

2ej 134

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS



Efecto de seis fungicidas en la conservación de maíz,
libre e invadido por hongos de almacén, a 80 %
de humedad relativa

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A
Hortensia Silvia Plata Barrios



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

	<u>Pág.</u>
1.- INTRODUCCION	1
1.1. Almacenamiento de granos y semillas	
1.2. Hongos de almacén	
1.3. Combate de los hongos de almacén	
1.4. Objetivo.	
2.- MATERIALES Y METODOS	6
2.1. Semilla	
2.2. Germinación	
2.3. Contenido de humedad	
2.4. Ajuste de contenido de humedad	
2.5. Micoflora	
2.6. Fungicidas	
2.7. Almacenamiento	
3.- RESULTADOS Y DISCUSION	10
3.1. Contenido de Humedad	
3.2. Germinación	
3.2.1. Almacenamiento a 60 días	
3.2.2. Almacenamiento a 120 días	
3.2.3. Almacenamiento a 180 días	
4.- CONCLUSIONES	31
5.- BIBLIOGRAFIA	33

1.- INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays*, L.), es originario de América y desde épocas prehistóricas hasta la actualidad, ha constituido la base de la alimentación del pueblo mexicano y de la mayor parte de los indígenas del continente. Este cultivo se siembra de temporal en un 90% de la superficie del país, siendo las principales zonas de producción, las áreas tropicales del Océano Pacífico y del Golfo de México, así como el Bajío y la Mesa Central, donde son destacados productores los estados de Jalisco, Veracruz, Michoacán, México, Tamaulipas, Oaxaca, Zacatecas, Chiapas y Puebla (Dir. Gral. de Econ. Agr., 1979).

La producción de maíz se ha venido incrementando en los últimos 40 años, con algunos altibajos, debido principalmente a los efectos de las condiciones climatológicas de cada ciclo agrícola, dado que como ya se mencionó, se trata principalmente de un cultivo temporal. En 1980, se obtuvo una cosecha récord de 12.3 millones de toneladas, no obstante, que el clima no fue del todo favorable (SARH, 1981); sin embargo, no es posible consumir de inmediato toda esta producción así como las importaciones, por lo que se requiere almacenar durante diferentes períodos de tiempo hasta su consumo, tanto en el área urbana como rural.

1.1. Almacenamiento de granos y semillas.

Un buen almacén debe proteger a los granos y semillas de los factores adversos del medio ambiente, garantizando así, su calidad a corto y a largo plazo, (Ramírez, 1979; Lindblad y Druben, 1981).

Lo anterior puede asegurarse si el grano está en buenas condiciones de almacenamiento, lo cual significa que el grano debe estar limpio, seco, sin impurezas y sin daño físico; además el silo o bodega en que va a ser guardado debe encontrarse aseado, seco y libre de plagas (Ramírez, 1979; Lindblad y Druben 1981; Jamieson y Jobber, 1974).

En México, el poder almacenar granos y semillas representan un serio

problema, debido a que no se cuenta con toda la infraestructura de almacenamiento que el país requiere, y en algunas regiones el grano se almacena con humedad tal, que se favorece su deterioro por insectos y hongos.

No se tienen datos precisos sobre la magnitud de las pérdidas, sin embargo la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, (1981), ha señalado que anualmente se pierde entre 15 y 20% del maíz cosechado. El Programa Nacional Alimenticio en 1983, estimó que las pérdidas postcosecha alcanzan hasta un 10% de los volúmenes almacenados, lo cual representa una pérdida de más de 20,000 millones de pesos, solamente en maíz.

Las causas que originan las pérdidas postcosecha de granos y semillas son de muy variada índole; entre ellas, los factores físicos: humedad y temperatura; los factores bióticos: insectos, roedores, pájaros y hongos, así como también la carencia de buenas estructuras de almacenamiento, de personal capacitado y de organización de programas de transporte y conservación, entre otras.

En este trabajo nos ocuparemos solamente de los hongos de almacén y de su efecto sobre la viabilidad de la semilla de maíz.

1.2 Hongos de Almacén.

A los hongos que invaden a granos y semillas durante su almacenamiento, se les llama "hongos de almacén" y comprenden principalmente especies de los géneros Aspergillus y Penicillium, (Christensen y Kaufmann, 1976).

Las especies de estos hongos pueden crecer bajo condiciones de poca humedad, en humedades relativas de 70 a 90%, y en rangos de temperatura de 5 a 40°C. siendo la óptima entre 20 a 25°C., si bien se ha observado, que Penicillium, también puede crecer en temperaturas bajo cero. (Christensen y Kaufmann, 1976).

El género Aspergillus, comprende una serie de grupos de especies, de los cuales, los más comunes en granos y semillas almacenados son: A. glau-

cus, A. restrictus, A. candidus, A. versicolor, A. ochraceus y A. flavus; a su vez estos grupos están formados por varias especies, que están relacionadas en cuanto a su morfología y ecología. El grupo que con más frecuencia se encuentra en granos semillas almacenados, es A. glaucus, (formado por las especies A. amstelodami, A. ruber, A. chevalieri, A. echinulatus y A. repens), debido a que pueden invadir a los granos y semillas con contenidos de humedad más bajos que los requeridos por otros hongos, (Christensen y Kaufmann 1976).

El género Penicillium presenta más dificultades para su identificación, que el género Aspergillus, y agrupa a un buen número de especies que tienen los mismos requerimientos de humedad, por lo que generalmente se le registra sólo como Penicillium spp.

