



# Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE CIENCIAS

EFFECTO DE MEZCLAS DE FUNGICIDAS EN LA CONSERVACION  
DE SEMILLA DE MAIZ ALMACENADA.

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

ESTHER MALPICA CORNEJO



México, D. F.

1984



## **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

	Pag.
INTRODUCCION	1
Hongos de campo	3
Hongos de almacén	4
Efecto de los hongos de almacén sobre la calidad de granos y semillas	8
Combate de los hongos de almacén	11
MATERIALES Y METODOS	14
RESULTADOS Y DISCUSION	19
CONCLUSIONES	31
BIBLIOGRAFIA	32

## I N T R O D U C C I O N

En una población en constante crecimiento, como la nuestra, existe la necesidad imperiosa de disponer de alimentos de calidad cada vez en mayores cantidades, debido a lo cuál el hombre se ve obligado a buscar métodos idóneos para la conservación de productos agrícolas, como granos y semillas, con un mínimo de pérdidas.

El maíz constituye un alimento básico en la dieta de nuestra población por lo que se cultiva en todas las áreas de la República Mexicana, localizándose las principales zonas de producción en el Bajío, la Mesa Central y las áreas tropicales del Pacífico y Golfo de México, destacando los estados de Jalisco, Veracruz, México, Michoacán, Oaxaca, Tamaulipas, Puebla, Zacatecas y Chiapas.

Durante el almacenamiento de productos agrícolas, intervienen factores, tanto físicos (temperatura y humedad) como biológicos (roedores, insectos, ácaros, hongos, virus y bacterias entre otros), que afectan la viabilidad de la semilla y la calidad del grano destinados al consumo humano y animal.

El período que puede permanecer un lote de granos o semillas con buena calidad es muy corto en zonas tropicales, donde la humedad relativa y la temperatura son altas, lo que favorece el deterioro fisiológico y el desarrollo de los organismos que provocan daños a la semilla. Por otro lado, en zo-

nas templadas y secas, el daño en la semilla se ve considerablemente reducido debido a que los bajos contenidos de humedad de las semillas almacenadas no favorecen un severo deterioro fisiológico ni el desarrollo de organismos, eso no quiere decir que no existan daños postcosecha pero éstos son menos drásticos que en las zonas cálido-húmedas.

La temperatura y la humedad tienen gran importancia desde el punto de vista del almacenamiento, manejo y conservación de granos y semillas por la forma tan directa en que ejercen su influencia sobre estos productos. La humedad es el factor físico que afecta de manera más drástica y directa los procesos vitales de la semilla, y la temperatura intensifica o disminuye los efectos de la humedad. A medida que aumenta el contenido de humedad de la semilla, más rápidamente se pierde su viabilidad, fenómeno que se ve acelerado si la temperatura es alta, o retardado si la temperatura es baja.

En humedades relativas mayores de 75%, los hongos de almacén se desarrollan rápidamente en los productos agrícolas almacenados, ocasionando mermas cuantitativas y cualitativas. Si la humedad relativa es menor de 75%, el almacenamiento de productos agrícolas, en cuanto a la acción de los hongos, puede llevarse a cabo por un período de varios años y cualquier deterioro prácticamente dependerá de la temperatura (Pixton, 1967).

En cuanto a los factores bióticos se han descrito un nú--

mero considerable de bacterias que han sido aisladas de productos agrícolas, sin embargo, las bacterias no son causantes del deterioro de los granos almacenados porque éstas requieren de agua libre para crecer y las semillas se almacenan bajo condiciones donde el agua libre no está disponible (Christensen, 1957).

En gran medida el deterioro de los productos agrícolas, causado por factores bióticos se debe a la acción de los hongos, ya que las semillas durante su formación en el campo se ven expuestas a ser invadidas por éstos y por otros microorganismos, como bacterias, nemátodos y virus, que en algunas ocasiones llegan a constituir problemas de graves consecuencias para la producción agrícola. Los hongos que invaden a las semillas en el campo se les ha llamado "hongos de campo", y a los que invaden a la semilla después de efectuada la cosecha se les ha llamado "hongos de almacén", los cuales constituyen una de las principales causas de la pérdida de la viabilidad, de volumen y calidad nutritiva de los granos y semillas (Christensen y Kaufmann, 1969).

#### HONGOS DE CAMPO

Los llamados "hongos de campo" invaden a la semilla durante su formación, o cuando éstas han madurado y se quedan en el campo en espera de ser cosechadas. Los hongos de campo, se caracterizan por invadir a la semilla cuando ésta presenta contenidos de humedad de 30%, en base a peso húmedo, por lo que -

detienen su desarrollo en el momento en que las semillas alcanzan su madurez fisiológica. Por lo regular los granos y semillas una vez efectuada la cosecha son sometidos al secado para evitar con ello la proliferación de los hongos (Moreno, 1977).

