

DOBLE APLICACION DE FUNGICIDAS A  
SEMILLA DE MAIZ ALMACENADA

Una Tesis presentada en cumplimiento parcial  
a los requisitos para obtener  
el titulo de Biologo

Por  
José Alfredo Samaniego Gaxiola

Universidad Nacional Autonoma de México  
Escuela Nacional de Estudios Profesionales, Iztacala  
Los Reyes Iztacala Edo., México  
Agosto, 1982.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

Para ti quien sabes excusar nuestra flaqueza  
y sabes esperar, y tu aian renovar

Para ti que no ostentas tu bondad  
ni ensalzas tu juicio

Para ti quien en momentos de tristeza  
nos apoyas y nos dices "adelante"

Para ti que nos llenas los minutos de alegría  
y nos inspiras a vivir con esperanza

maná

Por el recuerdo de los buenos tiempos  
y los buenos ejemplos

papá

Con cariño para

Edith y Ana Laura

Para mis hermanos

Jorge

Laura

Elias

Para quien me ha apoyado  
con todo mi afecto  
y mi agradecimiento

Vicenta & Pedro

a Consuelo

Rosa, Aline y Juana

Deseo expresar mi agradecimiento al Dr. Ernesto Moreno Martínez, Jefe del Dpto. de Botánica del Instituto de Biología, por la dirección de esta tesis.

Este agradecimiento se hace extensivo al Biol. Calixto Benavides y al M.C. Jorge Ramírez, por la colaboración proporcionada en la realización de este trabajo.

Así mismo quiero agradecer las sugerencias en la elaboración de este manuscrito a: Dr. Alfredo Muñoz; M.C. Catalina Tapia; M.C. Guadalupe Vidal; Biol. Guadalupe Oliva; Biol. Ernesto Aguirre y Biol Jaime Angeles.

## TABLA DE CONTENIDO

Sección	Página
I. INTRODUCCION .....	1
II. MATERIALES Y METODOS .....	7
III. RESULTADOS Y DISCUSION .....	14
IV. CONCLUSIONES .....	32
BIBLIOGRAFIA .....	33
RESUMEN .....	47

## INTRODUCCION

Las semillas son una forma de supervivencia de muchas especies de plantas, conservando la vida, después de que estas han desaparecido y volviendo a dar origen de nuevo a una planta; son también un reservorio de información genética, al igual que una fuente de alimento para el hombre (52).

En la actualidad la <sup>grano</sup> semilla de maíz en México, es la base de la alimentación de gran parte de la población; su producción se ha incrementado de: 8,000 toneladas en el año de 1975 a 10,000 toneladas en el año de 1978 (33); siendo el valor esperado para el año de 1981 de 13,000 toneladas (94). El maíz se cultiva en todas las áreas de la República Mexicana, las principales zonas de producción se localizan en el Bajío, La Mesa Central y las áreas tropicales del Pacífico y Golfo de México.

Las zonas tropicales de nuestro país ofrecen condiciones adversas para el almacenamiento de semillas, estas condiciones son: alta humedad relativa y temperatura mayor a 25°C, lo que favorece el desarrollo de insectos y microorganismos como hongos y bacterias. El deterioro de la semilla en zonas tropicales, es debido a hongos principalmente, ya que los insectos roedores que también son importantes, pueden ser controlados por métodos químicos. En México las pérdidas ocasionadas por hongos e insectos se calcularon de un 20-22%, del total de la producción de



1976 (112).

Las semillas durante el período de almacenamiento pueden deteriorarse, éste deterioro suele ser originado por factores físicos y biológicos.

### Factores físicos

La humedad es el factor que afecta de una manera más drástica la viabilidad de las semillas, la temperatura intensifica o disminuye los efectos de la humedad. A medida que aumenta el contenido de humedad de la semilla se pierde su viabilidad, e.g. a un contenido de humedad de 18% y una temperatura de 25<sup>o</sup> C, la germinación de la semilla de maíz almacenada se reduce en un 50% en un mes; mientras en idénticas condiciones, pero a una temperatura de 5<sup>o</sup> C, la germinación es aún superior al 90% (90); en maíz a contenidos de humedad interiores al 12% y una temperatura menor a 20<sup>o</sup> C, se puede almacenar más de un año con altos porcentajes de germinación (26). Con base a las anteriores observaciones se han podido predecir condiciones de almacenamiento de muchas semillas (27).

Los efectos de alta temperatura y humedad disminuyen la longevidad de la semilla almacenada, causando aberraciones cromosómicas y mutaciones (24,39,47); siendo también favorecida la invasión por hongos de almacén (31,96,97).

Se ha visto que en zonas templadas y secas, los contenidos de humedad de la semilla almacenada varían menos que en zonas húmedas y cálidas (98); tomar en cuentas estas observaciones, es particularmente importante para mantener a la semilla en sitios que cuenten con humedad relativa y temperatura desfavorable para la invasión de hongos de almacén.

## Factores biológicos

Hongos. A los hongos se les considera los microorganismos que atacan con mayor facilidad y frecuencia, a las semillas almacenadas en zonas tropicales (115). A los hongos que atacan a la semilla durante su formación en el campo, se considera hongos campo (28). Los hongos de campo se caracterizan por invadir a la semilla, cuando ésta presenta un contenido de humedad entre 24-25 %; aunque existe una distribución de las especies de campo, dependiendo de las zonas de cultivo de que se trate (114). Los hongos más comunes en la semilla de maíz son: Alternaria spp., Cladosporium spp., Fusarium spp., Helminthosporium spp. y Penicillium spp. (75, 125).

Los hongos de almacén tienen preferencia sobre semillas de contenidos de humedad inferiores al 20% o humedad relativa menor al 90%, apareciendo con frecuencia en la semilla de maíz, las especies de los grupos: Aspergillus candidus, A. flavus, A. glaucus y algunas especies del género Penicillium spp. (27,75). Para cada hongo de almacén se han descrito contenidos de humedad, temperaturas mínimas, máximas y óptimas para su desarrollo; al igual que su compatibilidad y dominancia en diferentes semillas invadidas (27,32,88); pero en general los hongos de almacén pueden invadir a la semilla en rangos de humedad relativa entre 60-90% y, temperaturas inferiores a los 0°C y superiores a los 40°C; sin embargo, en los límites extremos los hongos no tienen un desarrollo óptimo (33).

## Control de los hongos de almacén

### Control químico

A principios de la década de 1930 se empezaron a probar los primeros fungicidas para el control de los hongos de almacén; los fungicidas mercuriales se probaron durante los años cuarenta, pero se notó que reducían la germinación de la semilla almacenada (60); el tiosulfato de sodio y el bicloruro de mercurio, no mostraron efectividad o solo retardaban el crecimiento de los hongos de almacén (77,87).

Otros tipos de compuestos químicos usados, han sido los ácidos propiónico y acético, que han mostrado conservar libre de hongos a la semilla de maíz almacenada durante seis meses, a un contenido de humedad de 24-25% y una temperatura de 25°C; los inconvenientes de este método son, que la semilla pierde su viabilidad, además de requerirse recipientes no corrosibles (106).

Algunos hidrocarburos también presentan una buena protección sobre semilla de maíz almacenada, impidiendo la invasión por hongos; estos hidrocarburos son efectivos a bajas concentraciones, altos contenidos de humedad y temperatura; aunque sus limitaciones son, bajo poder de adhesión y dificultad en la uniformidad de la aplicación (38).

### Control biológico

En lo que respecta al control biológico de los hongos de almacén, se han tratado de encontrar evidencias de alguna resistencia de ciertas variedades de maíz contra la invasión de dichos hongos. Se ha determinado que existen

algunas variedades de maíz, resistentes a la invasión de hongos de almacén (79,81).

#### Empleo de nuevos fungicidas

Recientemente se han obtenido buenos resultados en el control de hongos de almacén en maíz, al probar la efectividad de algunos fungicidas (42,55). Ante dichos fungicidas, el Captan es particularmente activo al atacar grupos sulfhidrilo (-SH) de compuestos orgánicos, incluyendo enzimias respiratorias y aminoácidos en diferentes microorganismos (71,76); otras propiedades del Captan son, su relativa baja toxicidad sobre animales de laboratorio, punto de fusión alto (173<sup>0</sup>C) y baja solubilidad en el agua, lo que le permite una permanencia larga (135). El Benomyl o otro de los fungicidas probados por Moreno et al. (85), a pesar de no ser tan estable como el Captan, puede penetrar en plantas y semillas (122,123); descomponiéndose en varios compuestos aun activos (17,18); posee también un amplio espectro fungitóxico a bajas concentraciones (34) y, es eliminado en más de un 99% en menos de 24 horas al ser administrado sobre animales de laboratorio (136).