Las principales condiciones que influyen en el desarrollo de los hongos de almacén son: contenido de humedad, temperatura, condición del grano y período de almacenamiento, (Christensen y Kaufmann, 1976; Christensen y López, 1962). Todos estos factores se encuentran muy relacionados entre sí y pueden actuar conjuntamente; sin embargo, es el contenido de humedad el que juega el papel más importante, pues es el que determina el desarrollo de los hongos de almacén, perjudicando la calidad de los granos y semillas. (Christensen y Sauer, 1982).

Los hongos que se desarrollan en granos almacenados, pueden causar diferentes tipos de daños como: pérdida de poder germinativo, ennegrecimiento o manchado de los granos, (esto aunado a la muerte del embrión), calentamiento, hedor, enmohecimiento, compactación de los granos, contaminación por micotoxinas, así como destrucción total de los granos y semillas, (Christensen y Kaufmann, 1976).

Se ha observado que la pérdida de viabilidad de las gramíneas, como el malz, se ve drásticamente afectada por los hongos de almacén, (Christensen y López, 1962; Moreno, 1979; Moreno y Christensen, 1970), en cambio en semillas de oleaginosas, como el girasol y la soya, así como también en la cebolla, la pérdida de poder germinativo se debe principalmente a factores propios de metabolismo, el cual se ve afectado por la humedad, la temperatura y el período de almacenamiento, (Coutiño et. al., -

1970; Sánchez, et. al., 1971; García y Moreno, 1975).

1.3. Combate de los hongos de almacén.

Actualmente la única forma práctica de combatir a estos hongos es mediante el secado de los granos y semillas, (Christensen y López, 1962; Christensen y Kaufmann, 1976; Moreno, 1977; Ramírez, 1979); sin embargo, en países como el nuestro en donde las prácticas de almacenamiento son deficientes, debido a las carencias de unidades de secado y almacenes adecuados para el nivel rural y donde las condiciones ambientales de las principales zonas de producción son favorables para el deterioro de los granos y semillas, se ha hecho necesaria la búsqueda de otras formas, para aminorar los daños causados por estos microorganismos.

Una de estas formas sería la búsqueda de variedades genéticamente resistentes a las condiciones adversas de almacenamiento. Respecto a esto, se han realizado algunas investigaciones con resultados prometedores, pues se han encontrado diferencias en el comportamiento de diversos genotipos de maíz, en lo que se refiere a capacidad para mantener su viabilidad bajo condiciones adversas de almacenamiento, (Moreno, et. al., 1978; Moreno y Christensen, 1971).

El uso de fungicidas es otra alternativa en el combate de estos hongos. Desde hace algunos años, en el Laboratorio de Fitopatología del Instituto de Biología, se han venido realizando investigaciones acerca del uso de estos agentes químicos en el control de los hongos de almacén, (Sánchez, et. al., 1971; Lappe, 1977; Heredia, 1979; Mandujano, 1980; Ramírez, 1981; Moreno y Vidal, 1981; Moreno y Ramírez, 1982; Ramírez y Moreno, 1982), estos estudios se han llevado a cabo con el fin de probar el comportamiento de algunos fungicidas, a diferentes dosis y bajo diversas condiciones de humedad.

1.4 Objetivo.

Tomando en cuenta que en la mayoría de las investigaciones realizadas -

con fungicidas en maíz se ha utilizado semilla libre de hongos de almacén al momento de la aplicación del agente químico, se consideró necesario iniciar una serie de experimentos con semilla invadida antes de la aplicación del fungicida, con el objeto de probar el efecto de los fungicidas en semilla previamente invadida por hongos de almacén bajo condiciones que favorecen el desarrollo de estos hongos.

2. - MATERIALES Y METODOS

2.1. Semilla.

El maíz que se utilizó en este trabajo fue el H-412, cosechado en el ciclo primavera-verano de 1980, en el campo de Producción de Semillas Básicas de Tepalcingo, Mor., que pertenece a la Productora Nacional de Semillas, (PRONASE-SARH).

2.2. Germinación.

Para realizar esta prueba, se colocaron 100 semillas de maíz en toallas de papel húmedo, las cuales se enrollaron e incubaron a 27°C. A los 4 y 7 días se realizaron los registros de germinación.

Para obtener los datos iniciales de germinación, se utilizaron 400 semillas y posteriormente, en cada muestreo del experimento, se utilizaron 200 semillas por cada repetición de cada uno de los tratamientos. Las pruebas se realizaron de acuerdo a las reglas de la Association of Official Seed Analysts, (1981).

2.3. Contenido de humedad.

Para determinar el contenido de la humedad de la semilla, se empleó el método de secado en estufa, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (1979), que consiste en pesar 2 muestras de 5 a 10 gramos de semilla, secándolas en un horno a 103°C., durante 72 horas. El porcentaje de humedad se calculó por diferencia de peso y se expresó con base en peso húmedo según la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de humedad} = \frac{A}{B} \times 100$$

En donde:

A = pérdida de peso, y

B = peso húmedo original de la muestra.

2.4. Ajuste de contenido de humedad.

El contenido de humedad de la semilla fue ajustado mediante el método señalado por Harein y Soderstrom (1966), utilizando la siguiente fórmula:

$$\frac{100 - \text{Contenido de humedad presente}}{100 - \text{Contenido de humedad deseada}} - 1 = F$$

En donde:

F, es un factor que al ser multiplicado por el número de gramos de la muestra, da el número de mililitros de agua necesarios, para alcanzar el contenido de humedad deseado.

