENTOS DE HUMEDAD DE LOS HONGOS DE ALMACEN
EN SEMILLA DE MAÍZ.

CONTENIDO DE HUMEDAD.	HONGO
13.5 - 14.5	<u>Aspergillus restrictus</u>
14.0 - 14.5	<u>A. glaucus</u>
15.0 - 15.5	<u>A. candidus</u> , <u>A. ochraceus</u>
18.0 - 18.5	<u>A. flavus</u>
16.5 - 19.0	<u>Penicillium spp</u>

FUENTE: Christensen y Kauffmann, 1974.

Los hongos además de requerir de una determinada cantidad de humedad para su desarrollo, requieren de una adecuada temperatura. En el cuadro 4 se pueden observar los diferentes requerimientos de temperatura de los hongos de almacén.

CUADRO 4

TEMPERATURAS (°C) MINIMAS, OPTIMAS Y MAXIMAS
PARA EL DESARROLLO DE LOS HONGOS DE ALMACEN.

HONGO	TEMPERATURA PARA SU CRECIMIENTO.		
	MINIMA	OPTIMA	MAXIMA
<u>Aspergillus restrictus</u>	5 - 10	10 - 35	40 - 45
<u>A. glaucus</u>	0 - 5	30 - 35	40 - 45
<u>A. candidus</u>	10 - 15	40 - 45	50 - 55
<u>A. flavus</u>	10 - 15	40 - 45	45 - 50
<u>Penicillium spp</u>	-5 - 0	20 - 25	35 - 40

FUENTE: Christensen y Kauffmann, 1974.

Los principales daños que causan los hongos a los granos y semillas son: muerte del embrión y por consecuencia la pérdida de la viabilidad; ennegrecimiento; calentamiento; contaminación por micotoxinas (aflatoxinas, ocratoxinas, etc.); apelmazamiento de los granos y en ocasiones el completo deterioro o destrucción de los mismos. (Christensen y Kauffmann, 1969; Christensen y Meronuck, 1974; Christensen y López, 1962; Christensen, 1972).

Las recomendaciones para mantener bajo control a los hongos de almacén, se reducen a mantener los granos y las semillas a bajos contenidos de humedad, o sea, menos de 13% en semillas de cereales y 9%

en oleaginosas. En ocasiones no es posible llevarlo a cabo por la ca rencia de facilidades de secado o bien porque las condiciones climá ticas de algunas regiones dificultan el secado de los granos y los mantienen durante su almacenamiento con alta humedad. Otra medida de preservación, es mantener los granos y las semillas almacenados a bajas temperaturas, lo cual implica un alto costo del mantenimiento de los almacenes refrigerados.

En la mayoría de los almacenes de zonas tropicales y subtropica les las temperaturas son de 30 - 35° C, por lo que se busca el control de los hongos con base en el contenido de humedad de las semillas. Hoy está generalmente aceptado que para fines prácticos de almacena miento, no deberá permitirse que el contenido de humedad de las semi llas rebase el contenido de humedad en equilibrio con una humedad re lativa de 70%; cuando el contenido de humedad se mantiene por debajo de este valor, los hongos son incapaces de crecer o crecerán tan len tamente que es posible un almacenamiento prolongado, sin que tenga lu gar ningún deterioro apreciable. En los climas con alta precipitación pluvial es difícil impedir que la semilla absorva humedad del aire, de modo que, durante un almacenamiento prolongado es seguro que la biodescomposición de la semilla constituya un fuerte problema y es di fícil ejercer un control efectivo. Es por esto que deben buscarse al ternativas para el combate de estos hongos como son la resistencia ge nética y el uso de fungicidas.

9

Con relación a esto ya se ha señalado la posibilidad de combatir a los hongos del almacén mediante la obtención de maíz resistente a perder su viabilidad bajo condiciones adversas de almacenamiento (Moreno y Christensen, 1971; Moreno et al, 1978).

Por otro lado, en el laboratorio de Fitopatología del Instituto de Biología se realiza investigación sobre el uso de fungicidas, que generalmente se utilizan para combatir enfermedades de campo, en el control de los hongos de almacén (Moreno y Vidal, 1980). Estos autores encontraron que los fungicidas Benomyl, Captán, Captafol, Clorotalonil y Tiabendazol con una dosis de 750 ppm protegieron la viabilidad del maíz almacenado durante 150 días en una humedad relativa de 85%, presentando una germinación de 82-92% la semilla tratada con fungicidas, mientras que la semilla testigo germinó solamente un 14%. Igualmente Mandujano (1980), encontró que los mismos fungicidas en dosis de 125 a 750 ppm protegieron la viabilidad de maíz almacenado 150 días en la misma humedad relativa.

Con base en esos trabajos, y considerando que dichos autores utilizaron maíz que al momento de aplicar los fungicidas estaba internamente libre de hongos de almacén, se consideró deseable determinar la efectividad de dichos fungicidas en semilla previamente inoculada por los hongos, situación que en la práctica se presenta frecuentemente, para lo cual se planeó el trabajo de tesis que a continuación se describe.

MATERIALES Y MÉTODOS

MAIZ

La semilla de maíz, H-412, utilizada en este trabajo fué cosechada durante el ciclo primavera-verano (PV) de 1978 en el campo de producción de semillas básicas de la Productora Nacional de Semillas (PRONASE), SARH, ubicado en Tepalcingo, Morelos. La germinación al inicio del experimento fué de 99%, el contenido de humedad de 9.7% y el 77% de las semillas presentaban invasión por Fusarium moniliforme, no se encontraron hongos de almacén.

