

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE TEMPERATURA, HUMEDAD Y ALMACENAMIENTO
SOBRE LA CALIDAD DE SEMILLA DE MAIZ (Zea mayz).

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

INGENIERO AGRONOMO

ORIENTACION FITOTECNIA

P R E S E N T A :

SEDANO RUBIO JOSE DE JESUS

Las Agujas Mpio. de Zapopan, Jal. 1993



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

SECCION ESCOLARIDAD
EXPEDIENTE _____
NUMERO 0497/93

1º de abril de 1993

C. PROFESORES:

ING. JOSE SANCHEZ MARTINEZ, DIRECTOR
M.C. ELIAS SANDOVAL ISLAS, ASESOR
Q.F.B. ANGEL PEREZ ZAMORA, ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

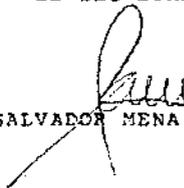
EFEECTO DE TEMPERATURA, HUMEDAD Y ALMACENAMIENTO SOBRE LA CALIDAD DE
SEMILLA DE MAIZ (Zea mayz)

presentado por el (los) PASANTE (ES) SEDANO RUBIO JOSE DE JESUS

han sido ustedes designados Director y Asesores, respectivamente, para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su --- Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto, me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

A P E N T A M E N T E
" PIENSA Y TRABAJA "
EL SECRETARIO


M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA.

ryx*

mam



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección ESCOLARIDAD
Expediente
Número 0497/93

1º de abril de 1993

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)
SEDANO RUBIO JOSE DE JESUS

titulada:

EFFECTO DE TEMPERATURA, HUMEDAD Y ALMACENAMIENTO SOBRE LA
CALIDAD DE SEMILLA DE MAIZ (Zea mays)

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

ING. JOSE SANCHEZ MARTINEZ

ASESOR

ASESOR

M.C. ELIAS SANDOVAL ISLAS
Q.F.B. ANGEL PEREZ ZAMORA

srd'

mam

Al contestar este oficio citese fecha y número

DEDICATORIAS.

A MIS PADRES:

Aurora Rubio Montaña † . Tu amor y pensamiento están siempre en mi corazón.

José Sedano Robles. Gracias por haber sido un padre fuerte y recio. Tu ejemplo me servirá para caminar en la vida.

A MIS HERMANOS:

Pepe. Victor. Lupe. Chabela. Chata. Felipe. Fachita y Samuel. Gracias por su apoyo.

A CAROLINA LAZARO P.

La persona que amo y que está siempre en mi pensamiento. Gracias por tu apoyo y comprensión.

QUE DIOS LOS BENDIGA Y GUARDE PARA SIEMPRE.

AGRADECIMIENTOS.

- A mi Director de Tesis. Ing. Jose Sánchez Martínez. por su apoyo intelectual y por su amistad.

- A mis asesores: M.C. Elías Sandoval Islas y Q.F.B. Angel Pérez Zamora, por el tiempo dedicado a este trabajo y su valiosa asesoría.

- Al Ing. Salvador González Luna. cuyo estímulo motivó mi titulación.

- Al Programa de Mejoramiento Genético de Sorgo y al Laboratorio de Semillas, por facilitar la infraestructura necesaria para este trabajo.

- A mis amigos y compañeros de labores: José Pablo, Luis Javier, Lorenzo, Jorge y Salvador.

CONTENIDO.

	Pág.
RESUMEN.	1
1.- INTRODUCCION	3
1.1.- OBJETIVOS	4
1.2.- HIPOTESIS	4
2.- REVISION DE LITERATURA	5
2.1.- ESTRUCTURA REPRODUCTIVA DE LA PLANTA DE MAIZ	5
2.2.- MORFOLOGIA Y FISIOLOGIA DE LA SEMILLA	6
2.2.1.- Estructura de la Semilla	6
2.2.2.- Reserva de la Semilla	7
2.2.3.- Química de la Semilla	9
2.3.- CALIDAD DE LA SEMILLA.	10
2.4.- VIGOR DE LA SEMILLA	11
2.4.1.- Envejecimiento Acelerado	13
2.4.2.- Deterioro Controlado	14
2.4.3.- Prueba Fria	14
2.4.4.- Evaluacion de Plántulas	15
2.4.5.- Conductividad Eléctrica	15
2.4.6.- Prueba de tetrazolio	16
2.5.- ALMACENAMIENTO Y CONSERVACION DE SEMILLAS	16
2.6.- DETERIORO DE LA SEMILLA	18
3.- MATERIALES Y METODOS.	21
3.1.- UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO	21
3.2.- MATERIAL FISICO	21
3.3.- MATERIAL GENETICO	22

3.4.- DISEÑO EXPERIMENTAL	23
3.4.1.- Analisis Estadístico	24
3.4.2.- Pruebas realizadas	24
3.5.- DESARROLLO DEL EXPERIMENTO	24
3.5.1.- Preparacion del material	24
3.5.2.- Analisis de Calidad de las Semillas	26
4.- RESULTADOS Y DISCUSIONES.	28
4.1.- GERMINACION ESTANDAR. PRUEBA INICIAL	28
4.2.- ENVEJECIMIENTO ACELERADO INICIAL	29
4.3.- PRUEBA DE GERMINACION ESTANDAR ALMACENADO A 0°C	30
4.4.- PRUEBA DE ENVEJECIMIENTO ACELERADO ALMACENADO A 0°C	32
4.5.- GERMINACION ESTANDAR ALMACENADO A MEDIO AMBIENTE	33
4.6.- ENVEJECIMIENTO ACELERADO ALMACENADO A MEDIO AMBIENTE	35
4.7.- GERMINACION ESTANDAR ALMACENADO A 40°C	36
4.8.- ENVEJECIMIENTO ACELERADO ALMACENADO A 40°C	38
5.- CONCLUSIONES.	41
6.- LITERATURA CITADA	43

LISTA DE CUADROS.

No.	Descripción	Pág.
1	Análisis de Varianza de la Prueba Inicial de Germinación Estándar	28
2	Comparación de Medias de Materiales para Germinación Inicial	29
3	Comparación de Medias de Contenidos de Humedad para Germinación Inicial	29
4	Análisis de Varianza para la Prueba Inicial de Envejecimiento Acelerado	30
5	Comparación de Medias de Materiales para Envejecimiento Acelerado, Prueba Inicial	30
6	Comparación de Medias de Contenidos de Humedad para Envejecimiento Acelerado, Prueba Inicial	30
7	Análisis de Varianza de la Germinación Estándar Almacenado a 0° C	31
8	Comparación de Medias de Materiales para Germinación Estándar Almacenado a 0°C	31
9	Comparación de Medias de Contenidos de Humedad para Germinación Estándar Almacenado a 0°C	32
10	Análisis de Varianza de Envejecimiento Acelerado, Almacenado a 0°C	32
11	Comparación de Medias de Materiales para Envejecimiento Acelerado Almacenado a 0°C	33
12	Comparación de Medias de Contenidos de Humedad para Envejecimiento Acelerado Almacenado a 0°C	33
13	Análisis de Varianza de la Prueba de Germinación Estándar Almacenado a Temp. Ambiente	34

No.	Descripción	Pág.
14	Comparación de Medias de Materiales para Germinación Estándar Almacenado a Temp. Ambiente.	35
15	Comparación de Medias de Contenidos de Humedad para Germinación Estándar Almacenado a Temp. Ambiente	35
16	Análisis de Varianza de la Prueba de Germinación Estándar Almacenado a Temp. Ambiente	36
17	Comparación de Medias de Materiales para Germinación Estándar Almacenado en Medio Ambiente	36
18	Comparación de Medias de Contenido de Humedad para Germinación Estándar Almacenado en Medio Ambiente	36
19	Análisis de Varianza de la Germinación Estándar Almacenada a 40°C	37
20	Comparación de Medias de Materiales para Germinación Estándar Almacenado a 40°C	37
21	Comparación de Medias de Contenidos de Humedad para Germinación Estándar Almacenado a 40°C	38
22	Análisis de Varianza de Envejecimiento Acelerado Almacenado a 40°C	39
23	Comparación de Medias para Envejecimiento Acelerado Almacenado a 40°C	39
24	Comparación de Medias para Envejecimiento Acelerado Almacenado a 40°C	39
25	Velocidad de Reacción Enzimática. Prueba Inicial	39
26	Velocidad de Reacción Enzimática. Prueba Final Almacenado 60 Días	40

RESUMEN.

