

INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY

DIVISION DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y MARITIMAS

EVALUACION DEL 2-(4 TIAZOLIL)
BENCIMIDAZOL (TBZ) EN MAIZ ALMACENADO
A DIFERENTES CONTENIDOS DE HUMEDAD

TESIS

MARIO GUADALUPE RODRIGUEZ GALINDO

1974

TL
SB191
.M2
R637
c.1

3



1080094224

Dr. Dr. Gabino de Alba.

Como una muestra de agradecimiento por sus consejos y sugerencias en la realización de esta tesis, le desea éxito continuo. Su alumna



Mario Rodríguez

INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY
DIVISION DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y MARITIMAS

040.61
E. 2
194

EVALUACION DEL 2-(4 TIAZOLIL) BENCIMIDAZOL (TBZ), EN
MAIZ ALMACENADO A DIFERENTES CONTENIDOS DE HUMEDAD

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OPTAR POR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

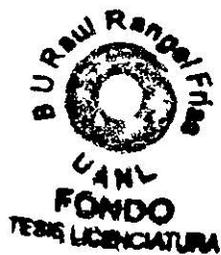
P O R

MARIO GUADALUPE RODRIGUEZ GALINDO

1 9 7 4

9259

SB191
M2
M637
c.1



A mis Padres:

SR. ROGELIO RODRIGUEZ MUNGUIA
SRA. ERNESTINA GALINDO DE RODRIGUEZ

Con cariño y reconocimiento por sus
sacrificios y desvelos.

A MIS HERMANOS

Rogelio
Ernesto
Mireya
René

A mis Abuelos

Sra. Ma. de la Luz M. de Rodríguez
Sr. Aurelio Rodríguez Paez (q.e.p.d.)

A Olga Graciela

Con Amor

Ya que con su constante ayuda y apoyo moral durante toda mi carrera hizo posible la realización de esta obra.

Al señor

Lic. Salvador González G.

Por brindarme la oportunidad de alcanzar esta meta

A los señores

Hilario Garza Villarreal
Olga Sáenz de Garza

Mi agradecimiento a

Srita. Esthela Elizabeth

Por su colaboración en la transcripción de esta obra y a todas las demás personas que hicieron posible - la realización de esta tesis.

Mi sincero agradecimiento a:

Dr. Homero Gaona Rodríguez

Ing. Pedro Reyes Castañeda M.S.

Ing. Luis E. Garza Blanc M.S.

Por sus finas atenciones, orientaciones y apoyo que me brindaron en la realización de este trabajo.

I N D I C E

	<u>PAGINA</u>
INTRODUCCION.....	1
LITERATURA REVISADA.....	4
Forma de contaminación de las semillas.....	5
Efecto de los hongos en los granos almacenados....	6
Temperatura y humedad como factores determinantes en el almacenamiento de la semilla.....	9
Temperatura.....	10
Calentamiento espontáneo.....	10
Humedad.....	14
Clasificación de los hongos según sus necesidades de humedad.....	14
Efectos de la humedad relativa sobre los granos al macenados.....	15
Propiedades químicas y físicas del producto TBZ...	18
Toxicidad del TBZ.....	19
Propiedades sistémicas del TBZ.....	20
Propiedades antifugosas del TBZ.....	21
Propiedades antihelmiticas del TBZ.....	21
Trabajos sobre TBZ.....	21
MATERIAL Y METODOS.....	27
RESULTADOS EXPERIMENTALES.....	30
Pruebas de germinación.....	30
Sanidad de la semilla.....	36
DISCUSION.....	41
CONCLUSIONES.....	42
RESUMEN.....	43
BIBLIOGRAFIA.....	45

INDICE DE TABLAS

<u>TABLA No.</u>		<u>PAGINA</u>
1	Efectos de la inoculación de diferentes especies de <u>Aspergillus</u> en la germinación y decoloración de maíz almacenado durante 2 años a 14% de humedad y a 20 y 30°C.....	12
2	Influencia de la humedad, temperatura y tiempo de almacenamiento en el desarrollo de hongos y su influencia en la germinación y peso de las raicillas de plántulas de cebada.....	14
3	Porcentajes de germinación de maíz inoculado con <u>Aspergillus flavus</u> y expuestos a humedades relativas de 80 y 85% a temperaturas de 20 a 25°C.....	16
4	Porcientos de germinación de semillas de maíz tratadas con varias dosis de TBZ y almacenadas a diferentes contenidos de humedad, durante 150 días. Datos promedios de 4 repeticiones.....	32
5	Porcentajes de humedad de semillas de maíz almacenadas durante 150 días a diferentes contenidos de humedad y tratadas con varias dosis de TBZ. Datos promedios de 4 repeticiones.....	33

6	Análisis de varianza para pruebas de germinación de semillas de maíz almacenado a diferentes contenidos de humedad y tratadas con varias dosis de TBZ, durante 150 días de almacenaje.....	34
7	Cuadro de doble entrada para valores de germinación de semillas de maíz, para la interacción Mes x Porcentaje de Humedad. $w = q S_{\bar{x}} = 2.95$	34
8	Cuadro de doble entrada para valores de germinación de semillas de maíz, para la interacción Mes x Dosis de TBZ. $w = q S_{\bar{x}} = 2.95$	35
9	Cuadro de doble entrada para valores de germinación de semillas de maíz, para la interacción Dosis x Porcentaje de Humedad. $w = q S_{\bar{x}} = 2.95$	36
10	Número de semillas sanas de maíz en porcentaje, transformadas por $X = \arcsen \sqrt{x}$. Almacenadas durante 150 días a diferentes contenidos de humedad y tratadas con varias dosis de TBZ.....	37
11	Análisis de varianza para número de semillas sanas de maíz, almacenadas a varios contenidos de humedad y tratadas con varias dosis de TBZ.....	38

TABLA No.

PAGINA

12	Número total de semillas de maíz con <u>Aspergillus ochraceus</u> y <u>Aspergillus glaucus</u> , en semillas almacenadas durante 150 días a 4 diferentes contenidos de humedad.....	39
13	Rangos de temperatura y máximas y mínimas mensuales del local en donde se almacenó maíz a diferentes contenidos de humedad, tratado con varias dosis de TBZ durante 5 meses de almacenaje.....	40
14	Rangos de temperaturas y medias mensuales ambientales máximas y mínimas, durante -- los 5 meses que duró el maíz almacenado, tratado con varias dosis de TBZ y almacenado a diferentes contenidos de humedad..	40

INTRODUCCION

Los productos alimenticios de origen agrícola reciben cada día mayor atención técnica. Su demanda aumenta con la explosión demográfica. Los genetistas se esfuerzan en formar nuevas variedades, más rendidoras por unidad de superficie que posean mayor capacidad de asimilación de abonos naturales y químicos, más resistentes tanto a los factores -- biológicos como a los factores físicos que afectan la buena producción de cosechas; igualmente los trabajos de los entomólogos, de los expertos en suelos, etc., son también un -- testimonio de la preocupación de la humanidad, en los tiempos actuales para asegurar la materia prima de la alimentación. El problema se acentúa aún más durante los procesos de transporte y almacenaje de productos alimenticios (1).

Como es físicamente imposible el consumo inmediato de la producción total de las cosechas de granos alimenticios, el hombre tiene que almacenarlas para consumirlas de acuerdo con sus necesidades nutricionales. Es común que las --- áreas de mayor producción de granos se encuentren alejadas de los centros de consumo, lo cual implica el transporte y almacenamiento de estos productos en lugares estratégicos - para su distribución oportuna cuando sean requeridos (4).

La conservación de los granos y semillas en las regiones tropicales húmedas, donde privan condiciones de alta -- temperatura y humedad relativa, constituyen un problema de bastante seriedad. Estas condiciones ecológicas favorecen el desarrollo de las principales plagas, como hongos, bacterias e insectos, roedores y pájaros, que perjudican a la se milla y a los granos (27).

Gran parte de las pérdidas en el almacenamiento de gra nos y semillas, se deben al ataque de diversos organismos - fungos. Los factores físicos más favorables para el desarrollo de los hongos que atacan a los granos almacenados -- son: la humedad y la temperatura, siendo los dos igualmente importantes para el buen almacenamiento de los granos y se millas.

