



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**BIOLOGIA**

**EFFECTO DE LOS HONGOS Y CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO  
SOBRE LA VIABILIDAD DE SEMILLA HIBRIDA DE MAIZ**

**TESIS PROFESIONAL**

**JOSE RANGEL SANCHEZ**  
**1972**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## A G R A D E C I M I E N T O S .

El presente trabajo fué realizado en el Laboratorio de Fitopatología del Instituto de Biología U.N.A.M., siendo director del Instituto el Dr. Agustín Ayala Castañares a quien hago patente mi agradecimiento, así como a la Dra. Martha Zenteno Zebada; por haberme proporcionado una beca y facilidades para efectuar mis estudios en dicho laboratorio.

Mi agradecimiento también al Dr. Ernesto Moreno Martínez por su asesoría como director de la tesis y al Bfol. Javier Valdéz Gutiérrez, Dr. Teófilo Herrera Suárez, M. en C. Francisco González Medrano y Dra. Martha Zenteno Z., miembros de la comisión Dictaminadora, por la revisión del manuscrito.

A MI MADRE

A MI HERMANA

A MIS TIOS

## C O N T E N I D O .

	Página.
1. <u>INTRODUCCION.</u>	1
1.1 Trascendencia.	
1.2 Objetivos.	
1.3 Preservación de semillas y factores que la afectan.	
2. <u>MATERIALES Y METODOS.</u>	2
2.1 Semilla.	
2.2 Almacenamiento.	
2.3 Tratamiento con insecticida.	
2.4 Control y muestreo.	
2.5 Contenido de humedad.	
2.6 Porcentaje de germinación.	
2.7 Número y clase de hongos.	
2.8 Humedad de las semillas en equilibrio con diferentes humedades relativas.	
2.9 Ajuste del contenido de humedad de las semillas.	
2.10 Inoculación con " hongos de almacén ".	
3. <u>RESULTADOS Y DISCUSION.</u>	11
3.1 Maíz almacenado a 75, 80 y 85% de humedad relativa y 20-25 °C.	

- 3.2 Contenido de humedad en equilibrio con humedades relativas de 75, 80 y 85% a 20-25°C.
- 3.3 Maíz " resistente " y " susceptible " almacenado con contenidos de humedad de  $\pm$  15 y 17% a 20-25 °C.
- 3.4 Tablas de resultados.

4. CONCLUSIONES .

38

- 4.1 Variabilidad.
- 4.2 Viabilidad y humedad .
- 4.3 Viabilidad y " hongos de almacén " .
- 4.4 Contenido de humedad y " hongos de almacén " .
- 4.5 Contenido de humedad y humedad relativa ambiental .
- 4.6 Posibilidad de calcular el período viable .
- 4.7 Posibilidad de fitomejoramiento .

5. RESUMEN .

41

6. REFERENCIAS .

43

## 1.- I N T R O D U C C I O N .

### 1.1 Trascendencia.

La preservación de semillas requiere cada vez más de conocimientos básicos, sobre todo en la época actual en la que la necesidad de producir mayores cantidades de alimentos de origen agrícola ha inducido a los fitomejoradores a producir semillas mejoradas, cuya producción, a su vez, necesita técnicas especiales de producción que originan costos elevados; por lo cual, los conocimientos básicos en este campo de la conservación de semillas deben ser de vital importancia para la planeación de la producción, almacenamiento y distribución de las mismas.

Este estudio forma parte de un programa de investigaciones que sobre aspectos básicos de la preservación de semillas, se realiza en el Laboratorio de Fitopatología del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

### 1.2 Objetivos.

Como en todo trabajo científico la investigación parte de la medición precisa de los niveles actuales de un sistema, a fin de poder, con éste conocimiento, descubrir las posibles alternativas factibles para su desarrollo; en el plan general de éste programa, se ha delimitado como meta preliminar el obtener datos acerca de el comportamiento de semillas durante su almacenamiento, de las

principales variedades agronómicas e híbridos de maíz comerciales que se producen en el país.

El propósito de estos estudios fué el observar el comportamiento de algunos híbridos de maíz bajo condiciones adversas de almacenamiento, evaluar la relación semilla-humedad-hongos, encontrar evidencias que confirmen las observaciones realizadas con anterioridad en este laboratorio sobre la variabilidad de los diferentes maíces en cuanto a su susceptibilidad a deteriorarse (18) y por último, se trató de evaluar el efecto que tiene la velocidad de penetración del agua a las semillas de maíz sobre su pérdida de viabilidad y su invasión por hongos durante el almacenamiento.

### 1.3 Preservación de semillas y factores que la afectan.

Son varios los factores que afectan a las semillas durante su preservación y cuyo efecto, dentro de ciertos límites, trae consigo su deterioración. La deterioración puede manifestarse en varias formas. Una gran susceptibilidad a las condiciones adversas durante la germinación, o sea, pérdida de vigor, y una reducción del porcentaje de semillas viables, son las más evidentes. Además, actualmente se emplean otros criterios para evaluar la deterioración de las semillas tales como normalidad en el desarrollo de los primordios germinativos, actividad respiratoria y actividad enzimática. En condiciones extremas, las semillas pueden sufrir una completa deterioración física y química (17).

Por su origen, los factores que afectan a las semillas durante su preservación, son de dos tipos: factores intrínsecos inherentes a la constitución propia de las semillas y factores extrínsecos o del medio ambiente.

1.3.1 En el primer caso, las características propias de las semillas influyen durante el proceso de preservación y están determinadas genéticamente, aunque sus características pueden variar según sean las condiciones, humedad del suelo, fertilidad del suelo, heladas, lluvias, plagas, etc., que prevalecen durante su formación. Prácticamente, los factores intrínsecos que influyen durante la preservación de semillas, son las especificaciones de sus características que presentan inmediatamente después de su maduración fisiológica.

Al referirse a la preservación de semillas se infiere el hecho que se deban mantener viables el mayor tiempo posible. Es por ello que una característica que resulta básica es la longevidad (2). El período viable potencial de las semillas varía de especie a especie y en algunos casos puede prolongarse por varios años. En la preservación de semillas de plantas de cultivo, esta característica normalmente se aprovecha en un mínimo dado que en las condiciones usuales de conservación se pierde rápidamente por efecto de los factores ambientales. En el caso de maíz, Bockholt y col. (3) empleando deshidratación al vacío mantuvieron maíz a 10°C en frascos sellados, durante 22 años,

al cabo de los cuales mostró un porcentaje de germinación de 58%; sin embargo, después de 26 años su viabilidad era cero. Similares investigaciones también han mostrado que la longevidad de las semillas de maíz es de aproximadamente 22 años (23).

