

29210



**Universidad Nacional Autónoma  
de México**

**Facultad de Ciencias**

**“Tratamiento de semillas de maíz, almacenadas  
en condiciones que favorecen su deterioro”**

**Tesis Profesional**

**Que para obtener el título de**

**B I O L O G O**

**presenta**

**Daniel Sánchez-Zúñiga Orozco**



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**México, D. F.**

**Mayo 1989**



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.

## Í N D I C E .

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO.....	1
MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
CONCLUSIONES.....	35
LITERATURA CITADA.....	36

## I N T R O D U C C I Ó N

Actualmente, uno de los problemas más graves y complejos de la humanidad, es el proveer a la creciente población del mundo con una cantidad suficiente de alimento de buena calidad al alcance de todos. Tomando en cuenta esta situación, los gobiernos de la mayoría de los países del mundo, se preocupan por asegurar una mayor captación de productos alimenticios.

Los cereales son alimentos básicos que han sido y son sumamente importantes en la evolución de la humanidad. El maíz es un cereal originario del Continente Americano, este cereal no ha perdido importancia con el desarrollo de la cultura y la civilización y sigue siendo el alimento base del sustento del pueblo mexicano.

La harina de maíz contiene almidón, azúcar, albúmina, caseína, zeína, dextrina y materias grasas solubles y gelatinosas (Inglett, 1970). Es conveniente complementar la harina de maíz con algún otro alimento rico en proteínas.

Considerando que la demanda de alimentos básicos en México va en aumento, se requiere mejorar las condiciones de almacenamiento para conservar la calidad del maíz. La conservación de este alimento depende de la temperatura, el contenido de humedad y el grado en que ha sido invadida la semilla por hongos y otros plagas antes y durante el almacenamiento (Christensen y Kaufmann, 1976).

Situación de la producción de maíz en México.

La producción de maíz en la República Mexicana no se ha incrementado en forma suficiente desde 1980, como puede verse en el Cuadro 1, e incluso si comparamos la producción de 1981 con la de 1982 se observa que hubo una disminución del 26.4% y en 1983 hubo una disminución de un 3.2% en relación del mismo 1981. (Dir. Gral. de Econ. Agr. Anuario Estadístico. 1984).

Para 1983 la producción de los Estados de Puebla, Chihuahua, Oaxaca y Veracruz disminuyó en 55.3, 44.1, 33.4 y 30.2% respectivamente, en el caso del Estado de Jalisco, uno de los principales productores de 1981, su producción disminuyó en 15.1% en 1983.

Cuadro 2. (Dir. Gral. de Economía Agr. Anuario Estadístico. 1984). Estados como Jalisco y Tamaulipas han cambiado el cultivo del maíz por otros cereales o diversificando el uso de la tierra, por ejemplo, ahora siembran grandes extensiones de sorgo, girasol y cebada o utilizan la tierra para la ganadería y la industria; --sía olvidar que existe mucha tierra ociosa. Todo lo anterior es ocasionado por la situación económica actual, los bajos precios de garantía del maíz y el aumento de la demanda de algún otro cereal nacional o internacionalmente y por lo tanto mejores precios de venta.

Todavía no existe información sobre la producción de maíz en la República Mexicana de los años 1987 y 1988 en la Dirección General de Economía Agrícola, SARH.

CUADRO 1

SUPERFICIE, RENDIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DEL MAÍZ EN LA REPÚBLICA MEXICANA, DURANTE EL PERÍODO DE 1980 A 1986. - (AÑO AGRÍCOLA PRIMAVERA-VERANO Y OTORO-INVIERNO).

AÑO AGRÍCOLA	SUPERFICIE COSECHADA (Ha.)	RENDIMIENTO (Ton./Ha.)	PRODUCCIÓN (Ton.)
1980	6'766,479	1.8	12'374,400
1981	7'668,692	1.9	14'550,074
1982	5'642,893	1.8	10'129,083
1983	7'420,623	1.8	13'061,208
1984	7'076,494	1.8	12'931,644
1985	7'589,537	1.9	14'103,454
1986	6'417,151	1.8	11'221,468
PROMEDIO 1980/1986	6'940,267	1.8	12'695,904

FUENTE: SARH. Dirección General de Economía Agrícola. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos, 1980 a 1986.

CUADRO 2

SUPERFICIE, RENDIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE MAÍZ EN  
LOS 10 PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DE LA REPÚBLICA MEXI  
CANA, DURANTE 1981 Y 1983.  
(AÑO AGRÍCOLA PRIMAVERA-VERANO Y OTOÑO-INVIERNO).

ESTADO	SUPERFICIE COSECHADA (Ha.)		RENDIMIENTO (Ton/Ha.)		PRODUCCIÓN (Ton.)	
	1981	1983	1981	1983	1981	1983
MÉXICO, EDO.	707,760	703,485	2.8	2.9	2'002,913	2'057,561
JALISCO	816,503	831,359	2.8	2.4	2'328,351	2'001,359
CHIAPAS	615,217	667,162	2.5	2.3	1'573,534	1'531,453
MICHOACÁN	492,341	467,353	1.9	2.0	953,990	922,563
TAMAULIPAS	266,213	340,784	2.4	2.1	638,465	717,823
VERACRUZ	536,819	448,602	1.7	1.4	931,519	650,699
GUERRERO	426,199	434,136	1.4	1.5	619,227	638,483
PUEBLA	582,797	499,020	1.9	1.0	1'125,171	502,954
CHIHUAHUA	461,660	343,156	1.4	1.0	630,840	352,515
OAXACA	435,144	313,931	1.1	1.0	500,222	333,132

FUENTE: SARH, Dirección General de Economía Agrícola. Informa-  
ción Agropecuaria y Forestal, 1981 - 1983.