2.5. Micoflora.

Esta prueba se llevó a cabo, con el fin de conocer la clase de hongos y el número de ellos que se encuentran en el interior de la semilla.

Se empleó el medio de cultivo MSA, selectivo para hongos de almacén, (2% malta, 6% cloruro de sodio, 2% agar).

Antes de colocar las semillas en el medio de cultivo, éstas se desinfectaron superficialmente con una solución de hipoclorito de sodio al 2% - durante un minuto y después se enjuagaron con agua. Se sembraron 100 semillas para los datos iniciales y 25 semillas por cada una de las repeticiones del experimento. Una vez hechas las siembras, las cajas fueron incubadas a 27°C., durante 7 días. Al cabo de ese tiempo, las colonias de hongos pudieron ser observadas, contadas e identificadas. Los hongos de almacén se identificaron a nivel de género en el caso de Penicillium y en cuanto al género Aspergillus, a nivel de grupo.

2.6. Fungicidas.

En este trabajo fueron utilizados 6 fungicidas:

1.- Benomyl: metil-1- (butilcarbamoil) 2 -benzimidazol-carbamado.

- 2.- Captan: N-(triclorometilitio) 4-ciclohexeno 1, 2 dicarboximido.
- 3.- Clorotalonil: tetracloro isoftalonitrilo.
- 4.- Carbendazim-m: 10% metil-2-benzimidazolcarbamado + 64% manganeso - etilenebistiditio carbamado.
- 5.- Captafol: cis-N-(1, 1, 2, 2, tetracloroetilitio) 4-ciclohexeno - 1, 2 dicarboximido.
- 6.- Tiabendazol: 2 (tiazolil) benzimidazol.

Los fungicidas, fueron aplicados en "pasta" a la semilla, a una dosis de 750 ppm, con 5 ml. de agua y 1.0 ml. de adherente, por kilogramo de semilla. El testigo fue tratado en la misma forma, pero no se le agregó fungicida.

2.7 Almacenamiento.

Una vez que se obtuvieron los datos iniciales de la semilla, se procedió a dividir el lote original de 18 kgs., en dos lotes de 9 kgs. cada uno, los cuales fueron denominados lote "A" y lote "B", siendo el primero el lote invadido y el segundo, el lote no invadido por hongos.

El lote "A", se ajustó a un contenido de humedad de 16.5% y se almacenó durante 7 días a 27°C., el ajuste de la humedad se llevó a cabo con el objeto de permitir la invasión de la semilla por los hongos. Al término de ese período de incubación, la semilla se secó hasta un contenido de humedad de 12.1%.

Un día antes de la aplicación de los fungicidas, los lotes "A" y "B", se ajustaron a un contenido de humedad aproximadamente 14.5% y se tomaron muestras de ambos lotes para determinar porcentajes de germinación y micoflora, así como el contenido de humedad. Los datos iniciales de los lotes de semilla se muestran en la tabla 1.

T A B L A 1

GERMINACIÓN, CONTENIDO DE HUMEDAD Y MICOFLORA INICIALES DE LA SEMILLA DE MAÍZ H-412

	Germinación %	Contenido de humedad %.	Micoflora (%) <u>A. glaucus</u>
LOTE "A"	96	14.7	12
LOTE "B"	98	14.6	0

Posteriormente las semillas de ambos lotes fueron separados en unidades experimentales de 390 g. cada una. Cada unidad fue colocada en una matraz de 500 ml., en el cual previamente se colocaron el fungicida, el adherente y el agua. El matraz fue agitado hasta lograr la adherencia del fungicida a la semilla. Inmediatamente después, se vació cada muestra de maíz en un recipiente perforado, que a su vez, fue colocado sobre un enrejado de plástico, en el interior de una cámara de humedad - conteniendo una solución saturada de sulfato de amonio, para mantener una humedad relativa de 80% dentro de la cámara (Winston y Bates, 1960). El mismo procedimiento se siguió para cada una de las repeticiones, hasta que todas las unidades experimentales quedaron colocadas al azar dentro de las cámaras de almacenamiento.

Las cámaras fueron selladas para evitar la evaporación y colocadas en un cuarto incubadora a 27°C., durante 180 días, contados a partir del día de la aplicación de los fungicidas. En cada muestreo, 60, 120 y 180 días, se determinaron los porcentajes de germinación, micoflora y contenido de humedad, con los métodos descritos. El análisis de los datos de germinación se realizó bajo el diseño de parcelas sub-subdivididas.

3.- RESULTADOS Y DISCUSION.

3.1. Contenido de Humedad.

El contenido de humedad de la semilla se mantuvo durante todo el período de almacenamiento entre 15.0 y 15.2%, como puede verse en las tablas 5, 7, 10, 12, 15 y 17.

3-2. Germinación.

El análisis de varianza de los datos de germinación durante los 180 días de almacenamiento, no mostró diferencias significativas (0.01), en la interacción de los tres factores, (invasión, tratamientos y tiempo), pero sí se detectaron diferencias altamente significativas, (0.01), en la interacción de tratamientos con tiempo, invasión con tiempo y de invasión-tratamientos, (Tabla 2). Por lo tanto se decidió fijar el tiempo para poder determinar la relación entre invasión y tratamientos en cada uno de los períodos de muestreo, 60, 120 y 180 días.

3.2.1. Almacenamiento a 60 días.

El análisis de varianza de los datos de germinación a los 60 días de almacenamiento no mostró efectos significativos, en la interacción invasión-tratamientos, pero sí se encontró diferencia altamente significativa entre lotes (invadido y no invadido), y entre tratamientos, (Tabla 3). Por lo que se realizó un análisis de varianza por separado, para cada uno de los lotes.