Otros de los factores inherentes a las semillas que probablemente influyen durante su preservación, son sus características físicas y químicas, factores que pueden favorecer o impedir el efecto de los factores externos. Una testa de consistencia cerosa, probablemente hace más lento el paso del vapor de agua al interior de la semilla; la presencia de altos contenidos de aceite en las semillas oleaginosas, es perjudicial desde el punto de vista de su preservación; se desconoce el posible efecto de sustancias del pericarpio de las semillas, sobre los hongos del almacén.

1.3.2 Existen numerosos factores ambientales que afectan a las semillas; ya dijimos que muchos de ellos pueden afectarlas aún durante su formación. Si nos avocamos a considerar los factores del medio ambiente que usualmente perjudican a las semillas durante su almacenamiento, ellos son: humedad, temperatura y factores bióticos.

La humedad y la temperatura son los factores determinantes de una buena o mala preservación de las semillas; debido a ellos, generalmente se trata de controlarlos durante la conservación de semillas de maíz y similares, ( 15,24 ) prin

palmente porque los granos son higroscópicos, y porque la humedad y la temperatura aceleran los diferentes procesos de su descomposición ( 7, 14, 19, 21 ). La manera más común de controlar el factor humedad es mediante el secado artificial, o natural, de los granos de maíz hasta alcanzar un nivel de humedad que permita su buena conservación ( 11, 13 ). El efecto de la humedad y temperatura es directo, cuando estimulan los procesos metabólicos de las semillas reduciendo entonces su potencialidad al agotarse los sustratos energéticos ( 2,4,10,16 ) y es indirecto al favorecer la proliferación de factores bióticos ( 7, 21 ).

Respecto a los factores bióticos se ha dicho que " los principales causantes de pérdidas en cantidad y calidad de granos y semillas almacenadas son: roedores, insectos, ácaros y hongos " ( 7 ) . El caso de los hongos es de especial interés, ya que su presencia es menos notoria, su control es difícil y se considera que son uno de los principales causantes de la pérdida de viabilidad de las semillas ( 5, 6, 8, 9, 17, 25 ).

## 2. MATERIALES Y METODOS

### 2.1 Semilla.

Las semillas estudiadas fueron proporcionadas por la Productora Nacional de Semillas S.A.G., registradas como VS-201, H-28, H-125, H-127, H-129, H-220, H-230, H-309, H-352, H-366, H-412, H-503 y H-507; y por el Departamento de Entomología del Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT), registradas como variedades agro-nómicas Antigua, Dulce, Dulce P.L., Harinoso y Opaco B.T.

### 2.2 Almacenamiento.

Los primeros 13 lotes fueron almacenados con sus especificaciones originales (Tabla 1), en cantidades de 350 gramos, bajo humedades relativas de 75, 80 y 85% a 20-25°C. Se empleó para ello cestos de plástico y recipientes con soluciones sobresaturadas de NaCl,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  y KCl, para mantener constantes las humedades relativas (26).

A las 5 variedades restantes cuyas especificaciones originales están dadas en la Tabla 15, se les ajustó el contenido de humedad aproximadamente a 15 y 17%, humedad que alcanzarían por sí solas en contacto con humedades relativas de 80 y 85% aproximadamente, pero eliminándose de esta manera el factor tiempo; se inocularon artificialmente con esporas de hongos de almacén y se almacenaron por duplicado, dentro de frascos de

vidrio sellados con polietileno, en cámaras con humedades relativas de 80 y 85% respectivamente, ambos a 20-25°C. Los resultados fueron comparados con los obtenidos anteriormente en el laboratorio (Tabla 17) después de almacenar las mismas variedades, bajo las mismas condiciones, pero sin ajustarles el contenido de humedad inicial, sino dejando que las semillas absorbieran por sí solas el vapor de agua. Este experimento fué llevado a cabo a fin de complementar los resultados ya mencionados y poder efectuar una evaluación de lo que significa que las semillas absorban con cierta velocidad el vapor de agua del ambiente. En ese experimento que produjo los resultados mostrados en la tabla 17, se estudiaron 15 variedades de maíz, de las cuales 3 retuvieron por más tiempo su poder germinativo, mientras que otras 2 lo perdieron rápidamente; siendo éstas las 5 variedades del presente estudio.

### 2.3 Tratamiento con insecticidas.

En todos los casos se aplicó previamente a las muestras 20ppm de Malathión en polvo para evitar el desarrollo de insectos.

### 2.4 Control y muestreo.

Durante el período de almacenaje, las muestras fueron removidas periódicamente y se efectuaron muestreos para determinar el contenido de humedad, el porcentaje de semillas viables y el porcentaje de semillas invadidas por hongos, en la fre-

cuencia indicada en las tablas de resultados.

#### 2.5 Contenido de humedad.

Para determinar el contenido de humedad de las semillas se utilizó el método de secado en estufa a 103°C por 72 horas; el resultado es expresado en porcentaje de agua sobre peso húmedo.

#### 2.6 Porcentaje de germinación.

El porcentaje de germinación se determinó colocando 100 semillas en toallas de papel enrolladas y húmedas dentro de bolsas de polietileno, permaneciendo así, durante 6 días, a 25°C. Sólo las semillas que produjeron plántulas normales se consideraron germinadas.

#### 2.7 Número y clase de hongos.

Para identificar las especies de hongos, así como el porcentaje de semillas invadidas por los mismos, se colocaron 50 semillas, previamente desinfectadas con NaOCl al 2% durante 1 minuto y enjuagadas en agua estéril, en placas de cultivo con Malta 2%, NaCl 6% y Agar 2% (20). Se incubaron a 25°C - hasta que las colonias pudieron ser contadas e identificadas, utilizando la clasificación de Raper y Fennell (22).

#### 2.8 Humedad de las semillas en equilibrio con diferentes humedades relativas.

Para determinar el contenido de humedad en equilibrio

con las humedades relativas que fueron empleadas en los experimentos, se colocaron aproximadamente 4 gramos de semilla por triplicado en latas de aluminio de peso conocido. Estas se introdujeron en desecadores que contenían soluciones sobresaturadas de NaCl,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  y KCl, para mantener las humedades relativas de 75, 80 y 85% respectivamente ( 26 ). Las muestras se pesaron periódicamente hasta que el peso se mantuvo constante; entonces se determinó el contenido de humedad mediante el método de estufa ya señalado. Las humedades relativas fueron chequeadas previa y constantemente con un higrómetro de precisión colocado dentro de las cámaras herméticamente cerradas.