CONTENIDO DE HUMEDAD

El contenido de humedad de la semilla fué determinado mediante el método de secado en estufa. El secado de las muestras se realizó en cajas de aluminio conteniendo aproximadamente 5-10 gramos de semilla, las que fueron colocadas en una estufa de circulación forzada a 130°C. El contenido de humedad se obtuvo por diferencia de peso y se expresó en base a peso húmedo mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ HUMEDAD} = \frac{A}{B} \times 100$$

Donde: A = Pérdida de peso en gramos.

B = Peso húmedo original de la muestra.

El contenido de humedad del lote original de maíz se obtuvo del promedio de diez repeticiones. Por otra parte, el contenido de humedad

de la semilla almacenada se obtuvo del promedio de dos muestras de 5-10 g por repetición.

GERMINACION

Para ésta prueba se colocaron 100 semillas en toallas de papel húmedo, las que se enrollaron y mantuvieron a 27°C, llevándose a cabo los conteos de germinación a los 4 y 7 días según recomendaciones de la International Seed Testing Association. Se utilizaron 400 semillas para determinar la germinación inicial del lote y 100 semillas de cada una de las repeticiones de los diferentes tratamientos en cada uno de los muestreos que se llevaron a cabo.

AJUSTE DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA SEMILLA

El contenido de humedad de la semilla fue ajustado mediante la adición de agua, para lo cual se empleó el método señalado por Harein (1966), mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{100 - \% \text{ de humedad presente}}{100 - \% \text{ de humedad deseado}} - 1 = F$$

Donde F es un factor que multiplicado por el número de gramos de la muestra nos dará el número de mililitros de agua necesarios para alcanzar el contenido de humedad deseado.

Para ajustar el contenido de humedad, la semilla fue colocada en un recipiente de vidrio y se agregó la cantidad de agua calculada pa-

ra alcanzar la humedad deseada, agitándose hasta que el agua fue totalmente absorbida por la semilla.

MICROFLORA

La determinación del número y clase de hongos en la semilla se llevó a cabo de la siguiente manera: las semillas fueron desinfectadas superficialmente con hipoclorito de sodio al 2% durante 2 minutos y colocadas en un medio de cultivo selectivo para hongos de almacén, utilizándose para ello Malta-Sal-Agar con 2% de malta, 6% de NaCl y 2% de agar. Se sembraron 25 semillas por caja de Petri, las que se incubaron a 27°C durante 5-7 días, hasta que las colonias pudieron ser contadas e identificadas. Los hongos de almacén fueron identificados hasta nivel de género en el caso de género Penicillium y hasta nivel de grupo en el caso del género Aspergillus.

Para los datos iniciales de micoflora del maíz se utilizaron cien semillas; para cada una de las repeticiones de los tratamientos de los dos lotes se utilizaron 25 semillas.

FUNGICIDAS

Fueron utilizados seis fungicidas: Benomyl, Captán, Clorotalonil, Carbendazim* M, Captafol y Tiabendazol. Los seis fungicidas se aplicaron siempre a dosis de 750 ppm con adherente a la semilla, el adherente utilizado fue el "Spreader Sticker" (DU PONT), a razón de 0.8 ml por kg de maíz.

- BENOMYL.- Metil 1-(bútil-carbamoil) 2 benzimidazol carbamado.
- CAPTAN.- N-(triclorometiltio) 4-ciclo-hexeno 1-2 dicarboximido.
- CLOROTALONIL.- Tetracloroisoftalonitrilo.
- CARBENDAZIM* M.- 10% Metil-2-benzimidazol carbamado + 64% manganeso etilenebisditio carbamado.
- CAPTAFOL.- Cis-N-(1-1-2-2-tetraclorocetiltio) 4-ciclo hexeno 1-2-dicarboximido.
- TIABENDAZOL .- 2(4-tiazolil) benzimidazol.

ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA

El lote inicial de la semilla utilizada en este experimento fue de 18 kg, ajustándose la mitad (9 kg) a un contenido de humedad de 16.5%, seis días antes de que se aplicaran los fungicidas, la cual durante ese tiempo fue almacenada en una temperatura de 27°C para permitir la invasión de la semilla por hongos de almacén; la otra mitad del lote (9 kg) se ajustó a la misma humedad, 16.5% el día que los fungicidas fueron aplicados. De esta forma se tuvieron dos lotes de semilla, lote A y lote B, éste último con 16.5% de humedad seis días antes de aplicar los fungicidas y el lote A con humedad de 16.5% al momento de aplicar los fungicidas. Justamente antes de aplicar los fungicidas se determinó en cada lote el porcentaje de germinación, el contenido de humedad y la micoflora, estos datos se muestran en el cuadro 5.

CUADRO 5

GERMINACION, HUMEDAD Y MICOFLORA DE LOS LOTES A Y B
A LOS QUE SE LES AJUSTO EL CONTENIDO DE HUMEDAD.

LOTE DE SEMILLA	%G ¹	%C.H. ²	% SEMILLAS INVADIDAS POR HONGOS		
			<u>Fusarium moniliforme</u>	<u>Aspergillus glaucus</u>	<u>Aspergillus tamarii</u>
A	100	16.5	80	0	0
B	99	16.6	75	2	2

1 G = germinación, promedio de cuatro repeticiones de cien semillas cada una.

2 C.H. = contenido de humedad, promedio de cinco repeticiones.

La aplicación de los fungicidas se hizo independientemente y en forma aleatoria para cada una de las repeticiones, pesándose en una balanza analítica por separado, la cantidad de fungicida necesario para cada repetición. Para aplicar los fungicidas se separó la semilla en muestras de 250 gramos que se colocaron en matraces donde previamente se ponía el fungicida y el adherente junto con tres ml de agua para facilitar la adherencia del fungicida a la semilla; se agitó el matraz hasta que se observó que el fungicida desapareció de la pared del mismo enseguida se vació su contenido a una cesta circular de plástico de 8cm de alto por 9 cm de diámetro y ésta a su vez se colocó en una caja de plástico transparente rectangular de 38.5 x

28.5 x 15 cm, la cual contenía una solución saturada de cloruro de potasio para mantener la humedad relativa de 85% dentro de la caja (Wink y Sears, 1950). Los recipientes con las muestras se colocaron sobre un enrejado de plástico dentro de las cajas con humedad relativa de 85% para evitar que las muestras estuvieran en contacto directo con la solución. Este procedimiento se siguió para cada una de las muestras, colocándose éstas dentro de las cajas completamente al azar bajo un diseño experimental de parcelas divididas. Las cajas con humedad relativa de 85% se almacenaron en un cuarto incubadora con temperatura controlada a 26-27° C.