El análisis de varianza de los datos de germinación de las semillas invadidas (lote "A"), mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos, (Tabla 4). Por lo que se llevó a cabo una prueba de rango múltiple de Duncan para detectar las diferencias entre tratamientos. Esta prueba, mostró que los tratamientos captan y benomyl, que fueron los que presentaron los porcentajes de germinación más altos, 97 y 96% respectivamente, fueron estadísticamente superiores al tratamiento testigo, presentando éste el porcentaje de germinación más bajo, 85%. Los tratamien

tos clorotalonil, carberdazim-m, captafol y tiabendazol, no pudieron diferenciarse de los dos grupos anteriores (Tabla 5).

El análisis de varianza del lote "B" (no invadido), mostró diferencias - altamente significativas, entre tratamientos (Tabla 6), por lo que se - llevó a cabo la prueba de contraste de medias por el método de Duncan, - encontrándose que todos los tratamientos con fungicidas fueron estadísticamente iguales entre sí y superiores al tratamiento testigo, que fue el que presentó el porcentaje de germinación más bajo (Tabla 7). Por lo - que la diferencia encontrada entre tratamientos, está dada por la diferen-
cia entre el testigo y el resto de los tratamientos.

A los 60 días de almacenamiento el porcentaje de invasión por hongos de almacén en las semillas del lote "A" (invadido), fue de 64% en el tratamiento testigo. Los tratamientos con fungicidas no presentaron invasión por hongos de almacén a excepción de los tratamientos clorotalonil y captafol que presentaron 3 y 17% de invasión respectivamente (Tabla 5). En el lote "B" (no invadido), los tratamientos con fungicidas prácticamente no presentaron invasión por hongos de almacén, mientras que el tratamiento testigo presentó una invasión por Aspergillus glaucus de 41% (Tabla - 7).

3.2.2. Almacenamiento a 120 días.

El análisis de varianza para los datos de germinación a los 120 días de almacenamiento, no mostró diferencias significativas en la interacción - invasión-tratamientos, pero sí se encontró diferencia altamente significativa entre lotes (invadido y no invadido), y entre tratamientos (Tabla 8), por lo que se realizó un análisis de varianza por separado para cada uno de los lotes (invadido y no invadido).

A los 120 días de almacenamiento, el análisis de varianza de los datos - de germinación del lote "A" (invadido), mostró diferencias altamente sig-
nificativas entre tratamientos (Tabla 9). Por lo que nuevamente se lle-
vó a cabo una prueba de contraste de medias por el método de Duncan, en-
contrándose que todos los tratamientos con fungicidas resultaron iguales
entre sí y superiores al tratamiento testigo, que fue el que presentó el

T A B L A ' 2

ANALISIS GENERAL DE VARIANZA A
LOS 180 DIAS.

<u>Fuente de Variac.</u>	<u>G.L.</u>	<u>S. C.</u>	<u>C. M.</u>	<u>F. Cal.</u>	<u>*** F. req.</u>
TIEMPO	2	10,340.92	5,170.46	514.32**	4.78
INV. X NO INV.	1	2,178.72	2,178.46	216.70**	6.84
TRATAMIENTOS	6	4,873.88	812.31	80.80**	2.95
INVASION X-TIEMPO	2	653.39	326.70	32.50**	4.78
TRATAMIENTOS POR TIEMPO	12	1,567.93	130.66	13.00*	2.33
TRATAMIENTOS POR INVASION	6	311.14	51.86	5.16**	2.95
TIEMPO X TRATAM. X INVASION	12	88.18	7.36	0.73*	2.33
ERROR	126	1,266.68	10.05		
TOTAL CORREGIDO	167	21,280.84			

* No significativo

** Altamente significativo

*** Nivel de significancia 0.01%

T A B L A 3
ANALISIS DE VARIANZA A 60 DIAS.

<u>Fuente de Variac.</u>	<u>G.L.</u>	<u>S. C.</u>	<u>C. M.</u>	<u>F. Cal.</u>	<u>F. req.</u> ***
REPETICIONES	3	27.10	9.03		
INV. - NO INV.	1	173.25	173.25	190.38**	8.28
ERROR A	18	16.32	0.91		
TRATAMIENTOS	6	640.30	106.72	9.48**	3.81
INVASION X TRATAM.	6	62.70	10.45	0.93*	3.81
ERROR B	21	236.54	11.26		
TOTAL	55	1,156.21			

* No significativo

** Altamente significativo

*** Nivel de significancia 0.01%

T A B L A 4

ANALISIS DE VARIANZA DEL LOTE "A" (INVADIDO)
60 DIAS.

<u>Fuente de Variac.</u>	<u>G. L.</u>	<u>S. C.</u>	<u>C. M.</u>	<u>F. Cal.</u>	<u>F. req.</u>
TOTAL	27	396.65			
TRATAMIENTOS	6	279.29	46.54	8.34**	3.81
ERROR	21	117.36	5.58		

* Nivel de significancia 0.01%

** Altamente significativos.

T A B L A 5

PORCENTAJE DE GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y MICOFLORA DEL LOTE "A" (INVADIDO), TRATADO CON FUNGICIDAS Y ALMACENADO 60 DIAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 80% Y A 27°C.