El presente trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Semillas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara, con sede en las Águilas, mpio. de Zapopan, Jalisco.

Las semillas son el insumo más importante para la producción agrícola. El almacenamiento de semillas representa mayor problemática que el almacenamiento de granos, pues es necesario que la semilla mantenga alto vigor y capacidad germinativa, cuando su tendencia natural es a envejecer y deteriorarse. Las condiciones de almacenamiento pueden contribuir a retardar o acelerar estos procesos.

El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos del contenido de humedad en la semilla y la temperatura, en la germinación y actividad enzimática de maíces tipos harinoso y cristalino. Se realizaron pruebas de germinación estandar, envejecimiento acelerado y actividad enzimática, evaluando calidad inicial de las semillas y calidad al final de 60 días de almacenamiento en condiciones ambientales contrastantes.

Se encontró que la actividad enzimática de los maíces difiere con el tipo de endospermo y se reduce con el almacenamiento. La humedad de la semilla fue un factor determinante para la actividad enzimática. Esta última fue mayor con 10% de humedad de las semillas. Una temperatura de 40°C inhibió completamente la actividad enzimática.

En las pruebas de germinación estándar y envejecimiento acelerado no se encontraron diferencias debido a la naturaleza del endospermo, aún almacenando la semilla bajo diferentes temperaturas y contenidos de humedad. Las diferencias en contenido de humedad sí afectaron al vigor y la capacidad germinativa de las semillas.

1.- INTRODUCCION.

Uno de los cereales básicos producidos en México es el maíz, que ocupa el primer lugar en superficie entre los cultivos nacionales con una producción de 14'908.800 toneladas (Biosa, 1992), manteniendo una importancia especial por ser la base alimenticia de México.

Aquí radica la importancia especial de las semillas, que son la base de la propagación del cultivo. A raíz de la obtención de nuevos híbridos y de la selección de variedades de alto rendimiento, la producción de maíz se ha incrementado de manera notable en las últimas décadas, lo que hace que año con año se produzcan y requieran grandes cantidades de semilla.

La moderna concepción de las semillas mantiene una tendencia al estudio interdisciplinar, lo que supone que la investigación de éstas parte de premisas específicas que mantienen relación con muchas áreas del conocimiento. Así pues, siendo la semilla el vehículo de reproducción y portador de las características heredables a las nuevas plantas, entre las cuales destaca el rendimiento como objeto fundamental para alimentar a la creciente población.

La semilla, como todo ser vivo, requiere de condiciones idóneas para vivir por tiempos relativamente prolongados, hasta que el productor las adquiera como insumo principal para sus futuras cosechas. Las semillas están expuestas a todos los

factores que se encuentran en su entorno, pero tres de ellos son los que ejercen una influencia directa sobre ellas: La temperatura la humedad relativa y el contenido de humedad en la semilla. Estos dos últimos están relacionados entre si, y con el tiempo se alcanza un punto de equilibrio.

Si las semillas se almacenan bajo contenidos de humedad altos, se presentan problemas con hongos e insectos que, además de ser contaminantes, aceleran el grado de deterioro de las semillas, que pierden la viabilidad en corto tiempo. Distintos genotipos, sin embargo, pueden variar en textura y este factor a la vez puede influir sobre la longevidad de la semilla en ambientes con temperatura y contenidos de humedad diferentes.

1.1.- OBJETIVOS.

Estudiar el efecto del contenido de humedad en semillas de maíz con textura cristalina y harinosa, durante el almacenamiento.

1.2.- HIPOTESIS.

~~El incremento de humedad en la semilla, a la temperatura de~~

almacenamiento influyen directamente en el deterioro de la misma a través del tiempo.

2. - REVISION DE LITERATURA.

2.1.- ESTRUCTURA REPRODUCTIVA DE LA PLANTA DE MAIZ.

Pepinigiá (1985) menciona que la flor contiene los órganos sexuales de la planta, denominados androceo y gineceo. El androceo es el órgano masculino, constituido por filamentos que producen y liberan microsporas comunmente llamadas granos de polen. El gineceo, órgano femenino, está constituido por uno o más pistilos. Cada uno de ellos está compuesto de un ovario, estilo y estigma.

El estigma consiste en un tejido glandular cuya secreción estimula la adhesión de los granos de polen. El estilo es un filamento de conexión entre el estigma y el ovario. El ovario es la parte basal del pistilo donde se desenvuelve el óvulo, también llamado megasporangio.

El polen o microspora está constituido por una o dos células generativas y una célula vegetativa. El grano de polen está envuelto por una capa protectora que se compone de dos membranas, una externa llamada extina y otra interna llamada entina. Una vez que fue tomado el grano de polen con sus núcleos generativos y vegetativo, se lleva a cabo la polinización.

Robles (1971) define la polinización como el traslado de grano de polen de las anteras a los estigmas. Para el caso del maíz, los pistilos son sumamente grandes y para Sánchez (1988) dichos pistilos son los cabellos que emergen de los hilotes. los

cuales reciben el polen. Este germina y el núcleo generativo es conducido al ovario a través del llamado tubo polínico. Allí es donde se encuentra el óvulo que será fecundado para formar la semilla.

Por otra parte, Reyes (1985) y Poehlman (1968) señalan que las semillas angiospermas, entre la que se cuenta el maíz se forman cuando el núcleo generativo del grano de polen se divide para formar dos espermias en donde uno de ellos se fusiona con la célula huevo para dar origen al embrión y el otro se fusiona con los núcleos polares para dar origen al endospermo. Este proceso se denomina doble fertilización.

Posteriormente, inicia el desarrollo de la semilla y a los 10 días ya están diferenciadas las estructuras, y es hasta los 20 días aproximadamente cuando logran su tamaño normal, dependiendo del genotipo, alcanzando el estado lechoso. A partir de ese momento inicia la solidificación del tejido nuclear para llegar al estado masoso y, posteriormente, a la madurez del grano (González, 1991).

2.2.- MORFOLOGIA Y FISILOGIA DE LA SEMILLA.

2.2.1.- Estructura de la Semilla.

Según señalan Sanchez (1988) y Popinigis (1985), la semilla de maíz se constituye por tres partes principales: Pericarpio o tegumentos, endospermo y embrión. Los tegumentos y pericarpio son

una estructura externa que delimita a la semilla y cuyas funciones principales son las siguientes:

- Mantener unidas las partes internas a las semillas.
- Proteger las partes internas contra choques que presionen a las semillas.
- Sirve de barrera contra la entrada de microorganismos.
- Regula la entrada y salida de agua.
- A mayores dimensiones de los tegumentos, mayor probabilidad de supervivencia en almacén.

Con respecto al endospermo de la semilla de maíz, representa una proporción mayor con respecto al embrión.

Pero esto no se presenta en las demás especies, principalmente en las leguminosas, ya que éstas al desarrollarse consumen el endospermo, quedando una sola capa junto al pericarpio, y son los cotiledones los que ocupan la mayor porción de la semilla (Bewley, 1978).

La parte esencial de la semilla es el embrión, ya que tiene la función reproductiva de la especie. El embrión se compone de un cotiledón denominado escutelo y de un eje embrionario que está formado de la plúmula, envuelta por una vaina protectora o coleoptilo y por la radícula, envuelta con una vaina o coleorriza.

2.2.2.- Reserva de la Semilla.

