

52
2ej.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

FACULTAD DE CIENCIAS.

**USO DE FUNGICIDAS EN LA PRESERVACION
DE SEMILLA DE MAIZ ALMACENADA CON
ALTO CONTENIDO DE HUMEDAD.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O .

P R E S E N T A:

MARIA DE LOS ANGELES DOMINGUEZ ESPINOS.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INTRODUCCION.

La conservación de los alimentos ha sido motivo de preocupación para el hombre desde que este desarrollo la agricultura; entre los problemas a los que se ha enfrentado se encuentra el almacenamiento y conservación de los productos obtenidos en sus cosechas. El hombre ha sentido la necesidad de que sus granos se almacenen en forma segura, protegiéndolos así de sus competidores naturales, insectos, roedores y hongos, de tal manera que pueda utilizarlos de acuerdo con sus necesidades.

La producción mundial de maíz es destinada tanto para la alimentación del hombre como para la de los animales domésticos, así como para la producción de alcohol industrial y potable, la producción de almidón, aceite y de otros productos. Por otra

parte también se produce como simiente que asegure la producción de futuras cosechas.

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

En nuestro país no existen datos estadísticos que muestren la magnitud de las pérdidas poscosecha de granos, sin embargo algunos estudios preliminares y estimaciones sobre este problema, revelan que éstas pérdidas son considerables. En 1974 la entonces Secretaría de Agricultura y Ganadería en un estudio conjunto con Almacenes Nacionales de Depósito y el Instituto de Biología de la UNAM, encontraron que las pérdidas en el medio rural para maíz fueron del orden de 30% del grano almacenado en las trojes, lo cual representó más de un millón de toneladas. En 1983 el programa Nacional de Alimentación ha señalado que en nuestro país por deficiencias en la infraestructura y en los servicios para la recepción, acondicionamiento, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de los granos, se generan mermas del orden del 10% de las cosechas.

Estimaciones que se han hecho a nivel internacional (FAO) sobre las pérdidas poscosecha, señalan que se pierde alrededor de 5% de la cosecha mundial de granos, antes de llegar al consumidor Variando la magnitud de las pérdidas de país a país y de año a año. En la India, parte de Africa y en algunos de los países de América, se ha estimado que se pierde un 30% de la cosecha anual.

Como se puede ver, comunmente las pérdidas son más altas en países que menos pueden afrontarlas, en parte por que los climas son favorables al deterioro de toda clase de productos almacenados, pero también debido a la falta de conocimientos y facilidades para reducir o prevenir tales pérdidas. Muchas de estas pérdidas son innecesarias, como resultado de la ignorancia o descuido, o de ambos factores.

Factores de perdida en granos almacenados.

La función primordial de un almacén, de cualquier tipo ó capacidad, es la de proporcionar a los granos y sus productos toda la protección posible contra los factores adversos del medio ambiente, para garantizar su conservación adecuada a corto o a largo plazo. El almacén debe proteger a los granos y semillas de los factores físicos del medio ambiente, como la excesiva humedad

Factores físicos.

ó las temperaturas extremas que los perjudican, así como de los factores bióticos como los insectos, los ácaros, los roedores, y los hongos, que afectan la viabilidad de la semilla y la calidad del grano destinados al consumo humano y animal: Siendo estas las principales causas de pérdidas en cantidad y calidad de los granos y semillas almacenados.

Factores físicos.

La temperatura y la humedad, son los factores más importantes en el manejo y conservación de las semillas y de los granos. La humedad es el factor físico que afecta de manera más drástica y directa los procesos vitales de la semilla, de los insectos y de los hongos, por su parte la temperatura intensifica o disminuye los efectos de la humedad. A medida que aumenta el contenido de humedad de las semillas más rápidamente estas pierden su viabilidad, fenómeno que se ve acelerado si la temperatura es alta, o retardado si la temperatura es baja. En humedades relativas mayores de 75%, los hongos de almacén se desarrollan rápidamente en los productos agrícolas almacenados, ocasionando mermas cuantitativas y cualitativas. Si la humedad relativa es menor de 75%, el almacenamiento de productos agrícolas, en cuanto a la acción de los hongos, puede llevarse

acabo por un período de varios años y cualquier deterioro prácticamente dependera de la temperatura (Pixton, 1967).

El período que puede permanecer un lote de granos o semillas con buena calidad es muy corto en climas tropicales, donde la humedad relativa y la temperatura son muy altas, lo que favorece el deterioro fisiológico y el desarrollo de los organismos que provocan daños a la semilla. Por otro lado en zonas templadas y secas, el daño en la semilla se ve considerablemente reducido debido a que los bajos contenidos de humedad de las semillas almacenadas no favorecen un severo deterioro fisiológico ni el desarrollo de organismos, eso no quiere decir que no existen daños postcosecha, pero estos son menos drásticos que en las zonas cálido-húmedas.

Otro factor de gran importancia es el tiempo o período de almacenamiento, a largos períodos de almacenamiento mayores riesgos de deterioro.

Factores bióticos.

En cuanto a factores bióticos, como ya se señalo, las principales causas de pérdidas cuantitativas y cualitativas de

Factores bióticos.

los granos almacenados son los insectos, ácaros, roedores y hongos.

Insectos.- La pérdida económica causada por los insectos que infestan granos almacenados no solamente esta constituida por lo que ellos consumen, si no que a esto se debe añadir las mermas ocasionadas por la destrucción de los granos y la contaminación que ellos y su excremento ocasionan y que hacen inadecuado el grano para consumo humano. Algunos insectos de granos almacenados acarrear en su intestino bacterias potencialmente dañinas, tales como la patogénica Salmonella (una causa común del envenenamiento por alimentos, la cual se encuentra en las heces), Streptococcus hemolítico, y Escherichia coli (también de heces), y también pueden acarrear virus capaces de infectar al hombre y sus animales domésticos.

Se conocen más de cincuenta especies de insectos que destruyen los granos almacenados y sus derivados; sin embargo alrededor de veinte son las especies más importantes, entre éstas se pueden mencionar:

Sitophilus granarius, S. oryzae, S. zeamais,
Rhizopertha dominica, Tribolium confusum, T.
castaneum, Sitotroga cerealella, Acanthoscelides
obtectus, Plodia interpunctella, Ephestia kuehniella,

Oryzaephilus surinamensis, Prostephanus truncatus,
Zabrotes subfasciatus y Criptolestes spp.

La mayoría de estos insectos no pueden desarrollarse en productos agrícolas cuyos contenidos de humedad estén en equilibrio con humedades relativas inferiores del 40%. Los requerimientos de humedad varían entre las diferentes especies de estos insectos. La temperatura óptima para su desarrollo es alrededor de 30 °C, a temperaturas de 20 °C su desarrollo y reproducción se reducen considerablemente y a 10 °C prácticamente cesan sus actividades y si esas bajas temperaturas se mantienen, los insectos mueren; igualmente la mayoría de ellos no resisten períodos prolongados en temperaturas superiores a los 42 °C (Moreno, 1984).

El daño causado al grano por los insectos demerita considerablemente la calidad de este como alimento, su valor económico, el poder germinativo de las semillas y además la calidad del grano destinado para la industria. Las actividades de los insectos crean condiciones favorables para el desarrollo de los hongos, al aumentar el contenido de humedad de los granos.