Tratamiento 750 ppm	Contenido de humedad* %	Germinación ** %	% de Semilla invadida <u>Aspergillus</u> <u>glaucaus</u>
CAPTAN	15.1	97 a	0
BENOMYL	15.1	96 a	0
CLOROTALONIL	15.2	95 ab	3
CARBENDAZIM - M	15.1	94 ab	0
CAPTAFOL	15.1	93 ab	17
TIABENDAZOL	15.0	93 ab	0
TESTIGO	15.1	85 b	64

* Promedio de 3 repeticiones

** Promedio de 8 repeticiones de 100 semillas cada una. Números con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Duncan, 0.05).

T A B L A 6

ANALISIS DE VARIANZA DEL LOTE "B"
(NO INVADIDO) 60 DIAS

<u>Fuente de Variac.</u>	<u>G. L.</u>	<u>S. C.</u>	<u>C. M.</u>	<u>F. Cal.</u>	<u>F. req.</u> [*]
TOTAL	27	586.3			
TRATAMIENTOS	6	423.705	70.61	9.12**	3.81
ERROR	21	162.59	7.74		

* Nivel de significancia 0.01%

** Altamente significativo.

T A B L A 7

PORCENTAJE DE GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y MICOLFORA DEL LOTE "B"
(NO INVADIDO), TRATADO CON FUNGICIDAS Y ALMACENADO 60 DIAS EN UNA HUMEDAD
RELATIVA DE 80% Y A 27°C.

<i>Tratamiento</i> 750 ppm	<i>Contenido de</i> <i>Humedad</i> %	<i>Germinación</i> ** %	<i>% de semilla in-</i> <i>vadida Aspergi-</i> <i>llus glaucus.</i>
CAPTAN	15.1	98 a	0
BENOMYL	15.1	98 a	1
CLOROTALONIL	15.1	98 a	0
CARBENDAZIM - M	15.0	97 a	0
CAPTAFOL	15.1	97 a	6
TIABENDAZOL	15.0	96 a	0
TESTIGO	15.1	88 b	41

* Promedio de 8 repeticiones

** Promedio de 8 repeticiones de 100 semillas cada una. Números con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Duncan, 0.05).

porcentaje de germinación más bajo, 64% (Tabla 10). Por lo que la diferencia encontrada entre tratamientos, se debió a la diferencia entre el testigo y el resto de los tratamientos.

A los 120 días de almacenamiento, el análisis de varianza de los datos de germinación del lote "B" (no invadido), mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos (Tabla 11). Por lo que se realizó la prueba de Duncan, encontrándose que los tratamientos captan y benomyl, fueron iguales entre sí y superiores a los tratamientos captafol, tiabendazol y testigo. Los tratamientos clorotalonil y carbendazim-m, no pudieron diferenciarse de los tratamientos captan y benomyl, ni del tratamiento captafol (Tabla 12).

A los 120 días de almacenamiento el porcentaje de invasión por hongos de almacén en las semillas del lote "A" (invadido), fue de 60% en el tratamiento testigo y los tratamientos con fungicidas casi no presentaron invasión por hongos de almacén (Tabla 10). En el lote "B" (no invadido), nuevamente los tratamientos con fungicidas, casi no presentaron invasión por hongos de almacén, mientras que el tratamiento testigo presentó un alto grado de invasión por A. glaucus, 83% (Tabla 12).

3.2.3. Almacenamiento a 180 días.

El análisis de varianza de los datos de germinación a los 180 días de almacenamiento, mostró diferencias altamente significativas entre lotes (invadido y no invadido), y entre tratamientos (Tabla 13). Por lo que se realizó un análisis de varianza para cada uno de los lotes.

El análisis de varianza de los datos de germinación a los 180 días del lote "A" (invadido), mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos (Tabla 14). Por lo que nuevamente se realizó la prueba de Duncan, encontrándose que los tratamientos carbendazim-m, captan y clorotalonil, resultaron estadísticamente iguales entre sí y superiores a todos los demás tratamientos, que el tratamiento captafol fue superior a los tratamientos tiabendazol, benomyl y testigo, que resultaron estadísticamente iguales entre sí e inferiores a todos los demás tratamientos (Tabla 15). A pesar de que algunos fungicidas protegieron la viabilidad

T A B L A 8
ANALISIS DE VARIANZA A 120 DIAS

<u>Fuente de Variac.</u>	<u>G.L.</u>	<u>S. C.</u>	<u>C. M.</u>	<u>F. Cal.</u>	<u>*** F. req.</u>
REPETICIONES	3	59.84	19.9		
INV. - NO INV.	1	411.01	411.01	415.15**	8.28
ERROR A	18	17.83	0.99		
TRATAMIENTOS	6	2,229.9	371.65	23.33**	3.81
INVASION X TRAT.	6	146.9	24.48	1.47*	3.81
ERROR B	21	349.51	16.64		
TOTAL	55	3,215.00			

* No significativo

** Altamente significativo

*** Nivel de significancia 0.01%

T A B L A 9

ANALISIS DE VARIANZA DEL LOTE "A"
(INVADIDO) 120 DIAS.

<u>Fuente de Variac.</u>	<u>G.L.</u>	<u>S. C.</u>	<u>C. M.</u>	<u>F. Cal.</u>	<u>F. req.</u>
TOTAL	27	1,017.51	37.68		
TRATAMIENTOS	6	806.09	134.34	13.35**	3.81
ERROR	21	211.42	10.06		

* Nivel de significancia 0.01 %

** Altamente significativos.

T A B L A 1 0

PORCENTAJE DE GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y MICROFLORA DEL LOTE "A" (INVADIDO), TRATADO CON FUNGICIDAS Y ALMACENADO 120 DIAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 80% Y A 27°C.

