



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

“VELOCIDAD DE EMERGENCIA Y ACUMULACION  
DE MATERIA SECA EN HIBRIDOS DE MAIZ  
(*Zea mays* L.), EN DOS SUSTRATOS”

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO AGRICOLA**  
P R E S E N T A :  
**JOSE SANCHEZ COUOH**

ASESORES: M.C. MARGARITA TADEO ROBLEDO  
M.C. ANGEL PIÑA DEL VALLE



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.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
 UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
 DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
 P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
 Jefe del Departamento de Exámenes  
 Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Velocidad de emergencia y acumulación de materia seca en híbridos de maíz (Zea mays L.) en dos sustratos".

que presenta el pasante: José Sánchez Couoh  
 con número de cuenta: 8241873-1 para obtener el título de :  
Ingeniero Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE  
 "POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 13 de noviembre de 2003

- PRESIDENTE Ing. Miguel Angel Bayardo Parra
- VOCAL M.C. Margarita Tadeo Robledo
- SECRETARIO Dr. Alejandro Espinosa Calderón
- PRIMER SUPLENTE Ing. Andrés Simón Marbán Bahena
- SEGUNDO SUPLENTE Ing. Francisco Javier Vega Martínez

## **DEDICATORIA**

Con gran admiración y respeto a mis padres María Inés y Candido , por todo su amor y cariño que me han brindado durante todos estos años.

A ti Sarita mi esposa por todo tu apoyo y amor que me brindas todos los días.

A todos y cada uno de mis hermanos ( Patricia, Elia, Ivonne, Marcelita y Martín)

A mis maestros, como compañeros y amigos de la carrera de Ingeniería Agrícola.

Y muy especialmente a mi hijo José Sánchez Montiel, que me impulso para poder alcanzar esta meta.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional Autónoma de México " UNAM", por haberme permitido ocupar un lugar dentro de sus instalaciones.

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán y muy en especial a la Carrera de Ingeniería Agrícola ( Orientación Agroecosistemas ), por permitirme adquirir los conocimientos para mi formación Profesional.

Mi mas sincero agradecimiento al M.C. Angel Piña del Valle, compañero y amigo por su incondicional apoyo, para el desarrollo de esta tesis " Gracias"

A la Maestra Margarita Tadeo Robledo por su gran apoyo y confianza.

### **A los miembros del Jurado:**

PRESIDENTE:	ING. MIGUEL ANGEL BAYARDO PARRA
VOCAL:	M.C. MARGARITA TADEO ROBLEDO
SECRETARIO:	DR. ALEJANDRO ESPINOSA CALDERON
PRIMER SUPLENTE:	ING. ANDRES SIMON MARBÁN BAHENA
SEGUNDO SUPLENTE:	ING. FRANCISCO JAVIER VEGA MARTINEZ

Gracias: por sus correcciones, aportaciones y sugerencias para una mejor presentación de este trabajo.

A mis amigos de Siempre de la Décima Generación de Ingeniería Agrícola por su Amistad.

# CONTENIDO

	<b>PAG.</b>
INDICE DE CUADROS	II
RESUMEN	III
I Introducción	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Hipótesis	2
II Revisión de Literatura	
2.1 Calidad de semilla	3
2.1.1 Concepto de calidad	3
2.1.1.1 Componentes de la calidad de semilla	5
2.1.2 Componente genético	5
2.1.3 Características físicas	6
2.1.4 Componente biológica	7
2.1.5 Componente sanitario	7
2.2 Germinación	8
2.2.1 Concepto de germinación	8
2.2.2 Etapas de germinación	8
2.2.3 Porcentaje de germinación	9
2.2.4 Pruebas de germinación	9
2.2.4.1 Sustratos para las pruebas de germinación	9
2.2.5 Viabilidad	10
2.2.6 Emergibilidad	10
2.2.7 Longevidad	10
2.2.8 Almacenabilidad	10

	<b>PAG.</b>
2.3 Vigor de semillas	11
2.3.1 Importancia del vigor	12
2.3.2 Pruebas de vigor	13
2.3.2.1 Pruebas directas	14
2.3.2.2 Pruebas indirectas	15
2.3.2.3 Velocidad de emergencia	16
2.3.2.4 Acumulación de materia seca	16
2.3.3. Sustratos	17
2.3.4 Características de los sustratos	18
2.4 Utilización de maíces mejorados para Valles Altos y Zonas de Transición.	18
2.4.1 Descripción de los Valles Altos y Zona de Transición	19
III Materiales y Métodos	20
3.1 Localización	20
3.2 Condiciones ambientales	20
3.3 Condiciones edáficas	20
3.3.1 Características del suelo de la FES-Cuautitlán	20
3.3.2 Características de la arena	21
3.4 Material genético	21
3.5 Diseño experimental	23
3.5.1 Análisis estadístico	23
3.5.2 Velocidad de emergencia	23
3.6 Comparación de sustratos	23
3.7 Pruebas de germinación	24
3.8 Manejo agronómico	24
3.8.1 Preparación de las camas de siembra	24
3.8.2 Siembra	24

	<b>PAG.</b>
3.8.3 Riegos	25
3.8.4 Cosecha de plántulas	25
3.9 Variables evaluadas.	25
3.9.1 Velocidad de emergencia	25
3.9.2 Longitud de radícula	26
3.9.3 Longitud de plúmula	26
3.9.4 Peso fresco de radícula	26
3.9.5 Peso fresco de plúmula	26
3.9.6 Peso seco de radícula	26
3.9.7 Peso seco de plúmula	26
IV Resultados	27
4.1 Porcentaje de Germinación	27
4.2 Porcentaje de Emergencia y velocidad de emergencia en el sustrato arena	27
4.3 Porcentaje de Emergencia y velocidad de emergencia en el sustrato tierra	27
4.4 Análisis de varianza	29
4.5 Comparación de medias para el sustrato arena	32
4.6 Comparación de medias para el sustrato tierra	34
4.7 Comparación de sustratos (arena y tierra)	36
V Discusión	37
VI Conclusiones	41
VII Literatura consultada	42