La situación económica de la República Mexicana y los bajos -- precios de garantía inciden de manera negativa sobre la producción de maíz, aunado a esto el incremento del consumo urbano e industrial, ha provocado que las importaciones aumenten cada -- año, por lo que, desde 1970 México se ha convertido en un importador neto, en el Cuadro 3 se muestran las importaciones de maíz durante 1980 a 1985, no habiendo información disponible de 1986 a 1988.

CUADRO 3

PRODUCCIÓN TOTAL, COMERCIO EXTERIOR Y CONSUMOS APARENTES DE MAÍZ DURANTE EL PERÍODO 1980 - 1985.  
(AÑO AGRÍCOLA PRIMAVERA-VERANO Y OTOÑO-INVIERNO).

AÑO AGRÍCOLA	PRODUCCIÓN (Ton.)	COMERCIO EXTERIOR IMPORTACIONES (Ton.)	EXPORTACIONES (Ton.)	CONSUMOS NACIONALES (Ton.)	PER-CAPITA (kg)
1980	12'274,400	4'187,072	429	16'461,043	237.4
1981	14'765,760	2'954,574	1,024	17'719,310	248.6
1982	10'129,083	252,784	1,205	10'380,662	141.8
1983	13'061,208	4'632,448	1,300	17'692,356	234.7
1984	12'788,809	2'444,756	352	15'233,213	196.2
1985	14'103,454	1'724,221	9,111	15'818,564	197.8
PROMEDIO					
1980/85	12'853,786	2'699,309	2,237	15'550,858	209.4

FUENTE: SARH. Dirección General de Economía Agrícola. Información Agropecuaria y Forestal, 1980 a 1985.



#### Almacenamiento del Maíz.

A nivel mundial el problema de la conservación adecuada de granos y semillas en el almacén es de vital importancia, influyendo en el problema la ecología de la región considerada, el tipo de troje, bodega o almacén de que se dispone, el tipo y condiciones del grano o semilla por almacenar y el tiempo de almacenamiento.

El almacén debe proporcionar protección de los factores ambientales adversos y garantizar la conservación adecuada de los granos y semillas por un periodo de tiempo largo o breve.

En el medio rural mexicano se utilizan diversas estructuras para almacenar el grano, como el cincalli o cincalote, el cuezcomatl, trojes de madera, cilindros con malla de alambre y tambores de metal de 200 litros de capacidad.

En algunas zonas de México se utilizan bodegas planas metálicas equipadas con sistema de aireación y fumigación, además en otras zonas encontramos bodegas planas de concreto o de mampostería para almacenamiento de costales y también silos de concreto para almacenamiento a granel.

Durante su almacenamiento se debe proteger a los granos y semillas de factores abióticos importantes como humedad, temperatura y de factores bióticos como insectos, roedores, aves y hongos --- procurando conservar su valor biológico, nutricional y sanitario.

#### Factores Abióticos.

El contenido de humedad y la temperatura son factores de suma --- trascendencia en la conservación de granos y semillas durante su almacenamiento. Siendo estos factores importantes debido a que - facilitan el ataque de insectos y hongos. La interrelación de -- estos dos factores nos da la velocidad de deterioro de los granos y semillas durante su almacenamiento. (Qasen and Christensen, -- 1958; Lutey and Christensen, 1963; Christensen, 1964).

#### Factores Bióticos.

La acción de insectos, roedores, aves y hongos se manifiesta en - des diferentes formas: cualitativa y cuantitativamente. Los insec tos, aves y roedores causan pérdidas cualitativas y cuantitativas ya que con sus excretas alteran la calidad y el consumo que hacen de los granos provocan que se pierda cantidad.

Los hongos causan principalmente pérdidas cualitativas (cuantita- tivas en menor grado), en el grano o semilla almacenado y de - - acuerdo con su capacidad para desarrollarse en ellos se dividen - en dos grandes grupos: Hongos de campo y Hongos de almacén. (Chris- tensen and Kaufmann, 1976).

#### Hongos de Campo.

La invasión de estos hongos se efectúa durante la formación del - grano o cuando ya maduro permanece en el campo antes de ser cose- chado, requieren estos hongos de una humedad relativa de 90 a 95%,

que da un contenido de humedad de la semilla aproximado de 25 a 30% con base en el peso húmedo.

Los principales géneros de hongos de campo son: Alternaria, ----  
Curvularia, Fusarium, Cladosporium y Helminthosporium, causando principalmente muerte del óvulo, debilitamiento e muerte del embrión y producción de toxinas. (Christensen y Kaufmann, 1976).

Los hongos de campo no se desarrollan cuando los granos o semillas pierden humedad durante su almacenamiento.

#### Hongos de Almacén.

Los hongos que atacan a los granos y semillas durante su almacenamiento son los géneros Aspergillus y Penicillium. Su acción es principalmente en el almacén, aunque hay especies que invaden a la semilla en el campo. (Christensen, 1957).

Los hongos de almacén requieren de una humedad relativa de 70 a 90% para su desarrollo, Cuadro 4, y de temperatura desde 0°C - hasta 55°C, Cuadro 5. (Christensen, 1964; Christensen y Kaufmann, 1976).

CUADRO 4

HUMEDADES RELATIVAS MÍNIMAS QUE PERMITEN EL DESARROLLO DE ASPERGILLUS Y PENICILLIUM A TEMPERATURAS ÓPTIMAS DE 27 A 30°C.

H O N G O S	HUMEDAD RELATIVA MÍNIMA ( % )
<u>Aspergillus halophilicus.</u>	68
<u>A. restrictus, Sporendonema sp.</u>	70
<u>A. glaucus.</u>	73
<u>A. candidus, A. ochraceus.</u>	80
<u>A. flavus.</u>	85
<u>Penicillium spp.</u>	80-90

(Christensen y Kaufmann, 1974).

CUADRO 5

TEMPERATURAS ( ° C. ) MÍNIMAS, ÓPTIMAS Y MÁXIMAS PARA EL  
DESARROLLO DE LOS HONGOS DE ALMACÉN.

HONGOS	TEMPERATURA		
	MÍNIMA	ÓPTIMA	MÁXIMA
<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 Kaufmann, 1974.