Acaros.- Los ácaros que infestan los granos almacenados y sus productos, nunca se les ha dado la atención que se les ha dado a los insectos, quizá en parte esto sea debido a su tamaño pequeño y al menor daño que ellos causan, comparado con el daño que causan los insectos. Un número considerablemente grande de

Factores bióticos.

las especies de ácaros que viven en productos almacenados, incluyendo granos y semillas, penetran a su interior y consumen al embrión. Algunos de ellos están adaptados a temperaturas relativamente bajas, y pueden permanecer activos y alimentándose a una temperatura de 5 ° C, la cual es una temperatura mucho más abajo que la que permite a los insectos alimentarse y reproducirse. Los ácaros viven en el trigo con un contenido de humedad de 13.5% a 15%, o sea al mismo contenido de humedad que permite el desarrollo de los hongos de los grupos Aspergillus restrictus y A. glaucus, de tal manera que la presencia de los ácaros en una muestra de grano señala que el contenido de humedad es lo suficientemente alto para permitir la invasión por los hongos. Al igual que los gorgojos, los ácaros acarrear suficiente inóculo de hongos en el interior de sus cuerpos y proveen las condiciones necesarias en el grano, para el desarrollo de los hongos (Griffiths, et al., 1959).

Los ácaros que infestan granos, Acrus siro y Tyrophagus castellanii cuando se desarrollan en grano ahogado; recogen esporas de los hongos de almacén acarreándolas en el exterior de sus cuerpos, en sus tractos digestivos y en sus heces. Cuando ellos invaden grano limpio lo inoculan con esporas de estos hongos y después ellos se alimentan en gran parte de los hongos que se desarrollan. Es común que donde ocurren fuertes infestaciones de estos ácaros en los granos, no solamente se presenta el daño ocasionado por los ácaros al alimentarse de los

embriones de los granos, sino también el daño ocasionado por los hongos que los acompañan. Los ácaros al igual, que los insectos, aumentan el contenido de humedad del grano en el cual ellos se desarrollan, creando condiciones aún más favorables para el desarrollo de los hongos.

Roedores.- Los roedores, principalmente varias especies de ratas, incluyendo Rattus norvégicus y B. rattus y algunas veces los ratones, causan fuertes pérdidas en los granos almacenados. Las ratas también contribuyen royendo los muros de los silos, permitiendo la entrada de la lluvia y de los insectos, además contaminando a los granos con su excremento y orina, ocasionando gran número de enfermedades peligrosas para el hombre; estas enfermedades se presentan en forma endémica en todos los países del mundo.

Hongos.

A los hongos que invaden granos y semillas se les divide en dos grupos, principalmente en base a su comportamiento: Hongos de Campo y Hongos de Almacén.

Hongos de campo.

Hongos de campo.

Invaden a la semilla durante su formación, o cuando estas han madurado y se quedan en el campo en espera de ser cosechadas o después de que el grano es segado y amontonado pero antes de que sea trillado. Los hongos de campo, se caracterizan por invadir a la semilla cuando esta presenta contenidos de humedad de 30%, en base a peso húmedo, por lo que detiene su desarrollo en el momento en que las semillas alcanzan su madurez fisiológica. Por lo regular los granos y semillas una vez efectuada la cosecha son sometidos al secado para evitar con ello la proliferación de hongos (Moreno, 1977). Existen algunas excepciones, como el maíz en mazorca con alto contenido de humedad almacenado en graneros expuestos al medio ambiente, maíz que en tales condiciones puede ser invadido por hongos de campo, o los hongos de campo que estaban ya presentes pueden continuar su desarrollo. Los hongos de campo que predominan varían de acuerdo con el grano y el clima, los hongos de campo más comunes que invaden a los graneros son especies de Alternaria, Helminthosporium, Cladosporium y Fusarium.

Alternaria.- Regularmente en trigo aislamos Alternaria de casi la totalidad de granos, superficialmente desinfectados, que han sido colocados en un medio con agar en cajas de cultivo y no obtenemos hongos de almacén, se podría considerar esto como una buena evidencia de que la semilla ha sido cosechada recientemente y que ha sido almacenada bajo condiciones que no permiten su deterioro. En otras palabras, la proporción relativa de granos que presentan Alternaria nos dice algo acerca de la condición de almacenamiento de ese lote de granos, información que es de valor para juzgar el almacenaje de las semillas, información que no siempre podemos obtener de los registros de almacén.

Fusarium.- Algunas cepas o especies de este hongo causan las pudriciones en el maíz. Granos invadidos por especies de este género pueden ser tóxicos para animales incluyendo al hombre, de tal manera que son indeseables como alimento. Hay evidencia de que las infecciones leves por Fusarium no pueden detectarse a simple vista, pero pueden causar ennegrecimiento y muerte de los embriones de los granos almacenados. Esto debe ser investigado mas profundamente porque de ser cierto, significaría que las infecciones por Fusarium ocurridas en el campo, aún las muy leves campo, aún las muy leves que no reducen la calidad del grano al momento de la cosecha, pueden ser responsables del daño

Hongos de almacén.

al embrión durante el almacenamiento, causando una reducción en la calidad y en valor comercial.

Cladosporium.- Es común en semillas de cereales que han estado expuestos a climas húmedos durante la cosecha. Este puede causar un obscurecimiento de las cubiertas de los granos pero no se ha sabido que afecte su almacenaje.

Helminthosporium.- Es común en muchos lotes de semillas de cereales, especialmente si el clima ha estado húmedo un poco antes de la cosecha. Este puede causar el ennegrecimiento de las semillas, la muerte de esta al germinar o bien de la plántula, o pudrición de la raíz y tizones de la planta madura, pero no causan pérdidas en el almacén.

Además de estos hongos, también se pueden considerar como hongos de campo a todos aquellos que invaden a los granos, causandoles enfermedades que ocasionan la muerte del embrión o que se alojan en las semillas para ser transmitidas por estas al siguiente ciclo vegetativo del cultivo.

Hongos de almacén.

Son principalmente especies del género *Aspergillus* y *Penicillium*. La mayoría de estos hongos son comunes en una gran variedad de materiales orgánicos e inorgánicos, especialmente en vegetación en descomposición, productos alimenticios, telas y materiales aislantes hechos de fibras vegetales, pinturas y cubiertas, objetos de piel y gomas. Estos hongos son cosmopolitas y se encuentran entre los organismos más prolíferos, por lo que de encontrar las condiciones ambientales para su desarrollo inevitablemente contaminan a los granos y semillas

Estos hongos son llamados hongos de almacén ya que únicamente invaden a los granos y semillas durante su almacenamiento, aunque ciertas especies del género *Penicillium* y el hongo *Aspergillus flavus* pueden considerarse como hongos de campo, ya que se les ha encontrado invadiendo el grano de maíz en las últimas etapas de su formación en el campo (Mislivec y Tuite, 1970).

Se ha determinado que la mayoría de las especies de estos hongos no invaden a los productos agrícolas antes de su cosecha, (Tuite y Christensen, 1955, 1957; Tuite, 1961; Qasem y Christensen, 1958). Por lo que, la fuente principal de contaminación de estos hongos se encuentra en los silos, bodegas o lugares de almacenaje de los productos agrícolas por ser ahí donde las condiciones ambientales, incluyendo la condición física

Hongos de almacén.

y biológica del grano, favorecen al desarrollo de estos hongos, y donde sus esporas permanecen viables de ciclo a ciclo de almacenamiento, y seguramente por período de varios años.