## INDICE DE CUADROS

	<b>PAG.</b>
<b>Cuadro 1.</b> Porcentaje de germinación, a los que fueron sometidos los 8 genotipos, en base a las normas técnicas del ISTA (1996).	27
<b>Cuadro 2.</b> Velocidad de emergencia, 7 días después de la siembra en el sustrato arena, Cuautitlán, México.2003.	28
<b>Cuadro 3.</b> Velocidad de emergencia, 7 días después de la siembra en el sustrato Tierra, Cuautitlán, México.2003.	28
<b>Cuadro 4.</b> Cuadrados medios y significancia estadística del análisis de varianza para las variables PFR, PFP, PSR, PSP, LR y LP de los híbridos comerciales evaluados en el sustrato arena. Cuautitlán, México.2003.	30
<b>Cuadro 5.</b> Cuadrados medios y significancia estadística del análisis de varianza para las variables PFR, PFP, PSR, PSP, LR y LP. de los híbridos comerciales evaluados en el sustrato tierra. Cuautitlán, México.2003.	31
<b>Cuadro 6.</b> Prueba de separación de medias, de los híbridos comerciales evaluados en el sustrato arena. Cuautitlán, México.2003.	33
<b>Cuadro 7.</b> Prueba de separación de medias, de los híbridos comerciales evaluados en el sustrato tierra. Cuautitlán, México.2003.	35
<b>Cuadro 8.</b> Comparación de la evaluación de sustratos en arena y tierra, dos muestras aleatorias independientes. Cuautitlán, México.2003.	36

Las variables evaluadas fueron: velocidad de germinación (VG); peso fresco de plúmula (PFP); peso fresco de raíz (PFR); peso seco de plúmula (PSP); peso seco de raíz (PSR); longitud de plúmula (LP); y longitud de raíz (LR).

## RESUMEN

La utilización de semilla híbrida de maíz en las zonas de Transición y de los Valles Altos ha sido muy importante para mejorar la productividad de los agricultores de estas regiones, debido a que se ha aprovechado el potencial de la fertilidad de los suelos. Así como el potencial de lluvia y agua de riego, junto con el mejoramiento genético para generar híbridos que están al alcance del productor.

La presencia de Empresas Semilleras ha sido importante y ha generado una fuerte competencia, donde la calidad juega un papel preponderante, el vigor en semilla es una característica deseable, que le da un valor comercial a la semilla.

El presente trabajo se propuso como objetivo comparar la germinación, la velocidad de emergencia y la acumulación de materia seca en 8 híbridos comerciales recomendados para siembra en la Zona de Transición y los Valles Altos, estos híbridos fueron: 1.- H-50 utilizado como testigo (UNAM-INIFAP); 2.- Puma 1075 (UNAM); 3.- Z 60 (HARTZ SEED); 4.- Niebla (CERES); 5.- Nieve (CERES); 6.- Tromba (CERES); 7.- Trueno (CERES); y 8.- Tornado (CERES).

En Cuautitlán, México en el año 2003 se realizaron pruebas de germinación de los híbridos; para lo cual se establecieron camas de siembra en dos sustratos (arena y tierra) para comparar la velocidad de emergencia y la acumulación de materia seca en plúmula y raíz, también se midió la longitud de plúmula y raíz. El diseño experimental fue en bloques al azar con tres repeticiones y cada parcela experimental contó con 100 semillas; el análisis estadístico realizado fue un análisis de varianza y una prueba de separación de medias (tukey 0.05).

Las conclusiones fueron las siguientes:

- 1) El porcentaje de germinación de todos los híbridos cumplió con las normas internacionales del ISTA (1996); los porcentajes más altos fueron para Trueno (94%) y Niebla (92 %); y el más bajo para Z-60 (85%)
- 2) Los híbridos que presentaron la mayor velocidad de emergencia y fueron superiores al testigo H-50 (1.2 y 3.3) en ambos sustratos (arena y tierra) fueron: Z-60 con 1.4 y 4.2, Niebla con 1.5 y 4.5; Nieve con 1.4 y 3.4; y Puma 1075 con 1.3 y 3.6, respectivamente.
- 3) La mayor acumulación de materia seca en ambos sustratos (arena y tierra) correspondió a Puma 1075, (PSR: 0.31 y 0.18; PSP: 1.21 y 0.54) y le siguieron Niebla(PSR:0.28 y 0.24; PSP: 0.83 y 0.39), H-50 (PSR: 0.26 y 0.16; PSP: 0.87 y 0.45) y Nieve (PSR: 0.25 y 0.20; PSP 0.58 y 0.42); Los demás híbridos ( Tromba, Z-60, Trueno y Tornado) presentaron un nivel inferior de acumulación de materia seca.
- 4) La longitud de raíz y plúmula no presentó diferencias estadísticas, ni diferencias numéricas importantes entre los híbridos Niebla, Puma 1075, H-50, Nieve y Z-60 que fueron destacados en las demás variables.
- 5) Considerando el % de germinación, la velocidad de emergencia y la acumulación de materia seca los cuatro híbridos más sobresalientes y por lo tanto, con mayor vigor de semilla en orden decreciente, fueron: Niebla, Puma 1075, H-50 y Nieve.
- 6) El porcentaje de germinación y la velocidad de emergencia mostraron valores considerablemente mayores en el sustrato tierra que en el sustrato arena. Las variables PFP, PSR, PSP, LR y LP no presentaron diferencias estadísticas entre sustratos.

## **I Introducción**

La utilización de semilla híbrida de maíz en las zonas de Transición y de Valles Altos ha sido muy importante para mejorar la productividad de los agricultores de estas regiones, debido a que se ha aprovechado el potencial de la fertilidad de los suelos junto al potencial de las lluvias y agua de riego, con el mejoramiento genético para generar una diversidad de híbridos que están al alcance del productor, prueba de ello es la presencia de varias empresas semilleras que se han propuesto satisfacer este mercado mediante la introducción de todo tipo de híbridos: desde precoces, intermedios y tardíos; considerando también otras características como el tipo de grano, el color, la calidad harinera, la calidad nixtamalera, entre otros.

Esta necesidad de ofrecer maíces de diferentes características para adecuarlos a los diferentes ambientes y diversos usos de la región ha generado una fuerte competencia entre las empresas para posesionarse de este mercado de semillas, aunado a la poca presencia del sector oficial, debido al cierre de PRONASE, empresa de semillas que dependía del Gobierno Federal y que ofrecía semillas a buen precio. Dejando a los productores a merced del libre comercio de semillas por empresas privadas. Afectando la posibilidad de adquirir semillas a precios accesibles.

Por lo que la estrategia fundamental para ser competitivo y satisfacer las necesidades del agricultor debe ser la calidad de los productos, calidad en todos los aspectos y esta calidad comienza desde la capacidad de la semilla para germinar y tener un desarrollo óptimo en plántula hasta llegar a ser una planta adulta, esto último es lo que se conoce como vigor.

El vigor en plántula es una característica deseable, que le da un valor comercial a la semilla, sobre todo cuando las condiciones de siembra y preparación del terreno no son homogéneas o se presentan factores externos, como dureza del terreno, falta de humedad, topografía accidentada, que afectan el crecimiento de la plántula.