La semilla de maíz tratada con ciertos fungicidas y almacenada bajo condiciones de altos contenidos de humedad y temperatura, disminuye su germinación al aumentar el período de almacenamiento (85); la pérdida de protección de esta semilla quizás se deba a las condiciones de almacenamiento, ineffectividad en la protección del fungicida o incremento del inóculo a través del tiempo. Dada la importancia de extender el período de protección de la semilla almacenada con el uso de fungicidas, nuestros objetivos son:

registrar los efectos de dos aplicaciones de Cantan y Benomyl, sobre la germinación de la semilla de maíz almacenada bajo un alto contenido de humedad y una alta temperatura.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Semilla

La semilla de maíz con la que se trabajó, fue de la variedad V-524, cosechada en San Rafael Veracruz, durante el ciclo primavera-verano de 1980; esta semilla fue proporcionada por la Productora Nacional de Semillas y, fue almacenada hasta el inicio de este trabajo a 4°C. Al momento de iniciar el experimento la germinación fue de 97%, con un contenido de humedad de 12.1% y, presentaba el 30% de Fusarium sp. y 50% de Helminthosporium sp.

### Germinación

Para llevar a cabo la prueba de germinación, se colocaron 100 semillas en cada toalla de papel húmedo, las que se enrollaron y amntuvieron incubadas a 27°C, realizándose los conteos de germinación al cuarto y séptimo día después de incubadas, según recomendaciones de la International Seed Testing Association (6). Se utilizaron 400 semillas para los datos iniciales del lote de maíz y, 200 semillas de cada una de las repeticiones de los tratamientos, en cada uno de los muestreos que se llevaron a cabo.

### Contenido de humedad

El contenido de humedad de la semilla de determinó por el método de secado en estufa (6). Este método consiste

en tomar una muestra de semilla entre 5-10 g y colocarla dentro de una caja de aluminio, en un horno con flujo de aire caliente a una temperatura de  $103^{\circ}\text{C}$  durante 72 horas; luego de transcurridas las 72 horas, las cajas se colocaron dentro de un desecador hasta que se enfriaron, en seguida son pesadas en una balanza analítica y se calculó el contenido de humedad con la siguiente fórmula:

$$\text{CH} = \frac{a-b}{a-c} \times 100$$

En donde CH es el contenido de humedad de la semilla, expresado en peso húmedo

a= peso de caja más grano

b= peso de la caja más el grano después de secado

c= peso de la caja sola

### Micoflora

Para la determinación de la micoflora, las semillas fueron desinfectadas superficialmente con hipoclorito de sodio al 2%, durante dos minutos y colocadas en placas en medio de MSA (malta 2%, NaCl 6%, agar 2%), que es selectivo para hongos de almacén; se sembraron 25 semillas por placa, las que se incubaron a  $27^{\circ}\text{C}$  de cinco a siete días, tiempo que se requiere para llevar a cabo las lecturas de la micoflora; para la micoflora del lote inicial se utilizaron 100 semillas y 25 para cada una de las repeticiones de cada tratamiento. Los hongos de almacén fueron identificados hasta género en el caso de Penicillium y Fusarium, y hasta especie en el género Aspergillus. Para la identificación de las especies de Aspergillus se utilizaron las

claves y las técnicas descritas por Raper y Fenell (99).

Los medios de cultivo para la identificación de las especies de Aspergillus fueron:

A.- Czapek's

$\text{NaNO}_3$	3	g
$\text{K}_2\text{HPO}_4$	1	g
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.5	g
KCl	0.5	g
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.01	g
Sacarosa	30	g
Agar	15	g
Agua	1000	ml

B.- Czapek's con 20% de sacarosa

C.- Czapek's con 40% de sacarosa

D.- M40Y

Sacarosa	400	g
Extracto de malta	20	g
Extracto de levadura	5	g
Agar	20	g
Agua	1000	ml

Todos los medios fueron esterilizados a 15 libras de presión y  $120^\circ\text{C}$  durante 20 minutos.



### Ajuste del contenido de humedad

El contenido de humedad inicial de la semilla fue de 12.1%, éste se ajustó a 16.5% mediante la adición de agua utilizando el método señalado por Harein (43), con el empleo de la siguiente fórmula:

$$F = \frac{100 - \text{contenido de humedad presente}}{100 - \text{contenido de humedad deseado}} \cdot I$$

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

### Condiciones de almacenamiento de la semilla

El lote inicial de la semilla de maíz utilizado en este experimento fue de 6.5 Kg. El contenido de humedad de la semilla de todo el lote se ajustó al 16.5%, determinándose su germinación, micoflora y contenido de humedad; todo esto un día previo a la aplicación de los fungicidas. Los datos iniciales se muestran en la tabla I.

Los tratamientos en el experimento fueron cinco incluyendo al testigo, cada tratamiento con cuatro repeticiones. La primera aplicación de fungicidas se hizo al montar el experimento y la segunda a los 60 días des más de almacenada la semilla.

El arreglo de los tratamientos quedó de la siguiente manera:

	Tratamiento
1	Testigo
2	Benomyl una aplicación
3	Captan una aplicación
4	Benomyl dos aplicaciones
5	Captan dos aplicaciones

Los fungicidas utilizados en este trabajo fueron el Benomyl ( 1-(butilcarbamil)-2-benzimidazol carbamado) y Captan ( N-(triclorometilo) 4-ciclonhexeno 1-2-dicarboxido; ambos fungicidas fueron de origen comercial en polvo, conteniendo 500 partes por millón de ingrediente activo por gramo. Cada fungicida se aplicó a la semilla a una concentración de 750 ppm, en cada repetición de 320 g de semilla; los cálculos utilizados para obtener la cantidad de fungicida necesaria que se añadió a la semilla fueron:

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ g de fungicida} & \text{-----} & 1000 \text{ g de muestra} \\ X & & \text{-----} & 320 \text{ g por repetición} \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} 0.32 \text{ g de fungicida} & \text{-----} & 500 \text{ ppm} \\ X & & \text{-----} & 750 \text{ ppm} \end{array}$$

La cantidad necesaria para cada repetición se pesó por separado en una balanza analítica y, la aplicación se hizo independiente y en una forma aleatoria para cada una de las repeticiones. Para aplicar los fungicidas en cada una de las repeticiones de 320 g de semilla éstas se colocaron en un matraz de 1000 ml, donde previamente se depositaron 0.48 g de fungicida y 0.05 ml de adherente (Spreader Striker Dupont) junto con 1 ml de agua para facilitar la adherencia del fungicida a la semilla; se agitó el matraz hasta que se observó que el fungicida desapareció de la pared del mismo. El tratamiento testigo se trató de la misma manera, solo que sin fungicida.

Una vez aplicados los fungicidas, la semilla se vació en una cesta de 500 cm<sup>3</sup> y esta cesta a su vez se colocó dentro de una caja de plástico rectangular de 38.5 x 28.5

15 cm, la cual contenía una solución saturada de cloruro de potasio (KCl), para mantener a un 85% la humedad relativa dentro de la caja (129); cinco cestas fueron colocadas por caja húmeda, las cestas se colocaron sobre un enrejado dentro de la caja de humedad, para evitar que las muestras estuvieran en contacto con la solución de cloruro de potasio. Este procedimiento se siguió para cada una de las repeticiones y, colocándose éstas dentro de la caja de humedad completamente al azar, bajo un diseño de parcelas divididas. Las cajas húmedas se almacenaron en un cuarto incubadora a 26-27°C.

### Muestreos

El período de almacenamiento fue de 180 días, llevándose a cabo muestreos a los 60, 120 y 180 días contados a partir de la primera fecha de aplicación de los fungicidas, esto se hizo con el propósito de saber el efecto que los tratamientos tenían sobre el maíz almacenado en función del tiempo. En cada uno de los muestreos se llevaron a cabo pruebas de germinación, contenido de humedad y micoflora de la semilla, mediante los métodos anteriormente citados.

En este experimento se utilizó un diseño estadístico de parcelas divididas (69); las parcelas principales corresponden a una primera y segunda aplicación de los fungicidas; mientras las subparcelas son asignadas a los tratamientos con Benomyl, Cantan y Testigo.

En este caso el diseño estadístico nos ayuda a determinar los efectos que tienen una o dos aplicaciones de los fungicidas sobre la germinación del maíz almacenado; así

como los efectos de cada fungicida por separado y, la interacción de las aplicaciones por el efecto de cada fungicida.