Toda la evidencia disponible, que es relativamente extensa, indica que el maíz, al momento de la cosecha, representa solo un pequeño porcentaje de granos con una ligera infección por hongos de almacén. La gran mayoría de los granos están libres de contaminación externa de estos. En muestreos extensivos de esporas acarreadas por el viento, ningún investigador atrapado muchas esporas de A. glaucus ni esporas de A. restrictus procedentes del aire libre. Por otra parte, las esporas de estos hongos son muy abundantes en el aire de algunas casas donde los hongos están creciendo en el relleno de los muebles, almohadas, colchones, en la pintura de las paredes húmedas de los sótanos, telas, alimentos, ropa y artículos de piel. Esto significa que sus contenidos de humedad están en equilibrio constante o intermitente con una humedad relativa del 70 al 80%. En otras palabras, en un medio ambiente similar al ambiente en que se almacenan muchos productos, incluyendo los granos. A medida que los granos llegan de la granja a la bodega aumenta el número de granos invadidos por hongos de almacén y a menos de que la temperatura o el contenido de humedad, o ambos, sean bajados lo suficiente para detener el crecimiento de los hongos, estos seguirán creciendo y causarán daño al embrión, hedor, humedad, calentamiento, apelmazamiento y finalmente la ignición del grano.

La característica principal de estos hongos es su habilidad para desarrollarse bajo condiciones de baja humedad y casi sobre cualquier sustrato. Son capaces de crecer en granos y semillas que tienen bajo contenido de humedad en equilibrio con humedades relativas alrededor del 70 al 90% (Christensen, 1974; Christensen y Kaufmann, 1974; y Sauer, 1982; Panasenko, 1967). En la tabla 1 se muestran los contenidos de humedad mínimos que requieren algunos hongos de almacén para su desarrollo en diferentes semillas.

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

A. restrictus, A. glaucus, A. candidus, A. versicolor, A. flavus, A. ochraceus.

Todos estos grupos guardan relación en cuanto a su morfología y ecología. El grupo que más frecuentemente se encuentra relacionado con el deterioro de los granos y semillas es A. glaucus, debido a que las especies que lo integran pueden desarrollarse en contenidos de humedad de la semilla entre 12.5% y 13% en oleaginosas y entre 14% y 15% en cereales. El grupo A. glaucus, esta formado por un gran número de especies entre los que se encuentran: A. glaucus, A. amstelodami,

Hongos de almacén.

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

Del género Penicillium se han registrado más de 60 especies aisladas de granos y sus derivados (Mislevic y Tuite, 1970). Existen otros hongos que con frecuencia se ven involucrados en el deterioro de granos y semillas, entre ellos Sporendonema sebi que puede crecer en granos con bajos contenidos de humedad, 13.5%, en cereales. Otros hongos que han sido citados como hongos de almacén pero que no son muy comunes bajo condiciones de almacenamiento de granos y semillas son especies de los géneros Absidia, Mucor, Rhizopus, Chaetonium (Moreno, 1977). Algunas de las especies de estos hongos requieren altas presiones osmóticas para su desarrollo, de ahí que, para su aislamiento y su cultivo se utilicen medios con altas concentraciones de cloruro de sodio o sucrosa. Un medio de cultivo ampliamente usado es el de malta-sal-agar, conteniendo de 6 a 10% de cloruro de sodio (Christensen, 1957).

La temperatura es un factor importante en el desarrollo de los hongos de almacén, en la tabla 2, se muestran las temperaturas mínimas, óptimas y máximas en las que pueden crecer los hongos de almacén. La mayoría de estos hongos crecen en temperaturas alrededor de 30 °C, pero en algunos de ellos como en A. flavus, y A. candidus pueden hacerlo aún en temperaturas de 50 a 55 °C.

Condiciones favorables al desarrollo de hongos de almacén.

Las principales condiciones que influyen en el desarrollo de los hongos de almacén en los granos almacenados son las siguientes:

1.- Contenido de humedad de los granos almacenados.- Existe un mínimo contenido de humedad en los granos para el desarrollo de cada una de las especies comunes de hongos de almacén, abajo del cual ellos no pueden crecer. Estos contenidos de humedad mínimos han sido determinados más o menos con precisión para los hongos de almacén que comúnmente se desarrollan en las semillas de cereales y en algunas semillas oleaginosas (tabla 1).

Los hongos de almacén más resistentes a la escasez de humedad, Aspergillus restrictus y Aspergillus halophilicus, no pueden crecer a contenidos de humedad inferiores a aquellos en equilibrio con una humedad relativa de aproximadamente 65%. Las semillas cuyo contenido de humedad estén por debajo de aquel en equilibrio con una humedad relativa del 65% deberán, por lo tanto, estar a salvo de la invasión sin importar las otras condiciones de almacenamiento. El grado de

Condiciones favorables al desarrollo de hongos de almacén.

invasión y daño van a ser proporcionales al contenido de humedad y al período de almacenamiento.

2.- Temperatura.- Los hongos más comunes en granos almacenados crecen más rápidamente a temperaturas de 30 a 32 °C, y su crecimiento decrece cuando la temperatura disminuye. Algunas cepas del grupo Aspergillus glaucus crecen despacio a temperaturas de 2 a 4 °C, y algunas especies de Penicillium, las cuales requieren más humedad que las especies de Aspergillus, que son más resistentes a condiciones secas, pueden crecer a varios grados abajo de la temperatura de congelación (tabla 2).

Qasem y Christensen, (1958), trabajando con muestras de maíz almacenado en el laboratorio con contenidos de humedad de 16 a 18% y a temperaturas de 5°, 10°, 15°, 20° y 25° C, encontraron que el deterioro, medido por el grado de invasión de la semilla por los hongos de almacén, por la reducción en el porcentaje de germinación y por el aumento en porcentaje de embriones enegrecidos, fue proporcional al contenido de humedad, a la temperatura, al período de almacenamiento y al grado inicial de invasión por hongos de almacén.

El efecto de la temperatura sobre el crecimiento de los hongos de almacén y sobre el daño que ellos ocasionan también presenta algunas complicaciones. El maíz que no ha sido invadido por hongos de almacén en un grado severo y que puede considerarse

sano y en buena condición puede ser almacenado a un contenido de humedad del 15% durante 9 meses hasta un año sin dañarse, cuando la temperatura sea de 6 a 10 ° C. Por otro lado, si el grano ya ha sido invadido en forma moderada o severa y es almacenado con un contenido de humedad del 15% y a temperatura de 6 a 10 ° C, los hongos pueden continuar su crecimiento y al término de 6 meses habrán causado un gran deterioro. Este es uno de tantos ejemplos en donde la información acerca del número y clase de hongos que crecen sobre un grano que va a almacenarse durante largo tiempo ayuda enormemente al almacenista para evaluar la condición del grano y su capacidad de almacenamiento.

3.- Período de almacenamiento de los granos.- Hace años se asumía que las condiciones de almacenamiento que eran buenas para almacenar granos por algunas semanas o meses serían buenas incluso para años. Ahora sabemos que un contenido de humedad que es seguro para el almacenamiento de un determinado lote de granos durante 2 semanas puede no ser seguro para almacenarlo 2 meses, y mucho menos para almacenarlos por 2 años. Se ha pensado algunas veces que cuanto más largo vaya a ser el período de almacenamiento, más bajo debe de ser el contenido de humedad : Esto es verdad, dentro de ciertos límites y con ciertas reservaciones. Una regla mejor sería conocer con precisión el promedio y el rango del contenido de humedad del grano en cada silo, carro o embarque, así como el número y clases de hongos al momento de recibir el grano y periódicamente durante su

Condiciones favorables al desarrollo de hongos de almacén.

almacenamiento. Esto permitiría al almacenista conocer en cualquier momento, cual es el peligro de deterioro en su bodega.