El período de almacenamiento fue de 120 días, haciéndose observaciones a los 40, 80 y 120 días contados a partir de la aplicación de los fungicidas, esto se hizo para saber el efecto que estos tratamientos tienen sobre el maíz en función del tiempo. Se determinó en cada muestreo el porcentaje de germinación, el contenido de humedad y al micoflora de la semilla mediante los métodos ya descritos.

RESULTADOS Y DISCUSION

CONDICION INICIAL DE LA SEMILLA

La semilla de maiz H-412 al inicio del trabajo tenfa un contenido de humedad de 9.7%, germinación de 99% y el 77% de las semillas presentaban invasión por Fusarium moniliforme. No se encontraron especies de hongos de almacén.

CONTENIDO DE HUMEDAD

La semilla se mantuvo durante todo el experimento con un contenido de humedad comprendido entre 16.4 y 16.9%, como puede observarse en los cuadros 5 y 12.

MICOFLORA

En los cuadros 6, 7, 8, 9, 10 y 11 se pueden observar los porcentajes de semilla invadida por hongos en cada uno de los muestreos, 40, 80 y 120 días durante el almacenamiento de los lotes de semilla A y B.

En los cuadros 6 y 7 que corresponden a los lotes A y B a los 40 días de almacenamiento se puede apreciar que no se presentan hongos de almacén en las semillas tratadas con fungicidas, pero si en los testigos por lo que ya en ese período de almacenamiento se observa una pérdida de viabilidad en las semillas.

En los cuadros 8 y 9 correspondientes a los datos de almacena--

miento de los lotes A y B a los 80 días se señala la ausencia total de hongos de almacén en las semillas tratadas, mientras que los testigos presentan especies del grupo A. glaucus así como de A. tamaritii ocasionando una baja germinación de los testigos por su presencia.

El cuadro 10 corresponde al lote A a los 120 días de almacenamiento, en donde se observa la presencia de hongos de almacén en los tratamientos 3 y 5, pero en muy poca cantidad si los comparamos con el testigo.

El cuadro 11, que corresponde al lote B a los 120 días de almacenamiento, nos muestra la presencia de hongos de almacén en el tratamiento 2 pero en un porcentaje muy bajo de 3% comparado con el testigo que fue de 77%.

En forma general, podemos decir que la semilla tratada con fungicidas se mantuvo libre de hongos de almacén durante los 120 días de almacenamiento, no ocurriendo esto con el testigo que siempre presentó hongos de almacén, repercutiendo ésto en la pérdida de la germinación de un 99% inicial a un 27% al final del período de almacenamiento.

A los 120 días de almacenamiento en los dos lotes hay tratamientos con porcentajes de germinación bajos, sin presentar hongos de al-

macén a quienes se les pudiera considerar como los causantes de la pérdida de la viabilidad. Esta situación se explica de la siguiente manera:

Para determinar micoflora a las semillas éstas se desinfectan superficialmente con hipoclorito de sodio al 2% durante 2 minutos y enseguida se siembran en placas de agar. La razón por la que creemos que no se manifiestan los hongos de almacén en el agar es porque el fungicida no se elimina con la solución empleada para la desinfección superficial y por lo tanto los residuos del fungicida no dejan crecer al hongo. En el laboratorio se realizaron pruebas de micofloras con maíz tratado, donde observamos que a los siete días después de la desinfección superficial con hipoclorito de sodio al 2% y de la siembra en Malta-Sal-Agar, no se manifestaron los hongos de almacén. Estas mismas muestras de semillas se observaron a los 25 días, manifestándose cierta cantidad de hongos de almacén en este período, por lo que creemos que algunos fungicidas dejan de ser efectivos después de un período de tiempo bajo las condiciones de la caja de cultivo, y que este período varía según el fungicida de que se trate. Dado que la información que se tiene en este sentido es fragmentaria se considera que este punto requiere de mayor investigación.

GERMINACION

El porcentaje de germinación correspondiente a cada uno de los muestreos realizados se presenta en los cuadros 6, 8 y 10 que corresponden respectivamente a 40, 80 y 120 días de almacenamiento de la

semilla del lote A, asimismo en los cuadros 7, 9 y 11 se pueden observar los porcentajes de germinación a 40, 80 y 120 días de almacenamiento de la semilla que corresponde al lote B.

El análisis estadístico de los datos de germinación durante el período de almacenamiento se muestra en el cuadro 13 (análisis de varianza), donde (R) son las repeticiones; (A) los diferentes tiempos de inoculación (lote A y lote B); (B) los tratamientos que se utilizaron, que fueron siete en total: (B₁ Benomyl, B₂ Captán, B₃ Clorotolonil, B₄ Carbendazim* M, B₅ Captafol, B₆ Tiabendazol y B₇ testigo); y por último (C) el tiempo de almacenamiento.