Este grupo de hongos de los almacenes está constituido principalmente por especies de los géneros Aspergillus y -- Penicillium, los cuales, además de reducir la calidad de los granos y semillas durante su almacenamiento, son capaces de producir potentes toxinas que afectan la salud de los animal es domésticos y tal vez la del hombre (3).

En pruebas llevadas a cabo "in vitro" los organismos - anteriores han sido controlados con el compuesto 2-(4-Tiazol il) Benzimidazol (TBZ) (1). Este compuesto, es un product o de efectos fungicidas y con una nula toxicidad tanto pa-

ra el hombre como para los animales (18).

En general puede decirse, que el control de estos hongos puede llevarse a cabo, aplicando fungicidas en semillas dedicadas para la siembra, sin embargo, cuando la semilla - está destinada para consumo humano o animal, únicamente se podrán aplicar fungicidas, cuando se esté perfectamente comprobado que ese producto no es tóxico.

El objeto del presente estudio fué: evaluar el efecto de 4 dosis de TBZ sobre los hongos que atacan a los granos almacenados, evaluación de 4 contenidos de humedad durante 5 meses de almacenamiento (Nov.-Mar.) del grano de maíz dentado, bajo condiciones de temperatura de laboratorio.

LITERATURA REVISADA

La conservación de los granos almacenados, es un problema que ha alcanzado suma importancia en los últimos años y debido al rápido incremento de la población, el hombre se ha visto en la necesidad de aumentar la producción de granos y la calidad y conservación de los mismos.

Los hongos probablemente desde siempre han causado pérdidas en las semillas almacenadas de todas clases cuando -- las condiciones de almacenaje eran inadecuadas. Las pérdidas fueron toleradas por siglos. Ahora hemos descubierto -- cuán comunes y significativas son dichas pérdidas (4). Se -- considera que los daños causados por los hongos reducen en un 2% la producción total de granos en el mundo (27).

Los diferentes géneros de hongos que atacan a los granos almacenados, identificados por investigadores de distintas partes del mundo, demuestran que las poblaciones de estos organismos son cosmopolitas, y que los principales son: Penicillium, Aspergillus, Alternaria, Fusarium, Cladosporium y Rhizopus (24). Alrededor de una docena de especies de -- Aspergillus y varias especies de Penicillium comprenden los hongos más perjudiciales de almacenes.

Forma de contaminación de las semillas

Dado que la contaminación por algunos de estos hongos puede ocurrir durante la formación del grano, al madurar y secarse este los hongos esporularán y permanecerán en esta forma dentro del grano y también sobre sus cubiertas. Si las semillas se almacenan en buenas condiciones para la conservación del poder germinativo por un tiempo prolongado, el embrión puede sobrevivir a las esporas y no experimentar daño posterior por su presencia. Si el grano almacenado -- tiene una humedad superior a 11 por ciento, o si se humedece durante el almacenamiento y la temperatura de las semi--llas es favorable, las esporas germinan, los hongos se desarrollan, producen calor, agua y sustancias tóxicas, y tam--bién parasitan directamente las células del embrión. Así, los hongos en desarrollo pueden matar las semillas, o debilitarlas seriamente (24).

Los granos o semillas tienen en el momento de almace--narse cantidades variables de esporas de hongos y otros microorganismos que adquieren naturalmente en el campo donde se cosecharon. En muestras de granos de trigo han sido ais--ladas por varios investigadores entre 3,000 y 57,000 espo--ras por grano (27).

Efecto de los hongos en los granos almacenados

El daño primario causado por los hongos de los almacenes, es su efecto sobre las semillas en germinación. La invasión en las semillas por los hongos de los almacenes las pueden debilitar o destruir. El resultado es una germinación lenta o errática, cuando las semillas están sembradas, o un bajo porcentaje de germinación (3).

El desarrollo de los hongos contribuye al calentamiento y descomposición de los granos debido al metabolismo de los microorganismos. Las enzimas producidas por los hongos atacan a los carbohidratos, a las grasas y a las proteínas del grano o semilla y deterioran su calidad. La acidez de los granos, en estas condiciones, se incrementa y la aptitud para germinar decrece lenta o rápidamente hasta desaparecer.

Los hongos que infectan el embrión de las semillas, -- disponen en esta área del grano de mayor concentración de nutrientes, debido a lo cual se reproducen con gran rapidez y originan la pérdida del poder germinativo de este material atacado, ocasionando un daño muy severo e irreparable.

El olor y sabor desagradables, característicos de los granos o de sus productos infectados de hongos, les hace --

perder su calidad y reducen su aprovechamiento como alimento humano y de animales domésticos. La producción de ciertas toxinas por el hongo mismo, puede ser de consecuencias perjudiciales y aun funestas para los organismos que las ingieran (27).

El moho de los granos causado por Rhizopus, Aspergi---
llus y Penicillium, es común en las regiones más húmedas de todo el mundo. La enfermedad está asociada a la maduración y la pérdida de humedad en el campo y a las condiciones de almacenamiento después de la cosecha. Las pérdidas ocasionadas por estas lesiones afectan algo el rendimiento, pero más especialmente la calidad del grano. Los organismos vinculados a la enfermedad suelen ser secundarios, y que en la naturaleza son semiparásitos. La causa principal es que el maíz inmaduro de elevado contenido de humedad se deja en el campo demasiado tiempo o se almacena muy húmedo (12).

El moho es otro resultado de la actividad de los hongos de los almacenes. Una vez que los hongos han invadido extensamente las semillas, y las han consumido parcialmente, producen masas de esporas. Las semillas tienen un olor a moho y una apariencia mohosa. Las semillas pueden ser aglutinadas por los hongos. Esta es la primera evidencia de -- hongos para muchas personas que se dedican a almacenar semillas, y estas personas se dan cuenta de la infección, hasta

que se presenta esta fase. Sin embargo, esta fase es la fase final de la descomposición. Las fases preliminares que preceden al daño, pueden ser descubiertas solamente mediante técnicas especiales.

"Daño del germen", es un término que se aplica a los embriones o gérmenes castaño oscuro o negro, en los granos pequeños y en el maíz, causados por hongos de almacenes. Esta clase de daño es importante en granos o semillas que van a ser transformadas en harina u otro alimento. Los gérmenes dañados pueden quedar finalmente, como partículas negras en el producto final. Los gérmenes dañados generalmente contienen grandes cantidades de ácidos grasos y, a menudo, son extremadamente mohosos. Estos gérmenes imparten sabores desagradables al alimento. Los gérmenes dañados reducen la calidad mercantil y el precio de los granos alimenticios; y son indicio de una posible mala calidad de semilla.

Las esporas de los hongos de los almacenes se presentan en grandes cantidades, en el exterior de las semillas, al tiempo de la cosecha. También puede presentarse alguna ligera infección en las partes exteriores de las semillas. Sin embargo, aún cuando las plantas están expuestas a tiempo húmedo continuo durante la cosecha, los hongos no invaden las semillas suficientemente para causar reducción en -

la germinación. El daño de la infección ocurre posteriormente, cuando las semillas han sido almacenadas, y sólo si las condiciones del almacenaje son tales como para permitir el inóculo, ingénitamente presente en el crecimiento (4).

Además de los daños que causan los hongos a los granos almacenados, estos pueden llegar a producir enfermedades en el hombre, este es el caso de las esporas del Aspergillus fumigatus, que provocan la enfermedad llamada Aspergillosis cuya sintomatología se manifiesta por trastornos digestivos, respiratorios y nerviosos que son de efecto letal para los caballos y las aves, y que probablemente causen serias consecuencias en el hombre (7).

Temperatura y Humedad como factores determinantes en el almacenamiento de la semilla

Las semillas pueden ser almacenadas secas y mantenerse secas. La longitud de tiempo que las semillas pueden ser almacenadas sin pérdida de viabilidad, depende en mucho de las condiciones del medio ambiente de su almacén. Los factores principales son el contenido de humedad de las semillas mientras que están en el almacén y de la temperatura dentro del almacén.

Temperatura.