4.- Material extraño.- El material extraño consiste principalmente de partículas más finas que las semillas, tales como semillas quebradas, semillas de hierbas, fragmentos de plantas, partes de insectos de campo como grillos y chapulines, así como partículas de suelo. Cuando el grano es depositado en un silo por medio de un transportador del grano, el material extraño generalmente se acumula en el punto de descarga y muy a menudo llena los espacios de la columna de grano que ahí se forma. Este material es excelente para propiciar el desarrollo de hongos y algunas especies de ácaros y insectos. Si este material se encuentra compactado, el aire que se emplea en el silo para reducir la temperatura no penetrará a dicha zona y el deterioro puede iniciarse en tales lugares. Entre menos material extraño exista en el grano, es mejor para un almacenamiento prolongado.

5.- Insectos y Acaros.- Como todos los seres vivientes, los insectos y los ácaros transforman parte de su alimento en bióxido de carbono y agua y, por lo tanto, aumentan el contenido de humedad del grano en el que viven. Por otra parte, estos organismos para realizar sus actividades de alimentación y reproducción se mueven de un lado a otro dentro de los volúmenes de granos; por lo anterior se puede decir que los insectos y ácaros afectan el desarrollo de los hongos de almacén de la

siguiente manera : 1) Aumentando el contenido de humedad del grano, y 2) Acarreando las esporas de los hongos entre los granos.

6.- Grado de invasión por hongos de almacén en el grano.- El grano recién cosechado y que se ha mantenido almacenado de tal modo que ya ha sido invadido por hongos; se encuentra en las primeras fases de deterioro. Si posteriormente ese grano es almacenado bajo condiciones que permitan que el deterioro continúe, en ese grano se desarrollara mayor daño en un período más corto, y además estara sujeto a que la invasión por los hongos de almacén y daños asociados continuen a contenidos de humedad y temperaturas mas bajas, que en el caso de un grano no invadido por hongos y por lo tanto perfectamente sano. Esto es normal en un proceso de deterioración microbiológica.

Qasem y Christensen, (1960) encontraron que el maíz que ya estaba parcialmente invadido por hongos de almacén se deterioraba mucho más rápidamente que el maíz sano, que al principio del experimento estaba libre de hongos de almacén, cuando eran almacenados bajo condiciones similares que permitían el desarrollo de los hongos.

Control de los hongos de almacén.

Control de los hongos de almacén.

Actualmente para el control de los hongos de almacén se recomienda mantener los granos y semillas en condiciones desfavorables para el desarrollo de los hongos, o sea, almacenando los granos y semillas con contenidos de humedad bajos en equilibrio con humedades relativas bajas (65-70%) y a temperaturas bajas menores de 20° C. En México, principalmente en las zonas tropicales es difícil mantener almacenados los granos y semillas con contenidos de humedad bajos y a bajas temperaturas por las condiciones climáticas de esas regiones, por lo que se hace necesario buscar alternativas para su mejor conservación en esas zonas. Entre las alternativas para conservar los granos y semillas en climas tropicales se encuentran :

- 1.- Resistencia Genética.
- 2.- Almacenamiento hermético y atmósferas modificadas.
- 3.- Uso de sustancias químicas.

1.- Resistencia Genética.- Este método se basa en la búsqueda de variedades resistentes a condiciones adversas de almacenamiento. Respecto a esto se han realizado algunas

investigaciones con resultados prometedores, ya que se han encontrado diferencias en el comportamiento de diferentes genotipos de maíz, en lo que se refiere a su capacidad para mantener su viabilidad en condiciones adversas de almacenamiento (Moreno y Christensen, 1971 y Moreno et al., 1978).

2.- Almacenamiento hermético y atmósferas modificadas.- El método hermético de almacenar grano para el consumo humano ha sido usado por el hombre desde hace siglos; el principio básico de este almacenamiento es eliminar el oxígeno existente en el aire del depósito hermético hasta un nivel que suprima o inactive los organismos nocivos que dependen del oxígeno para subsistir (FAO, 1980). Este es un método efectivo para controlar las poblaciones de insectos y de aminorar el desarrollo de hongos aerobios, pero ciertos organismos anaerobios, levaduras, producen fermentaciones en granos con contenidos de humedad mayores a 16%, impartiendo olores y sabores típicos de la fermentación (Hyde y Oxley, 1960).

El almacenamiento en atmósferas modificadas es un método que tiene poco tiempo de investigarse, se basa principalmente en el manejo de las concentraciones de O_2 , CO_2 y N_2 , que componen la atmósfera de almacenamiento. El método de atmósfera modificada para el control de insectos se ha generado debido al incremento de la resistencia de los insectos hacia los insecticidas y fumigantes convencionales y a los residuos que se asocian con estos materiales. (Jay, 1980).

La propiedad insecticida de una atmósfera modificada de CO_2 , O_2 y NO_2 , ha sido reconocida durante mucho tiempo. Actualmente existe en muchos lugares del mundo programas de investigación sobre el uso de atmósferas modificadas para el control de insectos. Entre los estudios realizados sobre almacenamiento en atmósferas modificadas existen muchos trabajos para el control de insectos, no siendo este el caso para control de hongos.

Sobre el efecto del CO_2 en el crecimiento de los hongos se han realizado pocos trabajos a este respecto, lo cual hace difícil hacer señalamientos precisos. Pero se ha visto que el efecto del CO_2 en el crecimiento de los hongos es muy variable llegando a provocar desde una estimulación hasta una completa inhibición. El nivel de CO_2 en el cual ocurre una inhibición en el crecimiento del hongo, varía con los diferentes géneros y especies, pero se ha observado que la inhibición por CO_2 aumenta a temperaturas bajas (Brown, 1922; Golding, 1940; Tuite, 1957; Lillehoj, 1972).

Se ha observado que algunos hongos son sensibles al CO_2 y su crecimiento es inhibido en concentraciones de CO_2 entre el 5 y 20%. Entre estos hongos se incluyen algunos del género Penicillium (Burges, 1953; Julien, 1963; Lillefield, 1966; Macanley, 1969; Covey, 1970; Wells, 1970; Lillehoj, 1972; Mitchell, 1973; Sommer, 1974).

El CO₂ en concentraciones bajas del 1 al 10% provoca una estimulación en el crecimiento de ciertas especies de hongos de los géneros Fusarium y Penicillium. (Durrell, 1924; Golding, 1940; Gundersen, 1961; Wells, 1970; Mitchell, 1973).

Mitsuda y Yamamoto, (1980), mencionan que las concentraciones altas de CO₂ (80-90%) evitan el crecimiento de los hongos, mientras que el N₂ no lo logra. Esta es una característica favorable para el uso de CO₂ para un almacenamiento prolongado de granos.

Indudablemente que esta área requiere mayor investigación para conocer los límites de uso de las atmósferas modificadas en relación con el crecimiento de ciertas especies de estos hongos.

3.- Uso de sustancias químicas.- Entre los inhibidores químicos más utilizados se encuentran los ácidos propiónico, acético, y fórmico (Huitson, 1968; Hall et al., 1974; Sauer y Burroughs, 1974). Estos inhibidores están siendo usados principalmente para preservar granos con contenidos de humedad altos, pero tienen el inconveniente de que son altamente corrosivos, dañando los silos metálicos, impartiendo olores y sabores no agradables para el hombre y destruyendo el poder germinativo de los embriones, por lo tanto su uso queda limitado a granos destinados a la alimentación animal. Otra de las

Control de los hongos de almacén.

alternativas es el empleo de fungicidas, sin embargo, no se han desarrollado fungicidas específicos para combatir a los hongos de almacén. Por lo tanto una de las características principales que deben de tener estos fungicidas es su capacidad para ser activos en condiciones de baja humedad (14-16%) que son las que generalmente se presentan en todos los granos y semillas almacenados, por otro lado, para su uso en granos destinados a la alimentación, estas sustancias no deberan representar un peligro para la salud humana y de los animales domésticos. Esta última consideración es una fuerte limitante para el uso de los fungicidas en granos alimenticios, no así para las semillas, ya que los volúmenes de semilla tratada con fungicida debe ser solamente destinados para la siembra y nunca destinados para el consumo humano o animal.