Los hongos de almacén están adaptados para desarrollarse y vivir en ambientes limitados de humedad y en una alta presión osmótica.

El lugar del inóculo de los hongos de almacén es el mismo almacén, ya que ahí se dan las condiciones favorables para su desarrollo y las esporas permanecen viables por varios años.

El grupo que se presenta con mayor frecuencia en granos y semillas almacenadas es Aspergillus glaucus, las especies que crecen en contenido de humedad y humedad relativa que con mayor frecuencia se encuentran en granos y semillas almacenados son: Aspergillus repens, A. ruber, A. amstelodami, A. chevalieri y A. echinulatus (Raper and Fennel, 1965), invaden el maíz con contenidos de humedad de 14.5 hasta 17.0%, necesitando un experto para poder diferenciarlos uno del otro.

Daños causados por los hongos de almacén.

a).- Reducción en el poder germinativo. En estudios realizados en la década de los setenta fue demostrada la acción de los hongos sobre el poder germinativo de la semilla (Christensen y López, 1963; Christensen y Kaufmann, 1976). Es importante señalar la acción de los procesos fisiológicos intrínsecos de las semillas en la pérdida del poder germinativo (Moreno y Christensen, 1970; Sánchez et al, 1971; García y Moreno, 1973; Christensen y Kaufmann, 1976).

b).- Ennegrecimiento total o parcial de los granos y semillas.

El ennegrecimiento del embrión es otro de los daños causados por el desarrollo de los hongos de almacén en granos y semillas ----

almacenadas, la pérdida se refleja en la calidad industrial y sanitaria.

c).- Calentamiento y hedor. Aspergillus candidus y A. flavus, son hongos que crecen en granos y semillas almacenados; capaces de elevar la temperatura del grano y semilla a 50-55°C (Christensen y Kaufmann, 1976), y por consiguiente, al desarrollarse estos hongos, aumentan también el contenido de humedad de granos y semillas, favoreciendo el desarrollo de otros organismos como bacterias termófilas las que con sus actividades metabólicas elevan la temperatura del grano y semilla hasta 70-75°C y posteriormente se llega a la combustión y destrucción total debido a reacciones químicas que se originan de la situación existente en la masa del grano (Christensen y Kaufmann, 1976).

d).- Producción de Micotoxinas. El almacenamiento de granos y semillas se vuelve un verdadero problema sanitario cuando no existe el debido cuidado en su almacenamiento, aunado a factores como temperatura, humedad y sustrato adecuado, que son propicios para que se desarrollen hongos de almacén capaces de producir micotoxinas, que son metabolitos secundarios de una alta toxicidad y algunos de ellos poseen la capacidad de producir cáncer, como por ejemplo: Aspergillus flavus, A. ochraceus, -- A. versicolor, y Penicillium urticae. Según Butler, 1965, las aflatoxinas son micotoxinas producidas por Aspergillus flavus, siendo consideradas como las micotoxinas más potentes para -

producir cáncer. Actualmente ya se han descubierto otras micotoxinas productoras de cáncer como las ochratoxinas producidas por Aspergillus ochraceus.

Medidas para combatir los hongos de almacén.

Para mantener bajo control a los hongos de almacén se necesita:

a).- Un manejo adecuado de los volúmenes almacenados, (lo anterior incluye el secado de los granos a niveles de humedad desfavorables para el crecimiento de los hongos de almacén.).

b).- Contenido de humedad menor al 14% en cereales y para oleaginosas menos del 12% (Christensen y Kaufmann, 1976).

c).- Otra medida sería el uso de bajas temperaturas de almacenamiento, siendo muy costoso el mantenimiento de los almacenes refrigerados. (Christensen y Kaufmann, 1976).

d).- Actualmente los especialistas recomiendan para tener un buen control de los granos y semillas que se van a mantener en almacenamiento, conocer datos tan importantes como son el contenido de humedad, el estado general de la semilla al llegar al almacén y el tiempo que se va a almacenar, para así poder planear los cuidados que se le deben de prodigar a las semillas y lograr una buena conservación. (Christensen y Kaufmann, 1976).

e).- En cuanto al control químico al que pueden ser sometidas las semillas para prevenir el desarrollo de los hongos, se han utilizado ácidos propiónico, acético y fórmico como inhibidores del crecimiento de los hongos (Huitson, 1968; Hall et al, 1974; Sauer et al, 1974), que preservan granos con altos contenidos



dos de humedad, pero son extremadamente corrosivos, dañando los almacenes, además de producir malos olores y sabores, -- siendo lo más importante el que destruyen el poder germinativo de las semillas, por lo que su uso es únicamente para granos -- utilizados en el consumo animal.

En la búsqueda de fungicidas útiles para detener el crecimiento de los hongos de almacén, se han probado "in vitro" diferentes fungicidas, por ejemplo; Moore y Olien, 1952 probaron fungicidas mercuriales, no tuvieron gran éxito, Moreno y Vidal, 1981; Moreno y Ramírez, 1982; Ramírez y Moreno, 1982, han encontrado que fungicidas como captan, benomyl y tiabendazole mantienen la viabilidad de las semillas de maíz almacenadas en condiciones de alta humedad y temperatura, factores que favorecen el desarrollo de los hongos de almacén.

Por último, para mejorar la conservación de granos y semillas en el almacén, se investiga el uso de variedades o líneas resistentes a condiciones adversas de almacenamiento (Moreno y Christensen, 1971; Moreno et al., 1978). Además Moreno y Ramírez, -- 1985, han señalado el efecto nocivo de los hongos de almacén sobre la viabilidad de la semilla y el efecto protector de algunos fungicidas para mantener la viabilidad de la misma; señalan además que la pérdida de viabilidad de algunas semillas tratadas con fungicidas que no mostraron invasión por hongos de almacén, puede deberse a:

1).- procesos fisiológicos; 2).- hongos no detectados por el -- método utilizado para su identificación y 3).- la fitotoxicidad de algunos de los fungicidas utilizados.