La temperatura es un factor determinante en el almacenamiento de granos y semillas al aumentar esta, aumenta la respiración y a mayor actividad respiratoria se disminuye la longevidad de la semilla (24). El proceso de la respiración se efectúa en todas las células vivas, para proporcionar la energía química requerida por el protoplasma para -- llevar a cabo las funciones metabólicas vitales en los or-- ganismos. Mediante la respiración se libera energía, debido a la oxidación bioquímica de los carbohidratos y de ---- otros materiales nutrientes (3).

El llamado calentamiento "espontáneo" de los granos almacenados, se debe al proceso respiratorio realizado por -- insectos, bacterias y hongos. El bajo calor específico de los granos impide que los calentamientos, que se originan -- casi siempre en las zonas más húmedas de la masa, se disi-- pen fácilmente a través del volumen de grano y por esto, la temperatura de los granos en una zona reducida, se incrementa. Este incremento de temperatura acelera más aún la velocidad de respiración de los granos en esas regiones y es -- así como continúa ascendiendo la temperatura en perjuicio -- de los granos almacenados (27).

La semilla almacenada puede ser dañada por el calor, -- como resultado de las actividades de los hongos de los almana

cenos. En un tiempo se pensó que el calentamiento era debido a la respiración natural del grano o de la semilla, en sí mismos. Muchos hombres prácticos que se dedican a almacenajes, todavía creen que esto es cierto. Ellos no saben que el grano o la semilla húmedos son destruidos en unas pocas horas por temperaturas ligeramente arriba de 37.8°C, y que después de la muerte, no existe respiración (4).

En estudios realizados con semillas de trigo, cebada, maíz, y otras, a temperaturas de 20 a 25°C, y con contenidos de humedad del grano superiores de 14 por ciento, se encontró que los granos eran atacados por diferentes géneros de hongos, bajando la calidad, el peso y el por ciento de germinación de las semillas (11).

Existe una gran variación con respecto a las temperaturas dentro de las cuales los hongos de los almacenes pueden realizar su crecimiento, este se encuentra limitado por una temperatura mínima y otra máxima dentro de la cual se encuentra la temperatura óptima para cada especie en particular. Los hongos mueren cuando la temperatura queda fuera del margen en el cual se efectúa el crecimiento. La muerte es repentina si la temperatura va más allá del máximo y lenta si está abajo de la mínima (4).

Qasem y Christensen (25) realizaron una investigación sobre almacenamiento de maíz con 14% de contenido de hume--

dad, al cual se le inocularon varias especies de Aspergillus para observar su efecto sobre la germinación y decoloración de los granos almacenados a dos diferentes temperaturas de 20 y 30°C, los resultados del experimento se presentan en la tabla 1.

Las semillas de maíz pueden ser almacenadas aún en altos contenidos de humedad tales como 16 y 18%, por períodos largos siempre y cuando la temperatura no sea mayor de --- 15°C, lográndose germinaciones hasta de 96%, aún después de dos años de almacenadas. Lo anterior puede hacerse extensivo a semillas tales como trigo, cebada, centeno, frijol y otras, debido a que a esta temperatura el desarrollo de los hongos de los almacenes no es tan significativo (26).

TABLA 1.- Efectos de la inoculación de diferentes especies de Aspergillus en la decoloración y germinación de maíz almacenado durante 2 años a 14% de humedad y a 20 y 30°C.

INOCULACION	TEMPERATURA (°C)	GERMINACION (%)	% DECOLORACION	
			Pardo	Ocre
<u>A. amstelodami</u>	20	97	0	4
	30	22	0	6
<u>A. chevalieri</u>	20	95	0	6
	30	0	64	34
<u>A. repens</u>	20	98	0	2
	30	0	6	18
<u>A. ruber</u>	20	97	0	4
	30	0	29	61
<u>A. ambrosus</u>	20	98	0	2
	30	0	14	57
No inoculada	20	99	0	0
	30	98	0	0

En la tabla anterior se aprecia que la germinación de las semillas fué menor en todos los casos cuando se almacenaron a temperaturas de 30°C y que los porcentajes de decoloración de las mismas fueron mayores a 30 que a 20°C, debido al mejor desarrollo de las especies de Aspergillus inoculadas a la temperatura de 30°C.

Lutey y Christensen (20) almacenaron semillas de cebada a 12 y 14% de humedad a temperaturas de 20 y 30°C respectivamente. Se almacenaron durante 53 semanas y se efectuaron determinaciones de porciento de germinación de las semillas y peso en miligramos de las raicillas de las plántulas de cebada, los resultados de este experimento se muestran en la tabla 2.

En la tabla 2 se observa que la germinación y el peso de las raicillas de las plántulas de cebada disminuye al aumentar la temperatura, humedad, y tiempo de almacenamiento. A temperatura y humedad elevadas se efectúa un rápido desarrollo de hongos que perjudican a las semillas causando una reducción en el porciento de germinación la cual, puede llegar a causar la muerte de las mismas o la producción de --- plántulas con desarrollo anormal o errático.

TABLA 2.- Influencia de la humedad, temperatura y tiempo de almacenamiento en el desarrollo de hongos y su influencia en la germinación y peso de las raicillas de plántulas de cebada.

% DE HUMEDAD	TEMPERATURA (°C)	NUMERO DE SEMANAS	% DE GERMINACION	PESO DE RAICILLAS (mg)
12.0	20	16	98	253
		24	94	250
		53	86	222
	30	16	97	240
		24	94	231
		53	87	206
14.0	20	16	99	232
		24	91	201
		53	98	168
	30	16	98	168
		24	81	134
		53	81	134

Humedad.

La humedad de los granos es un factor primordial en el almacenamiento ya que si estos se almacenan con un bajo contenido de humedad, los hongos que se encuentren presentes no podrán continuar su crecimiento, permanecerán en estado latente y no ocasionarán pérdidas durante su almacenaje.

De acuerdo con las necesidades de humedad, los hongos se clasifican de la siguiente manera:

Hidrófitos.- Cuando el mínimo de humedad relativa que requieren para un desarrollo óptimo es de 90%.

Mesófitos.- Cuando el mínimo de humedad relativa requerido está entre 80 y 90%.

Xerófitos.- Cuando el mínimo de humedad relativa requerido es menor de 80%.

Se puede decir, en general, que las levaduras ejemplifican a las formas hidrófitas; algunas especies de Penicillium a las mesófitas y miembros del género Aspergillus a las xerófitas. Por ello, estos últimos se encuentran frecuentemente desarrollándose en granos expuestos al aire, -- donde la humedad relativa es inferior al 80% (27).

Al existir un equilibrio dinámico, entre la humedad relativa del aire y el contenido de humedad del grano, es difícil determinar cuál de estas dos humedades es la más importante para la vida de los hongos. Sin embargo, para fines prácticos, se hace referencia a la humedad relativa en relación a la humedad del grano (4).

Los hongos van apareciendo desde el 65% de humedad relativa y aumentan a su óptimo. Se manifiestan primero en granos o semillas muertas o con poca vitalidad, o bien, en granos o semillas vivas que tengan rota la cubierta. Cuando la humedad relativa del medio ambiente alcanza un 75%, -- la mayoría de los granos o semillas alcanzan un equilibrio de 14% de humedad (base húmeda). Con este contenido de humedad, las esporas de los hongos contenidas en los granos o semillas germinan y se desarrollan, acelerándose este proceso a medida que la temperatura es superior a 25°C (27).

López y Christensen (19) realizaron una investigación para determinar el efecto de la humedad relativa (80 y 85%) sobre maíz inoculado con Aspergillus flavus a temperaturas de 20 y 25°C, los resultados se muestran en la tabla 3.

Se encontró que pequeños cambios en la humedad relativa mostraron una gran diferencia en el desarrollo de Aspergillus flavus, con la consiguiente reducción del poder germinativo de la semilla de maíz. Las temperaturas se mantuvieron siempre en el rango de 20 a 25°C.

TABLA 3.- Porcentajes de germinación de maíz inoculado con Aspergillus flavus y expuestos a humedades relativas de 80 y 85% a temperaturas de 20 a 25°C.