Considerando lo anterior en este trabajo se propone evaluar la germinación y vigor de semillas de híbridos comerciales de maíz para Valles Altos y Zona de Transición bajo dos sustratos; arena y tierra, con base a los siguientes objetivos:

## **1.1 Objetivos**

1. Determinar, la capacidad de germinación de semillas de híbridos comerciales de Valles Altos y Zona de Transición.
2. Definir la velocidad y uniformidad de la emergencia de plántulas de semillas de híbridos comerciales de maíz para Valles Altos y Zona de Transición utilizando dos sustratos; arena y tierra.
3. Determinar longitud radical, la longitud de plúmula el peso seco de raíz y el peso seco de plúmula de semillas de los híbridos comerciales evaluados en arena y tierra como sustrato.

## **1.2 Hipótesis:**

1. El porcentaje de germinación de los diferentes híbridos de maíz comerciales para Valles Altos y Zona de transición cumple con las normas internacionales del ISTA, arriba del 85%.
2. La velocidad de germinación y la uniformidad de emergencia de plántulas de semillas de híbridos comerciales de maíz para Valles altos y Zona de Transición presenta diferencias significativas entre los genotipos y entre los dos sustratos evaluados.
3. Las semillas de los genotipos evaluados presentan diferencias significativas en longitud y peso seco de raíz y en longitud y peso seco de plúmula. Los sustratos evaluados presentan también diferencias significativas en longitud de raíz, longitud de plúmula, en peso seco de raíz y en peso seco de plúmula.

## II Revisión de Literatura

### 2.1 Calidad de Semilla.

Semillas: Los frutos o partes de éstos, así como las partes vegetales o vegetales completos, que pueden utilizarse para la reproducción y propagación de las diferentes especies vegetales, estructura responsable de asegurar la continuidad entre generaciones sucesivas de plantas de semillas (Tadeo y Espinosa, 2002)

Grano: Palabra que proviene del latín granum, simiente de trigo y cebada que constituye el grano por excelencia, lo cual se extiende a otras gramíneas, la diferencia entre grano con semilla, la define el destino de uso de cada uno (Enciclopedia Encarta, 2002)

#### 2.1.1 Concepto de calidad

En los primeros tiempos de la agricultura primitiva, cuando predominaba una vida nómada, la experiencia práctica, frecuentemente amarga, enseñó que solamente la semilla de mejor calidad de cualquier cultivo debería ser seleccionada. La calidad de semillas es mencionada en escritos de la antigüedad, desde la filosofía china del siglo X a.c. hasta la Biblia. Centenas de años después, se desarrolló el comercio nacional e internacional de semillas, y la calidad de semillas se transformó en un tema a ser debatido, pero, infelizmente, más por razones negativas que positivas. Prácticas comerciales inescrupulosas y/o una falta de conocimiento por parte de aquellos que están involucrados en el comercio de semillas de Europa y las Americas de del Siglo XIX originaron las primeras leyes de semillas el desarrollo del llamado "arte y ciencia de análisis de semillas" (Fehr,1993)

La necesidad de determinar la calidad de las semillas surgió en Europa, como consecuencia de problemas constatados en la comercialización. De esta forma, en 1869, fue creado en Alemania el primer laboratorio de semillas y en 1876, fue publicado el primer manual de análisis de semillas. Simultáneamente en América, se realizaban los procedimientos iniciales para la realización de las pruebas de pureza y de germinación que dieron origen a las primeras reglas para análisis de semillas en 1897.( D.L. Ana, 2001)

En el año de 1917, fue publicada la primera versión de las Reglas para Análisis de Semillas de la AOSA (Asociación Oficial de Análisis de Semillas) para Canadá y Estados Unidos. (D.L., 2001)

De forma similar, en Europa, fue fundada la Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA) en 1924. Los Principales objetivos de esa asociación, direccionados, principalmente, para el comercio internacional de semillas, son desarrollar, establecer y publicar procedimientos padrones para el muestreo y análisis de semillas, promover la aplicación uniforme de estos procedimientos para la evaluación de semillas, participar en el desarrollo de investigaciones en el área de tecnología de semillas, estimular la certificación de cultivares, participar de conferencias y de cursos de entrenamiento y mantener contacto con otras organizaciones ligadas al área de semilla. Las Reglas para Análisis de Semillas del ISTA, publicadas y actualizadas desde 1928, son adoptadas actualmente en 73 países (D.L., 2001)

Gutiérrez (2002) señala que si definimos calidad como un "grado o padrón de excelencia", entonces la calidad de semillas puede ser vista como un padrón de excelencia en ciertos atributos que van a determinar el desempeño de la semilla en la siembra o en el almacén. En la práctica, la expresión "calidad de semillas" es utilizada libremente para reflejar el valor de la semilla para propósitos específicos; el desempeño de la semilla debe estar a la altura de las expectativas del consumidor.

La calidad de la semilla puede definirse como el nivel o grado de excelencia, el cual es asumido por las semillas solamente cuando son comparadas con un estándar aceptable. La semilla puede ser superior, buena, mediana o pobre en calidad (Andrade, 1992)

La expresión fenotípica final de una semilla, es función de tres elementos: genotipo, ambiente e interacción genotipo-ambiente (Márquez, 1988) en estos términos, cuando una semilla llega a manos del agricultor, lleva consigo los efectos del conjunto de actividades y condiciones a las que voluntaria o accidentalmente fue sometida. Tales efectos, se traducen en potencial agronómico que se manifestará a través de su desarrollo biológico. (Moreno, 1996)

### 2.1.1.2 Componentes de la calidad de semillas

La calidad de semillas es un concepto que comprende diversos componentes, a pesar de que para muchos agricultores, semilla de calidad es aquella que germina y está libre de especies invasoras indeseables. Este concepto se refleja en el hecho de que para muchos laboratorios de análisis de semillas, entre 80 y 90 % de todos los análisis solicitados son de pureza y germinación. Sin embargo, existen otros componentes de la calidad de semillas que pueden agruparse en tres categorías:

1. Descripción: especie y pureza varietal, pureza analítica, uniformidad, peso de semillas.
2. Higiene: contaminación con invasores nocivos, sanidad de semillas, contaminación con insectos y ácaros.
3. Potencial de desempeño: germinación, vigor, emergencia y uniformidad en campo.