Por lo anteriormente expuesto, el presente trabajo tiene como - objetivo principal obtener información sobre el efecto que tienen los hongos de almacén en la pérdida de la viabilidad de las semillas de maíz y el probable efecto fitotóxico de algunos fun gicidas en la misma semilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

SEMILLAS.- Fue utilizada para este trabajo semilla de maíz -- V-524, del ciclo Primavera-Verano de 1981, cosechada en la localidad "EL PARUELO" localizada en el municipio de Tepalcingo, Morelos.

La semilla presentó inicialmente un porcentaje de germinación de 100%, un contenido de humedad de 10.1% y no se detectaron hongos de almacén.

CONTENIDO DE HUMEDAD.- Para la determinación del contenido de humedad fue utilizado el método de secado en estufa del Departamento de Agricultura de E. U. (U.S.D.A., 1979), que consiste en colocar una muestra de 5 a 10 g de semilla en cajas de aluminio y someterlas a una temperatura de 103°C, durante 72 - - horas, al final de ese tiempo las cajas fueron tapadas y sacadas de la estufa y colocadas inmediatamente en un desecador - hasta que están frías, después, utilizando una balanza analítica fueron pesadas y posteriormente fue calculado el contenido de humedad de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$C. H. = \frac{B - C}{B - A} \times 100$$

C. H. = Contenido de Humedad.

A = Peso de la caja vacía.

B = Peso de la caja más la semilla sin secar.

C = Peso de la caja más la semilla después del secado.

El porcentaje de humedad así calculado se expresa con base en el peso húmedo de la muestra.

AJUSTE DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.- El contenido de humedad de la semilla fue ajustado a 16.5% mediante la adición de agua destilada, según el método señalado por Harein y Soderstrom, 1966, utilizando la siguiente fórmula:

$$\frac{100 - \% \text{ Humedad presente}}{100 - \% \text{ Humedad deseada}} - 1 = F$$

Donde F es un factor que multiplicado por la cantidad de gramos de la muestra da la cantidad de agua en mililitros, que se necesita para elevar el contenido de humedad de la semilla al nivel deseado.

Para ajustar el contenido de humedad de las semillas, ésta fue colocada en un frasco de vidrio que contenía el agua necesaria para ajustar la humedad. El frasco se agita vigorosamente hasta que el agua es absorbida completamente por las semillas, dejándose reposar por 24 horas para que se homogenice la humedad en las semillas.

GERMINACIÓN.- La prueba de germinación se efectuó utilizando como sustrato toallas de papel húmedas, en cada toalla fueron colocadas 100 semillas, posteriormente se enrollaron e incubaron a 27°C. La cuenta de semillas germinadas se realizó a los 4 y 7 días, después de iniciado el período de incubación siguiendo las reglas de la A.O.S.A. (Association Official Seed Analyst).

Para los datos iniciales fueron utilizadas 400 semillas y 200 semillas en cada una de las repeticiones del experimento.

**MICROFLORA.**- Para la identificación de los hongos en la semilla, 25 de ellas, de cada repetición fueron desinfectadas superficialmente con hipoclorito de sodio (NaOCl) al 2%, durante 2 minutos y colocadas en placas de Malta-Sal-Agar (2% de Extracto de Malta, 6% de Sal y 2% de Agar), este medio es selectivo para los hongos de almacén. (Christensen, 1957).

Posteriormente las placas fueron incubadas a 27°C, hasta que los hongos pudieran ser contados e identificados. Los datos iniciales de micoflora fueron determinados con 100 semillas.

Los hongos de almacén fueron identificados hasta el nivel de grupo para el caso de Aspergillus. (Raper and Fennel, 1965).

**FUNGICIDAS.**- En este trabajo fueron utilizados los siguientes fungicidas:

- 1.- Benomyl; también se le conoce como benlate y su nombre químico es 1-(N-butil carbameil)-2 benzimidazol-carbamate de metilo. Es un fungicida sistémico.
- 2.- Carbendazim + m; además se le conoce como delsec M. Es la mezcla de 2 compuestos (carbendazim y maneb), su contenido es de 10% de metil-2 benzimidazol carbamato más 64% de manganeso etilenbisditio carbamato. Es un fungicida sistémico.
- 3.- Thiabendazole; su nombre químico es 2-(4'-Thiazolyl) Benzimidazole. Es un fungicida sistémico.

- 4.- Captan; también se le conoce como orcide y orthocide. Su nombre químico es N-Triclorometiltiotetrahidroftalimida.
- 5.- Captafol; se le conoce también con el nombre de difolatan, - su nombre químico es cis-N-(1.1.2.2.-Tetrachloro-ethylthio)-4-cyclohexano-1,2- dicarbeximida.
- 6.- Clorotalomil; se le conoce también con los nombres de daco-ayl, exotherm y bravo-w-75. Su nombre químico es - tetracoloro isoftalonitrilo.

Los fungicidas fueron aplicados en "slurry" a la semilla, a una dosis de 750 ppm, con 3 ml de agua destilada y 0.8 ml de adherente por kilogramo de semilla, "el testigo" fue tratado en la misma forma, pero no se le agregó fungicida. (Neergard, 1977).

#### ALMACENAMIENTO DE SEMILLA.

Fueron realizados dos experimentos:

Primer experimento. El experimento fue realizado bajo un diseño factorial, con 4 repeticiones (Daniel, 1983). Fueron utilizados 2.0 kg de semilla de maíz V-524, a los que se les ajustó el contenido de humedad a 16%; esta semilla fue distribuida en 20 unidades experimentales de 100 gramos cada una. Los tratamientos de este experimento con sus repeticiones fueron:

- T-1 Semilla desinfectada. (E).
- T-2 Semilla desinfectada más carbendazim M.
- T-3 Semilla no desinfectada más carbendazim M.
- T-4 Semilla no desinfectada, testigo.