Las primeras investigaciones realizadas sobre el uso de fungicidas para el control de los hongos de almacén no mostraron resultados satisfactorios, ya que algunos no tuvieron efecto sobre las especies de hongos de almacén, otros tuvieron un efecto parcial, otros afectaron la viabilidad de la semilla y algunos no fueron funcionales bajo las condiciones de humedad a las que son almacenadas las semillas (Milner, et al., 1947; Moore y Olien, 1952; Olien y Moore, 1954; Moreno y Christensen, 1970). No obstante, investigaciones posteriores han demostrado la posibilidad de su uso con resultados positivos, (Heredia, 1979; Mandujano, 1980; Moreno y Vidal, 1981; Moreno, et

al., 1982; Moreno M. et al., 1985; Moreno y Ramirez, 1982; Moreno y Ramirez, 1985). Los trabajos sobre el control químico de los hongos fueron realizados con el objeto de determinar la efectividad de ciertos fungicidas bajo diversas condiciones de humedad, ya que de ser efectivos contra los hongos de almacén, representarían una gran ayuda en la conservación de la viabilidad de la semilla almacenada en zonas cálido-húmedas en donde el secado de granos representa serias dificultades, y en donde se favorece el desarrollo de los hongos de almacén.

De los trabajos previos, realizados en el laboratorio de Fitopatología del Instituto de Biología de esta Universidad surge este trabajo en donde se pretende obtener información del efecto de ciertas mezclas de fungicidas sobre la viabilidad de la semilla almacenada bajo condiciones de humedad y temperatura que favorecen su deterioro.

Control de los hongos de almacén.

TABLA 1.

Contenido de humedad*, de diferentes granos y semillas en equilibrio con humedades relativas de 65-90%. Y hongos que comúnmente se les encuentra creciendo bajo tales condiciones de humedad. (*)

Humedad relativa %	avena, arroz, cebada, centeno, maíz, mijo, sorgo, trigo, triticale	soya	cartamo cacahuete girasol	hongos
65-70	13.0-14.0	12.0-13.0	5.0-6.0	<u>Aspergillus halophilicus</u>
70-75	14.0-15.0	13.0-14.0	6.0-7.0	<u>A. restrictus</u> y <u>A. glaucus</u>
75-80	14.5-16.0	14.0-15.0	7.0-8.0	<u>A. candidus</u> <u>A. ochraceus</u> más los de arriba.
80-85	16.0-18.0	15.0-17.0	8.0-10.0	<u>Penicillium</u> <u>A. flavus</u> más los de arriba.
85-90	18.0-20.0	17.0-19.0	10.0-12.0	<u>Penicillium</u> más los de arriba.

Fuente: Christensen y Sauer, 1982.

(*) Porcentaje de humedad en base a peso húmedo.
Las cifras son aproximadas. En la práctica se pueden esperar variaciones de p 1.0%.

TABLA 2.

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

HONGO	TEMPERATURA PARA SU CRECIMIENTO		
	MINIMA	OPTIMA	MAXIMA
<u>A. glaucus</u>	0-5	30-35	40-45
<u>A. candidus</u>	10-15	40-45	50-55
<u>A. flavus</u>	10-15	40-45	45-55
<u>A. restrictus</u> ^c	5-10	10-35	40-45
<u>Penicillium</u>	5-10	20-25	35-40

Fuente : Christensen y Kaufmann, 1974.

MATERIALES Y METODOS.

SEMILLA.

Se utilizó semilla de maíz de la variedad V525 sembrada y cosechada en San Rafael Veracruz., en el ciclo primavera-verano de 1985. Al inicio del experimento la semilla tenía un 100% de germinación, 16.3% de humedad y no presentó invasión por hongos de almacén, en cambio presentaron un 54% de semillas invadidas por Fusarium.

GERMINACION.

La determinación del porcentaje de germinación se realizó con base en el procedimiento de la American Association of Official Seed Analysts (1981), que consiste en colocar 100 semillas en una toalla de papel húmeda, la cual se enrolla y se

incuba a 27 °C, realizandose dos conteos de germinación, el primero a los cuatro y el segundo a los 7 días. Se utilizaron 400 semillas para determinar el porcentaje de germinación del lote inicial y 100 semillas para cada una de las repeticiones de los tratamientos.

CONTENIDO DE HUMEDAD

El contenido de humedad fue determinado por el método de secado de estufa, que consiste en pesar de 5 a 10 gramos de semilla en cajas de aluminio previamente secadas y colocadas en una estufa de circulación de aire a 103 °C durante 72 horas, volviendo nuevamente a a pesar las cajas después de este período (USDA, 1979). El contenido de humedad de la semilla se calculó por diferencia de peso y se expresó con base al peso húmedo, utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de humedad} = (A / B) * 100$$

en donde A es igual a pérdida de agua en gramos y B es igual a menos peso original de la muestra húmeda. El contenido de humedad se obtuvo del promedio de 4 repeticiones.

FUNGICIDAS.

MICROFLORA.

La determinación del número y clase de hongos a las semillas se realizó de la siguiente manera: las semillas se desinfectaron superficialmente con Hipoclorito de Sodio al 2% durante 90 segundos, posteriormente se sembraron las semillas en cajas de Petri con medio de cultivo MSA (2% de Malta, 6% de Sal, 2% de Agar). Por cada repetición de cada tratamiento se sembraron 25 semillas, las que se incubaron a 26-27 ° C hasta que las colonias pudieron ser contadas e identificadas.

FUNGICIDAS.

Se probaron 5 fungicidas:

Benomyl.- Compuesto carbamado sistemático; Metil 1-
(-Butil-Carbamoil) 2 Benzimidazol carbamado.

Captan.- Hidrocarburo clorinado. N-(Tricloro-Metiltio)
cid hexano 1-2 Dicarboximidio.

FUNGICIDAS.

MICOFLORA.

La determinación del número y clase de hongos a las semillas se realizó de la siguiente manera: las semillas se desinfectaron superficialmente con Hipoclorito de Sodio al 2% durante 90 segundos, posteriormente se sembraron las semillas en cajas de Petri con medio de cultivo MSA (2% de Malta, 6% de Sal, 2% de Agar). Por cada repetición de cada tratamiento se sembraron 25 semillas, las que se incubaron a 26-27 °C hasta que las colonias pudieron ser contadas e identificadas.

FUNGICIDAS.

Se probaron 5 fungicidas:

Benomyl.- Compuesto carbamado sistemático; Metil 1-(-Butil-Carbamoil) 2 Benzimidazol carbamado.

Captan.- Hidrocarburo clorinado. N-(Tricloro-Metiltio) 4 Ciclohexano 1-2 Dicarboximidio.

Clorotalonil.- Tetracloroisofaltonitrilo, compuesto orgánico.

Carbendazim.- Compuesto carbonado sistemático. 10% Metil 2 Benzimidazol carbamado + 64% Manganeso etilenebisditio carbamado.

Captafol.- Hidrocarburo clorinado. Cis-N (1,1,2,2, tetracloroetil) Tio-4-Ciclohexeno-1,2, dicarboximido.

Los fungicidas Benomyl, Captan, Clorotalonil, Carbendazim y Captafol y las mezclas entre Benomyl + Captan, Benomyl + Clorotalonil, Carbendazim + Clorotalonil, Benomyl + Captafol y Carbendazim + Captafol se aplicaron en slurry como se describe más adelante. No se utilizaron todas las mezclas posibles entre cada uno de los fungicidas ya que las mezclas usadas en este trabajo fueron seleccionadas de trabajos anteriores.

ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA.

Se utilizaron 13.200 Kg. de semilla de maíz V 525, que fueron distribuidos en 44 unidades experimentales de 300 gramos cada una. La aplicación de los fungicidas se hizo de manera

ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA.

independiente y en forma aleatoria para cada una de las repeticiones.

Los tratamientos utilizados fueron:

- T-1. Benomyl + Captan.
- T-2. Captan.
- T-3. Captafol.
- T-4. Carbendazim.
- T-5. Clorotalonil (Daconil).
- T-6. Benomyl + Clorotalonil.
- T-7. Carbendazim + Clorotalonil.
- T-8.. Benomyl + Captafol.
- T-9. Carbendazim + Captafol.
- T-10. Benomyl.
- T-11. Testigo.

Todos los fungicidas individuales se ajustaron a 750 ppm y en las mezclas cada uno de los fungicidas a 375 ppm. Estos fueron aplicados a las unidades experimentales de 300 gramos en un matraz con 2.1 ml. de agua para facilitar la adherencia del

fungicida a la semilla. El matraz se agitó hasta homogeneizar la distribución del fungicida en en la semilla. Las semillas ya tratadas fueron colocadas en cestas de plástico perforadas, y estas a su vez fueron colocadas aleatoriamente dentro de las cámaras de almacenamiento con una humedad relativa de 85%.

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

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

El estudio se realizó bajo un diseño bifactorial (Fa = tratamientos, Fb = tiempos) utilizando el arreglo en parcelas divididas con cuatro repeticiones y una distribución al azar (Little y Hills, 1978). Las cámaras de almacenamiento fueron colocadas en un cuarto de incubación a 26° C. durante todo el período de almacenamiento

El período de almacenamiento fue de 140 días llevandose a cabo observaciones a los 80, 110 y 140 días, (a los 50 días se sacaron 100 semillas de cada tratamiento para observar la germinación de las semicontados a partir de la fecha de inicio del período de almacenamiento. En cada muestreo se determinaron

ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA.

los porcentajes de germinación, micoflora y contenido de humedad mediante los métodos anteriormente descritos.

RESULTADOS Y DISCUSION.

El contenido de humedad de las semillas se mantuvo entre 15.4 y 16.3% durante todo el periodo de almacenamiento como puede observarse en las tablas 7, 8 y 9.

El análisis de varianza global muestra diferencias significativas (0.05) en la interacción tiempo-tratamiento y entre tratamientos (tabla 3), por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza de germinación en cada uno de los tiempos de muestreo que fueron 80, 110 y 140 días .

El análisis de varianza de los datos de germinación a los 80 días de almacenamiento, mostró diferencias altamente significativas (0.01) entre los tratamientos (tabla 4); por lo que se procedió a efectuar una prueba de rango multiple de Duncan. Esta prueba mostró que hubo una clara protección de la viabilidad de la semilla de todos los fungicidas y mezclas, manteniendose un grado de germinación entre un 77 y 89%, a excepción del tratamiento benomyl el cual presentó un 27% de germinación que inclusive es más baja que la de la semilla testigo que es de un 38% de germinación (tabla 7).

ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA.

En cuanto al desarrollo de hongos presente en las semillas en las placas de agar fué muy bajo para todos los fungicidas, de 0 a 4% de semillas invadidas por A.^o glaucus, excepto para los tratamientos benomyl y testigo, que presentaron una severa invasión por el mencionado hongo, 63 y 89% respectivamente, los cuales como ya se señalo anteriormente presentaron porcentajes muy bajos de germinación (tabla 7).

El análisis de varianza de los datos de germinacion a los 110 días de almacenamiento, mostró diferencias altamente significativas (0.01) entre los tratamientos (tabla 5); por lo que se procedio a efectuar una prueba de rango multiple de Duncan. Esta prueba mostró que los tratamientos clorotalonil y benomyl + clorotalonil fueron los que mejor protegieron la viabilidad de la semilla con una germinación de 75% ambos tratamientos. Los tratamientos Clorotalonil, Benomyl + Clorotalonil, Benomyl + Captan, Captafol y Captan resultaron ser similares en su protección de acuerdo a Duncan; sin embargo, Benomyl + Captan, Captafol, y Captan no se diferenciaron de Benomyl + Captafol y este a su vez fue igual que Carbendazim + Captafol, Carbendazim + Corotalonil y Carbendazim. Por otra parte, Benomyl fue el tratamiento que absolutamente no protegió la viabilidad de la semilla (tabla 8). En ninguno de los tratamientos la germinación se mantuvo por arriba del porcerntaje

mínimo requerido por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos para propósitos agrícolas, que es de 85%.

A los 110 días de almacenamiento se observó un mayor porcentaje de semillas invadidas por hongos, de 1 a 99%. En términos generales se puede decir que a una mayor invasión de A. glaucus correspondió un mayor deterioro de la viabilidad de las semillas, lo cual se refleja muy claramente en los tratamientos testigo y benomyl presentando un alto porcentaje de invasión de 95 y 99% respectivamente.

El análisis de varianza de los datos de germinación a los 140 días mostró diferencias altamente significativas (0.01) entre tratamientos (tabla 6); por lo que se procedió a efectuar una prueba de rango multiple de Duncan. Esta prueba mostró que los tratamientos Benomyl + Captan y Captafol resultaron ser los que tuvieron la mejor protección, sin embargo el Captafol no se diferenció de los tratamientos Clorotalonil, Captan, Benomyl + Clorotalonil y Carbendazim + Clorotalonil, y el Clorotalonil tampoco se diferenció de los tratamientos Captan, Benomyl + Clorotalonil, Carbendazim + Clorotalonil, Benomyl + Captafol, Carbendazim + Captafol y Carbendazim. Por último, Benomyl fue el tratamiento que no dió protección alguna a la viabilidad de la semilla (tabla 9). Como ya se menciono anteriormente estos porcentajes de germinación son muy bajos para propósitos agrícolas.

ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA.

En este período de almacenamiento, se observó la misma tendencia de una mayor invasión de las semillas por A. glaucus en los mismos tratamientos que a los 110 días mostraron mayor porcentaje de invasión. Se puede observar que hubo tratamientos que mostraron porcentajes de germinación similares (46-48%), como clorotalonil, captán, benomyl + clorotalonil, y carbendazim + clorotalonil, sin embargo los porcentajes de semillas invadidas por A. glaucus variaron de 4 a 95%. Estas diferencias en cuanto a la detección de la micoflora, pueden deberse a lo siguiente; es posible que en el caso de carbendazim este se degrade en el agar y permita el desarrollo de A. glaucus y no suceda lo mismo con los otros tratamientos, impidiendo el desarrollo de este grupo de hongos. Los resultados obtenidos en los tres períodos de almacenamiento, y considerando que a los 80 días el desarrollo de hongos fue muy reducido en 9 de los 10 tratamientos con fungicidas, aumentando el desarrollo de hongos entre los tratamientos a los 110 y 140 días, para tres de ellos: carbendazim, benomyl + captán y carbendazim + captafol, sugieren fuertemente la idea de que esos fungicidas se van degradando a través del tiempo con el consiguiente desarrollo de hongos.