Entre los hongos de campo más comunes que se encuentran en las semillas se pueden citar: Alternaria spp, Cladosporium spp, Fusarium spp y Helminthosporium spp. Además de éstos se pueden considerar como hongos de campo a todos aquellos que --inciden en los granos, causándoles enfermedades que ocasionan la muerte del embrión o que se alojan en las semillas para ser transmitidas por éstas al siguiente ciclo vegetativo del cultivo.

Para combatir a estos hongos se han desarrollado fungicidas que son aplicados a las semillas antes de la siembra y --constituye lo que se conoce como tratamiento químico de las semillas.

#### HONGOS DE ALMACEN

Los "hongos de almacén" son principalmente especies del género Aspergillus y Penicillium. Se han determinado que la --mayoría de las especies de estos hongos no invaden a los productos agrícolas antes de su cosecha, por lo que, la fuente --principal de contaminación de estos hongos se encuentra en los silos, bodegas o lugares de almacenaje de los productos agrícolas por ser ahí donde las condiciones ambientales, incluyen-

de la condición física y biológica del grano, favorecen el desarrollo de estos hongos.

La característica principal de estos hongos es su habilidad para desarrollarse bajo condiciones de baja humedad y casi sobre cualquier sustrato. Son capaces de crecer en granos y semillas que tienen bajo contenido de humedad en equilibrio con humedades relativas alrededor de 70% (Christensen, 1974; Christensen y Kaufmann, 1974; Christensen y Meronuck, 1974; Christensen y Sauer, 1982; Panasenko, 1967). En la tabla 1 se muestran los contenidos de humedad mínimos que requieren algunos hongos de almacén para desarrollarse en diferentes semillas.

El género Aspergillus comprende varios grupos de especies. Raper y Fennel (1965) los describen detalladamente en su libro "The Genus Aspergillus". Los grupos de especies de Aspergillus más comunes en granos y semillas almacenadas son:

A. restrictus, A. glaucus, A. candidus, A. versicolor,  
A. ochraceus, A. flavus, todos estos grupos guardan relación en cuanto a su morfología y ecología. El grupo que más frecuentemente se encuentra relacionado con el deterioro de los granos y semillas es el A. glaucus, debido a que las especies que lo integran pueden desarrollarse en contenidos de humedad de la semilla entre 12.5 y 13% en oleaginosas y entre 14.0 y 15.0% en cereales. El grupo A. glaucus, esta formado por un



TABLA 2

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

HONGO	TEMPERATURA MINIMA	PARA SU OPTIMA	CRECIMIENTO MAXIMA
<u>A. claucus</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>A. restrictus</u>	5-10	10-35	40-45
<u>Penicillium</u>	5-10	20-25	35-40

Fuente: Christensen y Kaufmann, 1974.

gran número de especies entre los que se encuentran:

A. amstelodami, A. ruber, A. chevalieri y A. repens (Raper y Fennel, 1965).

Del género Penicillium se han registrado más de 60 especies aisladas de granos y sus derivados (Mislevic y Tuite, 1970). Existen otros hongos que con frecuencia se ven involucrados en el deterioro de granos y semillas, entre ellos Sporendonema sebi que puede crecer en granos con bajos contenidos de humedad, 13,5%, en cereales. Otros hongos que se han citado como hongos de almacén pero que no son muy comunes bajo condiciones de almacenamiento de granos y semillas son especies de los géneros Absidia, Mucor, Rhizopus, Chaetomium (Moreno, 1977).

Algunas de las especies de estos hongos requieren altas presiones osmóticas para su desarrollo, de ahí que, para su aislamiento y su cultivo se utilicen medios con altas concentraciones de cloruro de sodio o sucrosa. Un medio de cultivo ampliamente usado es el de malta-sal-agar, conteniendo de 6-10% de cloruro de sodio (Christensen, 1957).

La temperatura es también un factor importante en el desarrollo de los hongos de almacén, en la tabla 2 se muestran las temperaturas mínimas, óptimas y máximas en la que pueden crecer los hongos de almacén. La mayoría de estos hongos crecen en temperaturas alrededor de 30°C, pero en algunos de ellos como A. flavus y A. candidus pueden hacerlo aún en tempe

raturas de 50-55°C.

Los hongos como organismos heterótrofos requieren substancias orgánicas de origen vegetal y animal, ya que no son capaces de producir sus propios compuestos orgánicos, por lo tanto, tienen una vida saprofitica o parasítica. En el caso de los hongos de semillas almacenadas los podemos considerar como parásitos facultativos, ya que los embriones de las semillas están metabólicamente activos, siendo un parásito facultativo--aquel hongo que normalmente es saprofitico pero que bajo ciertas condiciones tienen la facultad de actuar como parásito -- (Moreno, 1977).

#### EFECTO DE LOS HONGOS DE ALMACEN SOBRE LA CALIDAD DE LOS GRANOS Y SEMILLAS

Los hongos de almacén causan diferentes tipos de daños a los granos y semillas durante su almacenamiento, siendo los principales: pérdida de viabilidad de las semillas, ennegrecimiento o manchado de los granos (generalmente embriones), calentamiento, producción de micotoxinas y en casos extremos la completa destrucción de los granos y semillas (Christensen y Kaufmann, 1969).