Por otra parte, Popinigis (1985) señala que el endospermo de la semilla monocotiledonea almacena diversas sustancias.

principalmente carbohidratos, que pueden estar combinadas en varias proporciones con proteínas y lípidos y son utilizados por el embrión en el desarrollo durante la germinación hasta que la plántula sea capaz de nutrirse por sí sola.

Popinigis (1985) manifiesta que los cereales tienen como fuente de reserva los carbohidratos que se encuentran principalmente en el endospermo y que constituyen del 70 al 80% del peso seco en la semilla.

Según Duffus y Slaughter (1980), las proteínas se encuentran en el endospermo, cuya proporción de peso seco varía de 10% a 22% entre especies de cereales. Además de ser un componente de la calidad de la cosecha, las proteínas son el alimento de la plántula. Los carbohidratos principales en las semillas son el almidón y la hemicelulosa. Los almidones son sustancias de reserva metabólicamente inactivas que son almacenadas hasta que se necesitan durante la germinación. El almidón es almacenado en dos formas: Amilosa y amilopectina. La mayoría de los granos se componen de un 50-70% de amilopectina y 20-25% de amilosa.

De acuerdo con Miranda (1986), las reservas se componen principalmente de carbohidratos, lípidos y proteínas, entre otros compuestos. Señala además que se encuentran en forma de moléculas complejas que para ser transportadas al embrión requieren ser transformadas a formas más simples. Los almidones sufrirán la transformación enzimática a amilosa y amilopectina, dando origen a la sacarosa y otros azúcares que son aprovechados por el

embrión.

Con respecto a la proteínas, éstas son moléculas que contienen nitrógeno y producen aminoácidos después de su hidrólisis. La mayoría de las proteínas de las semillas son metabólicamente inactivas y sirven meramente como reservas para ser utilizadas por el embrión.

Dickson (1988) sostiene que en los cereales, las proteínas además de servir como sustancias fundamentales para los procesos vitales, son un componente primario de la calidad, considerándose el mejor material nitrogenado de reserva.

2.2.3.- Química de la Semilla.

Jugenheimer (1988) señala los siguientes grupos entre el maíz: dentado, cristalino, dulce, harinoso, reventón, ceroso y tunicado.

El maíz cristalino es sembrado ampliamente en Europa, Asia, Centroamérica y Sudamérica. Las características del maíz cristalino en general son granos duros, lisos y con poco almidón suave. Sin embargo, la proporción de almidón varía entre variedades. En las zonas templadas, el maíz cristalino a menudo es más precoz, germina mejor y la planta tiene vigor temprano y más hijuelos que las variedades dentadas.

Por otra parte, el maíz harinoso se compone principalmente de almidón suave. Es cultivado ampliamente en las partes secas de

Estados Unidos y en regiones áridas de Sudamérica. Se considera de los tipos más antiguos y se consumía asado por los Aztecas y los Incas, quienes lo molían para hacer harina debido a la suavidad de su endospermo (Jugenheimer *op. cit.*).

Por su parte, Hooper (1984) señala que el peso seco de la semilla, se compone principalmente de carbohidratos (almidón, hemicelulosa, pectina, etc.) proteínas, lípidos, fibras y cenizas. En el caso de maíz, los carbohidratos son el principal componente llegando a conformar 80 % en base al peso seco. Los carbohidratos son básicamente almidón, que a su vez se compone de amilosa y amilopectina. La amilosa es un polímero de moléculas de glucosa en cadena recta, unidas a través de enlaces α 1,4, mientras que las amilopectinas son un polímero altamente ramificado, compuesto de moléculas de glucosa unidas tanto por enlaces α 1,4 como por enlaces α 1,6. Generalmente la amilosa es un almidón suave o tierno, mientras que la amilopectina le confiere una apariencia dura y cristalina al endospermo.

2.3.- CALIDAD DE LA SEMILLA.

Derat (1993) menciona que la calidad de las semillas no es una opción, sino el camino para la sobrevivencia en los mercados, puesto que aquellos que generen calidad en sus productos permanecerán, y el resto desaparecerán.

En el contexto de las semillas Bustamante (1991) menciona que la calidad se expresa con la integración de tres factores:

los componentes genético, fisiológico y sanitario. El componente genético de la calidad es determinado por el fitomejorador al seleccionar genotipos que proporcionan mejores características, mientras que el fisiológico y sanitario los determina el productor de semillas al darles un manejo adecuado en la producción, cosecha, beneficio, tratamiento y almacenamiento, para que el agricultor obtenga un buen producto. Este objetivo es motivo de preocupación por parte del gobierno, agricultores, productores y comercializadores de semilla puesto que el agricultor adquiere la semilla como el principal insumo para la producción de las cosechas. Si la semilla tiene una calidad total se incrementan las probabilidades de éxito de la explotación y, consecuentemente, las de disponer de más alimentos para la población (CIAT,1986)

2.4.- VIGOR DE LA SEMILLA.

El vigor fisiológico en semillas es un indicador de la calidad de las mismas que va más allá de la germinación. Se refiere a la completa habilidad de éstas para funcionar bajo condiciones de campo.

El vigor de las semillas es un proceso complejo y, en sentido amplio, es la suma total de aquellas propiedades de las semillas que determinan el nivel potencial de actividad y funcionamiento de las mismas durante la germinación y establecimiento de las plántulas en el campo. Se han generado gran cantidad de investigaciones que pretenden medir este

atributo, ya que la pérdida de vigor precede a la pérdida de viabilidad.

McDonald (1975) define el vigor como la capacidad de las semillas para germinar en forma rápida y uniforme bajo condiciones favorables y desfavorables de campo .

Tao (1979) establece que vigor es un término que se relaciona con la fuerza de desarrollo, velocidad de germinación, rapidez, potencia de emergencia y capacidad de establecimiento en el campo.

Ferry (1981) dice que el vigor es la suma total de aquellas propiedades que determinan el nivel de actividad y capacidad de la semilla durante la germinación y emergencia de las plántulas. Las semillas de buen comportamiento se denominan de alto vigor, y las de pobre comportamiento de bajo vigor.

En el boletín de AOSA (1983) se indica que el vigor de la semilla comprende aquellas propiedades que determinan el potencial para una rápida y uniforme emergencia y desarrollo de plántulas normales bajo un amplio rango de condiciones de campo.

Miranda (1984) dice que las pruebas de vigor son valiosas, en el sentido de detectar las semillas con problemas de emergencia, para evitar fallas posteriores.

Para evaluar el vigor existen pruebas que determinan con mayor precisión el grado de deterioro de la semilla. Estas pueden

ser directas, las cuales simulan las condiciones adversas del medio ambiente, que probablemente la semilla encontrará en el campo. Dichas pruebas son: Envejecimiento acelerado, deterioro controlado, prueba fría y evaluación de plántulas. Por otra parte existen pruebas indirectas que determinan el vigor de la semilla. Entre éstas se tienen las de conductividad eléctrica y la prueba de tetrazolio.

2.4.1.- Envejecimiento Acelerado.

Delouche y Baskin (1973) citan que la prueba de envejecimiento acelerado fue adaptada inicialmente para predecir el potencial de almacenamiento de algunas semillas. Se definió posteriormente como una prueba de vigor. Por su parte, McDonald (1975) indica que este análisis reúne los siguientes requerimientos de una prueba de vigor: Es capaz de evaluar semillas individuales y no requiere de entrenamiento adicional para la evaluación de las plántulas .

De acuerdo con Likhatche et Al. (1984), esta prueba proporciona un modelo confiable para el estudio de los cambios metabólicos que siguen a la pérdida de viabilidad, por la semejanza y similitud que tienen con los sufridos por semillas almacenadas bajo diferentes condiciones. Al respecto, Matthews (1981) observó que la prueba de envejecimiento presentó problemas porque las semillas absorbieron humedad a distintas fases de la atmósfera húmeda .

Krzyzanowski *et al.* (1982) indican que la prueba de envejecimiento prematuro permite diferenciar el vigor entre diferentes lotes de semilla.

2.4.2.- Deterioro Controlado.