#### 2.9 Ajusta del Contenido de humedad de las semillas.

Para ajustar el contenido de humedad de las semillas, se calculó el volumen de agua requerido para obtener el nivel deseado, mediante la siguiente fórmula ( 12 ).

$$\frac{100 - \text{contenido de humedad inicial}}{100 - \text{contenido de humedad deseado}} = F$$

Donde F es un factor que se multiplica por el peso de la muestra en gramos, para obtener el volumen de agua en mililitros necesario. El agua y las semillas dentro de un matraz cerrado herméticamente fueron agitadas hasta la total absorción del agua.

#### 2.10 Inoculación con " hongos de almacén ".

Las 5 variedades de maíz empleadas en el segundo experimento, fueron inoculadas artificialmente con una suspensión de esporas de Aspergillus glaucus, A. candidus, A. ochraceus y A. flavus, aisladas de semillas de maíz. La inoculación se hizo en el momento de ajustar el contenido de humedad, adicionando 1 mililitro de la suspensión al agua utilizada para elevar el contenido de humedad.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 Maíz almacenado a 75, 80 y 85% de humedad relativa y 20-25°C.

Los resultados del experimento están dados en las Tablas 2 a 13.

##### 3.1.1 Maíz almacenado en una humedad relativa de 75%.

La duración del experimento fue de 228 días, Tablas 2-5, durante los cuales se efectuaron 4 muestreos. A los 92 días de almacenamiento, el porcentaje de germinación de todos los maíces era alto a excepción del maíz VS-201 que mostró un porcentaje de germinación de 59%. En los subsecuentes muestreos se observó una reducción del porcentaje de germinación desigual entre los diferentes maíces, siguiendo al VS-201 el H-127 y el H-129. Al término del experimento, después de 228 días, la germinación de los maíces oscilaba entre 0 y 97%; sin embargo, los híbridos H-412, H-366, H-503, H-28 y H-352 se mantuvieron arriba del 85%.

El contenido de humedad promedio fue de 14.2% y los límites de 13.7% y 14.8%. El desarrollo de hongos de almacén sobre las semillas sólo se hizo notorio hasta los 228 días; en general, la invasión no llegó a ser fuerte, excepto en el maíz VS-201 en el que el 98% de las semillas estaban invadidas por A. glaucus después de 228 días. Los hongos de campo representados princi-

palmente por Fusarium sp., fueron reduciéndose hasta desaparecer en algunos casos.

3.1.2 Maíz almacenado en una humedad relativa de 80%. En este experimento, Tablas 6-9, se realizaron 4 muestreos distribuidos en un período de 182 días. Al igual que en el caso anterior, el maíz VS-201 mostró ser el más susceptible, ya que a sólo 62 días su germinación era de 62%. Después de 92 días de almacenamiento otros híbridos comenzaron a perder su viabilidad; a 133 días los maíces VS-201 y H-230 mostraron 0 y 13% de germinación, respectivamente. Al final de la prueba, 5 muestras tenían 10% o menos de germinación, mientras que sólo otras 4, mostraron más del 50%.

El contenido de humedad promedio fue de 15.4%, con un mínimo de 14.7 y un máximo de 16.1%. En esta prueba sí hubo gran desarrollo de hongos, principalmente de A. glaucus; con excepción del híbrido H-503, en todos los demás casos había una invasión de 74 a 100% después de 182 días.

3.1.3 Maíz almacenado en una humedad relativa de 85%. La duración de este experimento fue de sólo 141 días debido a que la deterioración de las semillas se efectuó rápidamente, Tablas 10-13. En los 4 muestreos realizados durante ese período se observaron resultados similares a los anteriores. La muestra VS-201 a sólo 32 días mostró 63% de viabilidad y a 63 días, 1%. Después

de 94 días, sólo los maíces H-412, H-507, H-352, H-127 y H-503, mantuvieron más de 85% de viabilidad y, a 141 días, únicamente los híbridos H-412 y H-503 tenían más de 75%.

De este experimento, sólo se determinó el contenido de humedad en el primer muestreo, sin embargo, en la Tabla 14 se observa que estos maíces se equilibran a 85% de humedad relativa con contenidos de humedad que van de 15.6 a 17%, siendo el promedio de 16.5%.

Los hongos de campo fueron desapareciendo gradualmente hasta llegar a 0%, mientras que los hongos de almacén, principalmente A. glaucus, llegaron a invadir prácticamente todas las semillas, como se muestra en la Tabla 13.

3.1.4 Como se observa, bajo las condiciones de almacenamiento que se utilizaron en los experimentos, las semillas rápidamente se deterioran y, el fenómeno se acentúa conforme se aumenta la humedad relativa. La relación es directamente proporcional. La presencia de hongos de almacén es estimulada en la misma relación aunque, aparentemente, no existe una correspondencia definitiva entre la pérdida de viabilidad y el porcentaje de semillas invadidas por los hongos como ha sido mencionado por algunos autores (5,6,8,9,17,25). Esto se manifiesta sobre todo en los resultados obtenidos después de almacenar las semillas bajo una humedad relativa de 75%; la muestra VS-201 a 92 días de almacenada ha reducido su viabilidad a

59% mientras que el porcentaje de semillas invadidas por hongos de almacén es 0. Las muestras H-125, H-127 y H-129 a 228 días del almacenamiento tienen 24, 28 y 26% de viabilidad, con sólo 4, 30 y 40% de semillas invadidas por A. glaucus, - etc.

### 3.2 Contenido de humedad en equilibrio con humedades relativas de 75, 80 y 85% a 20-25°C.

Con el fin de verificar, por una parte, que los contenidos de humedad obtenidos en los muestreos correspondieran a los realmente alcanzados bajo las diferentes humedades relativas y, por otra, obtener resultados más exactos al realizar la determinación del contenido de humedad cuando aún los hongos no proliferaron en una proporción tal que pudiera alterar el resultado, se determinaron los contenidos de humedad en equilibrio con humedades relativas de 75, 80 y 85%, utilizando la metodología ya descrita.

3.2.1. En una humedad relativa de 75%, el contenido de humedad de las semillas de maíz varió de 13.5 a 14.8%, en la de 80% fué de 14.7 a 15.9 y a 85% de 15.6 a 17.0%, Tabla - 14.