Pérdida de viabilidad.-- Christensen, (1964) y Moreno y Christensen, (1970), entre otros investigadores, han demostrado el efecto deletéreo de los hongos de almacén sobre la viabilidad de diversas semillas agrícolas. Sin embargo, como en mu-

TABLA I

CONTENIDO DE HUMEDAD\*, DE DIFERENTES GRANOS Y SEMILLAS EN EQUILIBRIO CON HUMEDADES RELATIVAS DE 65-90% Y HONGOS QUE COMUNMENTE SE LES ENCUENTRA CRECIENDO BAJO TALES CONDICIONES DE HUMEDAD.

HUMEDAD RELATIVA %	AVENA, ARROZ, CEBADA, CENTENO, MAIZ, MIJO, SORGO, TRIGO, TRITICALE.	SOYA	CARTAMO CACAHUATE GIRASOL	HONGOS
65-70	13.0 - 14.0	12.0 - 13.0	5.0 - 6.0	<u>Aspergillus halophilicus</u>
70-75	14.0 - 15.0	13.0 - 14.0	6.0 - 7.0	<u>A. restrictus</u> , <u>A. glaucus</u>
75-80	14.5 - 16.0	14.0 - 15.0	7.0 - 8.0	<u>A. candidus</u> , <u>A. ochraceus</u> mas los de arriba.
80-85	16.0 - 18.0	15.0 - 17.0	8.0 - 10.0	<u>A. flavus</u> , <u>Penicillium</u> mas los de arriba.
85-90	18.0 - 20.0	17.0 - 19.0	10.0 - 12.0	<u>Penicillium</u> mas los de arriba.

\* Porcentaje de humedad en base a peso húmedo. Los cifras son aproximaciones. En la práctica se pueden esperar variaciones de  $\pm 1.0\%$ .

Fuente: Christensen y Sauer, 1982.

chos fenómenos biológicos hay excepciones, y se ha observado - que en ciertas semillas los hongos no son determinantes en el decremento de la viabilidad, ya que cuando éstos se desarro--- llan, la viabilidad ya ha sido abatida por la acción de los - procesos fisiológicos de la semilla durante el período de alma--- cenamiento (Coutiño, et al. 1970; García y Moreno, 1973; Sán--- chez, et al. 1971).

Ennegrecimiento y calentamiento de los granos y semillas.

Otro de los daños que ocurren debido a la actividad de los hongos de almacén es la coloración o ennegrecimiento del embrión, caracterizándose por la muerte del mismo, lo cuál reduce la -- calidad comercial de los granos y semillas. Por otra parte, -- los hongos de almacén son capaces de elevar la temperatura del grano hasta 50-55°C, cuando encuentran condiciones muy favorables para su crecimiento (Christensen y Kaufmann, 1969). La -- actividad de estos hongos también aumenta la humedad del grano, lo cuál permite el desarrollo de bacterias termofílicas -- que continúan con la elevación de la temperatura, hasta 70--- 75°C; bajo ciertas circunstancias se desencadenan reacciones químicas que elevan aún más la temperatura, hasta llegar al - punto de combustión espontánea y la destrucción total del grano .

Producción de micotoxinas.- Las micotoxinas son substan-- cias tóxicas producidas por los hongos, las que son excretadas en el sustrato donde éstos se desarrollan. Una de las especies

productoras de micotoxinas es el A. flavus que produce las toxinas llamadas aflatoxinas que son de las sustancias carcinógenas más potentes hasta ahora conocidas; existen además, otros hongos capaces de producir micotoxinas, entre ellos algunas especies de Penicillium, Fusarium y Alternaria, los primeros, frecuentemente invaden a los granos y semillas en el almacén, y los demás lo hacen en el campo durante la formación de las semillas.

#### COMBATE DE LOS HONGOS DE ALMACEN

La forma de combatir a los hongos de almacén es mediante el buen manejo de los granos y semillas. Lo anterior implica almacenar los granos o semillas en condiciones de baja humedad del grano y del medio ambiente en el almacén, o bien, bajo temperaturas que inhiban el desarrollo de estos hongos. Otra de las alternativas para el combate de los hongos de almacén es el uso de agroquímicos, sin embargo, no se están utilizando -- con este propósito ya que no se han desarrollado fungicidas específicos para combatir a estos hongos bajo las condiciones de almacenamiento de los granos y semillas. Por lo tanto, una de las características principales que deben tener estos fungicidas es su capacidad para ser activos en condiciones de baja humedad (14-16%) que son las que generalmente se presentan en -- los granos y semillas almacenados, por otro lado, para su uso en granos destinados a la alimentación, estas sustancias no deberán representar un peligro para la salud humana y de los -- animales domésticos. Esta última consideración es una fuerte --

limitante para el uso de los fungicidas en granos alimenticios, no así como semillas, ya que los volúmenes de semilla tratada con fungicidas deben ser solamente destinados para la siembra y nunca destinados para el consumo humano o animal.