Según Matthews y Powell (1981), con esta prueba se distingue claramente el vigor entre lotes de semillas. La prueba es más sensible que la de germinación para detectar semillas con bajo potencial de emergencia. Tiene bases teóricas sólidas que la hacen repetible, incorporando un mejor control de la humedad y la temperatura durante el envejecimiento. Sin embargo, Moreno (1984), señala como desventaja que el procedimiento propuesto es lento y laborioso.

2.4.3.- Prueba Fría.

En esta prueba, básicamente se impone estrés a la semilla bajo germinación al sujetarla a microorganismos, suelo húmedo y baja temperatura (Isely, 1950). McDonald (1975), menciona que la prueba se utiliza principalmente para maíz, mientras que Bustamante (1982), la considera como la primera y por muchos años, la única prueba de vigor.

Loeffler *et al.* (1985), entre sus ventajas, citan que evalúa todos los componentes de vigor y con más precisión el desempeño o comportamiento de la semilla en el campo.

2.4.4.- Evaluación de Plántulas.

Copeland y McDonald (1985), señalan como concepto base de esta prueba que las semillas vigorosas son capaces de sintetizar eficientemente nuevos materiales nutritivos y transferirlos rápidamente al eje embrionario que está emergiendo, resultando en acumulaciones de peso seco.

La Asociación Oficial de Análisis de Semillas (1983), cita como ventajas de la prueba su bajo costo, relativa rapidez, no requerir de equipo especializado y, lo más importante, no necesitar de adiestramiento o tecnologías adicionales.

Moreno (1984), indica que esta prueba puede ser capaz de detectar pequeñas diferencias en el vigor de la plántula, debidas a genotipos, tamaño de semillas y calidad biológica de la semilla.

2.4.5.- Conductividad Eléctrica.

Se ha demostrado que semillas deterioradas permiten la salida de material celular cuando son sumergidas en agua destilada pura (Miranda, 1984), y que esa solución de agua más exudado, presenta una resistencia cuantificable al paso de la electricidad, la cuál se detecta por el medidor de conductividad. Ese es el principio base de la prueba. Por lo tanto semillas que permiten la salida de gran cantidad de electrolitos (aminoácidos y ácidos orgánicos) proporcionan mayores lecturas en la

conductividad, por ende mayor permeabilidad en las membranas y por lo tanto un deterioro más avanzado en la semilla. En el caso contrario, con lecturas menores de conductividad se considera que las semillas tienen mayor vigor (Popinigis, 1985; AOSA, 1983).

2.4.6.- Prueba de Tetrazolio.

Delouche *et al.* (1971), basan esta prueba en la reacción de la sal llamada clouro de 2,3,5 trifenil tetrazolio (incoloro), con el hidrogeno liberado por las enzimas deshidrogenasas en el proceso de respiración de los tejidos vivos, dando como resultado una sustancia insoluble en agua pero liposoluble, para formar un pigmento rojo denominado formazán. La evaluación del vigor se hace con base en la localización de la tinción, intensidad y tejidos que no han sido teñidos, los cuales se relacionan con el desarrollo de la plántula.

Castillio (1981), cita a Boney (1977), quien afirma que la prueba fría y el tetrazolio evalúan más acertadamente el vigor de la semilla y pronostican mejor emergencia. Miranda (1984), señala que la del tetrazolio es una prueba rápida, reproducible en laboratorio que tiene como desventaja el exigir experiencia y conocimiento de la morfología de las semillas.

2.5.- ALMACENAMIENTO Y CONSERVACION DE SEMILLAS.

Para comprender mejor las necesidades de las semillas se debe pensar que éstas se encuentran almacenadas dentro de sus tejidos protectores (pericarpio, tegumento o testa) desde la

madurez fisiológica hasta que producen una plántula normal en el campo.

Siendo pues la semilla un ser viviente, a través del tiempo va envejeciendo y deteriorándose. Estos procesos pueden acelerarse o retardarse según las condiciones de almacenamiento. En todo caso, el almacenamiento pretende mantener la calidad de la semilla por tiempos prolongados. Para cumplir con este objetivo la semilla debe tener baja humedad (9-11%) y el almacén debe mantener bajas la temperatura y la humedad relativa, en forma natural o artificial.

En muchos lugares, después de la cosecha existen bajas temperaturas y humedades relativas. En esas condiciones una semilla puede almacenarse con bajo costo, aprovechando los recursos ambientales.

Ramírez (1961) indica que el almacenamiento inadecuado de la semilla con altas temperaturas y altas humedades favorece su rápido deterioro, bajando la calidad al haber incidencia de enfermedades. En casos extremos se notará crecimiento de hongos saprófitos como: *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Penicilium* y la aparición y multiplicación acelerada de insectos ocasionando progresiva disminución del vigor hasta llegar a la pérdida de la capacidad germinativa. Esto disminuye la capacidad de producir plantas normales y vigorosas así como su potencial de rendimiento.

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y ZOOTECNICAS

Moreno (1991) atribuye al deficiente almacenamiento de las semillas, pérdidas de 3-5% por ataques de insectos, hongos y otros factores. A este respecto, Ramírez (1981) indica que en el sector rural existen problemas fuertes causados por carencia de almacenes adecuados, alto contenido de humedad e impurezas .

Por otra parte Moreno (1991) señala que las pérdidas tanto en granos como en semillas no han sido cuantificadas; sin embargo, hace referencia a que un 30% de grano para consumo humano, al ser dañado, se destina al consumo animal acercándose al 10% de pérdidas solamente. Con respecto a la semilla es más complejo realizar una cuantificación, ya que hay que mantenerlas en buen estado y además, vivas.

En resumen, la humedad en la semilla está en función de la humedad relativa y la temperatura, ya que la higroscopicidad de la semilla permite que al hacer contacto con la humedad ambiental logre un equilibrio a determinada temperatura. El equilibrio lo alcanza cuando no pierde ni gana humedad .

2.6.- DETERIORO DE LA SEMILLA

La semilla es una planta embrionaria que se encuentra en estado de reposo, manteniendo con vida esta planta miniatura hasta cumplir la función de producir un nuevo individuo. Las semillas tienen la capacidad de sobrevivir como organismos reproductivos, pero no son capaces de retener su viabilidad en forma indefinida sino que están sujetas también a envejecimiento

y muerte. Varios son los factores que influyen en el deterioro de la semilla y se relacionan con características intrínsecas a las mismas, como su condición inicial, el medio ambiente, la humedad relativa y la temperatura.

Así mismo, las semillas con bajo grado de deterioro sintetizan eficientemente teniendo tasas de desarrollo mayores y presentando mayor acumulación de peso seco. Se ha manejado que la semilla acumula su mayor peso seco al llegar a la madurez fisiológica. Es entonces cuando la semilla tiene su máximo poder germinativo y vigor.

Hurtado (1993) menciona que en la mayoría de las especies cultivadas, la humedad de la semilla fisiológicamente madura fluctúa entre 40-60%, lo cual constituye un impedimento para hacer la cosecha mecanizada. Esta es la razón por la cual se deja la semilla prácticamente almacenada (en la planta) en el campo, expuesta a todo tipo de adversidades del medio ambiente, hasta que el contenido de humedad se reduzca a niveles bajos para cosechar. Para entonces la semilla habrá sufrido deterioro.

Miranda (1984) señala que el deterioro se inicia en el momento mismo en el que la semilla llega al punto de madurez fisiológica, siendo ésta la cúspide que inicia el declive de la misma. Dicho declive varía según la composición genética del cultivo, así como por las condiciones ambientales prevalecientes en el periodo comprendido entre la madurez fisiológica, la cosecha, beneficio y almacenado. El deterioro de la semilla es

caracterizado como un proceso natural que involucra cambios fisiológicos, bioquímicos y físicos en la semilla. Delouche (1973) caracteriza al proceso de deterioro como progresivo, irreversible e inexorable, debido a cambios determinantes que ocurren en la semilla a medida que ella muere.