3.2.2 Los porcentajes de contenido de humedad, en general, sí corresponden a los obtenidos en las pruebas de almacenamiento. Las variaciones que se obtuvieron era de espe-

rarse sobre todo si consideramos que la determinación del contenido de humedad se realiza con 4 g. de semilla, relacionando el peso del agua contenido en los granos con el peso de los diferentes componentes sólidos de los mismos, entonces, es factible que resulten variaciones en los resultados, debidas a pequeñas diferencias en sus componentes sólidos, y considerando que el método tiene una precisión de  $\pm 0.2\%$ . Es decir, cuando se obtiene un contenido de humedad de 13.% en realidad, este contenido de humedad es el promedio del contenido de humedad de cada uno de los granos de la muestra analizada.

### 3.3 Maíz "resistente" y "susceptible" almacenado con contenidos de humedad de $\pm 15$ y 17% a 20-25 °C.

Los resultados están indicados en las Tablas 17 a 20.

3.3.1 Maíz almacenado con  $\pm 15\%$  de contenido de humedad inicial. - La duración del experimento fue de 122 días, Tablas 17-18, durante los cuales se realizaron dos muestreos; en ambos, los resultados indican que los maíces susceptibles (Dulce, Dulce - P.L. y Opaco B.T.) siguen comportándose como tales. La variedad harinoso que se comportó como "resistente", Tabla 16; bajo otras condiciones no fue así, puesto que a 122 días presentaba 63% de viabilidad, porcentaje comparable al 52% de la variedad Dulce.

El porcentaje de semillas invadidas por hongos de almacén fue alto. Tanto en los resultados del primer muestreo, rea - -

lizado a 72 días de almacenamiento, como en el segundo, se observó un alto porcentaje de semillas invadidas por A. glaucus. Su abundante desarrollo fue sobre todo notorio, en las placas de cultivo incubadas en el laboratorio, y no se observó diferencia significativa entre las 5 variedades.

Los contenidos de humedad registrados, están indicados en las Tablas 17 y 18 respectivamente para los dos muestreos efectuados.

3.3.2 Maíz almacenado con  $\pm 17\%$  de contenido de humedad inicial.- En este caso, se efectuó un muestreo a 31 días y otro a 72. Los resultados comparativamente son similares a los anteriores. El hecho más sobresaliente es el de que la variedad Antigua sigue siendo ligeramente "resistente", mientras que la variedad Harinoso es la más susceptible, Tabla 20.

Los contenidos de humedad registrados van de 16.7 a 17.9% en los dos muestreos realizados.

La invasión por hongos de almacén fue abundante y, como en el caso anterior, el desarrollo de A. glaucus fue similar entre las diferentes variedades.

3.3.3 Si relacionamos los resultados obtenidos en estos experimentos, comparativamente el comportamiento de las variedades resistentes y susceptibles, con los mostrados en la

Tabla 16; encontramos que la condición de contenido de humedad inicial del maíz, cuando se almacena bajo una humedad relativa alta, influye directamente en su invasión por hongos de almacén, y posiblemente sobre su pérdida de viabilidad. En otras palabras, si se almacena maíz con un contenido de humedad bajo, en una humedad relativa alta, la velocidad con que penetre el vapor de agua a las semillas, que a su vez depende de sus características fisicoquímicas, regulará el desarrollo de los hongos e influirá sobre la duración del período viable. Esto último por supuesto, aunque se observa definitivamente en el maíz Harinoso almacenado con una humedad inicial de 17%, y el almacenamiento fue por duplicado, requiere de nuevos experimentos para darlo como concluyente. A más de que es probable que este fenómeno no sea observable en todos los maíces.

Tabla No. 1

ESPECIFICACIONES INICIALES DEL MAIZ ALMACENADO A 75, 80 y 85% DE  
HUMEDAD RELATIVA.

VARIEDAD E HIBRIDOS	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PORCENTAJE DE GERMINACION	% DE SEMILLAS INVADIDAS POR	
			<u>A. glaucus</u>	HONGOS. H. de campo
H-28	11.1	100	0	16
H-220	10.1	100	0	6
H-230	10.7	100	0	6
H-366	10.5	100	0	44
H-503	10.7	100	12	20
H-507	10.4	100	0	6
H-352	9.6	99	0	86
H-412	10.7	99	0	30
H-127	11.1	98	0	16
H-129	10.8	97	0	92
H-309	10.2	97	2	80
H-125	11.0	96	0	32
V-201	10.3	84	0	30

Tabla No. 2

GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y HONGOS, DEL MAIZ

ALMACENADO A 75% DE HUMEDAD RELATIVA Y 20-25°C DURANTE 92 DIAS.

% DE SEMILLAS INVADIDAS POR HONGOS.

VARIEDAD E HIBRIDOS	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PORCENTAJE DE GERMINACION	% DE SEMILLAS INVADIDAS POR HONGOS.		
			<u>A. glaucus</u>	<u>Penicillium</u> sp.	H.de campo
H-28	14.3	99	0	0	14
H-220	14.4	99	2	0	12
H-309	14.1	99	0	0	62
H-366	14.6	99	0	0	36
H-412	14.7	99	0	0	16
H-503	14.3	98	0	0	12
H-230	14.1	97	0	0	6
H-352	14.4	97	0	18	58
H-507	14.5	97	18	0	18
H-127	14.0	96	0	0	10
H-125	14.8	93	0	0	18
H-129	14.5	91	0	0	2
V-201	14.2	59	0	0	0

Tabla No.3

GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y HONGOS, DEL MAIZ ALMACENADO A 75% DE HUMEDAD RELATIVA Y 20-25°C DURANTE 122 DIAS.

VARIEDAD E HIBRIDOS	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PORCENTAJE DE GERMINACION	% DE SEMILLAS INVADIDAS POR HONGOS.		
			<u>A. glaucus</u>	<u>Penicillium</u> sp.	H. de campo
H-412	14.6	99	0	0	4
H-28	14.6	98	0	0	2
H-503	14.4	98	0	0	2
H-352	14.2	97	0	14	38
H-507	14.5	97	4	0	4
H-366	14.7	96	0	0	32
H-309	13.8	95	0	0	44
H-230	14.3	94	2	0	0
H-220	14.4	93	2	0	0
H-127	13.9	86	0	2	18
H-125	14.4	82	0	0	26
H-129	14.1	72	0	0	14
V-201	14.4	19	14	0	0

Tabla No.4

GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y HONGOS, DEL MAIZ ALMACENADO

A 75% DE HUMEDAD RELATIVA Y 20-25 °C DURANTE 165 DIAS.