Analizando el cuadro correspondiente a las interacciones ABC, BC y AC se tiene que los niveles correspondientes de significancia descriptivos aproximados son de 0.175, 0.00001 y 0.00001 respectivamente, en donde no se detectó un efecto conjunto de los tres factores, pero sí efectos del tiempo (C), con cada uno de los otros dos factores: Fungicidas (B) e inoculación (A), por lo que se decidió fijar el tiempo para poder determinar la relación entre inoculación y tratamientos en cada uno de los períodos de muestreo 40, 80 y 120 días.

En el cuadro 14 se muestran los resultados del análisis de varianza para 40 días de almacenamiento y se puede observar que no hubo diferencias significativas en la interacción inoculaciones/trata

mientos con un nivel de significancia descriptivo (nsd) de 0.0175, ni entre inoculaciones (nsd) de 0.9995, pero si entre tratamientos (nsd) 0.00001. En relación con las diferencias significativas encontradas entre tratamientos se hicieron pruebas de contrastes por el método de Scheffé sobre las medias respectivas, encontrándose que:

- 1) El tratamiento de germinación promedio más bajo (B_5), resultó diferente del testigo (B_7), con un nivel de significancia descriptivo menor de 0.0005, y
- 2) El tratamiento con germinación promedio más alta (B_3), resultó igual al tratamiento con el promedio de germinación más bajo (B_5), con un nivel de significancia mayor a 0.25.

Por lo que se puede pensar que todos los fungicidas actuaron de igual forma en los lotes A y B, y que la diferencia entre tratamientos está dada por la diferencia entre el testigo y el resto de los tratamientos..

A los 80 días de almacenamiento se encontró por medio del análisis de varianza (cuadro 15), que al igual que a los 40 días de almacenamiento no hubo diferencias significativas en la interacción inoculaciones/tratamientos (nsd) de 0.625, ni entre inoculaciones (nsd) de 0.75, pero sí entre tratamientos (nsd) de 0.00001. Al realizar la prueba de contrastes por el método de Scheffé encontramos que:

- 1) El tratamiento con la germinación promedio más baja (B_3), resultó diferente del testigo (B_7), con un nivel de significancia descriptivo menor a 0.0005, y
- 2) El tratamiento con promedio de germinación más alto (B_4), resultó igual al tratamiento de promedio de germinación más bajo (B_3), con un nivel de significancia descriptivo mayor de 0.25.

De acuerdo a lo anterior se puede considerar que todos los fungicidas actuaron de igual forma en los lotes A y B, y que la diferencia entre los tratamientos está dada por la diferencia entre el testigo y el resto de los tratamientos.

A los 120 días de almacenamiento el análisis de varianza (cuadro 16), nos mostró la existencia de diferencias significativas en la interacción entre inoculaciones/tratamientos con un (nsd) de 0.0175 por lo que se realizó un análisis de varianza por separado para cada uno de los lotes. En el cuadro 17 se muestra el análisis de varianza del lote A a 120 días de almacenamiento, encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos con un (nsd) de 0.000001, al realizar la prueba de contrastes por el método de Scheffé se encontró que:

- 1) El tratamiento con la germinación promedio más baja (B_1), resultó diferente del testigo (B_7), con un (nsd) de 0.00075.
- 2) El tratamiento con promedio de germinación más alto (B_3), re

sultó diferente del tratamiento de promedio de germinación más bajo (B_1), pero resultó igual al tratamiento B_6 con un (nsd) de 0.175, por lo que los tratamientos B_2 , B_3 , B_4 , B_5 y B_6 pueden considerarse estadísticamente iguales entre sí y superiores a los tratamientos B_1 y B_7 .

- 3) Los tratamientos B_1 , B_2 , B_3 , B_4 , B_5 y B_6 fueron superiores estadísticamente al tratamiento B_7 .

En el cuadro 18 se muestra el análisis de varianza del lote B a 120 días de almacenamiento, donde se observa que hubo diferencias significativas entre tratamientos con un (nsd) de 0.000001, por lo que se realizó una prueba de contrastes por el método de Scheffé, en contrándose lo siguiente:

- 1) El tratamiento de promedio de germinación más bajo (B_1), resultó ser diferente del testigo (B_7) con un (nsd) de 0.0075.
- 2) Los tratamientos B_1 y B_6 que fueron los que presentaron los más bajos promedios de germinación resultaron ser estadísticamente iguales entre sí con un (nsd) de 0.675 y diferentes del tratamiento B_7 (testigo) con un (nsd) de 0.0005.
- 3) Los tratamientos B_2 , B_3 , B_4 y B_5 son estadísticamente iguales entre sí con un (nsd) de 0.175 y mejores que los tratamientos B_1 y B_6 con un (nsd) de 0.00001.

- 4) Estadísticamente los tratamientos B_1 , B_2 , B_3 , B_4 , B_5 y B_6 fueron superiores al tratamiento B_7 .

Aparentemente la invasión de la semilla por hongos que se favoreció al mantener la semilla seis días con alta humedad (16.5%), y a 26-27°C antes de aplicar los fungicidas, fue bastante superficial, ya que el fungicida Captán que no es sistémico pudo combatir con eficiencia el desarrollo de los hongos de almacén en el lote previamente inoculado. Por otra parte con los fungicidas sistémicos como Benomyl y Tiabendazol se puede decir, de acuerdo a los resultados, que estos fungicidas aún cuando sistémicos no son tan efectivos contra estos hongos como lo es Captán, ya que si bien durante 80 días los sistémicos ofrecen buena protección, ésta de alguna manera se pierde ya sea por cantidad de inóculo, por degradación del ingrediente activo o por una interacción desconocida entre la semilla, hongos y fungicida, que resulta en una reducción del poder germinativo de la semilla.

CUADRO 6

GERMINACION DE LA SEMILLA DE MAIZ H-412 TRATADA CON FUNGICIDAS . . .
 EL MISMO DIA QUE SE LE AJUSTO LA HUMEDAD A 16.5%, (LOTE A), AL
 MACENADA 40 DIAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% Y A 27°C.