3.- MATERIALES Y METODOS.

3.1.- Ubicación del Area de Estudio.

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de semillas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara, ubicada en el predio las Agujas, municipio de Zapopan Jalisco, con latitud norte de 22°44'40", longitud oeste de 103°31' y altura sobre el nivel del mar de 1.650 m.

El clima es cálido subhúmedo (García 1963): con temperatura máxima de 27.06 C y mínima de 14 C. La precipitación pluvial media anual alcanza los 934 mm y la humedad relativa es de 60%.

3.2.- MATERIAL FISICO.

Para la realización del experimento se utilizaron los siguientes materiales:

- Cámara germinadora.
- Cámara para envejecimiento.
- Refrigerador.
- Estufa de desecación.
- Balanza granataria.
- Termómetros.
- Papel y charolas para germinar.
- Higrómetro.
- Envases herméticos con capacidad de 500 ml.
- Mortero.
- Matraz Kitazato.
- Solución de almidón al 1%.
- Lugol.
- Agua destilada.
- Bomba de extracción.
- Embudo Buchner.
- Semillas germinadas.

3.3.- MATERIAL GENETICO.

Los materiales utilizados en el trabajo fueron cosechados en el ciclo P/V. 1992. en la región de San Andrés Mpio. de Magdalena Jalisco. Consisten en dos variedades criollas de maíz cuyas características se describen a continuación:

Variedad amarillo de ocho.

Altura de planta : 1.90 m.

Días a floración : 80.

Días a madurez fisiológica : 110.

Características de la mazorca.

Longitud : 20 cm.

Ocho hileras/mazorca.

Olote delgado.

Características de la semilla.

Color amarillo.

Textura cristalina.

Tamaño grande y ancho.

Variedad morado de ocho.

Altura de la planta : 1.85 m.

Días a floración : 75.

Días a madurez fisiológica : 110.

Características de la mazorca.

Longitud : 18 cm.

Ocho hileras/mazorca.

Ojote delgado.

Características de las semillas.

Color morado.

Textura harinosa.

Tamaño grande y ancho.

Las dos variedades tienen adaptación para zonas de climas templados.

3.4.- DISEÑO EXPERIMENTAL.

Se utilizó un arreglo bifactorial, con una distribución completamente al azar y cuatro repeticiones para la prueba inicial. El factor A fueron las variedades y el factor B, fueron los contenidos de humedad.

A = variedades:

A₁ = amarillo de ocho.

A₂ = Morado de ocho.

B = Contenidos de humedad.

B₁ = 10%.

B₂ = 12%.

B₃ = 14%.

B₄ = 16%.

3.4.1.- Análisis Estadísticos.

Se realizó el análisis de varianza para cada prueba efectuada. Para la comparación de promedios se utilizó la prueba de separación de medias de Tukey.

3.4.2.- Pruebas realizadas.

Las pruebas realizadas fueron la de germinación estándar, envejecimiento acelerado y actividad enzimática.

3.5.- DESARROLLO DEL EXPERIMENTO.

3.5.1.- Preparación del material.

Del maíz colectado amarillo (cristalino) y morado (harinoso) se determinó el contenido de humedad y posteriormente se colocaron 250 grs. de cada variedad en 12 recipientes herméticos, procediendo a determinar la humedad.

El maíz cristalino contenía 10.6% de humedad y el harinoso.

9.7%. Se ajustó la humedad a los valores de 10%, 12%, 14% y 16%, preparando tres recipientes de cada variedad para cada contenido de humedad. Para trabajar a las humedades requeridas por el experimento, 260 grs. del maíz cristalino se colocaron en una estufa a 40°C para que perdieran el 0.6% de humedad, mientras que al resto de los recipientes se les agregó agua para llevar las semillas a los contenidos de humedad determinados mediante la siguiente ecuación.

$$P_f = \frac{P_i (100 - C.H._i)}{100 - C.H._f}$$

En la fórmula P_f = peso final, P_i = peso inicial, $C.H._i$ = contenido de humedad inicial y $C.H._f$ = contenido de humedad final, éstos últimos expresados como porcentaje en peso.

Una vez agregada el agua a los recipientes para que se alcanzaran los contenidos de humedad previamente especificados, se mezcló con la semilla y se puso al refrigerador por 24 hrs. para que se homogeneizara la humedad en la semillas. Posteriormente se separaron los 24 recipientes en tres grupos de ocho cada uno conteniendo las dos variedades con sus cuatro contenidos de humedad cada variedad. De cada recipiente se tomaron 200 semillas para la prueba de germinación, 200 para el envejecimiento acelerado y 200 para las pruebas de actividad enzimática. El resto de las semillas fue almacenado por 60 días: ocho recipientes en el congelador del refrigerador a 0°C, otros ocho se colocaron en una estufa calibrada a 40°C y los últimos ocho recipientes se colocaron en un cuarto bajo condiciones

ambientales, con una temperatura promedio de 21.5°C.

Transcurridos los 60 días de almacenamiento de la semilla en los tres diferentes ambientes, se tomaron muestras para realizar las pruebas de germinación estándar, envejecimiento acelerado y actividad enzimática.

3.5.2.- Análisis de Calidad de Semillas.

GERMINACION ESTANDAR.- La germinación estándar se determinó con el método de toalla húmeda, colocando 50 semillas en cada taco por repetición; el papel fue humedecido uniformemente. Colocadas las semillas en los papeles, se procedió a enrollarlos y se colocaron en bolsas de plástico en posición vertical dentro de la cámara de germinación a una temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 7 días; transcurridos éstos, se evaluó la germinación separando las plantas normales, semillas muertas y plantas anormales, y se determinó la media de germinación de las 4 repeticiones.

ENVEJECIMIENTO ACELERADO.- La prueba fundamental consistió en la exposición de una muestra de 200 semillas tratadas previamente con fungicida y colocadas en un recipiente de plástico sostenido por una malla de alambre sobre los 100 ml. de agua en cada recipiente y cerrándolo herméticamente. Se colocaron dentro de la cámara a una temperatura de $42^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, y humedades relativas de 85-100% por un periodo de tiempo de 96 hrs. Transcurrido el tiempo, se sacaron de la cámara y se procedió a sembrarlas en toallas de papel humedecido y enrolladas. Cada

rollo contenía 50 semillas con diferente humedad. Las humedades probadas fueron 10%, 12%, 14%, y 16% .

Realizado lo anterior, se colocaron en bolsas de plástico en posición vertical dentro de la cámara de germinación a una temperatura de 25°C ± 2°C por siete días. Transcurridos éstos se evaluó identificando las plántulas normales, semillas muertas y plántulas anormales en de las diferentes humedades.

Paq -
6-9-
16-18-
33-34
43-47

prueba se desarrolló colocando 10 a una temperatura de 27°C ± colocadas las semillas, se ante molienda y filtración al rs.

s de ensayo en un baño de es repeticiones de doce s de humedad).

a.
tr

corr:
al 0.
preca:

ml. de los extractos de solución de almidón ración de almidón fueron os reaccionar.

La reacción se estimó midiendo el tiempo necesario para la decoloración del almidón, utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Vel. de reacción} = \frac{\text{Cantidad de almidón}}{t \text{ (min.)} \times \text{grs. (sem.)}}$$

4. - RESULTADOS Y DISCUSIONES.

4.1. - GERMINACION ESTANDAR PRUEBA INICIAL.

Al aplicar el análisis de varianza (cuadro 1) se observa que el factor A tiene una diferencia altamente significativa, dado el contraste de los materiales, uno con endospermo cristalino y el otro harinoso. Con respecto al factor B e interacción de A por B no se encontró diferencia significativa, lo cual quiere decir que los contenidos de humedad para una prueba inicial de germinación no influyen en esta.

Al realizar la comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el factor A (cuadro 2) observándose los grupos, siendo mayor el mostrado por el cristalino con valor de 81.46 de germinación comparado con el de 71.80 del maíz harinoso. En la prueba de medias del factor B (cuadro 3) todos quedan dentro de un mismo grupo, sin embargo difiere en valor numérico siendo ligeramente mas alto los que contienen mayor contenido de humedad.