TRATAMIENTO	CONTENIDO DE HUMEDAD	DIAS ALMACENADAS	GERMINACION
80% de humedad relativa con fungicida FAV	15.8, 15.9	128	98,100
Sin fungicida e inoculada con <u>A. flavus</u>	15.9, 16.0	128	98,100
85% de humedad relativa con fungicida FAV	17.5	107	100
Sin fungicida e inoculada con <u>A. flavus</u>	17.1, 17.3	107	64, 76

Moreno y Christensen (23) realizaron un trabajo con el propósito de evaluar la acción de 3 fungicidas (arasan, tii--llatina y agrosan) en maíz almacenado a contenidos de hume--dad que variaron de 16.7 a 17.8% y a una temperatura de 20 - a 25°C.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes: arasan no tuvo efecto en reducir la pérdida de germinación y tilla tina y agrosan fueron parcialmente efectivos. Los fungicidas probados no ofrecen protección satisfactoria contra estos hongos, ya que estos fungicidas han sido desarrollados para proteger las plántulas en el campo y no para proteger las semillas en el almacén. Parece ser que estos fungicidas requieren para su funcionamiento la presencia de agua libre la cual no es posible bajo las condiciones normales de almacenamiento, pero sí lo es al momento de la siembra, lugar en que estos fungicidas protegen la plántula de sus enemigos naturales, los hongos.

El énfasis en la prevención de hongos de almacenes, es más importante que para insectos. No se conoce un tratamiento químico adecuado para evitar la infección por los hongos de los almacenes, o para su control una vez que la infección haya tenido lugar. Ninguno de los fungicidas que se usa para el tratamiento de semillas, para evitar el ataque de hongos que causan ahogamiento o pudrición de raíz en las plántulas, tiene utilidad contra los hongos de los almacenes. El daño en el almacén se puede evitar solamente, manteniendo el contenido de humedad o la temperatura o ambas, a un nivel tan bajo que los hongos no pueden prosperar. Ambos deben de conservarse bajos, para seguridad, especialmente en almacenamiento de larga duración (23).

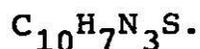
La prueba del cultivo en agar, se puede utilizar para determinar cuántas y qué clases de hongos pueden estar presentes cuando la semilla llega al almacén. La prueba debe aplicarse a muestras tomadas a intervalos durante su almacenaje, para saber si los hongos se están desarrollando y si la semilla se puede continuar almacenando sin peligro de --echarse a perder (4).

Los problemas relativos a la conservación de los granos almacenados son muy complejos, debido a la concurrencia de múltiples factores, gran parte de la resolución de ellos descansa en la investigación y en el conocimiento de las --causas que los originan.

Propiedades químicas y físicas del TBZ

El descubrimiento de las propiedades tóxicas del TBZ --contra los hongos fué recibido con muchas esperanzas en el campo de la fitopatología. Desde el año de 1964 en que Robinson (29) presentó este producto, ha sido el objeto de muchas investigaciones.

El nuevo fungicida comercialmente conocido como "Tec--to-60" tiene como nombre genérico Thiabendazole o TBZ (que será usado en este trabajo). Su nombre químico es 2-(4'- -thiazolylyl) benzimidazole. Su fórmula empírica se escribe



El compuesto tiene un peso molecular de 201.25 gr. Es estable a altas y bajas temperaturas, en agua, en soluciones ácidas y en soluciones alcalinas. No es volátil a la temperatura ambiente, se sublima a 310°C y alta presión atmosférica. Su punto de fusión está comprendido entre 304°C -305°C. Es soluble en buen número de solventes orgánicos - pero prácticamente insoluble en agua. Su solubilidad en agua a 25°C varía dependiendo del p^H. A p^H de 5-12 se disuelve menos de 0.05 mg por ml. A p^H menor de 5 la solubilidad aumenta y se disuelve aproximadamente 10 mg de TBZ -- por ml de H₂O(5 y 9).

Toxicidad del TBZ

Hoy día, gracias a los adelantos de las ciencias biológicas, se tiene un conocimiento relativamente profundo acerca del alcance potencial de la toxicidad de los pesticidas agrícolas y, como consecuencia se ha desarrollado una nueva conciencia en los pioneros de la biología moderna, lo que Van Rensselaer Potter llama "bioética" (32).

Conforme a este nuevo concepto el TBZ presenta las -- más amplias garantías. En varios animales se ha demostrado que el producto es tolerado, absorbido oralmente durante un período de dos años (18). Dosis de 100 mg por ml de peso,

repetidas diariamente en ratas no acusaron evidencia de toxicidad. Los resultados de los estudios sobre una toxicidad por vía oral denotan una LD_{50} de 0.81 gr por kg en ratones, 3.33 gr por kg en ratas y 3.85 gr por kg en conejos -- (18). La baja toxicidad del producto ha sido también confirmada en perros, ovejas, cabras y puercos; estos animales toleran fuertes cantidades de TBZ (18). También se ha comprobado que el thiabendazole casi no es tóxico al ser inhalado. Una inhalación crónica de 70 mg por m^3 de espacio no ha provocado efectos clínicos.

En la gran cantidad de experimentos en los cuales se han estudiado los efectos del TBZ casi no se ha reportado casos de fitotoxicidad (15, 21), pero Solel (30) informa -- que dosis de 1200 ppm de TBZ aplicado al follaje no causó fitotoxicidad pero que en forma de aspersion al suelo usando macetas individuales por planta y con 6 mg de TBZ por 3 kg de tierra observó clorosis en el margen de las hojas.

El TBZ no es el único en su género. Ya existen varios productos a base de benzimidazole diseñados con el propósito de un mayor número de usos.

Propiedades Sistémicas.

Usando diferentes técnicas como radioautografía, cromatografía y bioensayos, se ha demostrado que este com--

puesto posee propiedades sistémicas en las plantas.

El movimiento dentro de las plantas de este compuesto es de la raíz a las hojas, de las hojas a la raíz y de las hojas a las hojas (6).

Propiedades Antifungosas.

El TBZ reduce la formación de la aflotoxina por el oxígeno del hongo (28).

El TBZ ha mostrado un amplio grado de efectividad contra Deuteromicetos y Ascomicetos, pero no ha tenido control sobre Ficomicetos (2).

Propiedades Antihelmiticas.

El TBZ es usado en el ganado contra lombrices redondas gastrointestinales de importancia.

Este producto es activo contra formas inmaduras de las lombrices. Posee características ovicidas e inhibe el desarrollo embrionario de los huevecillos (5).

Trabajos sobre el TBZ.

Medina Luna (22) usó el TBZ para prevenir infecciones fungosas en naranjas almacenadas y destinadas al transporte. Usando los siguientes tratamientos: 0.00, 250, 500 y 1000 - ppm.

Los resultados que se obtuvieron fué de que todos los tratamientos resultaron superiores al testigo, quedando demostrado su efectividad.

González Galindo (16) usó el TBZ con el propósito de proteger a los cítricos durante el período de almacenamiento. Las dosis que usó fueron las siguientes: 0.00, 1000, 2500 y 5000 ppm. En esta investigación él observó que en dosis de 2500 y 5000 ppm en naranja temprana el ataque de organismos fungosos se redujo en un gran porcentaje 94.25 y 96.00% respectivamente permaneciendo los frutos almacenados por un período de 46 días.

Lyda y Burnett (21) utilizaron TBZ para controlar la "Pudrición Texana" en algodón. Inocularon suelo esterilizado con 0.5 gr de esclerocios de Phymatotrichum omnivorum, después de 30 a 40 días de sembrado el algodón agregaron al suelo en una solución acuosa a razón de 5.5 kg de material activo en 56 litros de agua por cada media hectárea.

El experimento duró 56 días en los cuales el TBZ controló de 75 a 81% la enfermedad.

Se sabe que el TBZ a bajas concentraciones inhibe tanto la germinación como el crecimiento de micelios, pero en ningún caso la inhibición de la germinación es total contra Penicillium arveatrum y Aspergillus oryzae (17). Se sabe -

también que es absorbido por las esporas al igual que las plantas superiores y que penetra en las diferentes partes de la célula, encontrándose un 37% en la pared celular y la pared nuclear, 42% en las mitocondrias y 30% en los ribosomas.

Adé (1) realizó pruebas "in vitro" con catorce organismos fungos causantes de diferentes enfermedades en vegetales para así estimar los efectos del TBZ en estos organismos. El TBZ se usó en las siguientes diluciones: 1, 10, 100 y 1000 ppm.