Las primeras investigaciones realizadas sobre el uso de fungicidas para el combate de los hongos de almacén no han mostrado resultados satisfactorios, ya que algunos no tuvieron efecto sobre las especies de hongos de almacén, otros tuvieron un efecto parcial, otros afectaron la viabilidad de la semilla y algunos no fueron funcionales bajo las condiciones de humedad a las que son almacenadas las semillas (Milner, et al, 1947; Moore y Olien, 1952; Olien y Moore, 1954; Moreno y Christensen, 1970). No obstante, investigaciones posteriores han demostrado la posibilidad de su uso con resultados positivos, (Lappe, 1977; Heredia, 1979; Mandujano, 1980; Moreno y Vidal, 1981; Moreno et al. 1982; Moreno y Ramírez, 1982; Ramírez y Moreno, 1982). Los trabajos sobre el combate químico de los hongos fueron realizados con el objeto de determinar la efectividad de ciertos fungicidas bajo diversas condiciones de humedad, ya que de ser efectivos contra los hongos de almacén, representarían una gran ayuda en la conservación de la viabilidad de la semilla almacenada en zonas cálido-húmedo en donde el secado de granos representa serias dificultades, y en donde se favorece el desarrollo de los hongos de almacén.

De los trabajos previos, realizados en el Laboratorio de

Fitopatología del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, surge este trabajo en donde se pretende obtener información del efecto de ciertas mezclas de fungicidas sobre la viabilidad de semilla de maíz almacenada bajo condiciones de humedad y temperatura que favorecen su deterioro.



M A T E R I A L E S Y M E T O D O S

Semilla de maíz.

Se utilizó semilla híbrida de maíz H-412 sembrada y cosechada en el campo de producción de semillas básicas de la Productora Nacional de Semillas en Tepalcingo, Morelos. Al inicio del experimento la semilla tenía un 98% de germinación, 10.4% de contenido de humedad y no presentó invasión por hongos de almacén.

Contenido de humedad.

Fue utilizado el método de secado en estufa de circulación forzada tomando dos repeticiones de 4-5 granos de semilla, secándolas a 103°C por 72 horas. El porcentaje de humedad fue calculado por diferencia de peso con base en el peso húmedo de la muestra mediante la siguiente fórmula:

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

donde:

A= Pérdida de peso en gramos.

B= Peso original húmedo de la muestra.

Germinación.

La determinación del porcentaje de germinación se realizó en base a las reglas de la International Seed Testing Association (1966), utilizando como sustrato toallas de papel húmedo, en las que se colocaron 100 semillas por repetición. Las toallas se enrollaron e incubaron a 27°C, realizándose

los conteos de germinación a los 4 y 7 días. Se utilizaron -- 400 semillas para determinar el porcentaje de germinación del lote inicial y 200 semillas para cada una de las repeticiones de los tratamientos del experimento.

#### Micoflora.

La determinación del número y clase de hongos en las semillas se realizó de la siguiente manera: las semillas se desinfectaron superficialmente con hipoclorito de sodio al 2% durante dos minutos, posteriormente se sembraron las semillas en -- cajas de petri en el medio de cultivo MSA (2% de malta, 6% de sal y 2% de agar). Por cada repetición de cada tratamiento se sembraron 25 semillas, las que se incubaron a 26-27°C hasta -- que las colonias pudieran ser contadas e identificadas.

Los hongos de almacén fueron identificados a nivel de grupo en el caso del género Aspergillus, y a nivel de género para Penicillium.

#### Fungicidas y dosis.

Se probaron seis fungicidas:

Benomyl .- Compuesto carbamado sistémico; Metil 1-(-butil-carbamoil) 2 benzimidazol carbamado.

Captán .- Hidrocarburo clorinado. N-(tricloro-metil) 4 ciclo-hexeno 1-2 dicarboximido.

Clorotalonil .- Compuesto orgánico tetracloroisofталoni--

trilo.

**Carbendazim\* M** .- Compuesto carbamado sistémico. 10% Metil-2 benzimidazol carbamado más 64% manganeso etilenebisditio carbamado.

**Captafol** .- Hidrocarburo clorinado. Cis-N(1,1,2,2,tetracloroetil) tio-4-ciclo-hexeno-1,2, dicarboximido.

**Thiabendazole** .- Compuesto benzimidazol sistémico. 2-(4-tiazolil) benzimidazol.

Los fungicidas benomyl, captán, clorotalonil, carbendazim\* M, captafol, thiabendazole y las mezclas entre benomyl y captán, benomyl y clorotalonil, benomyl y carbendazim\* M, benomyl y captafol, captán y thiabendazole, carbendazim\* M y clorotalonil y captafol con thiabendazole, se aplicaron en "slurry" a la semilla (Neegard, 1979). No se utilizaron todas las mezclas posibles entre cada uno de los fungicidas ya que las mezclas usadas en este trabajo fueron seleccionadas de pruebas piloto anteriores.