TRATAMIENTO (750 ppm)	CONTENIDO HUMEDAD % ¹	GERMINACION ² %	% SEMILLA INVADIDA POR HONGOS	
			<u>Aspergillus</u> <u>glaucus.</u>	<u>A.</u> <u>tamarii.</u>
BENOMYL	16.8	97	0	0
CAPTAN	16.8	97	0	0
CLOROTALONIL	16.7	97	0	0
CARBENDAZIM* M	16.9	98	0	0
CAPTAFOL	16.9	95	0	0
TIABENDAZOL	16.7	98	0	0
TESTIGO	16.7	63	55	4

1 PROMEDIO DE 8 REPETICIONES.

2 PROMEDIO DE 4 REPETICIONES DE 100 SEMILLAS CADA UNA.

CUADRO 7

GERMINACION DE LA SEMILLA DE MAIZ H-412 TRATADA CON FUNGICIDAS SEIS DIAS DESPUES DE AJUSTARLE LA HUMEDAD A 16.5%, (LOTE B), - ALMACENADA 40 DIAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% y A 27° C.

TRATAMIENTO (750 ppm)	CONTENIDO ¹ HUMEDAD %	GERMINACION ² %	% SEMILLA INVADIDA POR HONGOS <u>Aspergillus</u> <u>glaucus.</u>
BENOMYL	16.7	95	0
CAPTAN	16.8	97	0
CLOROTALONIL	16.8	98	0
CARBENDAZIM* M	16.7	96	0
CAPTAFOL	16.7	95	0
TIABENDAZOL	16.8	96	0
TESTIGO	16.8	69	40

1 PROMEDIO DE 8 REPETICIONES.

2 PROMEDIO DE 4 REPETICIONES DE 100 SEMILLAS CADA UNA.

CUADRO 8

GERMINACION DE LA SEMILLA DE MAIZ H-412 TRATADA CON FUNGICIDAS EL MISMO DIA QUE SE LE AJUSTO LA HUMEDAD A 16.5%, (LOTE A), AL MACENADA 80 DIAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% Y A 27° C.

TRATAMIENTO (750 ppm)	CONTENIDO ¹ HUMEDAD %	GERMINACION ² %	% DE SEMILLA INVADIDA POR HONGOS:	
			<u>Aspergillus</u> <u>glaucus.</u>	<u>A.</u> <u>tamarit.</u>
BENOMYL	16.5	94	0	0
CAPTAN	16.4	94	0	0
CLOROTALONIL	16.5	93	0	0
CARBENDAZIM* M	16.6	97	0	0
CAPTAFOL	16.6	96	0	0
TIABENDAZOL	16.5	97	0	0
TESTIGO	16.5	44	42	5

1 PROMEDIO DE 8 REPETICIONES.

2 PROMEDIO DE 4 REPETICIONES DE 100 SEMILLAS CADA UNA.

CUADRO 9

GERMINACION DE LA SEMILLA DE MAIZ H-412 TRATADA CON FUNGICIDAS SEIS DIAS DESPUES DE AJUSTARLE LA HUMEDAD A 16.5%, (LOTE B), - ALMACENADA 80 DIAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% Y A 27°C.

TRATAMIENTO (750 ppm)	CONTENIDO ¹ HUMEDAD %	GERMINACION ² %	% DE SEMILLA INVADIDA POR HONGOS <u>Aspergillus glaucus</u>
BENOMYL	16.5	92	0
CAPTAN	16.6	95	0
CLOROTALONIL	16.5	92	0
CARBENDAZIM* M	16.6	95	0
CAPTAFOL	16.5	93	0
TIABENDAZOL	16.6	93	0
TESTIGO	16.5	50	56

1 PROMEDIO DE 8 REPETICIONES.

2 PROMEDIO DE 4 REPETICIONES DE 100 SEMILLAS CADA UNA.

CUADRO 10

GERMINACION DE LA SEMILLA DE MAIZ H-412 TRATADA CON FUNGICIDAS
EL MISMO DIA QUE SE LE AJUSTO LA HUMEDAD A 16.5%, (LOTE A) -
ALMACENADA 120 DIAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% Y A 27°C.

TRATAMIENTO (750 ppm)	CONTENIDO ¹ HUMEDAD %	GERMINACION ² %	% DE SEMILLA INVADIDA POR HONGOS	
			<u>Aspergillus</u> <u>glaucus.</u>	<u>A.</u> <u>tamaril.</u>
BENOMYL	16.7	54	0	0
CAPTAN	16.6	88	0	0
CLOROTALONIL	16.6	91	2	1
CARBENDAZIM* M	16.6	89	0	0
CAPTAFOL	16.6	82	2	0
TIABENDAZOL	16.6	78	0	0
TESTIGO	16.5	26	64	16

1 PROMEDIO DE 8 REPETICIONES.

2 PROMEDIO DE 4 REPETICIONES DE 100 SEMILLAS CADA UNA.

CUADRO 11

GERMINACION DE LA SEMILLA DE MAIZ H-412 TRATADA CON FUNGICIDAS SEIS DIAS DESPUES DE AJUSTARLE LA HUMEDAD A 16.5%, (LOTE B), - ALMACENADA 120 DIAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% Y A 27° C.