Las especies que se estudiaron fueron: Aspergillus niger aislado de fruta de mango; Alternaria solani aislado del fruto del chile; Fusarium solani de tubérculo de papa; Verticillium sp de fruta de aguacate; Fusarium sp de fruta de calabaza; Alternaria sp de vainas de chícharo; Rhizopus stolonifer de tomate; Helimonthosporium maydis de maíz; Fusarium roseum de aguacate; Fusarium oxysporum y F. lycopersicum de raíces de tomate; Pestalotia sp de raíces de aguacate; Trichothecium sp de fruta de chile y Alternaria cucumerina de hojas de calabaza.

El TBZ inhibió en 10 ppm a Pestalotia sp; en 100 ppm. inhibió a Aspergillus niger, Trichothesium sp, Fusarium solani y F. oxysporum y F. lycopersici. A 1000 ppm inhibe a Fusarium sp y detiene el crecimiento de Verticillium sp y de

Fusarium roseum.

En las demás especies estudiadas el TBZ solo redujo el desarrollo. El mismo autor cree que quizás a dosis mayores hubiera podido inhibirlas.

Castrejón Sanguino (10) realizó una investigación con el propósito de poder evaluar la actividad sistémica del TBZ en algodón, para protegerlo del ataque del P. omnivorum.

Este experimento lo desarrolló en la cámara bioclimática; la semilla de algodón se sembró en arena sílica esterilizada; después de 7 días las plantas se trasladaron a sus unidades experimentales. El suelo de las unidades experimentales fué inoculado cinco días antes con P. omnivorum, dejó un testigo sin inóculo.

Cuando se realizó el trasplante, las plántulas recibieron su dosis de fungicida. En esta investigación se usaron dosificaciones de 0.00, 1000, 2000, 3000, 4000 y 5000 ppm. El fungicida se aplicó al suelo inoculado y a las plántulas.

Cuando se efectuó la evaluación no hubo efecto aparente del ataque del hongo; lo único que se observó fué la diferencia de altura en las diferentes dosificaciones. Las plantas más altas fueron las que tenían dosis de 2000 ppm.

Bonilla Reyes (8) también estudió el TBZ. Evaluó la -

acción fungicida del producto en algodónero, para el control del hongo Phymatotrichum omnivorum, causante de la "Pudrición Texana" en aplicaciones al suelo, al follaje y al suelo y al follaje conjuntamente.

La dosificación que usó fué de 1000 ppm. Observó que el tratamiento que controló el desarrollo del hongo fué el de aplicación al suelo y follaje conjuntamente.

Erwin (14) y colaboradores para demostrar las propiedades sistémicas del TBZ realizaron un experimento en algodón de 3 a 4 semanas de edad. Las plantas fueron inoculadas con conidias de Verticillium alboatrum mediante punción en el tallo, usando una concentración de 5 por 10^6 conidias por ml de agua destilada.

El TBZ se aplicó al suelo en una concentración de 0, 50, 100 y 500 ppm. La dosis de 500 ppm previno la aparición de la enfermedad. Durante 57 días que fué el tiempo que duró el experimento, a 100 ppm redujo en un 52% la incidencia y a 50 ppm la redujo a un 39%.

El TBZ es el primer fungicida curativo contra Cercospora beticola, pudo detener los daños cuando ya era latente la infección (31).

En fin Eaves (13) considera como una acción positiva -

el que el TBZ retrasa el envejecimiento de "colecitas de -- Bruselas", al igual que un incremento de CO₂ en el ambiente o un tratamiento por luz.

Todas estas propiedades de los compuestos de benzimidazole confirman un posible uso provechoso de ellos en la --- agricultura.

MATERIAL Y METODOS

La presente investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Fitopatología del edificio de Graduados del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. --- Constó de un experimento trifactorial con arreglo combinatorio 4 x 4 x 5 y distribución completamente al azar, con 4 - repeticiones.

La duración de este trabajo fué de octubre de 1973 a - marzo de 1974.

Las unidades experimentales fueron frascos brocales -- herméticos, sellados además con cinta "type", para evitar - pérdidas de humedad. Estos contenían un kg de maíz blanco dentado, al cual se le determinó el porcentaje de germina-- ción antes de almacenarlo. La variedad de maíz empleada -- fué "Breve de Padilla".

Este maíz no contenía insecticidas, fungicidas o cua-- lesquier otro producto que pudiese interferir con la acción del fungicida TBZ por evaluar.

Con anterioridad a la fecha de aplicación del fungici-- da se hicieron varias pruebas para determinar la cantidad - de agua necesaria para asperjar completamente un kg de tal manera que su contenido de humedad aumentará menos del 1%,

encontrándose que 10 ml de agua, fué una cantidad suficiente.

Las aplicaciones se hicieron con una bomba de vacío, - unida a un aspersor "De Vilbis" y fueron a razón de 10 millilitros de la dosificación correspondiente por kilogramo de semilla de maíz.

Se almacenó durante cinco meses a temperatura del laboratorio y a cuatro diferentes contenidos de humedad: 12, 14, 16 y 18% de humedad del grano y con aplicaciones del fungicida Tecto 40, con 4 dosificaciones equivalentes a 0, 15, - 30 y 45 gr de material técnico por tonelada de semilla, diluyéndose cada dosis en 10 lts. de agua.

Mensualmente se tomaron los siguientes datos: determinación del contenido de humedad del grano utilizando la máquina modelo "Steinlite", y obtención del porcentaje de germinación de las mismas, por el método de "muñeca".

La máquina modelo "Steinlite" usada para la determinación de la humedad del grano, mide la conductividad eléctrica, la cual depende del contenido de humedad del grano. La máquina proporciona una lectura con la cual se obtiene el - porcentaje de humedad en tablas ya establecidas para cada -- cultivo, esta lectura se corrige con otro valor de temperatura del grano al cual se desea determinar el porcentaje de

humedad y de este modo queda determinado el contenido de humedad del grano.

El método de "muñeca" usado para la determinación del por ciento de germinación del maíz consiste en: colocar 100 o más semillas sobre papel toalla húmedo, el cual se enro--lla en tal forma que no quede ni muy apretado que entorpezca la germinación, ni muy suelto que provoque la caída de - las semillas o su desplazamiento dentro del mismo.

Los rollos fueron numerados en los márgenes para fines de identificación y se mantuvieron húmedos a temperatura ambiente durante 7 días, al final de los cuales se efectuó el conteo de las semillas que germinaron y de las que no lo hicieron.

Se utilizó el medio de cultivo Malta-agar para la de--terminación de hongos presentes en el maíz almacenado, colo--cándose 10 semillas en cajas petri sobre el medio de culti--vo, a una temperatura de 26 a 28°C por 72 horas, al final - de las cuales se efectuó un conteo del número de semillas - con hongos y número de semillas "sin daño aparente". Ade--más se tomaron las temperaturas máximas y mínimas ambienta--les del cuarto de almacenamiento. La determinación de los hongos presentes en el maíz almacenado fué visual, auxilia--da con el microscopio.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Pruebas de Germinación

En este experimento se almacenó maíz de la variedad -- "Breve de Padilla" a cuatro diferentes contenidos de hume-- dad del grano siendo estos: 12, 14, 16 y 18%, con aplicaciones del TBZ de 0, 1500, 3000 y 4500 ppm del producto. El - tiempo de almacenamiento fué de 150 días, cada 30 días se - determinó el porciento de germinación de las muestras de -- tratamientos.

Los valores obtenidos de porciento de germinación de - las semillas de maíz durante el tiempo que se efectuó este experimento, se tomaron como base para evaluar la acción de el fungicida TBZ sobre los hongos de los almacenes.

No se logró encontrar la dosis óptima del fungicida, - sino que se determinó el rango en donde posiblemente se encuentre, siendo este de 3000 a 4500 ppm del producto TBZ.

Las semillas tratadas con dosificaciones de 3000 y --- 4500 ppm del producto TBZ, obtuvieron los porcentajes de -- germinación más elevados, aún en altos contenidos de hume-- dad tales como 16 y 18%.