Para los fungicidas individuales se utilizó una dosis de 750 ppm y en el caso de las mezclas se aplicaron 375 ppm de cada fungicida.

#### Almacenamiento de la semilla.

Se utilizaron 22.4 kilogramos de semilla de maíz que fueron distribuidas en 56 unidades experimentales, de 400 gramos

cada una. La aplicación de los fungicidas se hizo independientemente y en forma aleatoria para cada una de las repeticiones.

Los tratamientos utilizados fueron:

- T-1 Benomyl
- T-2 Captán
- T-3 Clorotalonil
- T-4 Carbendazim\* M
- T-5 Captafol
- T-6 Thiabendazole
- T-7 Testigo
- T-8 Benomyl + Captán
- T-9 Benomyl + Clorotalonil
- T-10 Benomyl + Carbendazim\* M
- T-11 Benomyl + Captafol
- T-12 Captán + Thiabendazole
- T-13 Carbendazim\* M + Clorotalonil
- T-14 Captafol + Thiabendazole

Las 750 ppm de los fungicidas y las 375 ppm de los fungicidas en las mezclas fueron aplicados a las unidades experimentales de 400 gramos en un matraz junto con el adherente Spreader Sticker (DU PONT), a razón de 0.08 ml por kilogramo de semilla y tres mililitros de agua para facilitar la adherencia del fungicida en la semilla. El matraz se agitó hasta homogeneizar la distribución del fungicida en la semilla. Las semillas-

ya tratadas fueron colocadas en cestas de plástico perforadas y éstas a su vez fueron colocadas aleatoriamente dentro de las cámaras de almacenamiento con una humedad relativa de 85%.

Se utilizaron cajas de plástico de 38.5 X 28.5 X 15.5 cm como cámaras de almacenamiento conteniendo una solución saturada de cloruro de potasio para mantener una humedad relativa de 85% (Wink y Sears, 1950).

Las unidades experimentales se colocaron dentro de las cámaras de almacenamiento sobre un enrejado de plástico para evitar que estuvieran en contacto directo con la solución de cloruro de potasio.

El experimento se realizó bajo un diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones (Little y Hills, 1978). Las cámaras de almacenamiento fueron colocadas en un cuarto de incubación a 26°C durante todo el periodo de almacenamiento.

El periodo de almacenamiento fue de 220 días, llevándose a cabo observaciones a los 180, 200 y 220 días contados a partir de la fecha de inicio del periodo de almacenamiento. En cada muestreo se determinaron los porcentajes de germinación, micoflora y contenido de humedad mediante los métodos antes descritos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Contenido de humedad.

El contenido de humedad de la semilla se mantuvo entre -- 15.4 y 15.7% durante todo el periodo de almacenamiento como pue de observarse en las tablas 5, 7 y 9.

El análisis de varianza de los datos de germinación duran te el periodo de almacenamiento, de 220 días, mostró diferen--- cias significativas(0.05) en la interacción tiempo/tratamiento y entre tratamientos (tabla3). Por lo que se procedió a reali- zar el análisis de varianza de los datos de germinación en ca- da uno de los tiempos de muestreo que fueron 180, 200 y 220 -- días.

El análisis de varianza de los datos de germinación a -- los 180 días de almacenamiento mostró diferencias significati- vas (0.05) entre tratamientos (tabla 4); por lo que se proce-- dió a efectuar una prueba de rango múltiple de Duncan para com- parar las medias de los tratamientos. Esta prueba mostró que -- a excepción de los tratamientos benomyl, y thiabendazole, to-- dos los demás fungicidas y las mezclas de ellos, incluyendo -- en las que intervienen benomyl y thiabendazole, protegieron -- la viabilidad de la semilla durante este periodo de almacena-- miento (tabla 5).

En cuanto a la micoflora presente en la semilla a los --- 180 días de almacenamiento se puede decir que, las semillas --

tratadas con fungicidas presentaron bajos porcentajes de invasión por hongos de almacén, comparada con el tratamiento testigo, que presentó un 87% de semillas invadidas por Aspergillus glaucus. Las semillas de los tratamientos benomyl, captafol y thiabendazole fueron los que mayor porcentaje de semillas invadidas presentaron con 69, 40 y 37% respectivamente.

El análisis de varianza de los datos de germinación a los 220 días de almacenamiento, mostró diferencias significativas (0.05) entre tratamientos (tabla 6), por lo que se realizó una prueba de Duncan para comparar las medias de los tratamientos. Esta prueba mostró que el tratamiento benomyl + captafol fue el que mejor protegió la viabilidad de la semilla, con una germinación del 78%, durante los 200 días de almacenamiento; los restantes tratamientos fueron superiores al testigo, siendo este último el que presentó menor porcentaje de germinación (37%). (tabla 7).