(Márquez, 1988)

En la práctica, la expresión calidad de semillas es usada libremente para reflejar el valor global de la semilla para la cual fue producida. Sin embargo, ella no es más que sólo una "buena semilla" Es una mezcla de propiedades fisiológicas y ambientales, con muchos aspectos que todavía no fueron esclarecidos. La calidad de semillas tiene muchos y variados impactos: da hambre o contentamiento, da pérdidas o lucro, da estancamiento o progreso. La ISTA cumple un importante papel para llegar a este objetivo. (Carambula, 1981)

La calidad es un concepto que abarca varios aspectos, referentes al nivel de utilización de la semilla para la siembra "La calidad se puede definir como el grado de excelencia alcanzado por las semillas cuando son producidas y beneficiadas en forma optima" (Andrade, 1992)

### 2.1.2 Componente Genético

Refiere a la variedad obtenida por el fitomejorador

La calidad genética es óptima, cuando se asegura la identidad genética o pureza varietal de acuerdo con la semilla original, la máxima calidad genética, está relacionada con la copia fiel de la variedad obtenida por el mejorador (Andrade, 1992)

Factores que afectan la pureza genética. (Andrade, 1992)

- Origen de la Semilla
- Contaminaciones mecánicas
- Contaminaciones durante la polinización
- Estabilidad genética
- Efectos de selección

Elementos indispensables para mantener la pureza genética en un programa de producción de semillas. (Andrade, 1992)

- Uso de semilla aprobada únicamente en Multiplicación de semilla
- Inspección y aprobación de campo, previo a la Siembra
- Inspección en etapas críticas del cultivo mediante:  
Verificación de pureza genética, detección de mezclas, malas hierbas, hierbas nocivas, y enfermedades de semilla ( o transmitidas vía semilla)
- Comparación de muestras en lotes, potencialmente aprobadas

### 2.1.3 Características Físicas

Se refiere al nivel de excelencia con respecto a tamaño, forma, color, brillantez, densidad de la semilla, entre otras características. Se considera también el porcentaje de semilla pura, peso de la semilla. (Andrade, 1992)

Uno de los aspectos importantes durante la cosecha es el contenido de humedad al que se debe de iniciar la recolección de semilla con el objetivo de evitar al máximo el daño mecánico, además de que todo el equipo que se utilizó durante la recolección, deberá estar limpio. Para evitar las mezclas de semilla con otros lotes que se hayan cosechado con anterioridad. (Tadeo y Espinosa, 2002)

#### 2.1.4 Componente Biológico

La calidad biológica también se le conoce como componente fisiológico. Está integrado por características relacionadas con la capacidad metabólica y fisiológica para establecer nuevas plántulas y plantas sanas e individuos. Estas características que definen los aspectos biológicos son entre otros viabilidad, germinación, vigor. (Andrade, 1992)

#### 2.1.5 Componente Sanitario

Se refiere al hecho de que la semilla se encuentra libre de microorganismos, que representan una seria dificultad para la producción de semilla de alta calidad y posteriormente puede limitar la capacidad productiva de grano de la variedad o híbrido. (Moreno, 1996)

La semilla con calidad sanitaria debe estar libre de patógenos que pueden afectar a la propia semilla. Libre de enfermedades transmitidas por semilla (que pueden afectar al propio cultivo y/o disemina un problema fitopatológico). (Andrade, 1992)

Tipo de microorganismos comunes en semillas: Hongos, Bacterias, Virus. Contaminantes de semillas (Formas de acción) (Moreno, 1996)

- o Mezclas con semillas pero no unidos a ellas: ejemplo: esclerocios, esporas de hongos.
- o Asociados superficialmente: ejemplo, hongos de almacén.
- o Portados internamente en las semillas, que pueden ser transmitidos a las plántulas.  
Ejemplo: Ustilagó nuda, en cereales; carbón de la espiga en Maíz.

Las enfermedades afectan en forma directa e indirecta la producción de semillas.

Directa: El patógeno ataca a la semilla de alguna manera; en cualquier punto de las fases de la producción. Las consecuencias son visibles: decoloración, manchas, tamaño, forma, pequeña, moho, calentamiento, entre otras (Andrade, 1992)

Indirecta: Las enfermedades reducen la capacidad de un cultivo de elevar al máximo el rendimiento, así como la calidad del producto que se cosechará. (Tadeo y Espinosa, 2002)

Importancia de la calidad sanitaria. En maíz en particular son de extremo cuidado las enfermedades que atacan al cultivo, que se transmiten vía semilla, un ejemplo muy claro es el carbón de la espiga, la cual es provocada por el hongo *Sphacelotheca Reiliana* Kuehn Clinton. Esta enfermedad aumenta en incidencia cada día, siendo importante tratar de controlar oportunamente y en forma integral. (Moreno, 1996)

## 2.2 Germinación

### 2.2.1 Concepto de Germinación

Proceso de reinicio del crecimiento activo del embrión caracterizado por la ruptura de la cubierta seminal y la emergencia de la plántula (Copeland, 1976)

La germinación es la emergencia y desarrollo del embrión de la semilla a partir de estructuras esenciales, que provienen del embrión (Moreno, 1996)

La germinación indica la capacidad de la semilla para convertirse en una planta normal, bajo condiciones favorables. (Tadeo y Espinosa, 2002)

### 2.2.2 Etapas de la germinación

Según Copeland (1976) Los eventos que ocurren en la germinación son los siguientes:

1. Imbibición del agua
2. Activación enzimática
3. Ruptura de la cubierta seminal y emergencia de la plántula
4. Establecimiento de la plántula

Para Duff (1985) son dos las fases principales por la que pasa el proceso de la germinación:

1. Inicio del metabolismo activo en el embrión, seguido rápidamente por el crecimiento y diferenciación del embrión, apoyado por la utilización del material de reserva embrionaria inmediata.
2. Crecimiento continuo del embrión, apoyado por el flujo de productos de la hidrólisis de los cotiledones o reserva alimenticia extraembrionaria tal como el endospermo. Esta fase continúa hasta que la planta se establece como un organismo fotosintético o muere por haberse terminado la reserva alimenticia.

La semilla del maíz está formada por el embrión que es una planta en miniatura y que consta de radícula, plúmula, coleóptilo, escutelum, endospermo que contienen las reservas que alimentan a la planta, y por el pericarpio que es la capa externa de la semilla cuya función es proteger el embrión. El endospermo y el embrión son las estructuras fundamentales de la semilla. El embrión formará la plántula y la planta adulta. Cuando la semilla germina las reservas se van agotando, al agotarse completamente la cubierta de la semilla se desintegra (Reyes 1990)

### 2.2.3 Porcentaje de Germinación

Es un valor definido en función del número y porcentaje de plántulas normales (con estructuras esenciales que indican capacidad para producir plantas normales en condiciones favorables) Moreno, (1996)

### 2.2.4 Pruebas de Germinación

Es el índice de calidad más convincente y usado a nivel mundial, el objetivo de definir la germinación es obtener información con respecto al valor de la semilla con propósito agrícola y para comparar el valor de diferentes lotes. (Moreno 1996)