La distribución de los tratamientos queda de la siguiente manera:

Aplicación	Tratamiento	Bloques			
		1	2	3	4
primera	Testigo				
	Benomyl				
	Captan				
segunda	Testigo				
	Benomyl				
	Captan				

Donde los bloques representan las repeticiones de cada uno de los tratamientos; el arreglo de los bloques se hizo empleando una tabla de números al azar.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 1 se pueden ver los resultados iniciales del lote de semilla usado en este experimento, éste mostró un 12.1% en el contenido de humedad, con un 97% de germinación y presencia de hongos de campo comunes del maíz, Helminthosporium sp. y Fusarium sp., este lote permaneció almacenado antes de iniciar el trabajo a 4°C.

El contenido de humedad de la semilla a lo largo del experimento, se muestra en la tabla 2. El contenido de humedad en equilibrio con la humedad relativa de 85%, fue alrededor de 10.3 (10.3-10.3), manteniéndose uniforme en todos los tratamientos a través de todo el período de almacenamiento, por lo que las diferencias en germinación no se pueden atribuir a diferencias en el contenido de humedad, sino a diferencias dadas por la acción de los fungicidas.

### Germinación

La germinación es el mejor parámetro que refleja la viabilidad de la semilla, la germinación a lo largo del experimento se puede ver en la tabla 2. En el primer muestreo la germinación de la semilla tratada con Benomyl y Captan fue superior al 50%, mientras el tratamiento testigo se mantuvo alrededor del 30% (tabla 3). El Benomyl y el Captan mostraron ser estadísticamente efectivos en la

TABLA I

GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y MICROFLORA DE MAIZ  
V-524 OBTENIDOS COMO DATOS INICIALES

GERMINACION <sup>1</sup>	CONTENIDO DE HUMEDAD <sup>2</sup>	PORCIENTO DE SEMILLAS INVADIDAS POR HONGOS <sup>3</sup>	
		<u>Fusarium</u> sp.	<u>Helminthosporium</u> sp.
97	12.1	30%	30%

<sup>1</sup>Germinación promedio de 400 semillas

<sup>2</sup>Contenido de humedad promedio de seis repeticiones

<sup>3</sup>Promedio de 50 semillas

TABLA 2

GERMINACION Y CONTENIDO DE HUMEDAD DE MAIZ V-524 ALMACENADO  
A 60, 120 Y 180 DIAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% A 26-27°C

Tratamiento	60 Dias		120 Dias		180 Dias	
	%G <sup>1</sup>	%CH <sup>2</sup>	%G	%CH	%G	%CH
Benomyl una aplicacion	89	16.2	24	16.2	12	16.2
Captan una aplicacion	89	16.2	68	16.2	43	16.1
Benomyl dos aplicaciones	83	16.1	32	16.2	4	16.2
Captan dos aplicaciones	83	16.2	68	16.3	49	16.5
Testigo	32	16.2	18	16.2	10	16.0

<sup>1</sup>G = Germinacion promedio de cuatro repeticiones de 200 semillas cada una

<sup>2</sup>CH = Contenido de humedad de ocho repeticiones cada uno

TABLA 3

GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y MICOFLORA DE MAIZ V-524 ALMACENADO DURANTE 60 DIAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% A 26-27°C

Tratamiento (750 ppm)	G <sup>I</sup> %	CH <sup>2</sup> %	Porcentaje de semilla invadida por hongos				
			<u>Aspergillus</u> <u>flavus</u>	<u>A.</u> <u>ruber</u>	<u>A.</u> <u>tamarii</u>	<u>Fusarium</u> <u>sp.</u>	<u>Penicillium</u> <u>sp.</u>
Benomyl una aplicación	89	16.2	0	0	0	0	0
Captan una aplicación	89	16.2	0	0	0	10	2
Benomyl dos aplicaciones	83	16.1	0	0	0	0	0
Captan dos aplicaciones	83	16.2	0	4	0	19	2
testigo	32	16.2	11	19	24	0	30

<sup>I</sup>G = Germinacion promedio de cuatro repeticiones de 200 semillas cada una

<sup>2</sup>Ch = Contenido de humedad de ocho repeticiones cada uno



preservación de la semilla almacenada (tabla 4); en esta tabla se pueden observar los resultados del análisis estadístico, que nos muestra que hubo diferencias altamente significativas entre tratamientos con fungicida y testigo, por lo que se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey (20). Esta prueba de comparación de medias nos mostró que las medias totales de ambos fungicidas fueron diferentes al testigo pero iguales entre sí ( $DMSH^+$ , totales de fungicidas); también se observa que en la primera aplicación no hubo diferencias en la efectividad entre fungicidas, pero sí entre estos y el testigo; encontrándose lo mismo para la segunda aplicación ( $DMSH$  media de fungicidas igual aplicación). No se detectaron diferencias entre la primera y segunda aplicación de cada fungicida ( $DMSH$  media de fungicidas en diferente aplicación).

La germinación del segundo muestreo fue alrededor de un 65% para los tratamientos con Cantan, con un 30% para el tratamiento con Benomyl y un 20% para el testigo (tabla 5). El análisis estadístico del segundo muestreo se presenta en la tabla 6, en donde se puede ver que el tratamiento con Cantan es significativamente superior a los tratamientos Benomyl y testigo, aunque no difieren entre la primera y la segunda aplicación. El tratamiento con Benomyl fue semejante al testigo, salvo en la segunda aplicación en donde el tratamiento con Benomyl fue diferente al tratamiento testigo, no obstante el Benomyl no mostró diferencias entre la primera y segunda aplicación.

<sup>+</sup> Desviación mínima significativa honesta

TABLA 4

ANALISIS DE VARIANZA Y COMPARACION DE MEDIAS EN EL EXPERIMENTO DE SEMILLA DE MAIZ V-524 TRATADA CON FUNGICIDAS Y, DESPUES DE ALMACENADA 60 DIAS

Fuente de variación	GL	SC	CM	F observada	F requerida	
					5%	1%
Bloques	3	30	10	1.6	9.28	29.46
Aplicaciones	1	123	123	19.4	10.13	34.12
Error a	3	19	6			
Fungicidas	2	15785	1893	230.7	3.8	6.93
Fungicidas x aplicación	2	62	31	0.9		
Error b	12	410	34			

	Testigo	Benomy1	Captan	$\bar{x}$ aplicación
Primera aplicación	31.5	89.4	89.2	70.1
Segunda aplicación	31.5	82.2	82.3	65.5
$\bar{x}$ total de fungicidas	31.5	86.1	85.8	

DMS HONESTA nivel 5%. Comparación de medias, Total de fungicidas 7.8;  $\bar{x}$  de aplicaciones 3.27; fungicidas en la misma aplicación 9.0; fungicidas diferente aplicación 13.1

TABLA 5

GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y MICOFLORA DE MAIZ V-524 ALMACENADO DURANTE 120 DIAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% A 26-27°C

Tratamiento (750 ppm)	G <sup>I</sup> %	CH <sup>2</sup> %	Porcentaje de semilla invadida por hongos		
			<u>Aspergillus flavus</u>	<u>Aspergillus ruber</u>	<u>Aspergillus tamaritii</u>
Benomyl una aplicación	24	16.2	0	0	0
Captan una aplicación	68	16.2	1	0	0
Benomyl dos aplicaciones	32	16.2	0	0	0
Captan dos aplicaciones	68	16.3	0	0	0
Testigo	18	16.2	2	35	10

<sup>I</sup>G = Germinación promedio de cuatro repeticiones de 200 semillas cada una

<sup>2</sup>CH = Contenido de humedad promedio de ocho repeticiones cada uno

TABLA 6

ANALISIS DE VARIANZA Y COMPARACION DE MEDIAS EN EL EXPERIMENTO DE SEMILLA MAIZ V-524 TRATADA CON FUNGICIDAS Y, DESPUES DE ALMACENADA 120 DIAS

Fuente de variación	GL	SC	CM	F observada	F requerida	
					5%	1%
Bloques	3	104	34	0.8	9.28	29.46
Aplicaciones	1	32	32	0.8	10.1	34.12
Error a	3	123	41			
Fungicidas	2	10831	5415	93.2	3.8	6.9
Fungicidas x aplicación	2	76	38	0.6		
Error b	12	697	58			

	Testigo	Benomyl	Captan	$\bar{x}$ aplicación
Primera aplicación	19.4	24.1	68.3	37.2
Segunda aplicación	19.4	31.5	67.9	39.6
$\bar{x}$ total de fungicidas	19.4	27.8	68.2	

DMS HONESTA nivel 5%. Comparación de medias, Total de fungicidas 10.2; fungicidas en la misma aplicación 14.7; fungicidas diferente aplicación 18.9

TABLA 7

GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y MICOFLORA DE MAIZ V-524 ALMACENADO  
DURANTE 180 DIAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% A 26-27 °C