Cuadro 1 ANALISIS DE VARIANZA DE LA PRUEBA INICIAL DE GERMINACION ESTANDAR.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F.
Materiales	1	745.93	745.9375	21.19**	0.00
Cont. humedad	3	58.61	19.536450	0.82 N.S.	0.50
Mat. por cont. hum.	3	93.47	32.156250	1.24 N.S.	0.28
Error	24	573.88	23.911459		
Total	31	1474.89			

C.V. = 6.38%

** =Altamente significativo.
N.S. = No significativo

Cuadro 2. COMPARACION DE MEDIAS DE MATERIALES
PARA GERMINACION INICIAL.

Materiales		Medias	Grupos
Cristalino	1	81.46	a
Harinoso	2	71.80	b

Cuadro 3 COMPARACION DE MEDIAS DE CONTENIDOS DE HUMEDAD
PARA GERMINACION ESTANDAR INICIAL.

Contenidos de humedad %		Medias	Grupos
16	4	78.38	a
14	3	76.80	a
12	2	76.76	a
10	1	74.57	a

4.2.- ENVEJECIMIENTO ACELERADO INICIAL.

Los resultados obtenidos en esta prueba se muestran en el análisis de varianza (cuadro 4) dónde se observa diferencia altamente significativa para los materiales, como para contenidos de humedad, y la interacción no mostró diferencia significativa.

Al aplicar la comparación de medias (cuadro 5) mediante la prueba de Tukey para los factores, en el primero de ellos se observa que el maíz cristalino es superior estadísticamente con un valor de 69.29 comparado con el harinoso que tiene 59.27 en un segundo grupo.

Con respecto al contenido de humedad se encuentran tres grupos (cuadro 6) encontrándose el 10% de contenido de humedad en el primer grupo con un valor de 68.75, seguido por el

segundo grupo estadístico de 65.62 que corresponde al 12% de contenido de humedad y en tercer grupo se tiene al 14 y 16% con valores de 62.36 y 60.41 % de germinación respectivamente.

Cuadro 4. ANALISIS DE VARIANZA DE PRUEBA INICIAL DE ENVEJECIMIENTO ACELERADO.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P.F.
Materiales	1	803.73	803.73	148.42**	0.0
Cont.humedad	3	323.67	107.89	19.92**	0.0
Mat.por cont.humedad	3	24.45	8.15	1.51 N.S.	0.2
Error	24	129.97	5.41		
Total	31	1281.83			

C.V = 3.61%

** = Altamente significativo
N.S. = No significativo.

Cuadro 5. COMPARACION DE MEDIAS DE MATERIALES PARA ENVEJECIMIENTO ACELERADO PRUEBA INICIAL.

Materiales ¿		Medias	Grupos
Cristalino	1	69.29	a
Harinoso	3	59.27	b

Cuadro 6. COMPARACION DE MEDIAS DE CONTENIDOS DE HUMEDAD PARA ENVEJECIMIENTO ACELERADO PRUEBA INICIAL.

Contenidos de humedad %		Medias	Grupos
10	1	68.75	a
12	2	65.62	b
14	3	62.36	c
16	4	60.41	c

4.3.- PRUEBA DE GERMINACION ESTANDAR ALMACENADO A 0° CENTIGRADOS.

Los resultados para esta prueba se muestra en el cuadro 7 en el cual se encuentra diferencia altamente significativa entre materiales de tal modo que al realizar la comparación de

medias (cuadro 8) se observa que el maíz cristalino tiene un valor de 71.72 superior estadística y numéricamente al del maíz harinoso que es de 65.32. Con respecto al contenido de humedad no se encontró diferencia significativa (cuadro 9) de tal forma que cuando los materiales se almacenan por periodos cortos a 0° centígrados el contenido de humedad comprendido de 10 a 16% no afecta la germinación estándar donde las medias son muy similares para cada contenido de humedad.

Cuadro 7. ANALISIS DE VARIANZA DE LA GERMINACION ESTANDAR ALMACENADO A 0 CENTIGRADOS.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	F>F
Materiales	1	325.89	325.89	53.09**	0.00
Cont. humedad	3	12.08	4.03	0.65 N.S.	0.59
Mat. por cont. humedad	3	12.14	4.05	0.66 N.S.	0.59
Error	24	147.78	6.16		
Total	31	498.88			

C.V.=3.62%

** = Altamente significativo.
N.S. = No significativo.

Cuadro 8. COMPARACION DE MEDIAS DE MATERIALES PARA GERMINACION ESTANDAR ALMACENADO A 0 CENTIGRADOS.

Materiales		Medias	Grupos
Cristalino	1	71.72	a
Harinoso	2	65.32	b

Cuadro 9. COMPARACION DE MEDIAS DE CONTENIDOS DE HUMEDAD PARA GERMINACION ESTANDAR ALMACENADO A 0° CENTIGRADOS.

Contenidos de humedad %		Medias	Grupos
14	3	69.55	a
10	1	68.43	a
12	2	68.07	a
16	4	68.03	a

4.4.- PRUEBA DE ENVEJECIMIENTO ACELERADO ALMACENADO A 6° CENTIGRADOS.

Los resultados de esta prueba se muestran en el cuadro 10 de análisis de varianza donde se observa diferencia altamente significativa tanto para materiales como para contenidos de humedad, no así la interacción. Al realizar las pruebas de medias (cuadro 11) se observa que el maíz cristalino supera al harinoso al presentar un valor de 69.72 y 60.64 respectivamente. Y con respecto a la comparación de medias (cuadro 12) para contenidos de humedad se observa que el 10% fue superior estadísticamente con un valor de 68.73 y el segundo grupo lo conforman los contenidos de humedad de 12. 14 y 16% con valores de 64.47 , 64.17 y 63.36% respectivamente que no difieren estadísticamente.

Cuadro 10. ANALISIS DE VARIANZA DE ENVEJECIMIENTO ACELERADO ALMACENADO A 6° CENTIGRADOS.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Materiales	1	658.39	658.39	115.52**	0.0
Contenido de humedad	3	139.42	46.47	8.15**	0.0
Mat. x cont. de humedad	3	21.77	7.26	1.27 N.S.	0.31
Error	24	136.78	5.70		
Total	31	956.36			

C.V. = 3.66%

** = Altamente significativo.
N.S. = No significativo.

Cuadro 11. COMPARACION DE MEDIAS DE MATERIALES
PARA ENVEJECIMIENTO ACELERADO
ALMACENADO A 0° CENTIGRADOS.

Materiales		Medias	Grupos
Cristalino	1	69.72	a
Harinoso	2	60.64	b

Cuadro 12. COMPARACION DE MEDIAS DE CONTENIDOS
DE HUMEDAD PARA ENVEJECIMIENTO ACELERADO
ALMACENADO 0° CENTIGRADOS.

Contenidos de humedad %		Medias	Grupos
10	1	68.73	a
12	2	64.47	b
14	3	64.17	b
16	4	63.36	b

4.5.- GERMINACION ESTANDAR ALMACENADO A MEDIO AMBIENTE.

El análisis de varianza que se realizó para germinación estándar almacenado a medio ambiente (cuadro 13) se observa una diferencia altamente significativa en los materiales dada la diferencia entre estos, de la misma manera para el factor de contenido de humedad muestra también diferencia significativa dada la diferencia en los contenidos de humedad.

En el caso de la interacción de materiales por contenido de humedad también mostraron diferencia altamente significativa lo cual se puede decir que los materiales con los contenidos de humedad para la prueba de germinación estándar a medio ambiente influyen directamente en esta. Dada las diferencias que existieron se procedió a realizar la comparación de medias con la prueba de Tukey el factor A $\hat{=}$ materiales (cuadro 14) se

muestra la diferencia estadística quedando el material cristalino en primer grupo con un valor de 75.07 y el harinoso 61.64 de germinación.