A pesar de que los tratamientos con fungicidas protegieron en mayor o menor grado la viabilidad de la semilla almacenada durante los 200 días, manteniendo un porcentaje de germinación del 53 a 78% para este período de almacenamiento, en ninguno de los tratamientos la germinación se mantuvo por arriba del porcentaje mínimo requerido por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos para propósitos agrícolas, que es de 85%.

En este período de almacenamiento nuevamente se observó - que en general los fungicidas no permitieron el desarrollo de los hongos de almacén, siendo los tratamientos benomyl, captan y thiabendazole los que mayor porcentaje de invasión presentaron, con 75, 38 y 34% respectivamente. El tratamiento testigo presentó una invasión por A. glaucus de 85%.

El análisis de varianza de los datos de germinación a los 220 días de almacenamiento mostró diferencias significativas - (0.05) entre tratamiento, (tabla 8), por lo que fué necesario llevar a cabo la prueba de Duncan para comparar las medias de los tratamientos.

Si bien la prueba de Duncan señala algunas diferencias -- entre tratamiento en cuanto a la germinación de las semillas, estas diferencias no son importantes, por lo que se puede decir que a los 220 días de almacenamiento las semillas de maíz híbrido H-412 almacenadas en una humedad relativa de 85% se ven severamente afectadas por la acción de los procesos fisiológicos propios de las semillas, así como por los hongos de almacén (tabla 9).

Respecto a la invasión por hongos en estas semillas almacenadas durante 220 días, se observa poco crecimiento de estos microorganismos en los tratamientos con fungicidas, mientras - que el testigo presenta 91% de invasión por A. glaucus, presentando también un porcentaje alto de invasión los tratamientos



benomyl y thiabendazole con 40 y 25% respectivamente.

Las semillas a través de los 220 días de almacenamiento, mostraron una constante pérdida de germinación, la cual creemos que se debe principalmente a tres factores: a) deterioro fisiológico de la semilla, b) deterioro causado por hongos y c) un posible efecto fitotóxico del fungicida. La interacción existente entre estos tres factores, con toda seguridad determina la rapidez de la pérdida de la viabilidad de la semilla almacenada bajo estas condiciones.

Por otro lado, los resultados mostraron que algunos fungicidas son mejores que otros en la protección de la viabilidad de la semilla. Por ejemplo, clorotalonil y captán fueron mejores que benomyl y thiabendazole durante todo el período de almacenamiento. Igualmente se observó que algunas mezclas de fungicidas son mejores que otras, como es el caso de benomyl + captafol que siempre fue mejor que benomyl + captán. Además se observó un efecto sinérgico en la mezcla de los fungicidas benomyl y captafol, ya que la semilla tratada con esta mezcla a los 180 días de almacenamiento tuvo una germinación de 90% y las semillas tratadas con cada uno de los fungicidas por separado tuvieron germinaciones bajas, benomyl 69% y captafol 83%.

Por otra parte una mezcla presentó el mismo porcentaje de germinación que uno de los fungicidas por separado, por ejemplo, en la mezcla captán + thiabendazole a 180 días de almace-

namiento, presentando una germinación de 87% mientras que el tratamiento captán presentó 88% y el tratamiento thiabendazole 66%, podemos concluir que la mezcla no presenta ningún efecto sinérgico, ya que el captán en la mezcla puede mantener por sí sólo la germinación de la semilla, aún a una dosis menor.

En lo referente a la invasión por hongos de las semillas tratadas con fungicidas, puede deberse a que el fungicida no es efectivo en el control de los hongos de almacén, o bien a que cuando los hongos se manifiestan después de un largo período de almacenamiento tal vez ocurrió una cierta degradación del fungicida, lo que permite el desarrollo de los hongos.

**TABLA 3**  
**ANALISIS DE VARIANZA GENERAL**

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA	F REQUERIDA 0.05
TOTAL	167	73 493.98			
PARCELAS DE TRATAMIENTOS	55	14 940.64			
REPETICIONES (R)	3	109.408	36.469		
TRATAMIENTOS (A)	13	12 171.98	936.306	13.73	S*
ERROR a (R x A)	39	2 659.25	68.185		
TIEMPO (T)	2	54 525.76	27 262.88	1.12	NS**
TIEMPO/REPETICION	6	144.852	24.142	0.246	NS
TIEMPO/TRATAMIENTO	26	2 542.99	97.807	5.69	S
ERROR b (R x A x T)	78	1 339.738	17.176		

\* S significativo

\*\* NS no significativo

**TABLA 4**  
**ANALISIS DE VARIANZA A 160 DIAS**

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA	F REQUERIDA 0.05
TOTAL	55	8 337.43	151.58		
REPETICIONES (R)	3	29.0	9.6	0.016	NS**
TRATAMIENTOS (A)	13	7 425.93	571.15	25.27	S*
ERROR (R x A)	39	882.5	22.6		

\* S significativo.

\*\* NS no significativo.