Tratamiento (750 ppm)	G <sup>I</sup>	CH <sup>2</sup>	Porciento de semilla invadida por hongos		
			<u>Aspergillus flavus</u>	<u>Aspergillus ruber</u>	<u>Aspergillus tamarii</u>
Benomyl una aplicación	12	16.2	0	2	0
Captan una aplicación	43	16.0	1	0	0
Benomyl dos aplicaciones	4	—	0	0	0
Captan dos aplicaciones	49	16.2	0	0	0
Testigo	10	16.0	7	64	25

<sup>I</sup>G = Germinación promedio de cuatro repeticiones de 200 semillas cada una

<sup>2</sup>CH = Contenido de humedad promedio de ocho repeticiones cada uno

TABLA 8

ANALISIS DE VARIANZA Y COMPARACION DE MEDIAS EN EL EXPERIMENTO DE SEMILLA DE MAIZ V-524 TRATADA CON FUNGICIDAS Y, DESPUES DE ALMACENADA 120 DIAS

Fuente de variación	GL	SC	CM	F observada	F requerida	
					5%	1%
Bloques	3	544.0	18.3	2	9.2	29.5
Aplicaciones	1	0.8	0.8	0.09	10.1	34.1
Error a	3	27.3	9.1			
Fungicidas	2	7236.5	3618.3	268	3.8	6.9
Fungicidas x aplicación	2	179.3	89.6	6.6		
Error b	12	161.2	13.4			

	Testigo	Benomyl	Captan	$\bar{x}$ aplicación
Primera aplicación	9.5	11.6	42.5	21.1
Segunda aplicación	9.5	4.4	48.6	20.8
$\bar{x}$ total de fungicidas	9.5	8	45.5	

DMS HONESTA nivel 5%. Comparación de medias, Total de fungicidas 4.9; fungicidas en la misma aplicación 5.6; fungicidas diferente aplicación 9.0

En la tabla 7 se presenta la germinación de la semilla almacenada a los 100 días, la germinación de los tratamientos testigo y Benomyl es cercana al 10% y, la de los tratamientos con Captan es de un 45% aproximadamente. El análisis estadístico del tercer muestreo se muestra en la tabla 3. Los tratamientos con Captan mostraron ser significativamente superiores a los de Benomyl y testigo, sin embargo los tratamientos con Captan no fueron diferentes entre sus aplicaciones; en los tratamientos con Benomyl no se presentaron diferencias entre sus aplicaciones y, se mantuvieron al mismo nivel del testigo.

#### icoflora

En el primer muestreo a los 60 días después de almacenada la semilla, se detectaron los siguientes hongos en el tratamiento testigo: Aspergillus flavus, A. ruber, A. tamarisii y Penicillium sp. (tabla 3). El hongo Fusarium sp. solo apareció en los tratamientos con Captan, esto al parecer es debido a que este fungicida no penetra dentro de la semilla y, los residuos son lavados al desinfectar la semilla por fuera. La especie de Penicillium sp. se hizo presente en este muestreo y, su abundancia en la semilla predominó sobre todas las demás especies que aparecieron en el tratamiento testigo, tal vez por encontrarse en una mayor cantidad durante el prealmacenamiento (semilla mantenida a 4°C); Penicillium sp. también apareció en los tratamientos con Captan, por lo que se piensa que el fungicida tiene poco efecto sobre la semilla, en donde el hongo puede permanecer.

Las tablas 5 y 7 muestran los resultados de la mico --

flora a los 120 y 130 días respectivamente después de almacenada la semilla. A partir del segundo muestreo se ve una dominancia de Aspergillus ruber en el tratamiento testigo, sobre las otras especies de hongos presentes, ésto es de esperarse ya que el contenido de humedad y la temperatura a la que permanece la semilla, favorece el desarrollo de este hongo (27,33). La ausencia de Penicillium y Fusarium se puede explicar, por la competencia de las especies de Aspergillus (9I) y, por las condiciones de humedad relativa y temperatura a las que es almacenada la semilla (23). En los dos últimos muestreos no se detectó invasión significativa por hongos en los tratamientos, a excepción del tratamiento testigo, en el cual se presentaron Aspergillus flavus, A. ruber y A. tamarisii.

La reducción de la germinación en los tratamientos con Benomyl a partir de los 120 días, comparada con la del Captan, nos hace pensar que el Benomyl deja de ser efectivo en el control de los hongos de almacén. a pesar de que la semilla tratada con Benomyl no mostró hongos en el medio de cultivo, estos se pudieron detectar visualmente dentro de la semilla, la cual tenía un 35% de embriones manchados durante el tercer muestreo; otra evidencia de la presencia de hongos fue el encurvamiento de la radícula durante la germinación, reportada como una aberración causada por Aspergillus niger en la semilla de maíz almacenada (23). Los resultados obtenidos sugieren que el Benomyl no controla a los hongos de almacén a medida que pasa el tiempo de almacenamiento; teniendo los hongos un efecto nocivo sobre la viabilidad de la semilla, ya que al trans-



currir el tiempo durante la estancia del fungicida en la semilla almacenada, o bien que el fungicida penetre antes de la segunda aplicación, y por lo tanto ya no es efectiva la protección que se pretendía con una segunda aplicación.

Otra posibilidad de la reducción de la germinación en el segundo y tercer muestreo, puede ser la acción dañina de los fungicidas sobre la semilla; aunque creemos que ésto no ocurre, dada la evidencia mostrada en el trabajo de Moreno et al. (65), en el cual los fungicidas fueron aplicados bajo condiciones semejantes a las de este experimento, sin verse reducida la germinación considerablemente.

Los tratamientos con Captan durante el tercer muestreo mostraron 20% de embriones manchados, pero hongos en el interior de la semilla. La germinación de la semilla tratada con Captan fue la más alta, quizás esto se deba a su estabilidad y su modo de acción (4,70,110). Al igual que el Benomyl, en el Captan no existen evidencias de daño sobre la semilla de maíz, ya que este fungicida no ha tenido efecto nocivo sobre la semilla de maíz almacenada (42,85).

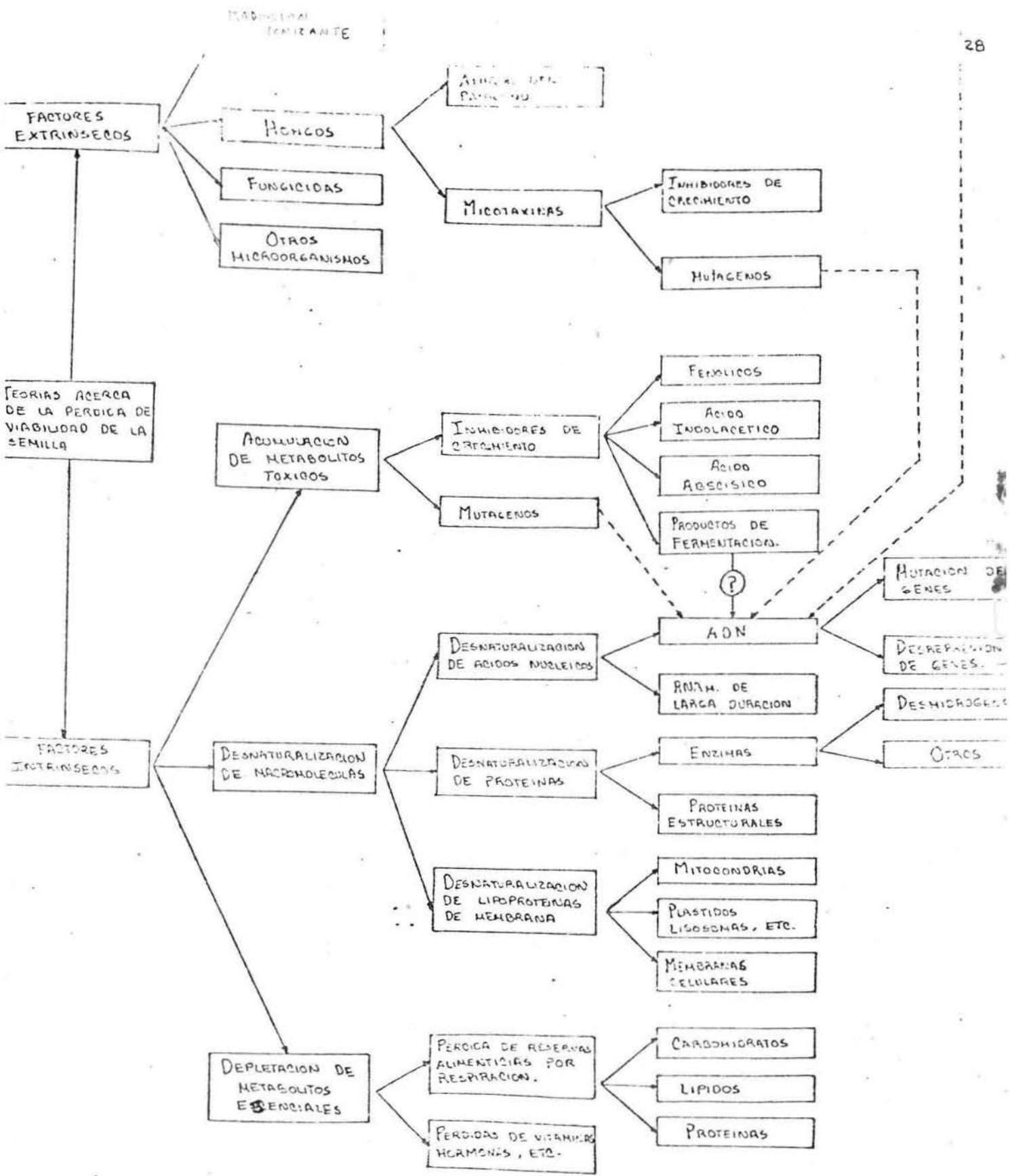
Los datos aquí obtenidos muestran que el Benomyl y el Captan no mantienen la germinación alta de la semilla almacenada, esto desde un punto de vista agrónomico (78); sin embargo, el Captan mantiene la germinación alta de la semilla almacenada alrededor de 100 días.