TRATAMIENTO (750 ppm)	CONTENIDO ¹ HUMEDAD %	GERMINACION ² %	% DE SEMILLA INVADIDA POR HONGOS.	
			<u>Aspergillus</u> <u>glaucus.</u>	<u>A.</u> <u>tamarit.</u>
BENOMYL	16.6	52	0	0
CAPTAN	16.6	83	3	0
CLOROTALONIL	16.7	76	2	0
CARBENDAZIM* M	16.5	72	0	0
CAPTAFOL	16.5	69	0	0
TIABENDAZOL	16.6	62	0	0
TESTIGO	16.5	27	74	1

1 PROMEDIO DE 8 REPETICIONES.

2 PROMEDIO DE 4 REPETICIONES DE 100 SEMILLAS CADA UNA.

CUADRO 12

GERMINACION¹ Y CONTENIDO DE HUMEDAD² DE SEMILLA DE MAIZ H-412 NO INOCULADA E INOCULADA CON HONGOS DE ALMACEN, TRATADA CON FUNGICIDAS Y ALMACENADA DURANTE 120 DIAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% Y A 27° C.

TRATAMIENTO (750 ppm)	SEMILLA NO INOCULADA (LOTE A)				SEMILLA INOCULADA (LOTE B)							
	40 DIAS		80 DIAS		120 DIAS		40 DIAS		80 DIAS		120 DIAS	
	% C.H. ³	% G. ⁴	% C.H.	% G.	% C.H.	% G.	% C.H.	% G.	% C.H.	% G.	% C.H.	% G.
BENOMYL	16.8	97	16.5	94	16.7	54	16.7	95	16.5	92	16.6	52
CAPTAN	16.8	97	16.4	94	16.6	88	16.8	97	16.6	95	16.6	83
CLOROTALONIL	16.7	97	16.5	93	16.6	91	16.8	98	16.5	92	16.7	76
CARBENDAZIM* M	16.9	98	16.6	97	16.6	89	16.7	96	16.6	95	16.5	72
CAPTAFOL	16.9	95	16.6	96	16.6	82	16.7	95	16.5	93	16.5	69
TIABENDAZOL	16.7	98	16.5	97	16.6	78	16.8	96	16.6	93	16.6	62
TESTIGO	16.7	63	16.5	44	16.5	26	16.8	69	16.5	50	16.5	27

1 PROMEDIO DE 4 REPETICIONES DE 100 SEMILLAS CADA UNA.

2 PROMEDIO DE 8 REPETICIONES.

3 C.H. = CONTENIDO DE HUMEDAD.

4 G = GERMINACION.

CUADRO 13

ANALISIS DE VARIANZA.

FUENTE VARIACION	SUMA CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	GRADOS LIBERTAD	F	P.
REPETICIONES (R)	82	27.33	3	-	-
INOCULACIONES (A)	467	467	1	29.19	0.0175
TRATAMIENTOS (B)	38517	6419.5	6	289.601	0.00001
INTERACCION (AB)	588	98	6	3.27	0.0175
INTERACCION (AR)	48	16	3	-	-
INTERACCION (BR)	399	22.17	18	-	-
INTERACCION (ABR)	540	30	18	-	-
TIEMPO (C)	18789	9394.5	2	433.59	0.00001
INTERACCION (AC)	809	404.5	2	39.79	0.00001

CUADRO 13
(CONTINUACION)

FUENTE VARIACION	SUMA CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	GRADOS LIBERTAD	F	P
INTERACCION (BC)	5076	423	12	20.14	0.00001
INTERACCION (RC)	130	21.67	6	-	-
INTERACCION (ARC)	61	10.17	6	-	-
INTERACCION (ABC)	294	24.5	12	1.39	0.175
INTERACCION (BRC)	756	21	36	-	-
INTERACCION (ABCR)	633	17.58	36	-	-
TOTAL	67189	-	167	-	-

CUADRO 14

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA.

40 DIAS.

FUENTE VARIACION	SUMA CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	GRADOS LIBERTAD	F	P
INOCULACIONES	1000×10^9	1000×10^9	1	193×10^9	0.9995
FUNGICIDAS	6405.11	1067.52	6	205.67	0.00001
INTERACCION INOCULACIONES/ FUNGICIDAS	90.25	15.044	6	2.90	0.0175
ERROR	218	5.19	42	-	-
TOTAL	6713.36	-	55	-	-

MEDIAS DE TRATAMIENTOS. (GERMINACION PROMEDIO)

$B_1 = 96.00$ $B_5 = 95.50$
 $B_2 = 97.00$ $B_6 = 97.12$
 $B_3 = 97.50$ $B_7 = 66.25$
 $B_4 = 97.37$

CUADRO 15

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA.

80 DIAS.

FUENTE VARIACION	SUMA CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	GRADOS LIBERTAD	F	P
INOCULACIONES	3.02	3.02	1	0.16	0.75
FUNGICIDAS	15635.93	2605.99	6	136.35	0.00001
INTERACCION INOCULACIONES/ FUNGICIDAS	131.86	21.98	6	1.15	0.625
ERROR	802.75	19.11	42	-	-
TOTAL	16573.55	-	55	-	-

MEDIAS DE TRATAMIENTOS. (GERMINACION PROMEDIO)

$$B_1 = 93.38$$

$$B_5 = 94.50$$

$$B_2 = 94.63$$

$$B_6 = 95.13$$

$$B_3 = 92.50$$

$$B_7 = 46.75$$

$$B_4 = 96.25$$

CUADRO 16

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA.

120 DIAS.

FUENTE VARIACION	SUMA CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	GRADOS LIBERTAD	F	P
INOCULACIONES	1273.02	1273.02	1	32.86	0.00001
FUNGICIDAS	21552.21	3592.04	6	92.71	0.00001
INTERACCION INOCULACIONES/ FUNGICIDAS	660.36	110.06	6	2.84	0.0175
ERROR	1627.25	38.74	42	-	-
TOTAL	25112.84	-	55	-	-

CUADRO 17

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA.

LOTE A (120 DIAS).