A partir del tercer mes de almacenaje, se observó en - el maíz almacenado a 16 y a 18% de humedad, decoloraciones

y olor desagradable, pero en las dosis de 3000 y 4500 ppm, estos efectos fueron menos notables.

Durante el tiempo que estuvo almacenado el maíz, no se encontró diferencia significativa en cuanto a germinación - entre el que se almacenó 12 y el que se almacenó a 14% de - humedad.

En la tabla 4 se observa la manera como fué disminuyendo el porcentaje de germinación de las semillas de maíz, de acuerdo a la humedad con que se almacenó, a la dosis empleada y al tiempo de almacenamiento.

TABLA 4.- Porcientos de germinación de semillas de maíz tratadas con varias dosis de TBZ y almacenadas a diferentes contenidos de humedad durante 150 días. Datos promedios de 4 repeticiones.

% de Humedad	Dosis de TBZ en ppm.	Días de almacenaje				
		30	60	90	120	150
Porcientos de germinación (1)						
12	0	98	97	96	96	95
	1500	98	96	97	96	95
	3000	98	98	97	98	98
	4500	97	97	98	96	96
14	0	97	96	96	92	90
	1500	97	96	97	94	94
	3000	98	98	96	96	96
	4500	98	97	98	97	96
16	0	83	72	62	49	40
	1500	85	74	68	56	45
	3000	92	87	72	64	58
	4500	88	76	68	57	52
18	0	82	63	40	34	21
	1500	84	66	45	31	24
	3000	90	78	56	42	37
	4500	86	74	49	44	32

(1) Germinación inicial 98%.

En la tabla 5 se observan los porcentajes de humedad a los que se almacenó maíz durante 150 días con diferentes -- aplicaciones del fungicida TBZ; los porcentajes de humedad permanecieron relativamente constantes durante los 150 días que duraron almacenadas.

TABLA 5.- Porcentajes de humedad de semillas de maíz almacenadas durante 150 días a diferentes contenidos de humedad y tratadas con varias dosis de TBZ. Datos promedios de 4 repeticiones.

% de Humedad	Dosis de TBZ en ppm.	Días de almacenaje				
		30	60	90	120	150
Porcientos de humedad						
12	0	12.25	12.03	11.95	12.06	12.34
	1500	12.17	12.00	12.30	12.28	12.23
	3000	12.12	11.96	12.22	12.17	12.10
	4500	12.14	11.94	12.05	12.18	12.27
14	0	14.28	14.04	14.23	14.12	14.25
	1500	14.27	14.16	14.26	14.22	14.28
	3000	14.06	14.23	14.38	14.27	14.08
	4500	14.30	14.19	14.29	14.30	14.32
16	0	16.41	16.11	16.09	15.85	16.42
	1500	16.45	16.26	16.12	16.29	16.36
	3000	16.34	16.04	16.27	16.31	16.37
	4500	16.42	16.08	16.21	16.17	16.44
18	0	18.09	18.27	17.93	17.94	18.07
	1500	17.73	17.97	18.04	17.92	17.94
	3000	17.96	18.16	18.15	17.86	18.00
	4500	18.32	18.12	18.06	18.04	18.16

En la tabla 6 se encuentra el análisis de varianza para pruebas de germinación de semillas de maíz almacenadas, el análisis indicó que la dosis a usar del TBZ depende de las condiciones ambientales y del porcentaje de humedad del grano. El coeficiente de variabilidad de 1.97 sugiere confianza en los datos y en el manejo del experimento.

TABLA 6.- Análisis de varianza para pruebas de germinación de semillas de maíz almacenado a diferentes contenidos de humedad y tratadas con varias dosis de TBZ, durante 150 días de almacenaje.

CAUSAS	G.L.	S.C.	S ²	F	F ₀₅	F ₀₁
Meses	4	6657.0	1664.25	690.56**	2.61	3.83
Humedad	3	27391.9	9130.63	3788.64**	2.84	4.31
Dosis	3	649.1	216.36	89.77**	2.84	4.31
M x H	12	6028.2	502.35	208.44**	2.00	2.66
M x D	12	71.0	5.91	2.45 *	2.00	2.66
H x D	9	378.3	42.03	17.43**	2.12	2.89
Error	36	86.8	2.41			
Total	79	41262.0	522.30			

C.V. = 1.97

En la tabla 7 se observa que el porcentaje de germinación de las semillas de maíz almacenadas disminuye, al aumentar el contenido de humedad con que se almacenó y al aumentar el tiempo de almacenaje.

TABLA 7.- Cuadro de doble entrada para valores de germinación de semillas de maíz, para la interacción Mes x Porcentaje de humedad. $w = q S_{\bar{x}} = 2.95$.

MES	Porcentaje de humedad				PROMEDIO
	12	14	16	18	
Porcentaje de germinación					
Noviembre	97.75	97.50	87.00	85.50	91.93
Diciembre	97.00	96.75	77.25	70.25	85.31
Enero	97.00	96.75	67.50	47.50	77.18
Febrero	96.50	94.75	56.50	37.75	71.37
Marzo	96.00	94.00	48.75	28.50	66.81
PROMEDIO	96.85	95.95	67.40	53.90	

En la tabla 8 se aprecia que los porcentajes de germinación de las semillas de maíz almacenado, disminuyen al aumentar el tiempo de almacenaje, pero además se observa que, los porcentajes de germinación más elevados corresponden en orden descendiente a las semillas tratadas con dosis de --- 3000, 4500, 1500 y por último el testigo, de donde se de--- muestra la efectividad del producto TBZ en comparación con el testigo.

TABLA 8.- Cuadro de doble entrada para valores de germina-- ción de semillas de maíz, para la interacción MES x DOSIS de TBZ. $w = q S_{\bar{x}} = 2.95$.

MES	Dosis de TBZ (ppm)				PROMEDIO
	0	1500	3000	4500	
Porcientos de germinación					
Noviembre	90.00	91.00	94.50	92.25	91.93
Diciembre	82.00	83.00	90.25	86.00	85.31
Enero	73.50	76.75	80.25	78.25	77.18
Febrero	67.75	69.25	75.00	73.50	71.37
Marzo	61.50	64.50	75.25	64.00	66.81
PROMEDIO	74.95	76.90	82.45	79.80	

En la tabla 9 se aprecia que los porcentajes de germinación de las semillas de maíz almacenadas disminuyen, al - aumentar el contenido de humedad con que se almacenaron no- tándose también, que los porcentajes de germinación más al- tos corresponden a las semillas tratadas con dosis de 3000, y 4500 ppm del producto TBZ.

TABLA 9.- Cuadro de doble entrada para valores de germinación de semillas de maíz, para la interacción DOSIS x PORCIENTO DE HUMEDAD. $w = q S_x = 2.95$.

DOSIS	Porciento de humedad				PROMEDIO
	12	14	16	18	
Porciento de germinación					
Testigo	120.50	117.75	76.50	60.00	93.68
1500 ppm.	120.50	119.50	82.00	62.50	96.12
3000 ppm.	122.25	121.00	93.25	75.75	103.06
4500 ppm.	121.00	121.50	85.25	71.25	99.75
PROMEDIO	121.06	119.93	84.25	67.37	

Sanidad de la semilla

Se almacenó maíz a diferentes contenidos de humedad, - diferentes dosis y durante 150 días, mensualmente se tomaron muestras de los diferentes tratamientos, de cada uno de estos se tomaron 10 semillas de maíz y se colocaron sobre el medio de cultivo "Malta-Agar", para determinar el número de semillas con hongos y el número de semillas sin "daño aparente", los resultados obtenidos se muestran en la tabla 10.

En la misma tabla se aprecia el número de semillas sanas de maíz en porcentaje, este disminuyó al aumentar el tiempo de almacenaje, notándose además que los porcentajes más altos corresponden a las semillas tratadas con dosis de 3000 y de 4500 ppm. del producto fungicida TBZ.

TABLA 10.- Número de semillas sanas de maíz en por ciento, - transformadas por $X = \arcsen \sqrt{X}$. Almacenadas durante 150 días a diferentes contenidos de humedad y tratadas con varias dosis de TBZ.