(E).- Siempre que se usa la palabra desinfectada se refiere a ---

que la semilla fue lavada durante 2 minutos, con una solución de hipoclorito de sodio ( $\text{NaOCl}$ ) al 2%.

La aplicación del fungicida (750 ppm), fue hecha olearia e independientemente para cada una de las unidades experimentales -- (repeticiones), junto con 3 ml de agua y 0.8 ml de adherente (DE PONT) por kilogramo de semilla, esto con el fin de facilitar la adherencia del fungicida a la semilla.

La semilla fue colocada en cestos de plástico perforados, éstos a su vez se pusieron dentro de cajas de plástico de 38.5 X 28.5 X 15.5 cm que sirvieron como cámaras de almacenamiento con la humedad relativa controlada, lográndose la humedad relativa de 85% dentro de las cajas mediante el uso de una solución saturada de cloruro de potasio ( $\text{KCl}$ ). (Wink y Sears, 1950).

Las cámaras de humedad relativa fueron colocadas en un cuarto -- incubadora a  $26^{\circ}\text{C}$ , durante todo el período de almacenamiento que fue de 120 días, llevándose a cabo un solo muestreo al término -- de ese tiempo.

En el muestreo fueron determinados los porcentajes de germinación, contenido de humedad y micoflora mediante los métodos descritos anteriormente.

Segundo experimento. Este segundo experimento fue analizado bajo un diseño factorial con tres repeticiones. Fueron utilizados 8.4 kg de semilla de maíz V-524 a las que se les ajustó el contenido de humedad a 16.5%, y fueron repartidos en 84 unidades experimentales de 100 gramos cada una. Los tratamientos de este experimento fueron:

- T-1 Semilla tratada con benomyl.
- T-2 Semilla desinfectada (E), tratada con benomyl.
- T-3 Semilla tratada con carbendazim M.
- T-4 Semilla desinfectada tratada con carbendozim M.
- T-5 Semilla tratada con tiabendazole.
- T-6 Semilla desinfectada tratada con tiabendazole.
- T-7 Semilla tratada con captan.
- T-8 Semilla desinfectada tratada con captan.
- T-9 Semilla tratada con captafol.
- T-10 Semilla desinfectada tratada con captafol.
- T-11 Semilla tratada con clorotalonil.
- T-12 Semilla desinfectada tratada con clorotalonil.
- T-13 Semilla no desinfectada, testigo.
- T-14 Semilla desinfectada sin fungicida.

(E).- Siempre que se usa la palabra desinfectada se refiere a --  
que la semilla fue lavada durante 2 minutos, con una solu-  
ción de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 2%.

La aplicación de los fungicidas y el almacenamiento de las semi-  
llas fue hecho de la misma forma que en el experimento número 1.  
El tiempo de almacenamiento fue de 50 días llevándose a cabo dos  
muestras a los 25 y 50 días, determinándose en cada uno de los  
muestras los porcentajes de germinación, contenido de humedad y  
micoflora mediante los métodos descritos anteriormente.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Primer Experimento.

Semilla de maíz superficialmente libre de hongos de almacén, almacenada 120 días con un contenido de humedad de 16% y a 26°C.

Contenido de Humedad. El contenido de humedad de la semilla se mantuvo entre 15.9 y 16.1% durante los 120 días de almacenamiento, Cuadro 7.

Porcentaje de Germinación. El análisis de varianza de los datos de germinación a los 120 días de almacenamiento, Cuadro 6, mostró diferencias altamente significativas (0.01), entre tratamientos, por lo que fue realizada una prueba de rango múltiple de Duncan, para detectar las diferencias entre tratamientos. Esta prueba mostró que el tratamiento de la semilla no desinfectada y tratada con el fungicida carbendazim M, fue superior a los demás tratamientos, presentando una germinación del 77%. El tratamiento de semilla desinfectada con hipoclorito de sodio que tuvo 66% de germinación fue estadísticamente inferior al tratamiento anterior, pero superior a los tratamientos testigo y al tratamiento en que la semilla fue desinfectada con hipoclorito de sodio y tratada con carbendazim M que presentaron germinaciones de 29 y 1% respectivamente, Cuadro 6.

Los resultados de este experimento muestran que la semilla no desinfectada y tratada con el fungicida carbendazim M y la semilla que únicamente fue desinfectada con hipoclorito de sodio - -

mantiene el poder germinativo de la semilla, en el primer tratamiento por la acción del fungicida sobre los hongos y en el segundo por el efecto del hipoclorito de sodio sobre el inóculo que -- hay fuera de la semilla. Por lo que los dos tratamientos actúan en una forma similar evitando el desarrollo de los hongos de almacén y de esta manera mantienen la calidad de la semilla durante su almacenamiento.

Por otro lado, la semilla desinfectada con hipoclorito de sodio -- presentó mayor porcentaje de germinación que la semilla no desinfectada, es decir, que la diferencia de germinación encontrada -- entre estos dos tratamientos se debe a la acción de los hongos de almacén, ya que las semillas de los dos tratamientos sufrieron el mismo deterioro fisiológico al estar almacenadas en las mismas -- condiciones de humedad y temperatura durante 120 días. Finalmente en la semilla desinfectada y tratada con carbendazim M se observó un efecto fitotóxico en la semilla, debido muy probablemente a -- la acción conjunta del fungicida y el hipoclorito de sodio, -- Cuadro 7.

Micoflora. Respecto a la invasión de las semillas por hongos de -- almacén únicamente la semilla no desinfectada (testigo), presentó una invasión de 80% de Aspergillus flavus, al final de los 120 -- días de almacenamiento.

Las semillas de los otros tratamientos no tuvieron invasión por -- hongos de almacén, unas por el tratamiento del fungicida y otras por la desinfección que se realizó con el lavado de hipoclorito -- de sodio antes de ser almacenados.