#### 2.2.4.1 Sustratos para las pruebas de germinación

Humedad adecuada y sostén a las semillas durante su germinación

1. Papel secante
2. Papel filtro
3. Toallas de papel
4. Algodón
5. Arena
6. Suelo
7. Otros.

El porcentaje de germinación frecuentemente no es similar con el porcentaje del establecimiento en campo, lo cual se debe al vigor que se requiere para la emerger en el campo, a diferencia de la germinación bajo condiciones favorables en la cámara de germinación. (Moreno 1996)

#### 2.2.5 Viabilidad

Palabra que se refiere a la presencia de vida, con las funciones relacionadas, es decir que realiza respiración. (Enciclopedia Encarta, 2002)

#### 2.2.6 Emergibilidad

Capacidad de la semilla para desarrollar plántulas que emergerán, del suelo. Es decir en un terreno agrícola. (Enciclopedia Encarta, 2002)

#### 2.2.7 Longevidad

Vida de almacén, manteniendo la calidad fisiológica de semilla (Tadeo y Espinosa, 2002)

#### 2.2.8 Almacenabilidad

Capacidad de una semilla para que en condiciones de almacenamiento, manteniendo en buenas características sus condiciones como semilla, es decir con la persistencia de la viabilidad y porcentaje de germinación. (Perry, 1980)

## 2.3 Vigor de Semillas

Heterosis. La heterosis es el fenómeno que ocurre cuando se cruzan dos o más líneas obteniéndose plantas con mayor vigor que sus progenitores, ésta será más alto en la medida que los individuos que lo provocan sean de constitución genética diferente. A mayor diversidad genética, mayor es el grado de heterosis. La heterosis determina el aumento en crecimiento, rendimiento u otra acción de incremento como resultado de una cruce. Esencialmente es sinónimo de vigor híbrido (Reyes,1990)

El vigor híbrido o heterosis es el fenómeno genético por el cual los descendientes de una fecundación cruzada muestran mayor vitalidad que sus progenitores ( Sánchez, 1988)

El vigor híbrido se puede definir como el exceso de vigor del híbrido con respecto al promedio de los progenitores. Así, el maíz híbrido es la primera generación de una cruce entre líneas autofecundadas. La producción del maíz híbrido involucra; de acuerdo con Pohelman (1987):

- a) La obtención de líneas autofecundadas por autopolinización controlada
- b) La determinación de cuales de las líneas autofecundadas pueden combinarse en cruces productivas
- c) Utilización comercial de las cruces en producción de semillas.

Perry (1980), menciona que "el vigor de la semilla es la suma total de aquellas propiedades de la semilla que determinan el nivel de actividad y comportamiento de la misma o de la partida de la semilla durante la germinación y emergencia de las plántulas".

Villaseñor (1984) conceptualiza al vigor como "la capacidad de la semilla puesta en diferentes condiciones ambientales para emerger más rápidamente y producir la mayor cantidad de materia seca en el menor tiempo posible".

Vigor per se: Que puede representarse en términos de rapidez de crecimiento y tamaño alcanzado, capacidad para desarrollar bajo condiciones desfavorables (Enciclopedia Encarta 2003)

La diferencia en semillas con alto y bajo vigor se detecta sólo en fases iniciales de crecimiento y bajo condiciones adversas, pero no hay suficientes evidencias de que el efecto se observe en rendimiento (Tadeo y Espinosa, 2002)

La ISTA (International Seed Testing Association, 1996) Citadas por Moreno, (1996) maneja varios conceptos para explicar el vigor de la semilla dentro de los que destacan:

1. Constitución Genética
2. Desarrollo y nutrición de la planta madre
3. Etapa de madurez en la cosecha
4. Tamaño de semilla
5. Integridad mecánica
6. Envejecimiento
7. Patógenos

### 2.3.1 Importancia del Vigor

Moreno (1996) menciona que la suma total de aquellas propiedades de la semilla que determinan el nivel de actividad y comportamiento de la semilla o lote de semillas, durante su germinación y emergencia de la plántula. Generalmente el desempeño se expresa en condiciones desfavorables.

La definición engloba procesos relacionados con las diferencias en vigor:

- a) procesos y reacciones bioquímicas durante la germinación, tales como reacciones enzimáticas y actividades respiratorias
- b) Velocidad y uniformidad de la emergencia de la plántula en el campo

- c) Capacidad de emergencia de las plántulas bajo condiciones desfavorables del medio ambiente

Permite predecir el comportamiento de un lote de semillas cuando las condiciones del ambiente no son del todo favorables para germinación y emergencia (Moreno, 1996)

Vargas (1996), menciona que una germinación y emergencia rápida, aseguran el desarrollo de plántulas vigorosas y mejoran la oportunidad de obtener una producción altamente rentable.

Tadeo y Espinosa (2002) señalan que la importancia del vigor de semillas radica en que permite predecir el comportamiento de un lote de semillas cuando las condiciones del ambiente no son del todo favorables para la germinación y emergencia, además, una semilla vigorosa tiene mayor longevidad.

### 2.3.2 Pruebas de Vigor

Isly, citado por Solares (1995), menciona, que una prueba de vigor no es una prueba de respuesta per se, la respuesta en campo de un determinado lote de semillas puede estar más estrechamente correlacionado con las pruebas de vigor o con las pruebas ordinarias de laboratorio, dependiendo de la naturaleza de las condiciones de campo bajo las cuales se siembra. Así una prueba de vigor es entonces un estudio bajo condiciones ambientales específicas que proveen medios que detecten diferencias que no sean discernibles en una prueba de laboratorio ordinaria y que tenga como objetivo el de proveer resultados que sean reproducibles y que estén correlacionados con el comportamiento de las semillas en campo.

Moreno (1996) menciona que al evaluar el vigor de las semillas es de gran valor para predecir el comportamiento de un lote de estas cuando las condiciones del medio ambiente no son del todo favorables para la germinación y emergencia de las plantas.

Copeland (1976) considera que la prueba ideal de vigor debería ser rápida; fácil de ejecutar, sin necesidad de un equipo complejo, igualmente útil para evaluar semillas individuales como para poblaciones y además debe ser capaz de detectar mínimas diferencias en vigor. Menciona también que

algunos aspectos para medir el vigor son:

1. Velocidad de germinación
2. Uniformidad de germinación y desarrollo de plántulas bajo condiciones adversas
3. Habilidad para emerger a través de una costra de suelo
4. Germinación y emergencia de plántulas en suelos fríos, húmedos y con patógenos
5. Anormalidades morfológicas de la planta
6. Rendimiento del cultivo
7. Almacenamiento bajo diversas condiciones

Perry (1980) señala como las cuatro principales áreas donde se puede observar el efecto del vigor:

1. Procesos relacionados bioquímicamente o durante la germinación tales como reacciones de enzimas y actividades respiratorias.
2. Proporción y uniformidad en la germinación de la semilla y crecimiento en el semillero.
3. Proporción y uniformidad en la germinación de la semilla y crecimiento en campo.
4. Habilidad de emergencia de la semilla bajo condiciones ambientales desfavorables.