% de Humedad	TBZ DOSIS en ppm.	Días de almacenaje				
		30	60	90	120	150
		Porcientos de semillas sanas				
12	0	26.56	—	—	26.56	18.44
	1500	39.23	18.44	26.56	—	33.21
	3000	50.77	45.00	45.00	39.23	39.23
	4500	33.21	26.56	39.23	45.00	26.56
14	0	33.21	18.44	26.56	—	—
	1500	26.56	—	33.21	—	—
	3000	50.77	33.21	39.23	33.21	33.21
	4500	56.70	39.23	18.44	26.56	—
16	0	—	26.56	—	—	18.44
	1500	39.23	18.44	—	26.56	—
	3000	56.70	45.00	33.21	26.56	26.56
	4500	50.77	39.23	26.56	—	26.56
18	0	—	18.44	—	—	—
	1500	26.56	18.44	18.44	—	—
	3000	33.21	26.56	—	18.44	26.56
	4500	26.56	18.44	26.56	—	—

En la tabla 11 se encuentra el análisis de varianza para número de semillas sanas, el cual indicó que no existe ninguna interacción entre los diferentes factores de variación, sino que éstos actúan como factores independientes.

Se encontró diferencia altamente significativa entre meses de almacenamiento por ciento de humedad del grano de maíz y dosis de TBZ, por lo que se hizo la prueba de Duncan para cada factor. Los datos son de escasa confianza por ha

berse obtenido un coeficiente de variabilidad de 54% lo ---
cual indica las dificultades para evaluar los daños de los
hongos al grano.

TABLA 11.- Análisis de varianza para número de semillas sanas de maíz, almacenadas a varios contenidos de humedad y tratadas con varias dosis de TBZ, durante 150 días de almacenamiento.

CAUSAS	G.L.	S.C.	S ²	F	F ₀₅	F ₀₁
Meses	4	3,994.0	998.5	6.99*	2.61	3.83
Humedad	3	2,676.6	892.2	6.24*	2.84	4.31
Dosis	3	7,028.4	2342.8	16.40*	2.84	4.31
M x H	12	1,981.5	165.1	1.15	2.00	2.66
M x D	12	1,129.0	94.1	0.65	2.00	2.66
H x D	9	713.3	79.3	0.55	2.12	2.89
Error	36	5,140.4	142.8			
Total	79	22,663.2	286.9	C.V. = 54.14		

Resultados de la prueba de Duncan para número de semillas sanas:

Para % de humedad del grano

28.93 23.42 23.01 12.91
12% 14% 16% 18%

Para meses de almacenamiento

34.37 24.49 20.81 15.13 15.54
Nov. Dic. Ene. Feb. Mar.

Para las DOSIS de TBZ

35.07 26.30 16.24 10.66
3000 4500 1500 0

La tabla 12 muestra el número total de semillas de ---
maíz con Aspergillus ochraceus y Aspergillus glaucus, se en

contró que a 12 y 14% de humedad predominó el A. ochraceus y a 16 y 18% de humedad predominó el A. glaucus.

TABLA 12.- Número total de semillas de maíz con Aspergillus ochraceus y Aspergillus glaucus, en semillas almacenadas durante 150 días a 4 diferentes contenidos de humedad.

% de Humedad	<u>Aspergillus:</u>	Número de semillas					Total
		Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	
12	<u>ochraceus</u>	16	24	18	22	19	99
	<u>glaucus</u>	9	8	11	7	11	46
14	<u>ochraceus</u>	16	26	21	22	19	104
	<u>glaucus</u>	6	6	9	13	18	52
16	<u>ochraceus</u>	8	11	14	7	10	50
	<u>glaucus</u>	15	17	21	29	25	107
18	<u>ochraceus</u>	11	8	14	15	12	60
	<u>glaucus</u>	22	27	23	24	26	122

En la tabla 13 se encuentran los rangos de temperaturas máximas y mínimas mensuales, del local en donde se almacenó el maíz, notándose que los rangos de temperaturas tanto de máximas como de mínimas, son estrechos en comparación con las del medio ambiente.

TABLA 13.- Rangos de temperatura y máximas y mínimas mensuales del local en donde se almacenó maíz a diferentes contenidos de humedad, tratado con varias dosis de TBZ durante 5 meses de almacenamiento.

MES	Temperaturas en °C.			
	Rango de Máximas	Media Máxima	Rango de Mínimas	Media Mínima
Octubre	20.0-25.5	22.96	18.8-23.3	20.55
Noviembre	20.0-28.3	24.20	17.2-25.5	21.68
Diciembre	16.1-28.2	22.54	15.5-23.8	19.38
Enero	16.6-25.5	22.51	12.7-21.1	18.48
Febrero	21.1-27.7	23.59	15.0-22.2	18.65
Marzo	23.3-26.6	24.92	21.1-23.3	21.98

Como se aprecia en la tabla 14, los rangos mensuales de temperatura máximas y mínimas ambientales, son muy amplios en comparación con las del cuerto de almacenamiento que permanecieron relativamente estables.

TABLA 14.- Rangos de temperaturas y medias mensuales máximas y mínimas ambientales, durante los 5 meses que duró el maíz almacenado a diferentes contenidos de humedad. Octubre a Marzo de 1974.

MES	Temperaturas en °C.			
	Rango de Máximas	Media Máxima	Rango de Mínimas	Media Mínima
Octubre	19.6-28.5	24.91	10.5-19.8	16.28
Noviembre	17.5-32.7	25.57	12.0-21.4	15.97
Diciembre	11.7-31.6	22.01	1.0-18.5	10.86
Enero	3.4-31.0	21.11	1.6-16.1	10.21
Febrero	11.8-33.6	24.39	4.8-20.1	11.88
Marzo	16.0-34.5	27.73	11.0-20.5	17.19

DISCUSION

El fungicida TBZ demostró su efecto sobre los hongos - de los almacenes, debido a que las semillas tratadas con dosis de 3000 y 4500 ppm del producto, tuvieron mayor porcentaje de germinación y las decoloraciones y olores desagradables fueron menores en estas dosis que en el testigo, aún - en altos contenidos de humedad tales como 16 y 18 por ciento.

Bajo las condiciones locales en que se efectuó este experimento, no se logró encontrar la dosis óptima del fungicida TBZ, pero su efectividad quedó comprobada y aunque este es tan sólo un experimento preliminar, es posible que -- pueda ser una solución al problema del almacenamiento.

Se debe continuar la investigación en diferentes locales, años, dosis y condiciones ambientales distintas, para que quede completamente confirmado la eficacia del producto.

Los problemas relativos a la conservación de los granos y semillas almacenados, son muy complejos debido a la - concurrencia de múltiples factores, de entre los principales se encuentran: temperatura y humedad del grano, temperatura ambiental y humedades relativas altas, carencia de almacenes adecuados, etc., gran parte de la resolución de --- ellos descansa en la investigación y en el conocimiento de las causas que los originan.

CONCLUSIONES

- 1.- Es factible utilizar el fungicida TBZ en maíz almacenado con altos contenidos de humedad tales como 16 y 18 por ciento, por un espacio de tiempo no mayor de 2 meses.
- 2.- La dosificación del TBZ depende de las condiciones ambientales y del porcentaje de humedad del grano.
- 3.- La dosis óptima del fungicida se encuentra entre 3000 y 4500 ppm de TBZ, mostrando cierta superioridad la dosis de 3000 ppm del producto en comparación con la de 4500.
- 4.- El maíz almacenado a 16 y 18% de humedad, se descompone a partir del tercer más presentándose decoloraciones en la semilla y olor desagradable. Pero en las dosis de 3000 y 4500 ppm de TBZ, estos efectos fueron menos notables.
- 5.- La dosis de 1500 ppm de TBZ, resulta insuficiente y de efectos casi nulos.
- 6.- Las condiciones óptimas de humedad en el grano para el desarrollo de Aspergillus ochraceus son de 12 a 14% y para Aspergillus glaucus es de 16 a 18 por ciento.

RESUMEN

Con el fin de proteger la semilla de maíz durante su almacenamiento contra la acción de los hongos que atacan los granos almacenados, se ensayó el producto fungicida 2-(4-Tiazolil) Benzimidazol (TBZ) en varias concentraciones.