Tratamiento	Contenido de Humedad % *	Germinación** %	% de semilla invadida <i>Aspergillus glaucus</i> .
150 ppm			
CAPTAN	15.0	88 a	0
BENOMYL	15.1	88 a	0
CLOROTALONIL	15.0	86 a	0
CARBENDAZIM-M	15.0	85 a	0
CAPTAFOL	15.1	85 a	5
TIABENDAZOL	15.1	83 a	6
TESTIGO	15.1	64 b	60

* Promedio de 8 repeticiones

** Promedio de 8 repeticiones de 100 semillas cada una. Números con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Duncan, 0.05).

T A B L A 11

ANALISIS DE VARIANZA DEL LOTE "B"
(NO INVADIDO) 120 DIAS

<u>Fuente de Variac.</u>	<u>G.L.</u>	<u>S. C.</u>	<u>C. M.</u>	<u>F. Cal.</u>	<u>F. req.</u>
TOTAL	27	1.785.85			
TRATAMIENTOS	6	1,570.75	261.79	25.56**	3.81
ERROR	21	215.1	10.24		

* Nivel de significancia 0.01%

** Altamente significativos.

T A B L A 1 2

PORCENTAJE DE GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y MICROFLORA DEL LOTE "B" (NO INVADIDO), TRATADO CON FUNGICIDAS Y ALMACENADO 120 DIAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 80% Y A 27°C.

Tratamiento 750 ppm	Contenido de Humedad * %	Germinación** %	% de semilla in- vadida, <i>Aspergi- llus glaucus</i> .
CAPTAN	15.0	96 a	1
BENOMYL	15.0	95 a	1
CLOROTALONIL	15.1	94 ab	0
CARBENDAZIM-M	15.0	92 abc	0
CAPTAFOL	15.1	89 bc	3
TIABENDAZOL	15.1	87 c	1
TESTIGO	15.1	66 d	83

* Promedio de 8 repeticiones

** Promedio de 8 repeticiones de 100 semillas cada una. Números con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Duncan, 0.01).

de la semilla de maíz inicialmente invadida por hongos de almacén, esta protección no fue suficiente para mantener el porcentaje de germinación, 85%, que se requiere para propósitos agrícolas.

El análisis de varianza del lote "B" (no invadido), a los 180 días de almacenamiento mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos (Tabla 16), llevándose a cabo la prueba de Duncan, donde se encontró que los tratamientos clorotalonil, captan, captafol y carbendazim-m, resultaron iguales entre sí y superiores al tratamiento testigo, que fue el que presentó el promedio de germinación más bajo, 62% (Tabla 17). Los fungicidas clorotalonil, captan, captafol y carbendazim-m, mantuvieron el porcentaje de germinación por arriba del 85%, durante los 180 días de almacenamiento de la semilla que inicialmente no estaba invadida por hongos de almacén.

Respecto a la micoflora en el lote "A" (invadido), a los 180 días de almacenamiento el tratamiento testigo presentó una invasión muy severa por hongos de almacén, 98%, mientras que los tratamientos con fungicidas mostraron porcentajes de invasión de 0 a 18% (Tabla 15). En el lote "B" (no invadido), los tratamientos con fungicidas prácticamente no presentaron invasión por hongos de almacén, el tratamiento testigo presentó una severa invasión por A. glaucus, 100% (Tabla 17).

En general se puede decir que en las semillas tratadas con los diferentes fungicidas no se manifestaron los hongos durante el tiempo de almacenamiento, a excepción de algunos tratamientos como captafol y captan que presentaron una ligera invasión por estos microorganismos.

Algunos tratamientos con fungicidas, como captan, carbendazim-m y clorotalonil, mantuvieron alta la viabilidad de la semilla, mientras que otros como benomyl y tiabendazol no la protegieron, aunque en estos tratamientos tampoco se observó una severa invasión por hongos, hubo pérdida de viabilidad, por lo que podría pensarse que esta pérdida no se debe a la acción de los hongos de almacén, sino más bien a procesos fisiológicos deteriorativos de la semilla o a la fitotoxicidad de los fungicidas, pero hay que considerar que aún cuando la semilla se lava con hipoclorito de sodio al 2% durante un minuto, antes de sembrarla en el medio de cul-

tivo, es muy probable que el fungicida no sea del todo eliminado, y que los residuos de éste impidan el crecimiento del hongo sobre el agar; Ramírez (1981), encontró que en las pruebas de micoflora realizadas con maíz tratado con fungicidas, no se desarrollaron hongos de almacén al cabo de los 7 días posteriores a la desinfección superficial, pero estas mismas semillas al ser observadas 25 días más tarde, presentaron hongos de almacén, por lo que se cree que los fungicidas inhiben el desarrollo de los hongos de almacén en el agar y que posteriormente se degradan y pierden efectividad después de cierto tiempo en las condiciones de la caja de cultivo, por lo que sería conveniente prolongar el período de incubación para observar el desarrollo de estos hongos o bien inhibir la actividad del fungicida por algún medio físico o químico y de esa manera permitir el desarrollo de los hongos si es que los hay.

Durante la prueba de almacenamiento se detectaron diferencias en la germinación de los lotes "A" y "B", estas diferencias fueron ocasionadas por la invasión inicial de la semilla. Encontrándose que a los 60 días de almacenamiento, los fungicidas protegieron la viabilidad de las semillas en ambos lotes. A los 120 y 180 días de almacenamiento, se encontraron diferencias, en el comportamiento de los fungicidas, en cuanto a mantener la viabilidad de las semillas, si éstas estaban o no inicialmente invadidas por hongos de almacén.