Por lo anterior, con base a la clasificación de Villaseñor (1984), tenemos que las diferentes pruebas de vigor se pueden agrupar de la siguiente manera.

#### 2.3.2.1 Pruebas Directas

Se caracterizan por la evaluación de vigor; se efectúa una vez que la semilla ha germinado bajo condiciones favorables de germinación, en otros casos, estas pruebas pueden ser realizadas bajo condiciones de campo o de laboratorio. Entre las principales pruebas directas se encuentran:

- Prueba de frío (Cold Tesst): Se realiza bajo condiciones de baja temperatura 7 días a 10°C, después de 5 a 6 días a 25°C, en suelos con patógenos de semilla.
- Prueba de crecimiento de plántulas: Se mide el crecimiento de plántulas.
- Pruebas de velocidad de crecimiento del cogollo y peso seco de éste.
- Prueba de velocidad de germinación: se efectúan conteos diarios del número de semillas germinadas, termina cuando se logra el máximo de germinación.
- Pruebas del primer recuento de emergencia
- Prueba de envejecimiento acelerado: Predice la capacidad de almacenamiento de semillas (Longevidad), se emplea frecuentemente en soya. Se somete a las semillas a altas temperaturas (40° C), así como humedad relativa, por 72 horas.
- Pruebas de ladrillo molido

### 2.3.2.2 Pruebas Indirectas

Este tipo de pruebas son más sofisticadas que las pruebas directas, ya que por lo general requieren de aparatos especializados o sustancias que no fácilmente se consiguen; el nombre de indirectas se debe a la evaluación de vigor que se aplica directamente a la semilla antes que se inicie la germinación. Entre estas pruebas se encuentra:

- Prueba de tetrazolio
- Prueba de la tasa de respiración
- Prueba de la actividad del AC. Glutámico descarboxilasa (GADA): Predice el comportamiento en el almacén. El ácido glutámico es degradado por la enzima generándose CO<sub>2</sub>, a mayor producción de bióxido de carbono, mayor actividad de la enzima y por lo tanto menor deterioro.
- Prueba de niveles de Adenosina trifosfato (ATP)
- Prueba de conductividad eléctrica: Semillas con baja viabilidad y vigor presentan una mayor lixiviación de solutos que semillas vigorosas y de alta germinación.
- Prueba de cambios de permeabilidad

### 2.3.2.3 Velocidad de emergencia

La velocidad de emergencia es una prueba de vigor donde la emergencia rápida es esencial para estimar el vigor. Sin embargo, existen controversias debido a que pueden suceder que semillas vigorosas no germinen por no poseer las condiciones adecuadas y sean catalogadas como pobres de vigor ya que luego de dicho período germinarán sin haber sufrido frente a las condiciones adversas. También se pueden dar casos de baja velocidad de germinación por dormancia y otro de germinación acelerada por la presencia de hongos en semillas de vigor pobre (Carambula 1981)

Este parámetro se puede calcular fácilmente dividiendo el número de plantas normales emergidas en cada recuento de la población de semillas puestas a germinar por el número de días que demoraron para germinar. Los valores que se obtienen en cada fecha de recuento son sumados al final de la prueba y se logra la tasa de germinación (Maguirre, 1962)

Virgen (1983), señala al respecto que muchos autores afirman que existe una relación directa y significativa del tamaño de semilla con la germinación y emergencia en campo y con el vigor.

Vargas (1996), señala que el empleo de una escala de calificación para medir vigor (alto, medio y bajo), en un esquema de mejoramiento genético mediante el índice de velocidad de emergencia debe ir acompañada de la evaluación de las líneas e híbridos de maíz con base al peso seco de plántula y porcentaje de germinación.

### 2.3.2.4 Acumulación de materia seca

La cantidad de acumulación de materia seca por las plantas es un aspecto muy importante de la calidad fisiológica, pues resulta como una medida práctica de la actividad metabólica, lo cual es muy importante una vez que la planta se ha establecido, ya que a partir de ese momento la planta mejor dotada de estructuras morfofisiológicas se destacará en su desarrollo (Tanaka y Yamaguchi, 1984)

Este parámetro conllevó a considerar la expresión del peso seco de la parte aérea (PSPA) y del peso seco de la raíz (PSR), ambas estructuras son de igualmente importantes para el subsiguiente desarrollo vegetativo, pues en general una mayor proporción de superficie radicular implica un mayor volumen de suelo explorado, y que en forma interactiva con una mayor superficie fotosintética en la parte aérea proporciona un mejor desarrollo posterior al establecimiento en campo. (Evans 1983)

### 2.3.3 Sustratos

Un sustrato es aquel material sólido distinto del suelo, natural o de síntesis, mineral u orgánico, colocado dentro de un contenedor, en forma pura o mezclada para permitir el anclaje del sistema radical. De esta manera, el sustrato desempeña un papel de soporte para la planta, y adicionalmente puede intervenir o no, en el proceso de nutrición vegetal. (Carballo, 1992)

Nuez (1995), menciona que los sustratos se clasifican por su naturaleza en:

- Naturales, como agua, gravas, tierra volcánica, turbas, corteza de pino y fibra de coco.
- Artificiales, como la lana de roca, perlita, vermiculita, arcilla expandida y poliestireno expandido.

Por su actividad química los clasifican como:

**Inertes.** El material actúa única y exclusivamente como soporte de la planta sin intervenir en el proceso de absorción y fijación de los nutrientes. Arena granítica, grava volcánica, perlita, lana de roca.

**Activos.** Además de servir de soporte, el sustrato actúa como depósito y reserva de los nutrientes aportados mediante la irrigación, almacenándose o cediéndose según las exigencias de los cultivos. Turbias, rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales ligno-celulósicos, tierra de hoja.

### 2.3.3.1 Características físicas de los sustratos.

Las propiedades físicas de los medios de cultivo son de vital importancia. Una vez que el medio esté en el contenedor, y la planta esté creciendo en él, no es posible modificar las características físicas básicas de dicho medio. Esto contrasta con las características químicas de los sustratos, que pueden ser modificadas mediante técnicas de cultivo apropiadas, realizadas por el propio agricultor. (Ansorena, 1990)

De acuerdo con Ansorena (1990) la materia granular puede considerarse como un conjunto de cuerpos geométricos las partículas individuales, o granos. Las características geométricas de un grano son el volumen ( $V$ ), el área superficial ( $F$ ) y la curvatura media ( $M$ ) y a partir de  $V$ ,  $F$ , y  $M$ , se puede definir una aglomeración.