TABLA 5

GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD (C.H.) Y MICROFLORA DE MAIZ H-412, TRATADO CON FUNGICIDAS Y ALMACENADO DURANTE 180 DIAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% A 25°C

TRATAMIENTO	C. H.† %	GERMINACION** %	MICROFLORA % <u>Aspergillus glaucus</u>
Benomyl + Captafol	15.6	90 a	0
Clorotalonil	15.6	89 a b	1
Captán	15.5	88 a b	10
Captán + Thiabendazole	15.6	87 a b	2
Benomyl + Clorotalonil	15.6	86 a b	4
Captafol + Thiabendazole	15.5	85 a b	0
Captafol	15.6	83 a b	40
Carbendazim† M	15.4	82 b	1
Benomyl + Carbendazim† M	15.5	82 b	0
Carbendazim† M + Clorotalonil	15.5	82 b	1
Benomyl + Captán	15.6	81 b	8
Benomyl	15.5	69 c	69
Thiabendazole	15.6	66 c	37
Testigo	15.5	46 d	87

† Promedio de 8 repeticiones

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

**TABLA 6**  
**ANALISIS DE VARIANZA A 200 DIAS**

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA	F REQUERIDA 0.05
TOTAL	55	7 145.43	129.9		
REPETICIONES (R)	3	120.43	40.14	0.095	NS**
TRATAMIENTOS (A)	13	5 486.43	422.03	10.69	S*
ERROR (R x A)	39	1 539.0	39.46		

\* S significativo.

\*\* NS no significativo.

TABLA 7

GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD (C.H.) Y MICOFLORA DE MAJZ H-412, TRATADO CON FUNGICIDAS Y ALMACENADO DURANTE 200 DIAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% A 26°C

TRATAMIENTO	C. H. <sup>+</sup> %	GERMINACION <sup>++</sup> %	MICOFLORA % <i>Aspergillus glaucus</i> .
Benomyl + Captan	15.6	78 a	0
Clorotalonil	15.6	75 a b	2
Captán + Thiabendazole	15.6	70 a b c	12
Captán	15.5	69 a b c	4
Benomyl + Clorotalonil	15.5	66 b c d	0
Captan + Thiabendazole	15.5	65 c d	8
Carbendazim <sup>*</sup> M + Clorotalonil	15.5	65 c d	2
Captan	15.5	59 d e	38
Benomyl + Carbendazim <sup>*</sup> M	15.5	59 d e	3
Benomyl	15.4	58 d e	75
Carbendazim <sup>*</sup> M	15.5	57 d e	16
Benomyl + Captán	15.5	53 e	8
Thiabendazole	15.5	53 e	34
Testigo	15.4	37 f	86

\* Promedio de 8 repeticiones

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

**TABLA 8**  
**ANALISIS DE VARIANZA A 220 DIAS**

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA	F REQUERIDA 0.05
TOTAL	55	3 485.36	63.37		
REPETICIONES (R)	3	105.217	35.07	0.2526	NS**
TRATAMIENTOS (A)	13	1 804.86	138.83	3.43	S*
ERROR (R x A)	39	1 575.28	40.39		

\* S significativo.

\*\* NS no significativo.



TABLA 9

GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD (C.H.) Y MICROFLORA DE MAIZ H-412, TRATADO CON FUNGICIDAS Y ALMACENADO DURANTE 220 DIAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% A 26°C

TRATAMIENTO	C.H.* %	GERMINACION** %	MICROFLORA % <u>Aspergillus glaucus.</u>
Benomyl + Captafol	15.7	45 a	13
Clorotalonil	15.7	45 a	0
Captán	15.7	42 a b	5
Benomyl + Clorotalonil	15.7	40 a b c	0
Captán + Thiabendazole	15.6	39 a b c d	1
Carbendazim* M	15.6	37 a b c d e	0
Captafol + Thiabendazole	15.6	35 a b c d e	7
Captafol	15.6	35 a b c d e	12
Benomyl + Carbendazim* M	15.7	35 a b c d e	1
Benomyl	15.5	33 c d e	40
Carbendazim* M + Clorotalonil	15.6	30 d e	0
Benomyl + Captán	15.6	29 e	2
Thiabendazole	15.7	28 e	25
Testigo	15.5	28 e	91

\* Promedio de 8 repeticiones

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

C O N C L U S I O N E S

- 1.- No todos los fungicidas y las mezclas de algunos de ellos, tuvieron un efecto protector de la viabilidad de las semillas de maíz almacenada en una humedad relativa de 85% - y a 26°C durante períodos de almacenamiento comprendidos - entre 180 y 220 días .
- 2.- Los tratamientos con fungicidas individuales que mejor protegieron la germinación de la semilla durante su almacenamiento fueron captán, clorotalonil y captafol.
- 3.- La única mezcla de fungicida que protegió la germinación - de las semillas en forma más efectiva que en los fungici-- das individuales durante los 220 días de almacenamiento, - fué la mezcla entre benomyl y captafol.
- 4.- Hay fungicidas que si protegen la viabilidad de la semilla cuando se usan individualmente, como clorotalonil y cap -- tán, pero que dejan de proteger si se mezclan con otros -- fungicidas.
- 5.- Algunos fungicidas que no protegen la viabilidad de la se-- milla almacenada cuando se utilizan individualmente, como-- benomyl y captafol, pueden proteger la viabilidad si se -- mezclan entre ellos.