Por otra parte, en el caso de aquellos tratamientos, captán, captafol, clorotalonil, benomyl + clorotalonil, carbendazim + clorotalonil y benomyl + captafol, que

practicamente no mostraron en el agar invasión de A. glaucus se puede decir que la pérdida de germinación puede deberse a dos situaciones; a una posible fitotoxicidad de los fungicidas que se va manifestando a través del tiempo o a la acción de hongos que no es posible detectar en el agar debido a que el alto contenido de humedad del agar favorece la acción fungistática o fungicida de los residuos de los fungicidas que impiden el desarrollo de los hongos. De cualquier manera algunos de estos fungicidas mostraron protección de la viabilidad de la semilla de maíz comparada con la viabilidad de la semilla testigo.

El comportamiento de la semilla testigo, en cuanto a la rápida pérdida de su viabilidad, pone de manifiesto la importancia de los hongos de almacén en el deterioro biológico de las semillas, aunado al efecto del contenido de humedad. Este último factor por si solo indudablemente que juega un papel importante en la pérdida de viabilidad y en el caso de los tratamientos con fungicidas en, los cuales no se detectan hongos probablemente sea la principal causa de la pérdida del poder germinativo, aunado a un posible efecto fitotóxico de los fungicidas.

Se efectuó una prueba de rango múltiple de Duncan para los datos de germinación durante el período completo de almacenamiento, de 140 días. Esta prueba mostró que el tratamiento benomyl+captán fue mejor que el resto de los tratamientos, excepto con el tratamiento captafol donde no hubo

ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA.

diferencia significativa entre ellos, no existiendo tampoco ninguna diferencia significativa entre el tratamiento benomyl y testigo.

Se efectuó una prueba "T" de student con objeto de discriminar una posible diferencia entre los tratamientos benomyl + captán y captafol y entre los tratamientos benomyl y testigo, que haya sido ignorada por la prueba de Duncan. También en esta prueba de "T" student se encontró que no hay diferencias muy significativas entre los tratamientos benomyl + captán y captafol y entre benomyl y testigo.

CONCLUSIONES.

No todos los fungicidas y las mezclas de algunos de ellos tuvieron un efecto protector de la viabilidad de las semillas de maíz almacenada en humedad relativa de 85% y a 26 °C durante un período de almacenamiento de 140 días.

La mezcla beonmyl + captan fue el tratamiento que mejor protegió la semilla de maíz a través de todo el período de almacenamiento.

El captafol fue el fungicida que individualmente protegió mejor la viabilidad de las semillas durante los 140 días.

Los fungicidas aquí probados si confieren protección a las semillas, manteniendo estas un alto poder de germinación en un período máximo de almacenamiento de 80 días, excepto en el caso del fungicida benomyl. A medida que pasa el tiempo esa protección se pierde debido a posibles causas diferentes, como procesos fisiológicos de las semillas, a la acción de los hongos ó debido a un efecto fitotóxico del fungicida.

ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA.

El efecto nocivo de los hongos sobre la viabilidad de las semillas se manifestó claramente desde el primer muestreo afectando severamente la viabilidad de las semillas testigo.

La ausencia o no detección de hongos en semillas, cuya germinación disminuyó tratadas con mezclas o fungicidas individuales sugiere la idea de que el deterioro se debe a procesos fisiológicos inherentes a las semillas, a la acción de hongos no detectados en el agar debido a la acción de residuos de los fungicidas que funcionan bien con el alto contenido de humedad del agar, a un efecto fitotóxico de los fungicidas que se manifiesta a través del tiempo, o bien a una combinación de los tres factores.

TABLA 3

ANALISIS DE VARIANZA GENERAL

Fuente de variacion	GL	S.C.	C.M.	F	F .05	F .01
Repeticiones	3	260.52				
Tratamientos	10	46967.91	4696.791	79.03	2.16	2.98
Error A	30	1782.82	59.427			
Parcela grande	43	49011.25				
Tiempos	2	28424.65	14212.325	189.01	3.14	4.95
Interaccion	20	3301.69	165.084	2.19	1.73	2.18
Error B	66	4962.66	75.191			
Total	131	85700.25				

TABLA 4

ANALISIS DE VARIANZA A 80 DIAS

Fuente de variacion	GL	S.C.	C.M.	F	F .05	F .01
Tratamientos	10	18518.64	1851.864	33	2.13	2.91
Error	33	1852.25	56.12			
Total	43	20370.89				

TABLA 5

ANALISIS DE VARIANZA A 110 DIAS

Fuente de variacion	GL	S.C.	C.M.	F	F .05	F .01
Tratamientos	10	17987.05	1798.705	39.247	2.13	2.91
Error	33	1512.5	45.83			
Total	43	19499.55				

TABLA 6

ANALISIS DE VARIANZA A 140 DIAS

Fuente de variacion	GL	S.C.	C.M.	F	F .05	F .01
Tratamientos	10	13763.91	1376.391	12.47	2.13	2.91
Error	33	3641.25	110.340			
Total	43	17405.16				

TABLA 7.

GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD (C.H.) Y MICROFLORA DE MAIZ B-525 TRATADO CON FUNGICIDAS Y ALMACENADO DURANTE 80 DIAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% A 26 GRADOS CENTIGRADOS.

TRATAMIENTO	C.H. %	GERMINACION %	MICROFLORA % Aspergillus glaucus
Captan	15.8	89 a	4
Carbendazim + Clorotalonil	15.5	88 ab	0
Benomyl + Captan	15.9	87 ab	3
Carbendazim + Captafol	15.7	86 ab	2
Benomyl + Clorotalonil	15.7	85 ab	1
Captafol	15.8	84 ab	4
Clorotalonil	16.1	84 ab	4
Carbendazim	15.8	81 ab	4
Benomyl + Captafol	15.8	77 b	1
Testigo	15.8	38 c	89
Benomyl	15.7	27 d	63

TABLA 8.

GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD (C.H.) Y MICROFLORA DE MAIZ B-525 TRATADO CON FUNGICIDAS Y ALMACENADO DURANTE 110 DIAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% A 26 GRADOS CENTIGRADOS.

TRATAMIENTO	C.H. %	GERMINACION %	MICOFLORA % Aspergillus glaucus
Clorotalonil	15.7	75 a	1
Benomyl + Clorotalonil	15.7	75 a	1
Benomyl + Captan	15.8	74 ab	15
Captafol	15.7	74 ab	4
Captan	15.7	73 ab	3
Benomyl + Captafol	15.6	65 bc	3
Carbendazim + Captafol	15.6	62 c	10
Carbendazim + Clorotalonil	15.9	60 c	1
Carbendazim	15.3	56 c	23
Testigo	15.4	19 d	99
Benomyl	15.5	18 d	95

TABLA 9.

GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD (C.H.) Y MICOFLORA DE MAIZ B-525 TRATADO CON FUNGICIDAS Y ALMACENADO DURANTE 140 DIAS EN UNA HUMEDAD RELATIVA DE 85% A 26 GRADOS CENTIGRADOS.

TRATAMIENTO	C.H. %	GERMINACION %		MICOFLORA % Aspergillus glaucus
Benomyl + Captan	15.7	68	a	26
Captafol	15.6	56	ab	4
Clorotalonil	16.3	48	bc	5
Captan	15.9	47	bc	1
Benomyl + Clorotalonil	16.0	47	bc	5
Carbendazim + Clorotalonil	15.7	46	bc	0
Benomyl + Captafol	15.5	39	c	0
Carbendazim + Captafol	15.8	32	c	25
Carbendazim	15.5	32	c	95
Pestigo	15.4	9	d	100
Benomyl	15.5	7	d	97

BIBLIOGRAFIA.

Brown, W., 1922. On the germination and growth of fungi at various temperatures and in various concentrations of oxygen and carbon dioxide. *Ann. Bot.* 36:257-283.

Burges, A. and E. Fenton, 1953. The effect of carbon dioxide on the growth of certain soil fungi. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 36:104-108.