T A B L A 13

ANALISIS DE VARIANZA A 180 DIAS.

<u>Fuente de Variac.</u>	<u>G. L.</u>	<u>S. C.</u>	<u>C. M.</u>	<u>F. Cal.</u>	<u>F. req.</u>
REPETICIONES	3	35.83	11.94		
INV. - NO INV.	1	2,247.91	2,247.91	1,784.06**	8.28
ERROR A	18	22.61	1.26		
TRATAMIENTOS	6	3,571.62	595.27	28.59**	3.81
INVASION X TRAT.	6	189.67	31.61	1.59*	3.81
ERROR B	21	437.32	20.82		
TOTAL	55	6,504.96			

* No significativo

** Altamente significativo

*** Nivel de significancia 0.01%

T A B L A 14

ANALISIS DE VARIANZA DEL LOTE "A"
(INVADIDO) 180 DIAS

<u>Fuente de Variac.</u>	<u>G. L.</u>	<u>S. C.</u>	<u>C.M.</u>	<u>F. Cal.</u>	<u>F. req.</u>
TOTAL	27	2,234.27			
TRATAMIENTOS	6	2,055.57	342.59	40.38**	3.81
ERROR	21	178.7	8.50		

* Nivel de significancia 0.01%

** Altamente significativo.

TABLA 15

PORCENTAJE DE GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y MICROFLORA DEL LOTE "A" (INVADIDO), TRATADO CON FUNGICIDAS Y ALMACENADO 180 DIAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 80% Y A 27°C.

Tratamiento 750 ppm	Contenido de humedad %	Germinación** %	% de semilla inva dida <i>Aspergillus</i> <i>glaucus</i>
CARBENDAZIM-M	15.1	78 a	0
CAPTAN	15.0	76 a	16
CLOROTALONIL	15.0	76 a	6
CAPTAFOL	15.1	62 b	18
TIABENDAZOL	15.0	46 c	0
BENOMYL	15.0	44 c	2
TESTIGO	15.0	42 c	98

* Promedio de 8 repeticiones

** Promedio de 8 repeticiones de 100 semillas cada una. Números con le tras diferentes son estadísticamente diferentes (Duncan, 0.05).

T A B L A 1 6

ANALISIS DE VARIANZA DEL LOTE "B"
(NO INVADIDO) 180 DIAS.

<u>Fuente de Variac.</u>	<u>G.L.</u>	<u>S. C.</u>	<u>C. M.</u>	<u>F. Cal.</u>	<u>F. req.</u> [*]
TOTAL	27	2,022.81			
TRATAMIENTOS	6	1,705.74	284.29	18.33**	3.81
ERROR	21	317.07	15.09		

* Nivel de significancia 0.01%

** Altamente significativo

T A B L A 1 7

PORCENTAJE DE GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y MICOFLORA DEL LOTE "B" (NO INVADIDO), TRATADO CON FUNGICIDAS Y ALMACENADO 180 DIAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 80% Y A 27°C.

Tratamiento 750 ppm	Contenido de Humedad * %	Germinación** %	% de semilla in- vadida, <u>Aspergi- llus glaucus</u>
CLOROTALONIL	15.0	92 a	0
CAPTAN	15.0	89 a	1
CAPTAFOL	15.0	89 a	3
CARBENDAZIM-M	15.0	86 a	0
TIABENDAZOL	15.0	71 b	1
BENOMYL	15.0	68 b	1
TESTIGO	15.0	62 c	100

* Promedio de 8 repeticiones

** Promedio de 8 repeticiones de 100 semillas cada una. Números con le tras diferentes son estadísticamente diferentes (Duncan, 0.05).

4.- CONCLUSIONES.

- 4.1 Los fungicidas captan, benomyl, clorotalonil, carbendazim-m, captafol y tiabendazol, protegieron la viabilidad de las semillas de maíz H-412, invadidas y no invadidas por hongos de almacén, por un periodo de almacenamiento de 60 días.
- 4.2 En el lote de maíz invadido (lote "A"), a los 120 días de almacenamiento, todos los fungicidas protegieron por igual, la viabilidad de la semilla.
- 4.3 En el lote de maíz no invadido (lote "B"), a los 120 días de almacenamiento, los tratamientos captan, benomyl, clorotalonil y carbendazim-m fueron los que mejor protegieron la viabilidad de la semilla.
- 4.4 A los 180 días de almacenamiento, ninguno de los fungicidas protegió la viabilidad de la semilla de maíz, en el lote invadido, (lote "A").
- 4.5 A los 180 días de almacenamiento, los fungicidas clorotalonil, captan, captafol y carbendazim-m, protegieron la viabilidad de la semilla de maíz no invadida (lote "B").
- 4.6 A los 120 días de almacenamiento en lotes "A" y "B", se encontró que todos los fungicidas funcionaron igual en la conservación de la viabilidad de las semillas de maíz, invadidas y no invadidas por hongos de almacén. A excepción del tratamiento tiabendazol en el lote invadido, y del tratamiento testigo en los dos lotes, todos los demás tratamientos protegieron la germinación de la semilla por arriba del requerido para propósitos agrícolas, que es de 85%.
- 4.7 A los 180 días de almacenamiento, todos los fungicidas presentaron comportamientos diferentes en semilla invadida y no invadida, ya que fungicidas como clorotalonil, captan, captafol y carbendazim-m, que protegieron la viabilidad de la semilla de maíz no invadida, durante 180 días, no protegieron la viabilidad de la semilla invadida en el mismo periodo de tiempo.