B I B L I O G R A F I A

- Christensen, C.M. 1957. Deterioration of stored grain by Fungi. Botanical Review. 23(2): 108-134.
- Christensen, C.M. 1964. Effect of moisture content and length of storage period upon germination percentage of seed of corn, wheat, and barley free of storage - fungi. Phytopathology. 54: 1454-1466.
- Christensen, C.M. 1974. Storage of cereal grains and their products. American Association of Cereal Chemists. - St. Paul, Minnesota. 549 pp.
- Christensen, C.M. and Kaufmann, H.H. 1969. Grain storage. The role of fungi in quality loss. University of ---- Minnesota Press. 153 pp.
- Christensen, C.M. and Kaufmann, H.H. 1974. Microflora: In; --- Christensen, C.M. (ed) Storage of cereal grain -- and their products. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, Minnesota 2a. ed 158-192 pp.
- Christensen, C.M. and Meronuck, R.A. 1974. Manual of fungi --- fields food and cereal grains. University of --- Minnesota, Agricultural Extension Service. Minnesota 35 pp.
- Christensen, C.M. and Sauer, D.B. 1982. Microflora: In; Chris--

tensen, , 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, M. 1970. Efecto de ciertas condiciones de almacenamiento sobre la viabilidad de la semilla de cebolla (Allium cepa L) y coliflor (Brassica oleraceae L). Rev. Lat. amer. Microbiol. 12: 109-114.

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.

Heredia, A.P. 1979. Efecto de thiabendazole en la conservación del grano de sorgo almacenado a diferentes humedades relativas. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias. U.N.A.M. 52 pp.

International Seed Testing Association. 1966. International rules for seed testing. Proc. Int. Seed. Test. Ass. 31: 1-152.

Lappe, C.P. 1977. Acción de algunos fungicidas en la conservación de maíz y triticale. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias. U.N.A.M. 112 pp.

- Little, T.M. and Hills, F.J. 1978. Métodos estadísticos para -  
la investigación en la agricultura. Ed. Trillas -  
México, D.F. 270 pp.
- Mandujano, W.L.S. 1980. Efecto de fungicidas en la protección  
de semillas de maíz almacenado con alto contenido  
de humedad. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias.  
U.N.A.M. 82 pp.
- Milner, M., Christensen, C.M. y Geddes, W.F. 1947. Grain Stora  
ge Studies 7: Influence of mold inhibitors on res  
piration of moist wheat. Cereal Chemistry. 24: --  
507-517.
- Mislivec, P.B. and Tuite, J. 1970. Species of Penicillium ocu  
rring in freshly harvested and in stored dent ---  
corn kernels. Mycology. 62: 67-74.
- Moreno, M.E. 1977. Los hongos y la calidad de los granos y se  
millas. Bol. Soc. Mex. Mic. 11: 127-135.
- Moreno, M.E. and Christensen, C.M. 1970. Efecto de la humedad  
y hongos sobre la viabilidad del maíz almacenado.  
Rev. Lat. amer. Microbiol. 12: 115-121.
- Moreno, M.E. y Vidal, G. 1981. Preserving the viability of ---  
stored maize seed with fungicides. Plant. ----  
Disease. 65(3): 260-261.

Moreno, M.E., Ramírez, G.J., Mendoza, M. y Valencia, G. 1982.

Efecto de fungicidas sobre la conservación de semillas de maíz previamente invadidas por hongos de bodegaje. Turrialba. 32(2): 97-101.

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.

Moore, M.B. and Olien, C.R. 1952. Mercury bichloride solution disinfectant for cereal seeds. Phytopathology. -- 42: 471.

Neegard, P. 1979. Seed Pathology. Mac Millan, Press LTD. Vol. 1. 600 pp.

Olien, C.R. y Moore, M.B. 1954. Certain mercurial seed treatment do not kill fungi on seed wheat prior to --- planting. Phytopathology. 44: 40.

Panasenko, V.F. 1967. Ecology of microfungi. Bot. Rev. 33: 189 -215.

Pixton, S.W. 1967. Moisture content-Its significance and measurement in stored products. J. Stored. Prod. Res.- 3: 35-47.

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.

Raper, K.B. y Fennel, D.I. 1965. The Genus Aspergillus. ---

Williams and Wilkins. Baltimore.

Sánchez, R., Moreno, E. y Zenteno, M. 1971. Estudios sobre el -  
almacenamiento de semilla de soya de la variedad -  
tropicana. Bol. Soc. Mex. Mic. 5: 47-55.

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