Para el caso de contenidos de humedad (cuadro 15) se obtienen dos grupos y en el primer grupo queda incluido los contenidos de humedad de 14, 10 y 12% con valores de 70.35, 69.30 y 68.17 respectivamente que no presentan diferencia estadística, mientras que en el segundo grupo solo tiene al 16% de contenido de humedad con un valor de 65.60, siendo este ultimo el mas afectado dadas las condiciones.

Cuadro 13. ANALISIS DE VARIANZA DE LA PRUEBA DE GERMINACION ESTANDAR ALMACENADO A MEDIO AMBIENTE.

F.V	G.L	S.C.	C.M.	F.	P>F.
Materiales	1	1443.66	1443.66	163.11**	0.00
Contenido de humedad	3	100.11	33.37	3.77**	0.02
Mat. x cont.humedad	3	165.39	55.11	6.23**	0.00
Error	24	212.42	8.85		
Total	31	1921.52			

C.V = 4.35%

** = Altamente significativo.
N.S. = No significativo.

Cuadro 14. COMPARACION DE MEDIAS DE MATERIALES PARA GERMINACION ESTANDAR A MEDIO AMBIENTE.

Materiales		Medias.	Grupos
Cristalino	1	75.07	a
Harinoso	2	51.64	b

Cuadro 15. COMPARACION DE MEDIAS DE CONTENIDO DE HUMEDAD PARA GERMINACION ESTANDAR ALMACENADO A MEDIO AMBIENTE.

Contenidos de humedad %		Medias.	Grupos
14	3	70.35	a
10	1	69.30	a
12	2	58.17	a
16	4	65.60	b

4.6.- ENVEJECIMIENTO ACELERADO ALMACENADO A MEDIO AMBIENTE.

El analisis de varianza para esta prueba (cuadro 16) muestra una diferencia estadística altamente significativa, tanto para los materiales, contenidos de humedad e interacciones. Dados estos resultados se realizo la comparación de medias (cuadro 17) teniendo un valor de 67.95 para el maíz cristalino que difiere estadísticamente del harinoso que presenta un valor de 57.57. Y para la comparación de medias para el factor contenidos de humedad (cuadro 18) se ubicaron dos grupos que difieren estadísticamente correspondiendo al primero los contenidos de humedad de 10, 12, y 14% con valores de 66.13, 65.16 y 52.80 respectivamente y en un segundo grupo el 16% de contenido de humedad con un valor de 56.96.

Cuadro 15. ANALISIS DE VARIANZA DE LA PRUEBA DE GERMINACION ESTANDAR ALMACENADO A MEDIO AMBIENTE.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
Materiales	1	861.62	861.62	207.83**	0.00
Contenido de humedad	3	405.48	135.16	32.60**	0.00
Mat.X cont.humedad	3	262.81	87.60	21.13**	0.00
Error	24	99.50	4.15		
Total	31	1629.41			

C.V. = .24%

** = Altamente significativo.
N.S. = No significativo.

Cuadro 17. COMPARACION DE MEDIAS DE MATERIALES PARA GERMINACION ESTANDAR ALMACENADO A MEDIO AMBIENTE.

Materiales		Medias	Grupos.
Cristalino	1	67.95	a
Harinoso	2	57.57	b

Cuadro 18. COMPARACION DE MEDIAS DE CONTENIDOS DE HUMEDAD PARA GERMINACION ESTANDAR ALMACENADO A MEDIO AMBIENTE.

Contenidos de humedad %		Medias.	Grupos
10	1	66.13	a
12	2	65.16	a
14	3	62.80	a
16	4	56.96	b

4.7.- GERMINACION ESTANDAR ALMACENADO A 40° CENTIGRADOS.

El análisis de varianza del factor A (materiales) no mostró diferencia significativa, por lo que puede decirse que tanto el maíz cristalino como el harinoso presentaron un comportamiento similar al ser almacenados a 40 grados centigrados (cuadro 19). Mientras que los contenidos de humedad si mostraron diferencia altamente significativa entre tratamientos.

Por otra parte la interacción mostro diferencia alta-

mente significativa lo que hace pensar que hay diferencia entre materiales en cuanto al contenido de humedad.

Al realizar la comparación de medias de los materiales sólo se encontró un solo grupo lo que indica que el material cristalino como el harinoso tienen un comportamiento igual (cuadro 20). En la prueba de medias para el factor B o contenidos de humedad se encontraron tres grupos correspondiente al grupo a el contenido de humedad del 10% con un valor de 9.11 y el grupo b el contenido de 12% con un valor de 8.03 y el grupo c se ubica los contenidos de humedad de 14 y 15% con valores de 3.45 y 3.16 (cuadro 21).

Cuadro 19. ANALISIS DE VARIANZA DE LA GERMINACION ESTANDAR ALMACENADO A 40 GRADOS CENTIGRADOS.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F.
Materiales	1	0.05	0.47	0.53 N.S	0.522
Cont. de humedad	9	228.02	26.01	862.30 **	0.000
Mat. x cont. humedad	3	6.94	2.31	26.26 **	0.000
Error	24	2.12	0.09		
Total	31	237.19			

C.V. = 5.00%

** = Altamente significativo.
N.S. = No significativo.

Cuadro 20. COMPARACION DE MEDIAS DE MATERIALES PARA GERMINACION ESTANDAR ALMACENADO A 40 GRADOS CENTIGRADOS.

Materiales		Medias.	grupos.
Cristalino	1	5.97	a
Harinoso	2	5.89	a

Cuadro 21. COMPARACION DE MEDIAS DE CONTENIDOS DE HUMEDAD PARA GERMINACION ESTANDAR ALMACENADO A 40 GRADOS CENTIGRADOS.

Contenidos de humedad %		Medias	Grupos
10	1	9.11	a
12	2	8.03	b
14	3	3.42	c
16	4	3.16	c

4.8.- ENVEJECIMIENTO ACELERADO ALMACENADO A 40° CENTIGRADOS.

En esta prueba el análisis de varianza para los materiales contenidos de humedad y la interacción mostraron diferencia altamente significativa, de tal forma que el comportamiento de los materiales fue diferente y de la misma manera fue para los contenidos de humedad, así como la diferencia en las interacciones (cuadro 22)

Mientras que para germinación no hubo diferencia entre materiales en la prueba de vigor si se mostró diferencia estadística.

Al realizar la comparación de medias con la prueba de Tukey para materiales en el cuadro 23 se muestra que el maíz cristalino es superior estadísticamente con una media de 4.64 siendo el primer grupo mientras que el harinoso es de 3.16 y se coloca en segundo grupo.

En el contenido de humedad (cuadro 24) se muestra una diferencia estadística en la que el 10% de contenido de humedad queda en primer grupo con un valor de 5.19 mientras que el 12% en segundo grupo con 4.09 y el 14 y 16% en otro grupo con

3.16 para ambos contenidos de humedad.

Cuadro 22. ANALISIS DE VARIANZA DE ENVEJECIMIENTO ACELERADO ALMACENADO A 40 GRADOS CENTIGRADOS.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F.
Materiales	1	17.67	17.67	676.19 **	0.00
Cont. de humedad	3	22.47	7.49	286.57 **	0.00
Mat. x cont. humedad	3	22.47	7.49	286.58 **	0.00
Error	24	0.63	0.03		
Total	31	63.23			

C.V. = 4.14%

** = Altamente significativo.
N.S. = No significativo.

Cuadro 23. COMPARACION DE MEDIAS PARA ENVEJECIMIENTO ACELERADO ALMACENADO A 40 GRADOS CENTIGRADOS.

Materiales		Medias.	Grupos.
Cristalino	1	4.64	a
Harinoso	2	3.16	b

Cuadro 24. COMPARACION DE MEDIAS PARA ENVEJECIMIENTO ACELERADO ALMACENADO A 40 GRADOS CENTIGRADOS.