CUADRO 6

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS DATOS DE GERMINACIÓN DE SEMILLA DE MAÍZ V-524, ALMACENADA DURANTE 120 DÍAS, EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% Y A 26°C.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	NIVEL DE SIGNIFICANCIA.
TRATAMIENTOS	3	14,635.5	4,878.5	1,520.57	+
ERROR	12	38.5	3.208		
TOTAL	15	14,674.0			

+ P<0.01

++ P<0.05

CUADRO 7

GERMINACIÓN, CONTENIDO DE HUMEDAD Y MICROFLORA DE SEMILLA DE MAÍZ V-524, ALMACENADA 120 DÍAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% Y A 26°C.

TRATAMIENTO A LA SEMILLA	CONTENIDO DE HUMEDAD +	GERMINACIÓN ++	MICROFLORA <u>Aspergillus glaucus.</u>
	%	%	%
NO DESINFECTADA MAS CARBENDAZIM M 750 ppm.	16.0	77a	0
DESINFECTADA +++	15.9	66 b	0
NO DESINFECTADA	16.1	29 c	80
DESINFECTADA +++ MAS CARBENDAZIM M 750 ppm.	16.0	1 d	0

+ CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES.

++ GERMINACIÓN PROMEDIO DE 4 REPETICIONES DE 100 SEMILLAS CADA UNA.

+++ DESINFECTADA CON HIPOCLORITO DE SODIO (NaOCl) AL 2%, DURANTE 2 MINUTOS.

NÚMEROS CON LETRAS DIFERENTES SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES DUNCAN (0.05%).

Segundo Experimento:

Almacenamiento de semilla de maíz libre de hongos de almacén, --- tratada con fungicidas y almacenada en una humedad relativa de -- 85%, durante 50 días.

Contenido de Humedad. El contenido de humedad de la semilla se -- mantuvo entre 15.7 y 17.4% durante los 50 días de almacenamiento, Cuadros 10 y 12.

Porcentaje de germinación. El análisis de varianza a los 50 días de almacenamiento, Cuadro 8, mostró diferencias significativas -- (0.05), en la interacción tiempo/tratamientos, por lo que se decidió realizar un análisis de varianza de los datos de germinación para cada uno de los tiempos de muestreo 25 y 50 días.

El análisis de varianza de los datos de germinación a los 25 días de almacenamiento, Cuadro 9, mostró diferencias altamente significativas (0.01), entre tratamientos, por lo que se realizó una prueba de rango múltiple de Duncan para comparar las medias de -- los tratamientos. Esta prueba mostró que los tratamientos benemyl, captan y tiabendazole fueron iguales entre sí y superiores a -- todos los demás tratamientos, presentando promedios de germinación de 77,76 y 79% respectivamente. El tratamiento que únicamente se desinfectó con el hipoclorito de sodio resultó estadísticamente igual al tratamiento desinfectado y tratado con captan y superior a todos los tratamientos que fueron desinfectados y que además se les aplicó algún otro fungicida, resultando además superior a los tratamientos testigo y al no desinfectado y tratado

con difolatas. Cuadro 10.

Los tratamientos donde la semilla fue desinfectada y tratada - - con los fungicidas carbendazim M, tiabendazole y benomyl, resultaron ser estadísticamente inferiores al tratamiento testigo, por lo que consideramos que hubo un efecto fitotóxico en la semilla - causado por la acción conjunta del fungicida y el hipoclorito de sodio.

Por otro lado, la diferencia encontrada entre el tratamiento desinfectada (sin hongos superficialmente), con 68% de germinación y el testigo (con hongos), con 61% de germinación, nos indica el efecto que tienen los hongos de almacén en la pérdida del poder - germinativo de la semilla de maíz en los primeros 25 días de almacenamiento, Cuadro 10.

El análisis de varianza de los datos de germinación a los 50 - - días de almacenamiento, Cuadro 11, mostró diferencias altamente significativas (0.01), entre tratamientos, por lo que fue realizada una prueba de rango múltiple de Duncan para comparar las --- medias de los tratamientos. Esta prueba mostró que los tratamientos carbendazim M, captan y benomyl fueron iguales entre sí y superiores a todos los demás tratamientos, presentando promedios de germinación de 56, 55 y 51% respectivamente. Nuevamente, el tratamiento que únicamente se desinfectó con el hipoclorito de sodio - tuvo un promedio de germinación mayor que el obtenido por el tratamiento testigo y que todos los tratamientos que fueron desinfecta

tados y tratados con algún otro fungicida, además resultó superior a los tratamientos tratados con los fungicidas difolatas y tiabendazole.

La germinación en el tratamiento testigo fue superior a todos los tratamientos que fueron desinfectados y tratados con algún fungicida, por lo que consideramos que estos últimos resultarían fitotóxicos para las semillas, por la acción conjunta del fungicida y el hipoclorito de sodio.

La diferencia encontrada entre el tratamiento que únicamente se desinfectó con hipoclorito de sodio con 44% de germinación y el tratamiento testigo con 34% de germinación, nos muestra el efecto que los hongos de almacén tienen en la pérdida del poder germinativo de la semilla de maíz, almacenada durante 50 días.

Micoflora. A los 25 días de almacenamiento, fue observada una invasión de 100% de Aspergillus glaucus en el tratamiento testigo, ninguno de los demás tratamientos mostró invasión por hongos de almacén, ya que estos fueron eliminados superficialmente con el lavado que se le dió a la semilla con hipoclorito de sodio antes de ser almacenada y por la acción del fungicida aplicado a la semilla, el cual no permitió el desarrollo de los hongos de almacén que se encuentran dentro de la semilla, Cuadro 10.

A los 50 días de almacenamiento, los tratamientos testigo, tiabendazole y la semilla desinfectada y tratada con tiabendazole, presentaron invasión por Aspergillus glaucus de 80, 70 y 84% res-

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

pectivamente, los demás tratamientos no presentaron invasión por hongos de almacén, Cuadro 12.