- 4.8 *El tratamiento de las semillas con los fungicidas es más efectivo cuando las semillas son tratadas antes de ser invadidas por hongos de almacén.*

BIBLIOGRAFIA

- Association of Official Seed Analysts. 1981. Rules for Testing Seeds. *Journal of Seed. Technology*. Vol. 6 N° 2: 125 pp.
- Christensen, C. M. y López, L. C. 1962. Daños que causan en México - los hongos de granos almacenados. Inst. Nal. de Inv. Agric. SAG. México. Folleto técnico N° 44. 29 pp.
- Christensen, C. M. y Kaufmann, H. H. 1976. Contaminación por hongos en granos almacenados. Pax-México. México. 189 pp.
- Christensen, C. M. and Saver, D. B. 1982. Micoflora: In; Christensen, C. M. (ed) *Storage of cereal grain and their products*. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, Minnesota. 3a. Ed. 219-240 pp.
- Coutiño de M. B. R., Moreno, M. E. y Zenteno, Z. M. 1970. Efecto de - ciertas condiciones sobre la viabilidad de la semilla de cebolla (Allium cepa L) y coliflor (Brassica oleracea L). *Rev. lat-amer, Microbiol.*, 12: 109-114.
- Dirección General de Economía Agrícola. SARH. 1979. Anuario estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. 154-155.
- García, A. G. y Moreno, M. E. 1973. Efecto del contenido de humedad y de los hongos durante el almacenamiento de las semillas de girasol. *Bol Soc Mex Mic.* 7: 145-150.
- Gutiérrez, L. R. 1975. Análisis comparativo de la germinación de semillas de maíz (Zea mays L) Almacenado bajo condiciones de alta humedad y temperatura. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. 78 pp.

- Harein, K. P. and Soderstrom, E. L. 1966. *Coleoptera infesting stored products. In insect colonization and mass production.* New York. Academic press.
- Heredia. A. G. 1979. *Efecto de tiabendazole en la conservación de grano de sorgo almacenado a diferentes humedades relativas. Tesis profesional.* Facultad de Ciencias. UNAM. 52 pp.
- Jamieson, M. y Jobber, P. 1974. *Manejo de alimentos. Vol. 3. Prevención de pérdidas durante el almacenamiento.* Pax-México. México. 554 pp.
- Lappe, O. P. 1977. *Acción de algunos fungicidas en la conservación de maíz y triticale. Tesis profesional.* Facultad de Ciencias. UNAM. 112 pp.
- Lindblad, C. y Druben, L. 1981. *Almacenamiento del grano.* Editorial Concepto. México 331 pp.
- Mandujano, W. L. 1980. *Efecto de fungicidas en la protección de semillas de maíz almacenado con alto contenido de humedad. Tesis profesional.* Facultad de Ciencias. UNAM. 82 pp.
- Moreno, M. E. y Christensen, C. M. 1970. *Efecto de la humedad sobre la viabilidad de maíz almacenado.* Rev. lat-amer. Microbiol., 12: 115-121.
- Moreno, M. E. and Christensen, C. M. 1971. *Differences among lines and varieties of maize susceptibility to damage by storage fungi.* Phytophatology. 61:1498-1500.
- Moreno, M. E. y Christensen, C. M. 1972. *Fungus flora of black and white pepper (Piper nigrum L).* Rev. lat-amer. Microbiol., 14:19-22.
- Moreno, M. E. 1977. *Los hongos y la calidad de los granos y semillas.* Bol. Soc. Mex. Mic. 11:127-135.

- Moreno, M. E. 1979. Efecto de los hongos de almacén sobre la viabilidad de las semillas de maíz y soya. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 13: 195-203.
- Moreno, M. E., Morones, R. R. y Gutierrez, L. R. 1978. Diferencias entre líneas, cruza simple y dobles de maíz en su susceptibilidad al daño por condiciones adversas de almacenamiento. *Turrialba Vol. 8 N° 3*, 233-237.
- Moreno, M. E. y Ramírez, G. J. 1982. Efecto de fungicidas en el control de los hongos de almacén. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 17:95-98.
- Moreno, M. E. y Vidal, G. G. 1981. Preserving the viability of stored maize seed with fungicides. *Plant disease* 65:260-261.
- Ramírez, G. M. 1979. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. Ed. Continental. México. 273 pp.
- Ramírez, G. J. 1981. Acción de fungicidas en la conservación de semilla de maíz invadida por hongos de almacén. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. 48 pp.
- Ramírez, G. J. y Moreno M. E. 1982. Aplicación en húmedo y en seco de fungicidas en la conservación de semillas de maíz almacenado. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 17: 67-70.
- Sánchez, D. R. Moreno, M. E. y Zevada, Z. M. 1971. Estudios sobre el almacenamiento de semilla de soya de la variedad tropicana. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 5: 47-55.
- SARH. 1981. Resumen y condiciones del Simposio Nacional: El maíz en México, su pasado, su presente y su futuro. Guadalajara, Jalisco. México. 4 pp.
- United States Department of Agriculture. 1976. Grain Equipment Manual

G R 916-6. Federal Grain Inspection Service, Standardization Division, Richards-Geabayer A. F. B. Kansas City. Mo.

Winston, P. W. and Bates, D. H. 1960. Saturated solutions for the control of humidity in biological research. 41: 232-237.