A medida que se reduce el tamaño de las partículas esféricas, contenidas en  $1\text{cm}^3$ , disminuye igualmente el volumen de los poros, pero aumenta al mismo tiempo el número de poros, razón por la cual el volumen de los poros permanece constante, e independiente del tamaño de partícula. En el caso de medios de cultivo granulares no esféricos, la porosidad aumenta a medida que lo hace el tamaño medio de partícula.

La densidad aparente ( $d_a$ ) se define como la masa seca o materia seca contenida en  $1\text{cm}^3$  de medio de cultivo. La densidad real ( $d_r$ ) o densidad de las partículas y el volumen real que ocupa, siendo el volumen real el ocupado por la materia sólida del sustrato incluyendo los poros internos cerrados. (Ansorena, 1990)

## 2.4 Utilización de maíces mejorados para Valles Altos y Zonas de Transición.

En México el uso de semillas certificadas es relativamente bajo ya que en caso del maíz, que es el principal cultivo que se siembra en México de 8.5 millones de hectáreas, sólo el 26.0% de esta superficie utiliza semilla certificada (López y García, 1997)

En la región de los Valles Altos y Zonas de Transición existe una brecha amplia entre la disponibilidad de la tecnología moderna del maíz y su uso por parte de los productores. Se ha estimado que tan solo el 6% de la superficie cosechada de maíz en el año 2000, fue sembrada con semilla certificada. Debido a que la divulgación de la tecnología es deficiente en cantidad y calidad, limita directamente la adopción de las recomendaciones e indirectamente la producción de maíz (Tadeo y Espinosa, (2002)

#### 2.4.1 Descripción de los Valles Altos y Zonas de Transición.

La región de los Valles Altos Centrales de México está geográficamente determinada por aquellas zonas que se encuentran entre los 2200 y 2600 msnm; es el área maicera de mayor extensión e importancia, ubicada en los estados de México, Puebla, Hidalgo y Tlaxcala, que cuentan con una superficie potencial de 3.5 millones de hectáreas (Molina 1996). El Área de la Mesa Central de México está caracterizada por presentar una amplia gama de condiciones ambientales, algunas de las cuales son muy favorables. No obstante, el 39% de su superficie corresponde a zonas que se han clasificado como de temporal de bajo rendimiento, por la escasa frecuencia y mala distribución de las lluvias. En las que se siembran alrededor de 700,000 ha. de maíz con buen potencial de rendimiento. (Arellano, 1983)

Las Zonas de Transición que se ubican en los alrededores de los Valles Altos Centrales de México están geográficamente determinadas por aquellas zonas que se encuentran entre los 1800 y 2200 msnm; áreas con poca extensión, pero en las que se produce maíz; localizadas principalmente en el Bajío, Morelos, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo y Estado de México. Del total de la superficie de las Zonas de Transición se siembra una superficie de 400,000 ha de maíz. (Molina 1980)

### **III Materiales y Métodos**

#### **3.1 Localización**

La Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán se localiza a 30 Km. Al norte de la ciudad de México, geográficamente delimitan los paralelos 19°39´-19°45´N y los meridianos 99°88´- 99°45´W, a una altitud de 2250 m.s.n.m.

#### **3.2 Condiciones ambientales**

Se clasifica el clima de Cuautitlán según Koppen adaptada a las condiciones de México por Enriqueta García (1973), como C(Wo)(W)b(i''), denominado templado, el más secos de los templados subhúmedos, con una temperatura media anual de 12° C y 18° C, con un régimen de lluvia en verano y menos del 5% de lluvias en invierno.

El experimento se ubicó en el macro tunel número cuatro, de la zona de invernaderos de la FES-Cuautitlán, el cual cuenta con tres camas de siembra, forradas con block, sus dimensiones de un metro cinco centímetros de ancho, por veinte metros de largo y una profundidad de cincuenta centímetros, y en el cual se mantiene una temperatura constante.

#### **3.3 Condiciones edáficas**

El experimento se planeó en someter a las semillas a dos diferentes sustratos para la siembra uno en arena bien cernida y la segunda en tierra de la misma FES-Cuautitlán.

##### **3.3.1 Características del suelo de FES-Cuautitlán.**

Suelo franco arcilloso, con partículas pequeñas las cuales más íntimamente unidas entre sí que las partículas de arena, alta retención de humedad, conductividad eléctrica CE =11 a 50 dS\*m<sup>-1</sup>. PH: Suelos dominados por arcillas prevalentes en las zonas templadas varía entre 4-6 alta actividad de iones H<sup>+</sup> contenido de sales variable, libre de sustancias tóxicas, y del cual se utilizó 7m<sup>3</sup> de suelo bien cernido y que fue utilizado en la presente investigación para soportar y cubrir la semillas en estudio. (IPOFOS, 1996)

### 3.3.2 Características de la arena

Edafológicamente, es la fracción granulométrica de tamaño situado entre 0.02-2mm, diferenciado entre arena fina (0.02-0.2mm) y arena gruesa (0.2-2mm). Las arenas suelen provenir de canteras o bien ríos. En este caso se utilizaron 7m<sup>3</sup> de arena de cantera (gris) bien cernida la que dio soporte y cubrió a la semillas en estudio.

### 3.4 Material genético

Para la realización de este trabajo de tesis se utilizaron ocho híbridos comerciales de maíz de para Valles Altos y Zonas de Transición, cuyas características se describen a continuación.

- 1.- PUMA 1075 ( UNAM ),Híbrido trilineal de la UNAM, el origen de la semilla procede de la producción en Tezontepec, Hgo. beneficiada en la planta de PRONASE, ubicada en Progreso, Hgo. Se recomienda para la región de Valles Altos bajo condiciones de riego y temporal, (Espinosa 1985).
- 2.- H-50 ( INIFAP ) (testigo), Híbrido de cruza doble, altura de planta 2.4 m, tolerancia a rayado fino y acaparamiento, días a floración 85 días, días a madurez fisiológica : 145 a 155, rendimiento potencial 8-9 Ton./Ha., resistente al acame. El grano es semidentado y de color blanco-cremoso. Se recomienda para Valles Altos. ( Fuente: Tríptico de difusión de tecnología INIFAP-1999 Valles Altos)
- 3.- Z 60 ( HARTZ SEED ), Híbrido de cruza triple , ciclo tardío, excelente potencial de rendimiento, grano de excelente calidad, altura de planta 185-260 cm. se recomienda para Valles Altos y Zonas de transición. Fuente: tríptico de difusión de la Empresa Hartz Seed 2000)
- 4.- Niebla ( CERES ), Híbrido de cruza triple , ciclo tardío, excelente potencial de rendimiento; tolerante a Fusarium, responde muy bien a la labranza de conservación, requiere de fertilización moderada excelente vigor inicial; mazorca cilíndrica de granos largos blancos