El producto TBZ se probó en concentraciones de 1500, 3000 y 4500 ppm. Cada una de estas concentraciones se aplicó respectivamente a muestras de maíz almacenado con 12, 14, 16 y 18% de humedad; contándose además con una muestra testigo para cada nivel de humedad. El experimento se mantuvo bajo observación durante 150 días, determinándose cada 30 días el porcentaje de germinación de los tratamientos individuales.

Las muestras se colocaron en frascos brocales herméticos con capacidad de 3 lts. fueron sellados además con cinta "type" para evitar pérdidas de humedad.

Los valores obtenidos de porcentaje de germinación de las semillas de maíz durante el tiempo que se efectuó este experimento, se tomaron como base para evaluar la acción de el fungicida TBZ sobre los hongos de los almacenes.

El maíz se almacenó a diferentes contenidos de humedad, diferentes dosis y tiempos de almacenaje, se tomaron mensua

sualmente muestras de los tratamientos y de cada uno de --- ellos se tomaron 10 semillas de maíz y se colocaron sobre - el medio de cultivo "Malta-Agar", para determinar el número de semillas con hongos y el número de semillas sin "daño -- aparente".

No se logró encontrar la dosis óptima del fungicida, - sino que se determinó el rango en donde posiblemente se en- cuentra, siendo este de 3000 a 4500 ppm del producto TBZ.

Es factible el utilizar el fungicida TBZ en maíz alma- cenado con altos contenidos de humedad tales como 16 y 18% por un espacio de tiempo no mayor de 2 meses.

El fungicida TBZ demostró su efecto sobre los hongos - de los almacenes, debido a que las semillas tratadas con do- sis de 3000 y 4500 ppm del producto, tuvieron mayores por-- centajes de germinación y las decoloraciones y olores desa- gradables, fueron menores en estas dosis que en el testigo, aún en altos contenidos de humedad como 16 y 18%.

La dosis de 1500 ppm del fungicida TBZ resulta insufi- ciente y de efectos casi nulos.

Este trabajo se llevó a cabo en el laboratorio de Fito- patología del edificio de Graduados del Instituto Tecnológi- co y de Estudios Superiores de Monterrey.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- ADE, E. 1971. Pruebas "in vitro" sobre varios organismos fungosos. Esc. de Agr. y Ganadería. I.T.E.S.M. México. Tesis sin publicar.
- 2.- ANONIMO. 1955. Pudrición Texana de la raíz. Secretaría - de Agricultura y Ganadería. México.
- 3.- ANONIMO. 1965. Cosechas. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. 1a. Ed. Editorial Herrero. México. p. 443-455.
- 4.- ANONIMO. 1969. Semillas. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. México. p. 610-645.
- 5.- ANONIMO. 1970. Thiabendazole para ganado. Boletín Técnico Merck Sharp and Dhome International. New York. U.S.A.
- 6.- ANONIMO. 1970. Tecto. A new board spectrum systemic fungicide effective against many major fungal pathogens. Boletín de divulgación Merck Sharp. New York. U.S.A.
- 7.- ALEXOPOULOS, C. J. 1966. Introducción a la Micología. 2a. Ed. Editorial Eudeba, Buenos Aires. p. 220, 274-276.
- 8.- BONILLA REYES, M. 1972. Aplicación del 2-(4 Tiazolil) -- Bencimidazol (TBZ) para el control de Phymatotrichum omnivorum causante de la "Pudrición Texana"

del algodón, bajo condiciones de invernadero. - Esc. de Agr. y Gan. I.T.E.S.M. Monterrey, N.L. México. Tesis sin publicar.

- 9.- BROWN, D.H. 1969. The chemistry of Thiabendazole. Texas report on Biology and medicine. 27 (2). Nov. - 533-536.
- 10.- CASTREJON, S.A. 1972. Pruebas de evaluación de la actividad sistémica del TBZ, 2-(4 Tiazolil) Benzimidazol en algodón (Gossypium hirsutum) para el control del hongo Phymatotrichum omnivorum (Shear) Duggar, bajo condiciones de cámara bioclimática. Esc. de Agr. y Gan. I.T.E.S.M. Tesis sin publicar.
- 11.- CHRISTENSEN, C.M. 1964. Effect of moisture content and length of storage period upon germination percentage of seeds of corn, wheat and barley free of storage fungi. *Phytopathology*. 54: 1464-1466.
- 12.- DICKSON, J.G. 1963. Enfermedades de las Plantas de Gran Cultivo. Ed. Salvat, S.A. México. p. 97-103.
- 13.- EAVES, C.A. y F.R. Forsyth. 1968. The influence of light, modified atmosphere and benzimidazole on brussels sprouts. *The Journal of Horticultural Science*. 43: 317-322.
- 14.- ERWIN, D.C., J.J. SIMS y J. PATRIDGE. 1968. Evidence -- for the systemic fungitoxic activity of 2-(4Tiazolil) benzimidazole in the control of verticillium wild of cotton. *Phytopathology*. 58: 860-865.

- 15.- ERWIN, D.C., MET, H., y J.J. SIMS. 1968. The systemic effect of 1-(butylcarbonyl)-2 benzimidazole carbamic acid, metyl ester, on verticillium wilt of cotton. *Phytopathology*. 58: 528-529.
- 16.- GONZALEZ GALINDO, M.A. 1971. Empleo del 2-(4-Tiazolil) Benzimidazol (TBZ) contra microorganismos causantes de infecciones en frutos cítricos durante el proceso de almacenamiento. I.T.E.S.M. Monterrey, N.L. México. Tesis sin publicar.
- 17.- GOTTLIEB, D. y K. KUMAR. 1970. The effect of thiabendazole on spore germination. *Phytopathology* 60: -1451-1455.
- 18.- KURT, E.W. 1969. Thiabendazole, a new Systemic Fungicide. *Proceedings*. 2: 340-346.
- 19.- LOPEZ, L.C. y C.M. CHRISTENSEN. 1967. Effect of moisture content and temperature on invasion of stored corn by Aspergillus flavus. *Phytopathology*. 57: 588-590.
- 20.- 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: 713-716.
- 21.- LYDA, S.D. y E. BURNETT. 1970. Influence of benzimidazole fungicides on Phymatotrichum omnivorum and Phymatotrichum root rot of cotton, *Phytopathology*. 60: 726-728.

- 22.- MEDINA, L.C.M. 1969. Evaluación del 2-(4-Tiazolil) benzimidazol en naranja contra los hongos Penicillium italicum sacc y P. digitatum Wehner. Esc. de Agr. y Gan. I.T.E.S.M., Monterrey, N.L. México, Tesis sin publicar.
- 23.- MORENO, M.E. y C.M. CHRISTENSEN' 1970. Efecto de la humedad y hongos sobre la viabilidad de maíz almacenado. Revista Latinoamericana de Microbiología. México, D.F. 12: 115-121.
- 24.- OLMEDO VARGAS, G. 1958. Investigaciones tecnológicas sobre la calidad en semillas de maíz. Comisión Nacional de Maíz S.A.G. México, D.F. p. 13-26.
- 25.- 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.
- 26.- 1960. Influence of various factors on the determination of stored -- corn by fungi Phytopathology. 50: 703.
- 27.- RAMIREZ GENEL, M. 1966. Almacenamiento y Conservación de Granos y Semillas. 1a. Ed. Editorial C.E.C. S.A. México. p. 13-37, 41-63.
- 28.- ROBINSON, H.J. y R. HILL. 1969. Thiabendazole: toxicological, pharmacological and antifungal properties. Texas Reports on Biology and Medicine. 27: 537-560.

- 29.- ROBINSON, H.J. 1964. Antimycotic properties of thiabenzodazole. J. Invest. Dermatol. 42: 479-482.
- 30.- SOLEL, Z. 1970. The systemic fungicidal effect of benzimidazole derivatives and thiophanate against cercospora leaf spot of sugarbeet. Phytopathology. 60: 1186-1189.
- 31.- STALLNECHT, G.F. y G.L. GRANE. 1969. The therapeutic effect of thiabendazole against cercospora leaf spot on sugar beets when applied as a soil --- drench. Phytopathology. 59: 393.
- 32.- VAN RENSSELAER, P. 1971. Bioethics. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs. N.J., U.S.A. pp. 4, 9, 63, 64.