Una segunda aplicación de los fungicidas no funcionó, ya que no ayudó a mantener una mayor germinación de la semilla de maíz, comparada con una sola aplicación; pero una segunda aplicación nos da una idea que ambos fungicidas no dañaron a la semilla; lo que nos da la perspectiva de aumentar la dosis en el caso del Captan por ser el más efectivo.

### Deterioro Fisiológico

En general las causas probables de la pérdida de viabilidad se resumen en el cuadro I, en éste están incluidas las debidas a fungicidas, hongos y condiciones intrínsecas de la semilla. Anteriormente hemos discutido algunas causas que incluyen hongos y fungicidas en el deterioro de la semilla almacenada y, a continuación discutiremos las causas probables debidas al deterioro fisiológico; en especial las que consideramos más relacionadas con la semilla de maíz en nuestras condiciones de almacenamiento.

El deterioro fisiológico es favorecido grandemente por altos contenidos de humedad y temperatura a los que es mantenida la semilla, recientemente se ha escrito sobre la variación en los niveles del contenido de humedad en la semilla de maíz, se piensa que altos contenidos de humedad favorecen el consumo de metabolitos esenciales (50). En particular no creemos que la falta de metabolitos esenciales sea la causa de que la semilla de maíz pierda su viabilidad, ya que se sabe que esta semilla tiene un gran número de reservas en el embrión, viéndose esto en los primeros días de la germinación (57). Aunque se ha encontrado que a mayor contenido de humedad y temperatura la semilla de maíz almacenada, disminuye su consumo de oxígeno y su actividad de enzimas respiratorias (117,130,131); esto no refleja necesariamente la falta de enzimas o sustratos esenciales, pues se sabe que la actividad de algunas enzimas respiratorias puede continuar aún después de muerta la semilla. Por lo tanto la ausencia de metabolitos esenciales, no sería el punto central de la pérdida de la viabilidad de la semilla de maíz en este ex -



CUADRO 1 CLASIFICACION DE LAS TEORIAS QUE AFECTAN VIABILIDAD DE LA SEMILLA  
 TOMADO EN PARTE DE ROBERTS, 1972.

perimento, en el que es mantenida la semilla almacenada con un alto contenido de humedad y temperatura.

Un factor más que puede contribuir al deterioro fisiológico de la semilla, está dado por la regulación hormonal. El ácido absísico inhibe la germinación de la semilla, se piensa que lo hace al impedir la expresión del RNAm (55); mientras el ácido giberélico facilita y promueve la germinación (13,15,92). Estas dos hormonas parece que regulan la síntesis de proteínas y el desencadenamiento de los procesos metabólicos durante la germinación y, se cree que su regulación está dada por el contenido de humedad de la semilla; Roberts (102), ve como una posibilidad de que la semilla pierda su viabilidad, el desequilibrio entre estas dos hormonas.

Dentro de lo que corresponde al deterioro fisiológico de la semilla de maíz, creemos que es básicamente por una desnaturalización de macromoléculas; se ha registrado en la semilla de maíz, que en condiciones de envejecimiento existe una degradación de muchos orgánulos celulares (11); así como la degradación y desnaturalización de membranas (24). Al parecer la degradación de lípidos es también una evidencia del deterioro de estructuras celulares (44). La mutación genética y la aberración cromosómica han sido registradas, en semillas almacenadas durante tiempos considerables y altos contenidos de humedad y temperatura (1,39,47); esto también se ha interpretado como un indicio de la desnaturalización de ácidos nucleicos.

En suma la pérdida de germinación en este experimento puede estar influida por la interacción de hongos, fungicidas y desnaturalización de la semilla, esto último debi-

do a un deterioro fisiológico. El deterioro fisiológico ha podido ser controlado experimentalmente, por medio de una aplicación de electricidad en la semilla de maíz; la cual según Pammenter et al. (39) controla los radicales libres que se producen en la semilla, cuando ésta presenta altos contenidos de humedad en condiciones de temperaturas elevadas.

Es muy probable que la pérdida de germinación en este experimento se halla debido, tanto al ataque por hongos, como al deterioro fisiológico.

Cuando la semilla de maíz presenta contenidos de humedad mayores al 18%, parece sufrir un rápido deterioro fisiológico, que puede ser independiente de la invasión de los hongos; al mismo tiempo que estos contenidos de humedad favorecen el ataque más intenso por los hongos de almacén (25,97). No se han encontrado buenos resultados en la aplicación de preservadores y fungicidas en la semilla de maíz almacenada, cuando los contenidos de humedad son mayores al 18%, ya que la semilla es protegida solo alrededor de un mes (64,104).

Al comparar las condiciones a las que mantuvimos nuestra semilla de maíz, con las que existen en zonas tropicales, veremos que en estas últimas el contenido de humedad que alcanza la semilla fluctúa con la época del año, no así en nuestro experimento. Por lo que creemos que el Captan podría ser efectivo en zonas tropicales, bajo ciertas condiciones de almacenamiento.

El estudio de algunas condiciones de almacenamiento en los trópicos se ha hecho, controlando el contenido de humedad de la semilla de maíz almacenada (133); igualmente se han estudiado las variaciones que afectan la germinación,

en silos y bodegas con control de humedad relativa y temperatura (16,30,127); al igual que en condiciones sin control de humedad relativa y temperatura sobre la semilla de maíz (41). Así de lo anterior podemos pensar que la efectividad del Captan en zonas tropicales, podría estar dada por la época del año en la que se aplique el fungicida y por el tipo de almacén en que se encuentra la semilla.

El Benomyl y el Captan no son considerablemente tóxicos ni contaminantes. El Benomyl tiene un LD-50 superior a 5,000 mg/Kg en dosis oral; de 1,000 mg/Kg en dosis dérmica; y una toxicidad crónica de 2,500 ppm en 104 semanas sobre ratas de laboratorio. Mientras que el Captan presenta un LD-50 oral de 1,000 mg/Kg; sin toxicidad crónica apreciable a concentración de 400 a 1,000 ppm, en rata y perro respectivamente en más de dos años (7). En base a los anteriores datos, podemos pensar que la semilla de maíz almacenada y tratada con Captan, podría ser utilizada como alimento para ganado; aunque el empleo para consumo humano deberá de estar en relación a la legislación vigente, de residuos de fungicidas permitidos para la semilla de maíz.