FUENTE VARIACION	SUMA CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	GRADOS LIBERTAD	F	P
FUNGICIDAS	13797.21	2299.54	6	58.60.	0.000001
ERROR	824.50	39.26	21	-	-
TOTAL	14621.71	-	27	-	-

MEDIAS DE TRATAMIENTOS. (GERMINACION PROMEDIO)

$$B_1 = 54.00$$

$$B_5 = 82.50$$

$$B_2 = 87.74$$

$$B_6 = 77.75$$

$$B_3 = 91.00$$

$$B_7 = 26.50$$

$$B_4 = 89.50$$

CUADRO 18

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA.

LOTE B (120 DIAS).

FUENTE VARIACION	SUMA CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	GRADOS LIBERTAD	F	P
FUNGICIDAS	8415.36	1402.56	6	36.69	0.000001
ERROR	802.75	38.23	21	-	-
TOTAL	9218.11	-	27	-	-

MEDIAS DE TRATAMIENTOS. (GERMINACION PROMEDIO)

$$B_1 = 52.00$$

$$B_5 = 69.50$$

$$B_2 = 83.25$$

$$B_6 = 62.26$$

$$B_3 = 76.25$$

$$B_7 = 27.25$$

$$B_4 = 71.75$$

37

CONCLUSIONES

- 1) De los fungicidas empleados en este trabajo (Benomyl, Captán, Clorotalonil, Carbendazim* M, Captafol y Tiabendazol a una dosis de 750 ppm), podemos concluir que estadísticamente todos ellos fueron superiores al testigo tanto en semilla inoculada como en la no inoculada, con humedad de 16.5% por un periodo de almacenamiento de 80 días.
- 2) En el lote de maíz no inoculado (lote A), a los 120 días de almacenamiento se encontró que los tratamientos: Clorotalonil, Carbendazim* M, Captán, Captafol y Tiabendazol fueron superiores al testigo, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre ellos, siendo Benomyl el único tratamiento que estadísticamente resultó inferior a los anteriores aunque superior al testigo.
- 3) En el lote de maíz inoculado (lote B), a los 120 días de almacenamiento los tratamientos: Captán, Clorotalonil, Carbendazim* M y Captafol resultaron superiores al testigo y entre ellos no se detectaron diferencias estadísticamente significativas; los tratamientos Benomyl y Tiabendazol resultaron inferiores a los anteriores pero superiores al testigo.
- 4) Todos los fungicidas fueron estadísticamente superiores a los testigos en los diferentes muestreos 40, 80 y 120 días.

COMENTARIOS

A continuación se hacen comentarios basados en observaciones directas de los datos obtenidos en cada muestreo durante la realización de este experimento. Estas apreciaciones no fueron comprobadas estadísticamente.

- 1) A los 80 días de almacenamiento en los lotes A y B (cuadros 8 y 9), se encontró que los porcentajes de germinación están por arriba del mínimo requerido para maíz por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, (SNICS), que es de 85%. (Dirección General de Agricultura, 1975).
- 2) Todos los fungicidas protegieron la germinación de la semilla a 80 días de almacenamiento, tanto en la semilla inoculada como en la no inoculada (cuadro 12), con un promedio de germinación de 92 a 97% lo cual es altamente satisfactorio para propósitos agrícolas.
- 3) A los 120 días de almacenamiento en el lote A (cuadro 10), solamente las semillas tratadas con los fungicidas Clorotalonil, Carbendazim* M y Captán rebasaron el porcentaje de germinación de 85% requerido por el SNICS.
- 4) A los 120 días de almacenamiento en el lote B (cuadro 11), se encontró que las semillas tratadas con fungicidas no tienen germinaciones por arriba del 85%, que es el mínimo requerido por el SNICS.

5) A los 120 días de almacenamiento, en los lotes A y B, se encontró que algunos de los fungicidas no funcionaron igual en semilla inoculada que en semilla no inoculada, ya que fungicidas como Carben^{*}dazim M y Clorotalonil, que si bien protegieron durante 120 días a la semilla no inoculada, no funcionaron así con la semilla previamente inoculada en el mismo periodo de almacenamiento. Por otra parte fungicidas como Benomyl y Tiabendazol no protegieron la viabilidad de las semillas en forma efectiva al término de 120 días de almacenamiento en ninguno de los dos lotes (cuadro 12); el único fungicida que protegió de igual forma tanto a la semillas no inoculadas como a las inoculadas, manteniéndolas a los 120 días de almacenamiento una germinación de 88 y 83% respectivamente fue el Captán. (cuadro 12).

6) Realizando un análisis directo basado en los datos de germinación a 120 días de almacenamiento (cuadro 12), y comparándolo con el porcentaje de 85% de germinación que marca el SNICS como mínimo requerido para semilla de maíz con propósitos agrícolas, tenemos que:

- a) Las semillas tratadas con los fungicidas Benomyl, Captafol y Tiabendazol en ninguno de los casos rebasaron el porcentaje mínimo de germinación requerido por el SNICS.
- b) Los fungicidas Captán, Clorotalonil y Carbendazim^{*} M en semilla no inoculada, almacenada con un contenido de humedad com-

41
prendido entre 16.4 y 16.9%, protegieron la viabilidad de las semillas ya que los porcentajes de germinación rebasaron el 85% requerido por el SNICS. Sin embargo, en semilla inoculada con alto contenido de humedad (16.5%), a pesar de que fueron los fungicidas que ofrecieron mayor protección a la viabilidad de las semillas, los porcentajes de germinación no rebasaron el mínimo requerido por el SNICS.