VARIEDAD E HIBRIDOS	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PORCENTAJE DE GERMINACION	% DE SEMILLAS INVADIDAS POR HONGOS.		
			<u>A. glaucus</u>	<u>Penicillium</u> sp.	H. de campo
H-412	14.8	98	0	0	14
H-503	14.1	96	0	0	2
H-507	14.1	96	2	0	2
H-366	15.3	95	0	0	30
H-28	14.5	93	0	0	8
H-309	13.7	92	0	0	60
H-352	14.5	89	0	14	48
H-220	14.1	80	6	0	0
H-230	14.5	79	0	0	80
H-127	14.6	71	0	2	6
H-125	14.6	64	0	0	10
H-129	14.3	50	2	0	10
V-201	14.3	3	64	0	0

Tabla No.5

GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y HONGOS, DEL MAIZ ALMACENADO  
A 75% DE HUMEDAD RELATIVA Y 20-25°C DURANTE 228 DIAS.

VARIEDAD E HIBRIDOS	CONTENIDO DE HUMEDAD	PORCENTAJE DE GERMINACION	% DE SEMILLAS INVADIDAS POR HONGOS.		
			<u>A. glaucus</u>	<u>Penicillium</u> sp.	H.de campo
H-412	14.3	97	2	0	6
H-366	14.5	96	0	0	24
H-503	14.1	93	2	0	2
H-28	14.4	91	2	0	4
H-507	14.6	88	4	0	2
H-352	14.3	86	0	14	26
H-309	14.2	71	12	0	0
H-230	14.2	52	28	0	0
H-220	13.9	51	12	0	0
H-127	14.0	38	30	0	0
H-129	14.1	26	40	0	0
H-125	14.1	24	4	0	0
V-201	14.0	0	98	0	0

Tabla No.6

GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y HONGOS, DEL MAIZ ALMACENADO

A 80% DE HUMEDAD RELATIVA Y 20-25°C DURANTE 62 DIAS.

VARIEDAD E HIBRIDOS	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PORCENTAJE DE GERMINACION	% DE SEMILLAS INVADIDAS POR HONGOS.		
			<u>A. glaucus</u>	<u>A. tamaritii</u>	H. de campo
H-412	15.7	99	0	0	12
H-28	15.4	98	0	0	6
H-127	15.5	98	2	0	4
H-220	14.7	98	14	0	2
H-230	14.8	98	18	0	0
H-352	15.0	98	22	0	38
H-503	15.6	98	2	0	4
H-309	15.0	97	4	0	53
H-366	15.5	97	0	0	14
H-507	16.0	97	14	2	0
H-125	15.7	96	0	0	18
H-129	15.6	96	2	0	8
V-201	15.3	50	82	0	0

Tabla No.7

GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y HONGOS, DEL MAIZ ALMACENADO  
A 80% DE HUMEDAD RELATIVA Y 20-25°C DURANTE 94 DIAS.

VARIEDAD E HIBRIDOS	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PORCENTAJE DE GERMINACION	% DE SEMILLAS INVADIDAS POR HONGOS	
			<u>A. glaucus</u>	H. de campo
H-503	15.7	98	0	2
H-28	15.7	97	6	10
H-366	15.4	97	2	38
H-412	15.7	97	6	10
H-507	15.6	95	12	2
H-127	15.1	92	28	6
H-125	15.8	89	0	10
H-129	16.0	83	24	4
H-309	15.3	80	86	0
H-352	15.3		70	14
H-230	15.1	70	82	0
H-220	15.5	61	82	12
V-201	15.8	3	100	0

Tabla No.8

GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y HONGOS, DEL MAIZ ALMACENADO  
A 80% DE HUMEDAD RELATIVA Y 20-25°C DURANTE 133 DIAS.

VARIEDAD E HIBRIDOS	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PORCENTAJE DE GERMINACION	% DE SEMILLAS INVADIDAS POR HONGOS.	
			<u>A. glaucus</u>	H. de campo
H-28	15.0	93	14	0
H-412	15.5	92	88	4
H-503	15.7	92	18	0
H-366	15.6	87	10	14
H-125	15.2	86	24	0
H-507	16.1	78	54	0
H-220	15.8	75	98	0
H-309	14.9	67	90	0
H-127	15.2	61	88	0
H-352	15.0		94	0
H-129	15.3	35	96	0
H-230	15.8	13	98	0
V-201	15.3	0	100	0

Tabla No.9

GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y HONGOS, DEL MAIZ ALMACENADO

A 80% DE HUMEDAD RELATIVA Y 20-25 °C DURANTE 182 DIAS.

VARIEDAD E HIBRIDOS	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PORCENTAJE DE GERMINACION	% DE SEMILLAS INVAJIDAS POR HONGOS.	
			<u>A. glaucus</u>	H. de campo
H-503	15.0	84	20	0
H-507	15.2	69	82	0
H-366	15.4	61	74	2
H-28	15.6	55	76	2
H-412	15.3	48	94	0
H-125	15.3	31	78	0
H-352	15.0	13	98	0
H-220	15.0	10	98	0
H-127	14.9	8	100	0
H-129	15.3	5	98	0
H-309	15.1	5	100	0
H-230	14.9	3	98	0
V-201	15.1	0	100	0

Tabla No.10

GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y HONGOS, DEL MAIZ ALMACENADO

A 85% DE HUMEDAD RELATIVA Y 20-25°C DURANTE 32 DIAS.

VARIEDAD E HIBRIDOS	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PORCENTAJE DE GERMINACION	% DE SEMILLAS INVADIDAS POR HONGOS.		
			<u>A.glaucus</u>	<u>Penicillium</u> sp.	H.de campo
H-507	16.5	100	0	0	8
H-412	16.5	99	0	0	10
H-127	15.2	98	0	0	14
H-220	16.2	98	0	0	0
H-230	16.8	98	2	0	0
H-309	15.6	98	0	0	56
H-366	17.1	98	0	0	52
H-503	17.0	97	0	0	10
H-28	17.2	96	8	4	12
H-125	16.6	96	0	0	34
V-201	16.0	63	6	2	2

(No se determinó H-129 y H-352 )

Tabla No. 11

GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y HONGOS, DEL MAIZ ALMACENADO  
A 85% DE HUMEDAD RELATIVA Y 20-25°C DURANTE 63 DIAS.