## CONCLUSIONES

- 1.- La semilla de maíz almacenada durante 60 días es protegida por el Captan y el Benomyi, manteniéndose una germinación por arriba del 80%, mientras el testigo germinó alrededor del 32%.
- 2.- El Captan mantiene la germinación de la semilla de maíz a los 120 días después de almacenada cerca de 70%, sin haber diferencias entre una y dos aplicaciones y, el testigo con una germinación de 19%.
- 3.- A los 180 días de almacenamiento, la germinación de la semilla tratada con Captan fue de 50%, mientras la tratada con Benomyi tuvo una germinación semejante al testigo.
- 4.- En ambos fungicidas el comportamiento de una o dos aplicaciones fue similar durante el período de almacenamiento.
- 5.- Ambos fungicidas en una o dos aplicaciones no fueron nocivos para la semilla de maíz almacenada, esto se señala porque la germinación de los tratamientos con fungicida, no fue significativamente menor en ninguno de los casos al tratamiento.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- ABDALLA, F.H. and E.H. ROBERTS. 1969. The effects of temperature and moisture on the induction of changes in seeds of barley, broad beans, and pea during storage. *Ann. Bot.*, 33: 153-157.
- 2.- ALLAN, A.L., P.E. SCHELLING and J.B. SINCLAIR. 1969. Uptake of vitavax (DC40) by germinating cottonseed. *Phytopathol.*, 59: 265-266.
- 3.- ANDERSON, J.D. 1970. Physiological and biochemical differences in deterioration barley seed. *Crop Sci.*, 10: 36-39.
- 4.- ANDERSON, J.D., J.E. Baker and E.E. WORTHINGTON. 1970. Ultrastructural changes of embryos in wheat infected with storage fungi. *Plant Physiol.*, 46: 357-359.
- 5.- ANUARIO FAO. 1969. Colección estadística No. 23., p. 103.
- 6.- ASOCIACION OFICIAL DE ANALISTAS. 1970. Reglas for Testing Seeds. *Proc. Ass. Offic. Analist.*, Vol. 60 No. 2, 116 p.
- 7.- BARBERA, C. 1970. Pesticidas agrícolas. Ed. Omega p. 1-46, 436-539.
- 8.- BARNES, D.R., R. QUINTANA y E. DE LAS CASAS. 1953. Manejo de granos dentro del almacén. *Agric. Téc. Méx.*, 7: 14-15.
- 9.- BARNES, D.R., D.L. SMITH y D.Z. CALVIA. 1953. Almacenaje de maíz en el tróncico con y sin control de humedad. *Agric. Téc. Méx.*, 7: 15-17.
- 10.- BAIRD, J.F., A.J. GARDNER and C.Y. HAN. 1973. Characterization of residues on plant following foliar



- spray applications of benomyl. J. Agr. food Chem., 21: 1034-1039.
- 11.- BERJAK, P. and W.A. VILLIERS. 1972. Ageing in plant embryos. New Phytol., 71: 135-144.
  - 12.- BHATTIA, C.R. and J.P. NILDON. 1969. Isoenzymes changes accompanying germination of wheat seed. Biochem. Genet 3: 207-214.
  - 13.- BLACK, H.S. and R. F. ADESCHELL. 1965. Gibberellic acid induced lipase and amilase formulation and their inhibition by aflotoxins. Biochem. Biophys. Res. Commun., 19: 661-664.
  - 14.- BOORGAS RURALES CONASHPO. Anuario estadístico, 1979-1980 México, 192 p.
  - 15.- BONNER, and J.E. VARNER. 1976. Plant biochemistry. 3rd ed, Academic Press, New York. p. 396-397, 746-762.
  - 16.- BURRILL, W.J. 1977. Senescence of seed under a range of storage conditions. Proc. Ass. Appl. Biol., 85: 457-461.
  - 17.- CALMON, J.P. and D.R. SAYAG. 1976. Kinetics and mechanisms of conversion of benomyl to (7BC). J. Agric. food Chem., 24: 311-313.
  - 18.- \_\_\_\_\_ . Kinetics and mechanisms of conversion of benomyl to (7BC) and (B6D). J. food Chem., 24: 314-317.
  - 19.- CHEONG, G.P. and I.D. SINGH. 1969. Formulation of fungitoxic derivative from benlate. Phytopathol., 59: 705-706.
  - 20.- COMUNICACION PERSONAL. Dr. Ignacio Lendez Ramírez. Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas. Auto. postal 20-726, Cd. Universitaria

- México, 20 D.F.
- 21.- CONSEJO NACIONAL DE ASISTENCIAS FISIOLÓGICAS. 1960. Comisión Interna de Administración y Programación. México, No. 15.
  - 22.- CORBI, G. and S. AVANZI. 1969. Embryo and endosperm response to ageing in Triticum durum seeds as revealed by chromosomal damage in the root meristem. *Mutation Res.*, 7: 349-355.
  - 23.- CURTIS, R.W. 1961. Studies on response of bean seed - ling and corn root to melformins. *Plant Physiol.*, 36: 37-43.
  - 24.- CHING, T.W. and I. SCHOOLCRAFT. 1960. Physiological and chemical differences in aged seed. *Crop Sci.*, 8: 407-409.
  - 25.- CHRISTENSEN, C.M. 1957. Deterioration stored grains by fungi. *Bot. Rev.*, 23: 103-134.
  - 26.- \_\_\_\_\_ . 1964. effect of moisture content and length of storage period upon germination percentage of seed of corn, wheat, and barley free of storage fungi. *Phytopathol.*, 54: 1464-1466.
  - 27.- \_\_\_\_\_ . 1974. Storage, of cereal grains and their products. *Ann. Ass. of Cereal Chem.*, St. Paul Minnesota. 54 p.
  - 28.- \_\_\_\_\_ and H.H. KAMRAN. 1965. Deterioration of stored grains by fungi. *A. Rev. Phytopathol.*, p. 69-84.
  - 29.- \_\_\_\_\_ . 1969. Contaminación por hongos de granos almacenados. *Tran. del inglés por Dr Ernesto Moreno P.*, ed Mex-México. 1976. 199p.
  - 30.- \_\_\_\_\_ and P. G. D. 1963. Moisture contents

of hard red winter wheat as determined by meters and by oven drying, and influence of small differences in moisture content upon subsequent deterioration of the grain storage. *Cereal Chem.*, 40: 129-137.

- 31.- \_\_\_\_\_ y H.C. LOPEZ. 1962. Daños que causan en México los hongos de granos almacenados. *Inst. Nal. Invest. Agric., SAG., México*, 30 p.
- 32.- \_\_\_\_\_ and R.A. MEROHUCK. 1974. Manual of fungi in feeds, food and cereal grains. University of Minnesota Agricultural Extension Service. Minnesota 35 p.
- 33.- DIRECCIÓN GENERAL DE ECONOMÍA AGRÍCOLA. Serie estadística de la producción nacional agrícola, 1975-1980. SAG., México.
- 34.- EDINGTON, L.V., K.L. CHEW and G.L. BARROW. 1971. Fungitoxic spectrum of benzimidazole compounds. *Phytopathol.*, 61: 42-44.
- 35.- \_\_\_\_\_, R.A. MARTIN, G.C. BROWN and T.H. PARSON. 1979. Fungicides systemic a perspective after 10 years. *Plant Disease*, 64: 19-23.
- 36.- ELLIS, R.H. and E.H. ROBERTS. 1960. Improved equations for the prediction of seed longevity. *Ann. Bot.*, 45: 13-30.
- 37.- \_\_\_\_\_. The influence of temperature and moisture on seed viability period in barley. *Ann. Bot.*, 45: 31-37.
- 38.- FRANKENFELD, W.J., R.C. BOHART L.R. SCUTTB. 1975. Preservation of grain with aliphatic 1,3-diols and their esters. *J. agric. food Chem.*, 23: 413-425.
- 39.- CHIFFAROT, I., L. SELLER, E. G. LAFFRANKA and P.A.

- MILMAN, 1964. Studies on aged seed II relation of age of seeds to cytogenetic effects. Agronomical J., 45: 433-442.
- 40.- MONTGOMERY, L.G. 1969. Tratamiento de costales con insecticidas. Almacenes Nacionales de Depósito. México, 34 p.
- 41.- HARTMAN, G.S., L.S. SMITH and R.A. MILAN. 1953. Studies on aged seeds I relation of aged of seed to germination and longevity. Agro. J., 44: 434-437.
- 42.- HARTMAN, G.S. 1973. Effect of storage of fungicide treated cereal seed on subsequent seed performance. N. Z. J. Expt. Agric., 7: 201-206.
- 43.- HARTIN, A.P. and SODSHTER, A.L. Coleoptera infesting stored products. In Insect Colonization and Mass Production. New York. Academic Press. 1966.
- 44.- HARTMAN, G.S. and L.R. HATTICK. 1970. Association of lipid oxidation with seed ageing and death. Nat., 260: 323-324.
- 45.- \_\_\_\_\_ and F.L. PHELPS. 1974. Patogenesis and infection sites of Aspergillus species in storage seed. Phytopathol., 64: 1339-1344.
- 46.- HARTIS, L.B. and G.S. BERT. 1973. Relationship between tannin content of sorghum grain and preharvest seed moldings. Agr. J., 65: 527-531.
- 47.- HARTMAN, G.S. and J. WOODS. 1954. Abnormalities of stored seed. Nat., 127: 593-594.
- 48.- HARTIS, A.S. 1970. Carbamate-induced instability of Aspergillus nidulans. J. t., 220: 771.
- 49.- HEBERT, G.W. and J. MILAN. 1970. Postharvest biology and biochemistry of seed and nutrition. Press. Inc.