Por los resultados obtenidos a los 50 días de almacenamiento, --- se aprecia que el fungicida tiabendazole utilizado en este segundo trabajo, se degradó muy rápido permitiendo el crecimiento de los hongos de almacén.



CUADRO 8

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS DATOS DE GERMINACIÓN DE SEMILLA DE MAÍZ V-524, ALMACENADA DURANTE 50 DÍAS, EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% Y A 26°C.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	NIVEL DE SIGNIFICANCIA.
A (TRATAMIENTOS)	13	9,831.39	756.26	16.77	+
B (TIEMPO)	1	18,157.44	18,157.44	402.65	+
A X B	13	1,142.73	87.90	1.95	++
ERROR	56	2,525.33	45.09		
TOTAL	83	31,656.89			

+ P < 0.01

++ P < 0.05

CUADRO 9

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS DATOS DE GERMINACIÓN DE SEMILLA DE MAÍZ V-524, TRATADA CON FUNGICIDAS Y ALMACENADA DURANTE 25 - - DÍAS, EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% Y A 26° C.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	NIVEL DE SIGNIFICANCIA.
TRATAMIENTOS	13	3,381.16	260.09	4.60	+
ERROR	28	1,582.67	56.52		
TOTAL	41	4,963.83			

+ P < 0.01

++ P < 0.05

CUADRO 10

GERMINACIÓN, CONTENIDO DE HUMEDAD Y MICROFLORA DE SEMILLA DE MAÍZ ALMACENADA A 25 DÍAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% Y A 26°C.

TRATAMIENTO	+	++	MICROFLORA <u>Aspergillus</u> <u>glaucus.</u>
	CONTENIDO DE HUMEDAD	GERMINACIÓN	
	%	%	%
BENOMYL	16.2	77a	0
CAPTAN	16.2	76a	0
TIABENDAZOLE	16.9	75a	0
CARBENDAZIM M	16.0	71ab	0
DACONIL	16.0	68 bc	0
DESINFECTADA +++	16.9	68 bc	0
DES. MAS CAPTAN +++	16.4	64 cd	0
TESTIGO	17.4	61 de	100
DIFOLATAN	16.1	61 de	0
DES. MAS DACONIL	16.4	59 def	0
DES. MAS DIFOLATAN	16.4	58 def	0
DES. MAS CARBENDAZIM M	16.3	55 efg	0
DES. MAS TIABENDAZOLE	16.2	53 fg	0
DES. MAS BENOMYL	16.4	51 fg	0

- + CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO DE 4 REPETICIONES.  
 ++ GERMINACIÓN PROMEDIO DE 4 REPETICIONES DE 100 SEMILLAS CADA UNA.  
 +++ DES. = DESINFECTADA CON HIPOCLORITO DE SODIO (NaOCl) AL 2%, DURANTE 2 MINUTOS.  
 NÚMEROS CON LETRAS DIFERENTES SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES DUNCAN (0.05).

CUADRO 11

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS DATOS DE GERMINACIÓN DE SEMILLA DE MAIZ V-524, TRATADA CON FUNGICIDAS Y ALMACENADA DURANTE 50 --- DÍAS, EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 8% Y A 26°C.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	NIVEL DE SIGNIFICANCIA.
TRATAMIENTOS	13	7,592.95	584.07	17.35	+
ERROR	28	942.67	33.67		
TOTAL	41	8,535.62			

+ P < 0.01

++ P < 0.05

CUADRO 12

GERMINACIÓN, CONTENIDO DE HUMEDAD Y MICROFLORA DE SEMILLA DE MAÍZ ALMACENADA A 50 DÍAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% Y A 26°C.

TRATAMIENTO A LA SEMILLA	CONTENIDO <sup>+</sup> DE HUMEDAD		GERMINACIÓN <sup>++</sup>		MICROFLORA
	%	%	%		<u>Aspergillus</u> <u>flavus.</u> %
CARBENDAZIM M	15.7		56a		0
CAPTAN	15.9		55a		0
BENOMYL	15.8		51a		0
DACONIL	15.8		44 b		0
DESINFECTADA +++	16.5		44 b		0
DIFOLATAN	15.7		44 b		0
TESTIGO	15.8		34 c		80
TIABENDAZOLE	15.8		32 cd		70
DES. MAS DACONIL +++	16.1		27 de		0
DES. MAS DIFOLATAN	15.9		24 ef		0
DES. MAS CAPTAN	16.2		24 ef		0
DES. MAS BENOMYL	15.9		21 ef		0
DES. MAS TIABENDAZOLE	16.1		20 f		84
DES. MAS CARBENDAZIM M	16.6		19 f		0

+ CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO DE 4 REPETICIONES.

++ GERMINACIÓN PROMEDIO DE 4 REPETICIONES DE 100 SEMILLAS CADA UNA.

+++ DES. = DESINFECTADA CON HIPOCLORITO DE SODIO (NaOCl) AL 2%, DURANTE 2 MINUTOS.

NÚMEROS CON LETRAS DIFERENTES SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES DUNCAN (0.05).

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

Almacenamiento de semilla de maíz en una humedad relativa de - - 8% y a 26°C, durante 120 días.

Existe un deterioro en el poder germinativo de la semilla de maíz, causado por los hongos de almacén.

El fungicida carbendazim M fue el que mejor protegió la germinación de la semilla de maíz almacenado en las condiciones de este experimento.

Se observó un efecto fitotóxico a la semilla de la acción conjunta del fungicida y el lavado con hipoclorito de sodio.

Almacenamiento de semilla de maíz en una humedad relativa de - - 8% y a 26°C, durante 50 días.

Los fungicidas benomyl, captan y carbendabim M fueron los que mejor protegieron la germinación de la semilla, en las condiciones de almacenamiento de este experimento.

Existe un efecto fitotóxico a los 25 días de almacenamiento de los fungicidas carbendazim M, tiabendazole y benomyl cuando se aplican a semilla desinfectada con hipoclorito de sodio.