Contenidos de humedad %		Medias.	Grupos.
10	1	5.19	a
12	2	4.09	b
14	3	3.16	c
16	4	3.16	c

PRUEBA BIOQUIMICA.

Cuadro 25. VELOCIDAD DE REACCION ENZIMATICA. PRUEBA INICIAL.

Humedad %.	Cristalino	Harinoso.
10	2.00	1.66
12	1.42	1.25
14	1.25	1.25
16	0.63	1.00

Cuadro 26. VELOCIDAD DE REACCION ENZIMATICA.
PRUEBA FINAL ALMACENADO 60 DIAS.

Humedad %	0°C		Medio Ambiente		40°C	
	CRIST.	HAR.	CRIST.	HAR.	CRIST.	HAR.
10	1.66	0.83	1.66	1.42	0	0
12	1.25	1.25	1.25	1.1	0	0
14	1	0.83	1.1	0.90	0	0
16	0.83	0.83	0.83	0.71	0	0

Interpretación: Cada gramo de semilla desdobra 2 mg de almidón por cada minuto.

5.- CONCLUSIONES.

Si el maiz se almacena a una temperatura de 40°C la semilla con endospermo cristalino supera la germinación de la que tiene endospermo harinoso.

Las semillas almacenadas a una temperatura de 0°C mantienen su vigor almacenadas con humedades del 10 al 15% en peso de las mismas.

Las semillas almacenadas en condiciones ambientales pueden reducir su vigor cuando la humedad que contienen supera el 10% en peso.

Aunque las condiciones de la evaluación no fueron las más adecuadas por tratarse de una prueba preliminar, los resultados sugieren las siguientes conclusiones generales:

- La actividad enzimática del maiz cristalino es mayor que la del maiz harinoso.
- La actividad enzimática disminuye con el almacenamiento.
- Aparentemente, las muestras almacenadas a 0°C y 21.5°C muestran la misma actividad enzimática, mientras que el almacenamiento a 40°C inhibió completamente dicha actividad.

LITERATURA CITADA.

- AOSA1983. *Association of Official Seed Analysis. Seed Vigor Testing Handbook Contribution. No. 32. U.S.A.*
- Biewley J.D. & D.M. Black. 1978. *Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination. Development Germination and Growth*. Ed. Berlin Heidelberg. New York.
- Bustamante G.L. 1983. *Análisis de Semillas*. Memorias del Curso de Actualización sobre tecnología de Semillas. UAAAN-AMSAC. Mexico. Págs. 99-106.
- Bustamante G.L. 1991. *Control de Calidad*. Curso de Maestría en Tecnología de Semillas. U.A.A.A.N. Buenavista. Saltillo. Coah., México.
- Castillo G.A. 1981. *Revisión de los Principales Métodos para la Calificación del Vigor en las Semillas*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Pág. 43.
- C.I.A.T. 1986. *Semillas para América Latina*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Boletín Informativo de la Unidad de Semillas. 6(2). Cali, Colombia.
- Copeland L.O. & McDonald. 1985. *Principles of Seed Science and Technology*. 2nd. ed. Burgess Publishing Co. U.S.A. Págs. 131-144

- Delouche J.C. and C.C. Baskin. 1973. *Accelerated aging Techniques for predicting the storability of seed lots*. Seed Sci. and Tech. 1(3) : 427-452. U.S.A.
- Delouche J.C. 1978. *Procedimientos para el Almacenamiento de las Semillas*. En Boya A.H. y R. Echander (compiladores). Seminario Internacional sobre Tecnología de Semillas para Centroamérica, Panamá y el Caribe. Universidad del Estado de Mississippi. U.S.A.
- Delouche S.T., Wayne M. Raspet and M. Lienhard. 1971. *Prueba de la Viabilidad de la Semilla con Tetracolio*. Estación Agrícola Experimental de Mississippi. Depto de Agronomía. Tecnología de Semillas. Escuela Superior del Ed. de Mississippi. Pag. 24-36.
- Dickson I.R. 1988. *Introducción a la Química*. Publicaciones Culturales.
- Duffus C. y C. Slaughtter 1980. *Las Semillas y sus Usos*. AGT México.
- García Enriqueta. 1973. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. U.N.A.M. México.
- González D.S. 1991. *Principios Genéticos en la Producción de Semillas*. Curso de Maestría en Tecnología de Semillas. U.A.A.A.N. Buenavista. Saltillo. México.

- INEGI. 1992. *Boletín de Información Oportuna del Sector Alimentario*. Instituto Nacional de Estadística. Geografía e Informática. Número 84.
- Hooper M.W. 1984. *Fisiología de Semillas*. Memorias del III Curso de Actualización en Semillas. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Hurtado de la Peña S. 1993. *Madurez Fisiológica y Deterioro de la Semilla*. Memorias del Curso de Semillas de Calidad. XX Semana de Superación Agronómica. Fac. de Agronomía. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco, México.
- Isely D. 1950. *The cold test for Corn*. Proc. Int. Seed Test Association. 16:299-311.
- Jugemheimer R.W. 1981. *Maíz. (Variedades Mejoradas. Métodos de Cultivo y Producción de Semillas)*. Limusa-Wiley. México.
- Krzyzanowski F.C., C.J. Dias, C.A. Scotti, y D.S. Ferreiro. 1982. *O envelhecimento precoce na avaliacao de lotes de semente de Feijoeiro*. Revista Brasilenn de Semente. Brasília. 4(1) : 12-18
- Likhatchev B.S., G.V. Zelenky, Y.G. Kiashko and Z.N. Shevchenko. 1984. *Modelling of seed ageing*. Seed Sci. and Tech. 12: 385-393.

- Loeffler N.L., Mejor J.L. and Burris. 1985. *Comparison of two cold test procedures for use in maize drying studies.* Seed Sci. and Tech. 13 pp. U.S.A.
- Matthews S. y A.A. Powell. 1981. Ensayo de deterioro controlado. En Manual de ensayos de vigor. Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero. Madrid España. Pág. 39-45.
- McDonald M.B. Jr. 1975. *A review and evaluation of seed vigor test.* Assoc. of Official Seed Analyst. 65: 117-122. U.S.A.
- Miranda C.M. 1984. *Vigor y Pruebas de Vigor de Semillas.* Conferencia presentada en el VIII Curso de Postgrado en Tecnología de Semillas. C.I.A.T. Cali, Colombia.
- Miranda C.M. 1986. *Fisiología de Germinación.* Curso Impartido sobre Tecnología de Semillas (CIAT). Cali, Col.
- Moreno M.E. 1984. *Análisis Físico y Biológico de Semillas Agrícolas.* UNAM. Instituto de Biología. México. Págs. 230-238.
- Moreno N.A. 1991. *Almacenamiento y Conservación de Semillas.* Curso de Maestría en Tecnología de Semillas. Enero-Junio. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo. Coah. México.
- Pohelman J.M. 1965. *Mejoramiento Genético de las Cosechas.* Limusa-Wiley. México. 453 págs.

- Perry. 1981. *Handbook of Vigour Test Methods*. The International Seeds Testing Association. Zürich, Switzerland.
- Popiniqis F. 1985. *Fisiologia da Semente*. 2a. Ed. Brasilia, D.F. pág. 1-15.
- Ramírez. 1981. *Almacenamiento y Conservación de Granos y Semillas*. 8a. ed. C.E.C.S.A. México.
- Reyes C. P. 1985. *Fitogenética Básica Aplicada*. Ed. AGT. México. D.F.
- Robles S.R. 1985. *Genética Elemental y Fitomejoramiento Práctico*. Limusa-Wiley. México.
- Sánchez E.A. 1988. *Producción de Maíz Híbrido*. Producción y Manejo de Semillas. Patronato para la Investigación, Fomento y Sanidad Vegetal (PIFSV). Tamaulipas, México.
- Tao T.K. 1979. *An evaluation of alternative methods of accelerated aging seed vigor test for soybeans*. Journal Seed Technology. 3(2) : 30-40. U.S.A.