- Westport, Connecticut. *Ida.*, p. 243-247.
- 50.- HEWARTY, T.W. 1970. The physiology of seed hydration and the relation between water stress and the control of germination. *Plant Cell and Environment*. 1: 101-119.
- 51.- HERRERA, J.A., F.G. GIL y J.J. ARENA. 1968. La microbiología del maíz almacenado en México. Almacenes Nacionales de Depósito. México, Folleto Técnico No. 2.
- 52.- HORMAN, A.C. 1967. Preservation of seed stocks. *Advances in Agronomy*. Vol 19. Academic Press, New York p. 37-105.
- 53.- HUBBARD, J.E., F.D. EARLE and F.R. SEWPT. 1957. Moisture relations in wheat and corn. *Cereal Chem.*, 34: 422-433.
- 54.- HULL, D.W. 1971. Panificación y almacenamiento de granos alimenticios en zonas tropicales y subtropicales. *Cuadernos de fomento agropecuario*, No. 90., FAO, Roma.
- 55.- ITOH, H.J. and L. GURZILLI. 1970. Hormonal regulation of translation inhibition. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 39: 945-1001.
- 56.- HYDE, F.C. 1974. El almacenamiento hereditario en los cereales. *Boletín de servicios agrícolas*. FAO, Roma.
- 57.- JAGLE, J., L. Beevers and R.L. GARDNER. 1964. Metabolic changes associated with the germination of corn I. Changes in protein and metabolites and their redistribution in the embryo axis, scutellum, and endosperm. *Plant Physiol.*, 39: 735-740.
- 58.- JOHNSON, A.R. 1957. Drying stored grain by aeration. *Agricultural Engineering*. 230-241.

- 59.- JOHNS, R.A., J.A. LARKIN and G.F. HALL. 1971. Storage protein synthesis in maize. Plant Physiol., 59: 525-529.
- 60.- JHETICH, J.L. and L.F. SASS. 1975. Principles and practices of seed storage. Agricultural and Food, No. 506., Depto. Agric. USA.
- 61.- KAYISU, K. and L.C. BOOD. 1979. Effects of dehydration and storage conditions on the pancreatic alpha-amylase susceptibility of various starches. J. food Sci., 44: 1726-1731.
- 62.- KOZLOWSKI, T.T. 1972. Seed Biology. Vol II., Academic Press, New York. p. 50-120.
- 63.- KURTZMAN, C.P. and A. CTEGHER. 1970. Mycotoxin from blue-eye gold-corn. Appl. Microbiol., 20: 204-207.
- 64.- LAPPE, O.P. 1977. Acción de algunos fungicidas en la conservación de maíz y triticale. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias, USA. 112 p.
- 65.- LEACH, W.H. and J.T. SCHUCH. 1961. Structure of the starch granule. Cereal Chem., 38: 34-46.
- 66.- LITTLE, L.J. 1965. Introduction of chromosomal aberrations by aflatoxin. Gen., 207: 433-434.
- 67.- LINDSEY, L.D. 1967. Growth of beans, tomatoes, and corn under photobiotic conditions. Phytonatol., 57: 960-964.
- 68.- \_\_\_\_\_. 1970. Effect of Aspergillus flavus on peanuts grown under photobiotic conditions. Phytonatol., 60: 206-211.
- 69.- LITTLE, T.C. and J.J. HUBB. 1975. Statistical methods in agricultural research. Trad. del inglés por Anselmo de Paula G. 1976. Trillas. México, 270 p.

- 70.- LOPEZ, L.G. and C.M. CHITTENDEN. 1967. Effect of content and temperature on invasion of stored corn by Aspergillus flavus. Phytopathol., 57: 588-590.
- 71.- LIKENS, R.H. and H.D. SISLER. 1958. Chemical reactions involved in the fungitoxicity of captan. Phytopathol., 48: 235-244.
- 72.- MALACA, I. and A.J. ULLSTRUP. 1962. Effects of carbon and nitrogen nutrition on growth and sporulation of two species of Helminthospora. Bulletin of the Torrey Botanical Club. 89: 240-249.
- 73.- MARCUS, A. and J. FEALEY. 1965. Protein synthesis in imbibed seed. J. Biol. Chem., 240: 1675-1680.
- 74.- MARSH, R.W. 1972. Fungicides Systemic. Longmans, London. p. 117-114.
- 75.- MISLIVER, P.B. and J. THITE. 1970. Species of Penicillium occurring in freshly-harvested and in stored dent corn kernels. Mycologia, 62: 67-74.
- 76.- MONTIE, C.T. and D. SISLER. 1962. Effect of captan on glucose metabolism and growth of Saccharomyces pastorianus. Phytopathol., 52: 94-102.
- 77.- MOORE, W.B. and W.R. OLLEN. 1952. Mercury biochloride solution as a surface disinfectant for cereal seed. Phytopathol., 42: 471 (abst).
- 78.- MORENO, M.E. 1976. Manual para el análisis de semillas Productora Nacional de Semillas. SAG, México, 198 p.
- 79.- \_\_\_\_\_. 1977. Los hongos y la calidad de los granos y semillas. Bol. Soc. Méx. Mic., 11: 127-135.
- 80.- \_\_\_\_\_. 1979. Efecto de los hongos de almacén sobre la viabilidad de la semilla de maíz y soya. Bol. Soc. Méx. Mic., 13: 195-203.

- 81.- \_\_\_\_\_ . y C.M. CHRISTENSEN. 1970. Efecto de la humedad y hongos sobre la viabilidad de maíz almacenado. Rev. Lat. Amer. Microbiol., 12: 115-121.
- 82.- \_\_\_\_\_ . 1971. Differences among lines and varieties of maize in susceptibility to damage by storage fungi. Phytopathol., 61: 1498-1500.
- 83.- \_\_\_\_\_ ., L.C. LOPEZ and C.M. CHRISTENSEN. 1965. Loss of germination of stored corn from invasion by storage fungi. Phytopathol., 55: 125-126 (abst).
- 84.- \_\_\_\_\_ ., L. MORONES y R. GUTIERRES. 1978. Diferencias entre las líneas, cruza simples y dobles de maíz en su susceptibilidad al daño por condiciones adversas al almacenamiento. Turrialba, 23: 233-237.
- 85.- \_\_\_\_\_ . and G. VIDAL. 1980. Preserving the viability of stored maize seed with fungicides., Plant Disease, 65: 260-261.
- 86.- OLAFSON, J.N., C.M. CHRISTENSEN and W.F. SEDDLES. 1954. Grain storage studies. IV. Influence of moisture content, commercial grade, and maturity on the respiration and chemical deterioration of corn. Cereal Chem., 31: 333-340.
- 87.- OLSEN, C.H. and J.P. MOORE. 1954. Certain mercurial seed treatments do not kill fungi on seed wheat prior to planting. Phytopathol., 44: 500 (abst).
- 88.- PANASENKO, V.T. 1967. Ecology of microfungi. Bot. Rev., 33: 139-215.
- 89.- PANIZONTER, N.W., J. I. ADARSON and P. BERJAK. 1974. Viability of stored seed: Extension by cathodic protection. Sci., 136: 1123-1124.



- 90.- PATTE, E. I., C.T. YOUNG and F.G. GIESBRECHT. 1981. Seed size and storage effects on carbohydrates of peanut. *J. Agric. food Chem.*, 29: 800-802.
- 91.- PHILIP, and J. THITE. 1970. Temperature and relative humidity requirements of species of Penicillium isolated from yellow dent corn kernels. *Mycologia*, 62: 75-83.
- 92.- POLLARD, C.J. 1969. A survey of the sequence of some effects of gibberellic acid in the metabolism of cereal grain. *Plant Physiol.*, 44: 1227-1232.
- 93.- POMERANZ, Y. 1978. Advances in cereal science and technology. Vol II. Ann. Ass. of Cereal Chem. St. Paul Minnesota. p. 104-117.
- 94.- Programa Agrícola 1981 y sus comparativos con el año 1980. NOTISARD. México, No 3.
- 95.- PUCKETT, H.B. 1957. Temperature measurement by remote control. *Agricultural Engineering*, 242-245.
- 96.- QAESM, S.A. and C.M. CHRISTENSEN. 1958. Influence of moisture content, temperature, and time on the deterioration of stored corn by fungi. *Phytopathol.*, 48: 544-549.
- 97.- \_\_\_\_\_ . 1960. Influence of various factors on the deterioration of stored corn by fungi. *Phytopathol.*, 50: 703-709.
- 98.- RAMIREZ-GENEL, R. 1979. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. Co. Edit. Continental. México, 229 p.
- 99.- RAPER, K.B. and D.I. PENNELL. 1965. The genus Aspergillus. William and Wilkins. Baltimore.