VARIEDAD E HIBRIDOS	PORCENTAJE DE GERMINACION	% DE SEMILLAS INVADIDAS POR HONGOS.		
		<u>A. glaucus</u>	<u>Penicillium</u> sp.	H. de campo
H-412	100	4	0	12
H-507	100	4	2	6
H-366	99	0	0	42
H-127	98	0	0	4
H-220	98	10	0	2
H-503	98	0	0	20
H-309	96	8	0	38
H-125	95	54	0	12
H-28	90	30	2	16
H-129	80	94	0	0
H-230	46	99	0	0
V-201	1	100	0	0

( No se determinó H-352 )

Tabla No.12

GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y HONGOS, DEL MAIZ ALMACENADO

A 85% DE HUMEDAD RELATIVA Y 20-25°C DURANTE 94 DIAS.

VARIEDAD E HIBRIDOS	PORCENTAJE DE GERMINACION	% DE SEMILLAS INVAJIDAS POR HONGOS.		
		<u>A glaucus</u>	<u>Penicillium</u> sp.	H. de campo
H-507	98	20	16	0
H-412	96	16	0	8
H-127	94	10	5	0
H-503	85	92	0	0
H-309	84	50	0	0
H-220	77	92	0	0
H-366	68	92	4	8
H-28	67	84	20	8
H-125	46	80	0	0
H-129	18	98	0	0
H-230	9	100	0	0
V-201	0	100	0	0

( No se determinó H-352 )

Tabla No. 13

GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y HONGOS , DEL MAIZ ALMACENADO

A 85% DE HUMEDAD RELATIVA Y 20-25°C DURANTE 141 DIAS.

VARIEDAD E HIBRIDOS	PORCENTAJE DE GERMINACION	% DE SEMILLAS INVADIDAS POR HONGOS.		
		<u>A. glaucus</u>	<u>Penicillium</u> sp.	H. de campo
H-507	85	54	0	0
H-412	77	68	0	0
H-127	53	78	0	0
H-28	46	80	6	0
H-503	42	100	0	0
H-309	31	98	0	0
H-125	14	100	0	0
H-129	6	100	0	0
H-220	6	100	0	0
H-366	4	100	0	0
H-230	3	100	0	0
V-201	0	100	0	0

( No se determinó H-352 )

Tabla No. 14

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL MAIZ, EN QUILIBRIO CON HUMEDADES  
RELATIVAS DE 75, 80 y 85% A 20-25°C.

VARIEDAD	HUMEDAD RELATIVA		
	75%	80%	85%
E			
HIBRIDOS			
V-201	14.8	15.4	16.7
H-28	14.0	15.5	16.6
H-125	13.9	15.2	16.0
H-127	13.9	15.5	16.6
H-129	14.0	15.3	16.3
H-220	13.6	15.0	16.3
H-230	13.5	14.7	15.6
H-309	14.2	15.9	16.6
H-352	13.9	15.9	16.7
H-366	14.4	15.4	17.0
H-412	14.1	15.6	16.1
H-503	14.2	15.0	16.6
H-507	13.9	15.0	16.6
RANGO:	13.5-14.8	14.7-15.9	15.6-17.0
PROMEDIO:	14.0	15.3	16.5

Tabla No. 15

ESPECIFICACIONES INICIALES DE LAS 5 VARIEDADES DE MAIZ, ALMACENADAS  
 CON UN CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL DE  $\pm 15$  y  $17\%$  ,

VARIEDAD ORIGINAL	CONTENIDO DE HUMEDAD			% DE GERMINACION.	% DE SEMILLAS INVADIDAS POR HONGOS.			
	A $\pm 15\%$	AJUSTADO A $\pm 15\%$	AJUSTADO A $\pm 17\%$		<u>A. glaucus</u>	<u>A. flavus</u>	<u>Penicillium sp.</u>	H. de campo
Antigua	10.6	15.3	17.2	99	0	0	0	88
Harinoso	11.1	15.3	17.1	100	0	0	8	28
Dulce P.L.	8.7	15.2	17.0	99	0	6	0	92
Opaco B. T.	10.5	15.7	17.4	96	4	0	0	20
Dulce	9.9	15.1	17.0	96	0	0	0	90

Tabla No. 16

PORCENTAJE DE GERMINACION DE 15 VARIEDADES DE MAIZ, ALMACENADAS  
 A 75% DE HUMEDAD RELATIVA DURANTE 152 DIAS Y A 85% DE  
 HUMEDAD RELATIVA DURANTE 63 DIAS A 20-25°C.

VARIEDAD	75% HUMEDAD RELATIVA	85% HUMEDAD RELATIVA
	152 DIAS	63 DIAS
Antigua	97	93
Harinosa	97	97
Flint	96	63
High amylose	92	45
Reventador	90	75
Floury	89	70
Dulce P.L.	88	75
Tuxpeno crema	85	57
Flint amarillo	80	62
Waxy	79	58
Chalqueno	77	55
Mezcla caribe	77	55
Dentado	76	50
Opaco	73	50
Dulce	47	25

Moreno, M.E. and Christensen, C.M. - 1971 ( 18 )

Tabla No. 17

GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y HONGOS, DE 5 VARIEDADES  
 DE MAIZ ALMACENADAS CON UN CONTENIDO DE HUMEDAD  
 INICIAL DE  $\pm$  15% A 20-25 ° C DURANTE 72 DIAS.

CONTENIDO DE HUMEDAD

VARIEDAD	( % )		% DE GERMI- NACION	% DE SEMILLAS INVADIDAS POR HONGOS.			H.de campo
	INICIAL	72 DÍAS		<u>A.glaucus</u>	<u>A.flavus</u>	<u>Penicillium</u> sp.	
Antigua	15.3	15.2	96	80	0	0	10
Harinoso	15.3	15.5	88	77	0	0	10
Dulce P.L.	15.2	15.3	82	77	0	0	18
Opaco B.T.	15.7	15.8	69	92	1	3	3
Dulce	15.1	14.6	72	63	3	1	28

Tabla No. 18

GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y HONGOS, DE 5 VARIEDADES  
 DE MAIZ ALMACENADAS CON UN CONTENIDO DE HUMEDAD  
 INICIAL DE  $\pm 15\%$  A 20-25°C DURANTE 122 DIAS.

VARIEDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		% DE GERMINACION	% DE SEMILLAS INVADIDAS POR HONGOS.				H. de Campo
	INICIAL	122 DIAS		<u>A. glaucus</u>	<u>A. ochraceus</u>	<u>A. flavus</u>	<u>A. candidus</u>	
Antigua	15.3	15.5	88	96	0	0	0	9
Harinoso	15.3	16.0	63	83	0	0	1	12
Dulce P.L.	15.2	16.2	40	87	1	2	0	12
Opaco B.T.	15.7	16.2	37	97	0	0	0	4
Dulce	15.1	14.9	52	77	0	0	0	18

Tabla No. 19

GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y HONGOS, DE 5 VARIEDADES  
 DE MAIZ ALMACENADAS CON UN CONTENIDO DE HUMEDAD  
 INICIAL DE  $\pm$  17 % A 20-25°C DURANTE 31 DIAS

VARIEDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		% DE GERMINACION	% DE SEMILLAS INVADIDAS POR HONGOS.				H.de Campo
	INICIAL	31 DIAS		<u>A.glaucus</u>	<u>A.flavus</u>	<u>A.ochraceus</u>	<u>A.tamaritii</u>	
Antigua	17.2	16.7	97	88	0	0	2	6
Harinoso	17.1	16.7	97	82	0	0	0	12
Dulce P.L.	17.0	17.3	78	74	4	4	3	39
Opaco B.T.	17.4	17.7	79	100	1	0	2	2
Dulce	17.0	17.0	79	82	4	4	0	25

Tabla No.20

GERMINACION, CONTENIDO DE HUMEDAD Y HONGOS, DE 5 VARIEDADES DE MAIZ ALMACENADAS CON UN CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL DE  $\pm$  17% A 20-25 °C DURANTE 72 DIAS .

VARIEDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		% DE GERMINACION.	% DE SEMILLAS INVADIDAS POR HONGOS.						H. de campo
	INICIAL	72 DIAS		<u>A. glaucus</u>	<u>A. ochraceus</u>	<u>A. flavus</u>	<u>A. candidus</u>	<u>A. tamarit</u>	<u>Penicillium sp.</u>	
Antigua	17.2	17.1	76	93	1	0	0	1	0	0
Harinoso	17.1	16.9	38	92	2	0	0	1	0	5
Dulce P.L.	17.0	17.4	54	83	1	1	2	1	1	21
Opaco B.T.	17.4	17.9	56	91	2	3	1	0	5	0
Dulce	17.0	17.3	61	85	1	1	0	0	0	22

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

Para las condiciones de almacenamiento empleadas en estos experimentos se concluye lo siguiente:

### 4.1 Variabilidad.

Existe variabilidad de comportamiento entre los diferentes híbridos de maíz, respecto a la capacidad de conservar su viabilidad bajo condiciones desfavorables de almacenamiento.

En general, la retienen mejor los maíces H-412, H-366, H-507, H-503 y H-28.

### 4.2 Viabilidad y humedad.

La pérdida de viabilidad ocurre más rápida y en forma proporcional conforme es mayor la humedad relativa de almacenamiento.

### 4.3 Viabilidad y "hongos de almacén".

La reducción del período viable no necesariamente es ocasionado por la presencia de hongos de almacén que se desarrollan sobre las semillas. Por lo menos se considera que la humedad y la temperatura también influyen, en este caso activando los procesos metabólicos de la semilla, lo que ocasiona la pérdida de vigor y poder germinativo al agotarse los

sustratos energéticos de reserva. Por supuesto son necesarios más estudios al respecto.

#### 4.4 Contenido de humedad y " hongos de almacén "

El desarrollo de hongos sobre las semillas es - tá condicionado a su contenido de humedad y, ba - jo ciertos límites, su desarrollo es directamen - te proporcional a un aumento en el contenido de agua .

#### 4.5 Contenido de humedad y humedad relativa ambien - tal.

El maíz se equilibra a 75, 80 y 85% de humedad re - lativa, con los siguientes valores de contenido de humedad.

Humedad relativa	Contenido de humedad
75 %	13.4 - 14.5 %
80 %	14.8 - 15.9
85 %	16.0 - 17.0

La interpretación que se hace de esta variabilidad en el contenido de humedad a que se equilibran los dife - rentes maíces en una humedad relativa constante, es que son debidas a diferencias en los porcentajes de - sus componentes químicos, puesto que el contenido de humedad se calcula con base en el peso del agua, rela - tivo al peso de materia seca de la semilla; es decir, -

estos contenidos de humedad son equivalentes, -  
aunque aparentemente sean diferentes.

#### 4.6 Posibilidad de calcular el período viable.

Es posible determinar cómo deben almacenarse los maíces según las disponibilidades de almacenamiento, y por cuánto tiempo mantendrán su calidad. Como lo demuestran los resultados existe variabilidad de comportamiento entre los diferentes híbridos o lotes de maíz, que puede ser debida a diferencias -  
particulares de los diferentes maíces o a los diferen-  
tes factores que los han afectado. Es necesario cono-  
cer el comportamiento de cada uno de ellos en el la-  
boratorio y en el almacén. identificar su normalidad ,  
y de esta manera obtener alguna constante que permi-  
ta calcular el tiempo probable de almacenaje para de-  
terminadas condiciones de almacenamiento.

#### 4.7 Posibilidad de fitomejoramiento.

Por otra parte la variabilidad mostrada por los dife-  
rentes híbridos respecto al aspecto en cuestión, abre  
las posibilidades de que ciertas características de " re-  
sistencia " sean caracteres genéticos. Si ésto fuera, -  
existe la posibilidad de experimentación para conducir  
estudios de fitomejoramiento. En esta virtud es conve-  
niente la investigación de los fenómenos naturales que  
causan esa variabilidad.

## 5. R E S U M E N

Se estudió el comportamiento de 12 híbridos y 1 variedad de maíz manejados actualmente por la Productora Nacional de Semillas (SAG), después de almacenarlos bajo humedades relativas de 75, 80 y 85% a 20-25°C, durante 228, 182 y 141 días respectivamente. Periódicamente se realizaron muestreos para determinar el contenido de humedad, el porcentaje de semillas viables y el porcentaje de semillas invadidas por hongos.