A los 50 días de almacenamiento el efecto fitotóxico lo causaron todos los fungicidas cuando fueron aplicados a semilla desinfectada con hipoclorito de sodio.

Nuevamente se observó un efecto de deterioro en la germinación de la semilla, causado por los hongos de almacén.

LITERATURA CITADA.

- Asociación Oficial Seed Analysts. 1970. Rules for testing - - seeds. Proc. Ass. Offic. Analysts, 60:116.
- Butler, W.H., 1965. Liver injury and aflatoxin. In: Wogan, G.H. (Ed.), Mycotoxins in Foodstuffs. Mass. Inst. Tech. Press. Cambridge.
- Christensen, C.M. 1957. Deterioration of stored grain by fungi. Bet. Rev. 23:108-134.
- 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. 1464-1466.
- Christensen, C.M. 1972. Microflora and Seed Deterioration. In -- Viability of Seed. Ed. by E. H. Roberts Chapman and Hall. Londres.
- Christensen, C.M. 1974. Storage of Cereal Grains and their Products. Ass. of Cereal Chem. St. Paul Minnesota, 549 pp.
- Christensen, C.M. y H.H. Kaufmann. 1974. Microflora In Storage - of Cereal Grains and their products. (C. M. Christensen, ed.) American Association of Cereal Chemists., Inc. St. Paul, Minn. pp. 140-192.
- Christensen, C.M. y H.H. Kaufmann. 1976. Contaminación por Hongos en Granos Almacenados. En Español 1o. Ed. Editorial Pax-México. pp. 32-74.
- Christensen, C.M. y L.C. López. 1963. Pathology of stored seeds. Proc. Int. Seed Test. Ass. 28:701-711.
- Daniel, W.W. 1983. Bioestadística. LIMUSA. México. pp. 193-241.
- Dirección General de Economía Agrícola. 1984. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos, 1980-1983. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México. pp. 169, 161 y 168.
- Dirección General de Economía Agrícola. Escenotecnia Agrícola. -- Consumos Aparentes de Productos Agrícolas, 1982. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Méx. Vol. VII. Sept. 1983. No. 9: 43-44 pp.

- Dirección General de Economía Agrícola. Información Agropecuaria y Forestal 1983 a 1986. Datos Preliminares. Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos, Méx. pp. 97.
- García, A.G. y E. Moreno. 1973. Efecto del contenido de humedad y de los hongos durante el almacenamiento de las semillas de girasol. Pol. Soc. Mex. Mic. - - - 7:145-150
- Hall, G.E., L.D. Hill, E.E. Harfield, A.H. Jensen. 1974. Propionic-acetic acid for high-moisture corn preservation. Transactions of The ASAE. 379-387.
- Harein, K.P. y E.L. Soderstrom. 1966. Coleoptera infesting stored products. Academic Press Inc. Nueva York. 70 pp.
- Hutson, J.J. 1968. Cereals preservation with propionic and acetic acid. Proc. Biochem. 3:31-32.
- Inglett, G.E. 1970. Kernel Structure Composition and Quality. Corn: Culture, Processing Products. AVI Publishing, Westport. pp. 123-137.
- Lutey, R.W. y C.M. Christensen. 1963. Influence of moisture content, temperature and length of storage upon survival of fungi in barley kernels. Phytopathology. 53(6):713-717.
- Moore, M.E. y C.R. Olien. 1952. Mercury bichlorite solution -- disinfectant for cereal seeds. Phytopathology. 42:471 (Resúmen).
- Moreno, M.E. y C.M. Christensen. 1970. Efecto de la humedad y de los hongos sobre la viabilidad de maíz almacenado. Revista Latinoamericana de Microbiología. - - 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., R.R. Morones y L.R. Gutiérrez. 1978. Diferencias -- entre líneas, cruces 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-Gaona. 1981. Preserving the viability -- of stored maize seed with fungicides. Plant Diseases. 65(3):260-261.



- Moreno, M.E. y J. Ramirez-González. 1982. Efecto de fungicidas en el control de los hongos de almacén. Bol. Soc. Mex. Mic. 17:95-98.
- Moreno, M.E. y J. Ramirez. 1985. Protective effect of fungicides on corn seed stored with low and high moisture contents. Seed Sci. and Technol. 13:285-290.
- Neergard, P. 1977. Seed Pathology. The MacMillan Press. LTD. -- Great Britain. 1:599-601. pp.
- Qasem, S.A. y C.M. Christensen. 1958. Influence of moisture content, temperature and time on the deterioration of stored corn by fungi. Phytopathology. - - - 48:544-549.
- Ramirez, J. y E. Moreno M. 1982. Aplicación en húmedo y en seco de fungicidas en la conservación de maíz almacenado. Bol. Soc. Mex. Mic. 17:67-70.
- Reper, K.B. y D.I. Fennell. 1965. The Genus Aspergillus. The -- Williams and Wilking Company. Baltimore. 686 pp.
- Sánchez, D.R., E. Moreno y M. Zenteno. 1971. Estudios sobre el almacenamiento de semilla de soya de la variedad tropicana. Bol. Soc. Mex. Mic. 5:47-55.
- Sauer, S.B., T.O. Hodges, R. Burroughs, H.H. Converse. 1975. -- Comparison of Propionic Acid and Methylene Bis -- Propionate as Grain Preservations. Trans. of ASAE. 18(6):1162-1164.
- United States Department of Agriculture. 1979. Grain Equipment -- Manual G.R.: 916-6. Federal Grain Inspection Service, Standardization Division, Richards-Geabayer A. F. B. Kansas City, Mo.
- Weiske, K.E., J.J. Lauber, B.W. Greenwald and F.A. Preiser. 1969. Thiabendazole New Systemic Fungicide. Proceedings. 2:340-346.
- Wink, W.A. y G.R. Sears. 1950. Instrumentation Studies LVII. -- Equilibrium relative humidities above saturated -- salt solutions at various temperatures. TAPPI. 90:96-99A.