Christensen, C.M., 1957. Deterioration of stored grain by fungi. *Botanical Review.* 23 (2):108-134.

Christensen, C.M., 1974. Storage of cereal grains and their products. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, Minnesota. 549 p.p.

Christensen, C.M. and Kaufmann, H.H., 1974. Microflora: In; Christensen, C.M. (ed) Storage of cereal grain and their products. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, Minnesota 2a. ed. 158-192 p.p.

Covey, H.M. and J.M. Wells., 1970. Low oxygen or high carbon dioxide atmospheres to control postharves decay of strawberries. *Phytopathology.* 60:47-49.

Durrell, L.W., 1924. Stimulation of spore germination by carbon dioxide. *Science.* 60:499.

Hall, G.E., Hill, L.D., Hatfield, E.E., y Jensen, H.H., 1974. Propionic-acetic for high moisture corn preservation. *Transactions of the Asae.*

Heredia, A.P. 1979. Efecto de thiabendazole en la conservación del grano de sorgo almacenado a diferentes humedades relativas. tesis profesional. Fac. de Ciencias UNAM. 52 p.p.

Huitson, J.J., 1968. Cereals preservation with propionic acid. *Proc. Biochem.* 3:31-32

Hyde, M.B. y T. A. Oxley, 1960. Experiments on the airlight storage of damp grain. 1. Introduction, effect on the grain and the intergranular atmosphere. *Ann. Appl. Biol.* 48:687-710.

Jay, E.G., 1980. Methods of applying carbon dioxide for insect controlling stored grain. U.S. Department of Agriculture Science and Education Administration, *Advances in Agricultural technology, Southern Series, No. 13, 7 p.p.*

Julien, J.B. and W.R. Phillips, 1963. Notes of the effect of CO₂ and O₂ mixtures on the growth of apple scab cultures. Can. J. Plant. Sci. 43:227.

Lillehoj, E.B., M.S. Millburn and A. Ciegler, 1972. Control of Penicillium martensii development and penicillic acid production by atmospheric gases and temperatures. Appl. Microbiol. 24:198-201.

Littlefield, N.A., B.N. Wankier, D.K. Salunkhe and J.N. Mc. Gill, 1966. Fungistatic effects of controlled atmospheres. Appl. Microbiol. 14:579-581.

Macavley, B.J. and D.M. Griffin, 1969. Effects of carbon dioxide and oxygen on the activity of some soil fungi. Brit. Mycol. Soc. Trans. 53:53-62.

Malpica C.E., 1984. Efecto de mezclas de fungicidas en la conservación de la semilla de maíz almacenada. Facultad de Ciencias UNAM. 36 p.p.

Mandujano, W.L.S., 1980. Efecto de fungicidas en la protección de semillas de maíz almacenado con alto contenido de humedad. Tesis profesional. Fac. de Ciencias. UNAM 82 p.p.

Milner, M., Christensen, C.M. y Geddes, W.F., 1947. Grain Storage Studies 7: Influence of mold inhibitors on respiration of moist wheat. Cereal Chemistry. 24:507-517.

- Mislevic, P.B. and Tuite, J., 1970. Species of *Penicillium* occurring in freshly harvested and in stored dent corn kernels. *Mycology*. 62:67-74.
- Mitchell, D.J. and J.E. Mitchell, 1973. Oxygen and carbon dioxide effects on the growth and reproduction of *Aphanomyces euteiches* and certain other soil borne plant pathogens. *Phytopathology* 63: 1053-1059.
- Mitsuda, H. and Yamamoto, A., 1980. Advances in grain storage in a CO₂ atmosphere in Japan. In "Controlled Atmosphere Storage of grains" (ed. J. Shejbal). Elsevier Amsterdam. 235-245 p.p.
- Moore, M.B., y C.R. Olien, 1952. Mercury bichloride solution disinfectant for cereal seeds. *Phytopathology*. 42-471 (abstract).
- Moreno, M.E., 1984. "Análisis físico y biológico de Semillas Agrícolas". Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Moreno, M.E., y Cristensen, C.M., 1971. Differences among lines and varieties of maize susceptibility to damage by storage fungi. *Phytopathology*. 61:1498-1500.
- Moreno, M.E. y C.M. Christensen., 1970. Efecto de la humedad y hongos sobre la viabilidad de maíz almacenado. *Rev. lat. Amer. Microbiol.* 12:115-121.

Moreno M.E., Mandujano, L., Mendoza, M., y Valencia G., 1985. Use of fungicides for corn seed viability preservation. Seed Sci. and Technol., 13, 235-241.

Moreno, M.E., Morones, R.R. y Gutierrez, L.R., 1978. Diferencias entre líneas, cruas simples y dobles de maíz en su suceptibilidad al daño por «condiciones adversas de almacenamiento. Turrialba. Vol.8:3, 233-237.

Moreno, M.E., y Ramírez G.J., 1982. Efecto de fungicidas en el control de hongos de almacén. Bol. Soc. Mex. Micol. (17):95-98.

Moreno, M.E., y Ramírez J., 1985. Protective effect of fungicides on corn seed stored with low and high moisture contents. Seed Sci. and Technol. 13, 285-290.

Moreno, M.E., and Vidal G.G., 1981. Preserving the viability of stored maize seed with fungicides. Plant disease 65:260-261.

Olien C.R., y M.B. Moore, 1954. Certain mercurial seed treatments do not kill fungi on seed whwat prior to planting. Phytopathology 44:500 (abstract).

Pixton, S.W., (1967). Moisture Content-Its significans and measurement in stored products. Journal of Stored Products Research 3, 35-47.

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.

Raper, K.B. y Fennel, D.I., 1965. The genus *Aspergillus*. Williams and Wilkins. Baltimore.

Reyes, C.P., 1981. "Diseño de Experimentos aplicados " Editorial Trillas México.

Sauer, D.B., and R. Burroughs, 1974. Efficacy of various chemicals as grain mold inhibitors. *Trans. Asae*. 17: 557-559.

Sauer, D.B., and Christensen, C.M., 1982. Microflora: In; Christensen, C.M., (ed) Storage of cereal grain and their products. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, Minnesots. 3a. ed. 219-240 p.p.

Sommer, N.F., J.R. Bauchanan, and R.J. Fortlag, 1974. Production of patulin by Penicillium expausum. *Appl. Microbiol.* 28:589-593.

Tuite, J.F., y C.M. Christensen., 1957. Grain storage studies 23: time of invasion of wheat seed by various species of *Aspergillus* responsible for deterioration of stored grain, and source of inoculum of these fungi. *Phytopathology*. 47:265-268.

Tuite, J.F. y C.M. Christensen, 1957. Grain storage studies 24:
Moisture content of wheat seed in relation to invasion of the
seed. Phytopathology 47:323-327.

Wells, J.M. and M. Vota, 1970. Germination and growth of five
fungi in low oxygen and high carbon dioxide atmospheres.
Phytopathology. 60:50-53.

Tabla de Contenido

INTRODUCCION.....	1
Factores de pérdida en granos almacenados.....	3
Factores físicos.....	4
Factores bióticos.....	5
Hongos.....	9
Hongos de campo.....	10
Hongos de almacén.....	12
Condiciones favorables al desarrollo de hongos de almacén.....	17
Control de los hongos de almacén.....	22
MATERIALES Y METODOS.....	30
SEMILLA.....	30
GERMINACION.....	30
CONTENIDO DE HUMEDAD.....	31
MICOFLORA.....	32
FUNGICIDAS.....	32
ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA.....	33
RESULTADOS Y DISCUSION.....	37
CONCLUSIONES.....	43
.....	45
BIBLIOGRAFIA.....	52