Los resultados muestran que existe variabilidad entre los diferentes maíces respecto a la capacidad de conservar su viabilidad bajo condiciones desfavorables de almacenamiento. El efecto de la humedad, dentro del rango en estudio, ocasiona la pérdida de germinación de las semillas en un período variable según el lote a considerar y favorece el desarrollo de hongos, principalmente algunas especies de Aspergillus y de Penicillium. Este efecto es más rápido cuanto mayor es el contenido de humedad de las semillas. Si bien la pérdida de germinación aparentemente tiene una correlación con la presencia de las especies de hongos mencionadas, esta correlación no fué observada en todos los casos.

Por otra parte fueron almacenadas 5 variedades de maíz a las cuales se les adicionó una cierta cantidad de agua, a fin de que contuvieran aproximadamente 15 y 17% de contenido de humedad al inicio del experimento. El período de almacenamiento fue de 122 y

72 días respectivamente a 80 y 85% de humedad relativa.

Los resultados de este experimento igualmente mostraron que existen diferencias entre las variedades en cuanto a el tiempo que pueden mantenerse viables. Asimismo se sugiere que, en algunos casos, una cierta "resistencia" a perder su viabilidad puede ser debida a los componentes constitutivos de las semillas.

## 6. R E F E R E N C I A S .

- 6.1. Anderson, J.D. - 1970. Physiological and Biochemical Differences in Deteriorating Barley Seeds. *Crop. Science*, 10:36-39.
- 6.2. Barton, L.V. - 1961. Seed Preservation and Longevity. Interscience Publishers Inc. New York. 216pp.
- 6.3. Bockholt, A.J., Rogers, J.S., and Richmond, T.R. 1969. Effects of Various Storage Conditions on Longevity of Cotton, Corn, and Sorghum Seeds. *Crop. Science*, 9: 151-153.
- 6.4. Ching, T.M., Parker, M.C., and Hill, D.D. - 1959. Interaction of Moisture and Temperature on Viability of Foreign Seeds Stored in Hermetically Seal Cans. *Agron. J.*, 51:680-684
- 6.5. Christensen, C.M. - 1957. Deterioration of Stored Grains by Fungi. *The Botanical Review*, 23:108-134.
- 6.6. Christensen, C.M., and Kaufmann, H.H. - 1969. Grain Storage. Univ. of Minnesota Press, Minneapolis. 153 pp.
- 6.7. Christensen, C.M., and Kaufmann, H.H. - 1965. Deterioration of Stored Grains by Fungi. Paper No. 1215, Scientific J. Series. Minnesota Agric. Exp. St. Paul Minn.
- 6.8. Christensen, C.M., y López L.C. - 1962. Daños que causan en México los hongos a los granos almacenados. *Inst. Nal. de Invest. Agr. SAG. Folleto técnico No. 44*,

- 29 pp. México.
- 6.9 Christensen, C.M. and López, L.C. - 1963. Pathology of Stored Seeds. Proc. Int. Seed Test. Ass., 28 (4): 701-711.
- 6.10 Coutiño, De M.B., Moreno, M.E., y Zenteno, Z.M.- 1970.- Efecto de ciertas condiciones de almacenamiento sobre la viabilidad de semilla de cebolla (Allium cepa L) y coliflor (Brassica oleracea L) Rev. Lat-amer, Microbiol., 12:109-114 .
- 6.11 Harrington J.F.- 1959. Drying, Storing, and Packaging Seeds to Mantain Germination and Vigor. Proc. 1959 - Short course for seedsmen, Seed tech. Lab. Mississippi State Univ., St. Coll. Miss. 17 pp.
- 6.12 Harein, K. Phillip and E.L. Soderstrom-1966.Coleoptera Infesting Stored Produets. In: Insect Colonization and Mass Production. Academic Press. Inc., New York.Pag. 241-257.
- 6.13 Holman, L.E.- 1957. Aereation of Grain in Commercial Storages. USDA Marketing Res. Rept. 178 (Agr. Marketing Serv. Marketing Res. Div., U.S. Printing office ), Washington 25, D.C., 43 pp.
- 6.14 James E., Bass, N.L. and Clark, D.C. - 1967. Effects of Variable and Constant Storage Temperatures and Subsequent Room Storage on the Viability of Certain Seeds. Crop. Science, 7:495-496.

- 6.15 Kaufmann, H.H. - 1964. Quality - control Practices Reduce Losses and Costs in Stored Grain. *Agr.Eng.*, -  
45:432-33.
- 6.16 Mayer, A.M., and Polsakoff-Mayber. - 1963. The Germination of Seeds. Pergamon Press., pag. 31-58.
- 6.17 Moreno, M.E., y Christensen, C.M. - 1970. Efecto de la humedad y hongos sobre la viabilidad de maíz almacenado. *Rev. Lat. amer. Microbiol.*, 12:115-121.
- 6.18 Moreno, M.E., and Christensen, C.M. - 1971. Differences Among Lines and Varieties of Maize in Susceptibility to Damage by Storage Fungi. *Phytopathology*, 61 (12): 1498-1500.
- 6.19 Olafson, H.H., Christensen, C.M., and Geddes, W.F. - 1954. Grain Storage Studies XV. Influence of moisture content commercial grade, and maturity on the respiration and chemical deterioration of corn. *Cereal Chem.*, -  
31:333-340
- 6.20 Papavizas, G.C., and Christensen, C.M. - 1957. Grain Storage Studies XXV. Effect of invasion by storage fungi upon germination of wheat seed and upon development of sick wheat. *Cereal Chem.*, 34:350-359.
- 6.21 Ramírez, G.M. - 1966. Almacenamiento y conservación de granos y semillas Ed. CEOSA, México, D.F. 300 pp.
- 6.22 Raper, K.B., and Fennell, D.I. - 1965. The Genus *Aspergillus*. The Williams and Wilkins Company, Baltimore. 686 pp.

- 6.23 Robertson, D.W., Lute, A.M. and Kroeger, H. - 1943. Germination of 20-year - old Wheat, Oats, Barley, Corn Rye, Sorghum, and Soybeans. *Agron.J.*, 35:786-795
- 6.24 Springfiel. H.W. - 1988. Cold Storage Helps Winter - Fat Seeds Retain Viability. *J. Range-Man*, 21:401-402
- 6.25 Tuite, J.F., and Christensen, C.M. - 1955. Grain Storage, Studies 16. Influence of storage conditions upon the fungus flora of barley seed. *Cereal Che.*, 32:1-11
- 6.26 Wink, W.A., and Sears, G.R. - 1950. Instrumentation Studies LVII. Equilibrium relative humidities above saturated salt solutions at various temperatures. *Tappi*, - 33: 96a-99a.