- 100.- RIDGLEY, V. L. and G. MAMMILL. 1965. Conversion of tryptophan to indolacétamide and further conversion to indolacetic acid by plant preparations. *Plant Physiology*, : 481-485.
- 101.- ROBERTS, E.H. 1960. The viability of cereal seed in relation to temperature and moisture. *Ann. Bot.* 24: 12-31.
- 102.- \_\_\_\_\_ . 1972. Viability of seed. Chapman and Hall LTD. London.
- 103.- \_\_\_\_\_ . and F.H. ABDALLA. 1968. The influence of temperature, moisture and oxygen on period of seed viability in barley broad beans, and peas. *Ann. Bot.*, 32: 97-117.
- 104.- RODRIGUEZ, CH.E. 1970. Ensayo con tecto 60 para el control de granos almacenados. Tesis Profesional. ENA., Chapingo, México., 44 p.
- 105.- ROOS, E.E. 1930. Physiological, biochemical and changes genetics in seed quality during storage. *Hort. Sci.*, 15: 731-734.
- 106.- SAUER, R.B. and J.A. STONES. 1972. Control grain storage fungi with propionic and acetic acid. *Phytopathol.*, 63: 737 (abst).
- 107.- SCANDALIOS, J.G. 1969. Genetic control of multiple molecular forms of enzymes in Plant. *Biochem. Genet.*, 3: 37-79.
- 108.- SEDENKO, D.T. 1975. Phosphorus compounds and phytase activity in corn seed storage at different values of initial moisture content. *Fiziol. Rast.*, (USSR) 22: 230-240.

- 109.- SHARVILLE, G.W. 1960. The nature and uses of modern fungicides. University Publishing. Texas, 340 p.
- 110.- STEGEL, R.S. 1971. Relations of the fungicides folpet with a nonthiol protein. Pesticides Biochem. Physiol., 1: 234-240.
- 111.- \_\_\_\_\_ and A.J. ZABBI. 1972. Distribution and metabolic fate on the fungicides benomyl in dwarf pea. Phytopathol., 62: 630-633.
- 112.- SIEMIENTES, J.A. 1977. Plagas de granos almacenados y su control. Inst. Nal. Invest. Agric., México, folleto de divulgación # 68., 25 p.
- 113.- SIMS, J.J., R. MAE and D.C. ERWIN. 1969. Methyl 2-benzimidazole carbate a fungitoxic compound isolated from cotton plant treated with benomyl. Phytopathol., 59: 1775-1776.
- 114.- SINHA, R.N. 1973. Ecology of storage. Ann. Technol. Agric., 22: 351-369.
- 115.- \_\_\_\_\_. 1979. Ecology of microflora in stored grain. Ann. Technol. Agric., 28: 191-209.
- 116.- \_\_\_\_\_. and W.S. MOIR. 1973. Grain storage. The Publishing Co. Inc. West Point Connec. 481 p.
- 117.- SIRCAR, S.P. and G. BISWAS. 1960. Viability and germination inhibitor of the seed of rice. Nat., 187: 620-621.
- 118.- SKENE, G.A. 1972. Cytokinin-like properties of the systemic fungicides benomyl. J. Hort. Sci., 47: 179-182.
- 119.- SPAGUE, G.W. 1977. Corn and corn improvement. Ann. Soc. Agro. Inc., USA p. 8-109, 121-156.

- 120.- STEWARD, F.C. 1972. Plant Physiology Vol VI C. Academic Press, New York, p. 3-48.
- 121.- TANAKA, Y., T. Ito and T. AKAZAWA. 1970. Enzymic mechanisms of starch breakdown in germinating rice seed. Plant Physiol., 46: 650-654.
- 122.- THAPLYAL, P.N. and J.B. SINCLAIR. 1970. Up take of three systemic fungicides by germinating soybean seed. Phytopathol., 60: 1373-1374.
- 123.- \_\_\_\_\_ . 1971. Translocation of benomyl, carboxin and chloroneb in soybean seed - ling. Phytopathol., 61: 1301-1302.
- 124.- TROLLET, J.A. 1978. Water activity and food. Academic Press, New York, 235 p.
- 125.- TUITE, J.A. 1961. Fungi isolated from unstored corn seed in Indiana in 1956-1958. Plant Disease, 45: 212-215.
- 126.- \_\_\_\_\_ . and G.H. FOSTER. 1963. Effect of artificial drying on the hygroscopic properties of corn. Cereal Chem., 40: 630-637.
- 127.- Welty, R.E., S.A. QABEM and C.M. CHRISTENSEN. 1963. Tests of corn stored four years in a commercial bin. Cereal Chem., 40: 277-282.
- 128.- West, S.H. 1962. Protein, nucleotide, and ribonucleic acid metabolism in corn during germination under water stress. Plant Physiol., 37: 565-571.
- 129.- WINSTON, P.W. and D.H. BATES. 1960. Saturated solutions for the control of humidity in biological research. Ecology, 41: 232-237.
- 130.- WOODSTOCK, L.W. 1965. Initial respiration rates and subsequent growth in germination corn seedling.

- Bioscience, 15: 763-764.
- 131.- \_\_\_\_\_ . and D.F. GRABE. 1967. Relationships between seed respiration during imbibition and subsequent seedling growth in Zea mays., Plant Physiol., 42: 1071-1076.
- 132.- YEARBOOK OF AGRICULTURE. 1961. Seed. Trad. del inglés por Antonio Marino. Comp. Edit. Continental. México, n. 19-64.
- 133.- YOUNG, W.R., D. CARDIA., D. BARNES y D.L. SMITH. 1961. Almacenamiento de maíz en el trópico bajo grados di - ferentes de humedad. Agric. Téc. Méx., 12: 13-17.
- 134.- YOUNG, E.J., R.C. HUANG., S. VETTERCO., J.D. MARKS and J.E. VARNER. 1960. Conditions affecting enzyme synth - esis in cotyledons of germinating seeds. Plant Physiol ., 35: 288-292.
- 135.- ZWEIG, G. 1964. Analytical methods for Pesticides, Plant growth regulators, food additives. Vol III. Academic Press, New York. 7-25.
- 136.- \_\_\_\_\_ . 1973. \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ . Vol 1. \_\_\_\_\_ . p. 157-171.

## RESUMEN

La semilla de maíz fue tratada con fungicidas y después almacenada hasta 180 días. Las condiciones de almacenamiento de la semilla fueron: una humedad relativa de 85%, una temperatura de 26-27 °C, con un contenido de humedad inicial de la semilla de 16.5%.

A una parte de la semilla se le trató con fungicida solo una vez, mientras que otra parte fue tratada con una segunda aplicación. Los fungicidas usados fueron el Captan y el Benomyl, cada uno de estos se aplicó por separado a la semilla. La primera aplicación se efectuó el primer día en que se almacena la semilla y, la segunda aplicación después de 60 días de almacenada.

Se efectuaron tres muestreos, estos fueron a los 60, 120 y 180 días después de almacenada la semilla; en cada uno de estos se evaluó el contenido de humedad, el porcentaje de germinación y la micoflora.

En el primer muestreo a los 60 días la germinación de la semilla tratada con fungicidas fue alta, comparada con la del testigo; en la micoflora no se detectaron hongos de almacén en los tratamientos con fungicidas.

En el segundo muestreo la germinación de la semilla tratada con Captan, tanto en una como en dos aplicaciones fue cercana al 70%, sin diferencias estadísticas entre las aplicaciones; mientras la germinación de los tratamientos con Benomyl fue de 30% aproximadamente, sin diferencias en una o dos aplicaciones; en los tratamientos con fungicida los hongos no se hicieron evidentes en la micoflora, aunque se pudieron detectar dentro de la semilla.

En el último muestreo la germinación en los tratamientos con Captan fue cercana al 50% sin haber diferencias significativas entre sus aplicaciones. Los tratamientos con Benomyl y testigo estuvieron al mismo nivel de germinación y, no hubo diferencias en la primera y la segunda aplicación. En la micoflora de este muestreo en los tratamientos con fungicidas no se hicieron evidentes los hongos de almacén, aunque si se pudieron observar dentro de la semilla.

El Captan aún cuando no aumento la protección de la semilla almacenada con la segunda aplicación, éste mantuvo la germinación al rededor de 100 días.

El empleo de la semilla tratada y almacenada con Captan es aceptable para ser consumida por el ganado, aunque para el consumo humano dependerá, de la legislación permitida de residuos de fungicida en la semilla de maíz.