- 7) En relación con la detección de hongos de almacén en semilla tratada con fungicidas se requiere hacer una investigación detallada sobre los métodos que pueden usarse para inactivar el fungicida y así poder cuantificar su presencia y efecto sobre la viabilidad de la semilla.
- 8) Se recomienda realizar mas investigación en relación con el uso de fungicidas en el combate de los hongos de almacén, tomando en cuenta un mayor número de factores de la condición de la semilla por tratar como por ejemplo su vigor y grado de invasión por hongos de almacén, entre otros.
- 9) Es conveniente realizar mas investigación sobre el uso de éstos y otros fungicidas utilizando otros híbridos y variedades de maíz para conocer la respuesta de la interacción maíz-fungicida, con el objeto de saber si los fungicidas pueden ser utilizados independientemente del tipo de maíz.

42

BIBLIOGRAFIA.

- Christensen, C.M. 1972. Micoflora and seed deterioration. In: Viability of Seeds. E.H. Roberts (ed) Chapman and Hall LTD. London. pp. 59-93.
- Christensen, C.M. y H.H. Kaufmann. 1969. Contaminación por hongos en granos almacenados. Editorial Pax-Mex. México. 199 p.
- Christensen, C.M. y H.H. Kaufmann. 1974. Micoflora. In: Storage of cereal grains and their products. ed. C.M. Christensen. American Association of Cereal Chemist, St. Paul Minn. 7:145-150.
- Christensen C.M. y L.C. López. 1962. Daños que causan en México los hongos de granos almacenados. INIA. SAG. México. Boletín Técnico. No. 44, 30p.
- Christensen, C.M. and L.C. López. 1963. Pathology of stored seed. Proc. Int. Seed Test. Ass. 28:701-711.
- Christensen, C.M. and R.A. Meronuck. 1974. Manual of fungi in feeds, foods and cereal grains. University of Minnesota Agricultural Extension Service. Minnesota, USA. 35 p.

43
Harein, K.P. and E.L. Soderstrom. 1966. Coleoptera infesting stored products. In insect colonization and mass production. New York. Academic Press.

Hunt, W.H and Pixton. 1974. Moisture its significance behavior, and measurement. In: Storage of cereal grains and their products. C.M. Christensen. (Ed). Am. Ass. of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota. pp 1-5.

International Seed Testing Association. 1966. International rules for seed testing. Proc. Int. Seed. Test. Ass. 31:152 p.

Jamieson, M.F.S. and R.D. Coveney. 1970. Water activity and temperature in stored products. In: Food Storage Manual. Vol. 3. M.F.S. Jamieson and P. Jobber (Eds.) Tropical Products Centre Ministry of Overseas Development, Slough, England pp. 199-248.

Mandujano, L.S. 1980. Efecto de fungicidas en la protección de semillas de maíz almacenado con alto contenido de humedad. Tesis Profesional. Fac. Ciencias UNAM.

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

Moore, M.B. and C.R. Olien. 1952. Mercury bichloride solution disinfectant for cereal seeds. *Phytopathology* 42:741.

Moreno, M.E. y C.M. Christensen. 1970. Efecto de la humedad y los hongos sobre la viabilidad de maíz almacenado. *Rev. Lat. Amer. Microbiol.* 12:115-121.

Moreno M.E. y C.M. Christensen. 1971. Differences among lines and varieties of maize in susceptibility to damage by storage fungi. *Phytopathology* 61:1498-1500.

Moreno, M.E., M. Morones y R. Gutiérrez. 1978. Diferencias entre líneas cruzas simples y dobles de maíz en su susceptibilidad al daño por condiciones adversas de almacenamiento. *Turrialba* 28:233-237.

Moreno, M.E. y G. Vidal. 1980. Use of fungicides to preserve viability of maize seed exposed to invasion by stored fungi. (Aceptado para publicarse en *Plant Disease*).

Olien, C.R. and M.B. Moore. 1954. Certain mercurial seed treatments do not kill fungi on seed wheat prior to planting. *Phytopathology*.

Pixton, S.W. 1967. Moisture content-its significance and measurement

in stored products. J. Stored products. Res. 3:35:47.

Qasem, S.A. and C.M. Christensen. 1958. Influence of moisture content, temperature and time on the deterioration of stored corn by fungi. Phytopathology 48:544-549.

Qasem, S.A. and C.M. Christensen. 1960. Influence of various factors on the deterioration of stored corn by fungi. Phytopathology 50:703-709.

Rangel, S.J. 1972. Efecto de los hongos y condiciones de almacenamiento sobre la viabilidad de semilla híbrida de maíz. Tesis Profesional. Fac. Ciencias UNAM.

Ramírez-Genel, M. 1979. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. 6a. Impresión, Ed. Continental, S.A. México. 229 p.

Sauer, D.B. and R. Burroughs. 1980. Fungal growth, aflatoxin production, and moisture equilibration in mixtures of wet and dry corn. Phytopathology. 70:516-521.

Tuite, J.F. 1961. Fungi isolated from unstored corn seed in Indiana in 1956-1958. Plant Disease Report 45:212-215.

Tuite, J.F. and C.M. Christensen. 1955. Grain storage studies XVI, in-

fluence of storage conditions upon the fungus flora of
barley seed. Cereal Chem. 32:1-11.

Tuite, J.F. and C.M. Christensen. 1957. Grain storage studies XXIII.
Time of invasion of wheat seed by various species of
Aspergillus responsible for deterioration of stored grain,
and source of inoculum of these fungi. Phytopathology 47:
265-268.

Wallace, H.A.H. 1973. Fungi and other organisms associated with stor-
ed grain. In: Grain storage part of a sistem. Editors. R.
N. Sinha and W.E. Muir. The Avi Publishing Co. Inc. West-
port, Connecticut, U.S.A.

Wink, W.A. and G.R. Sears. 1950. Instrumentation studies LVII. Equi-
librium relative humidities above saturated salt solutions
at various temperatures. TAPPI 33(9):96A-99A.