( semidentados); Altura de planta 180-270 cm. Adaptable a suelos delgados y profundos, sé recomiendan para Valles Altos y Zonas de ransición. ( Fuente: tríptico de difusión de la empresa CERES, impreso en el año 2000)

- 5.- Tromba ( CERES ), Híbrido de cruza triple , ciclo intermedio precoz, excelente potencial de rendimiento; granos de alto peso específico blancos, buen porcentaje de cuateó, excelente tolerancia a la Roya, Muy buena cobertura de mazorca, altura de planta 220-290 cm ( Semidentados). Excelente comportamiento en Zonas de Temporal; sobresaliente desarrollo inicial; Mazorca cilíndrica de granos largos; adaptable a suelos delgados y profundos, sé recomiendan para Valles Altos y Zonas de transición. ( Fuente: tríptico de difusión de la empresa CERES, impreso en el año 2000)
- 6.- Nieve ( CERES ), Híbrido de cruza triple , ciclo tardío, excelente potencial de rendimiento, grano de excelente calidad, excelente cobertura de mazorca, excelente sanidad de mazorca, buena tolerancia al acame, híbrido de requerimientos moderados en fertilización, Tipo de Mazorca cónica, Grano dentado y blanco, altura de planta 180-270 cm. se recomiendan para } Valles Altos y Zonas de transición. ( Fuente: tríptico de difusión de la empresa CERES, impreso en el año 2000 )
- 7.- Trueno ( CERES ), Híbrido de cruza triple , ciclo intermedio, grano de excelente calidad, excelente cobertura de mazorca, excelente sanidad de mazorca, buena resistencia al acame, tolerante a pudriciones de tallo y enfermedades foliares ,Grano dentado y blanco, altura de planta 225-290 cm. Se recomiendan para Zonas de transición. ( Fuente: tríptico de difusión de la empresa CERES, impreso en el año 2000 )
- 8.- Tornado ( CERES ), Híbrido de cruza triple , ciclo intermedio tardío, grano de excelente calidad, excelente cobertura de mazorca, excelente llenado de mazorca, tolerante al acame. Tipo de mazorca cilíndrica, grano semidentado y blanco, altura de planta 175-300 cm. se recomiendan para Zonas de Transición. ( Fuente: tríptico de difusión de la empresa CERES, impreso en el año 2000)

### 3.5 Diseño Experimental

El diseño del experimento para esta investigación fue en bloques al azar con 3 repeticiones y se evaluaron 8 híbridos comerciales de maíz; la parcela experimental consistió en 5 surcos de 1m; donde se colocaron 20 semillas, el total de parcelas fue de 24, las variables evaluadas fueron: Porcentaje de germinación, velocidad de la emergencia (VE), longitud de raíz (LR), longitud de plúmula (LP), peso fresco de raíz (PFR) , peso fresco de plúmula (PFP) así como el peso seco de raíz (PSR) y el peso seco de plúmula (PSP)

#### 3.5.1 Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza y una prueba de separación de medias por el método de tukey (0.05)

3.5.2 Velocidad de emergencia: la que se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$V.E. = (X_1)/1 + (X_2)/2 + (X_3)/3 \dots \dots \dots + (X_{i-1})/n-1 + (X_i)/n$$

Donde:

X = Número de plántulas emergidas por día

n = Número de días después de la siembra

$$i = 1, 2, 3, \dots, n-1, n$$

### 3.6 Comparación de Sustratos.

Esta comparación se realizó mediante la técnica de dos muestras aleatorias independientes, utilizando las medias obtenidas de cada una de las variables.

### 3.7 Pruebas de germinación

Con base a las normas internacionales del Asociación Internacional para Pruebas de Semillas (ISTA, 1996), fueron colocadas a germinar 400 semillas de cada genotipo durante un periodo de 7 días, tomando los datos primero a los 4 días y al final a los 7 días, los datos registrados fueron:

1. Semillas germinadas
2. Semillas muertas
3. Semillas Enfermas
4. Semillas Duras
5. plántulas sanas y completas sin defectos o no enfermas
6. plántulas enfermas

### 3.8 Manejo agronómico

#### 3.8.1 Preparación de las camas de siembra

Antes de establecer la siembra se mezcló la tierra a 25 cm. de profundidad, en las dos camas, posteriormente, en la cama número uno, se colocó una capa de 5 cm. de arena bien cernida y nivelando para evitar encharcamiento, utilizando una distancia de 13 m. de largo por 1.05 m. de ancho; en la cama número dos únicamente se niveló para evitar los encharcamientos, y utilizando también 13 m. de largo y 1.05 m. de ancho.

#### 3.8.2 Siembra.

Se realizó el día 26 de febrero del 2003, en la cama de siembra uno, (sustrato arena); cada unidad experimental consistió de 5 surcos a 10 cm. de distancia, sembrando manualmente 20 semillas por surco a 5 cm. de distancia entre cada semilla. Una vez sembradas todas las parcelas experimentales (24) se cubrieron con una capa de 10 cm de arena bien cernida y se niveló para evitar encharcamientos.

El mismo procedimiento se utilizó en la cama dos (sustrato tierra) sólo que cubriendo con una capa de tierra del invernadero de la FES-C. Esta siembra se realizó el 6 de mayo del 2003.

### 3.8.3 Riegos

El primer riego se aplicó después de la siembra, con una lámina pesada de 5cm, con la finalidad de llegar hasta el fondo de la cama, posteriormente, los demás riegos se aplicaron diariamente para evitar que se formara una costra en la superficie de las dos camas y no les faltara humedad a las semillas.

### 3.8.4 Cosecha de las Plántulas

La cosecha se realizó, 27 días después de la siembra, en ambas camas, para su extracción se aflojó el sustrato con una pequeña pala y con mucho cuidado se liberaron las plantas, las que posteriormente se lavaron con agua limpia, y se colocaron al sol para quitar el exceso de humedad.

## 3.9 Variables a evaluar

### 3.9.1 Velocidad de Emergencia

Consistió en el registro del número de plántulas emergidas diariamente por parcela, iniciando la emergencia a los 7 días después de la fecha de siembra.

Para los casos que a continuación se describen en las variables evaluadas, la muestra tomada por unidad experimental fue de 20 plantas, 10 plantas y 5 plantas, según el caso, debido al número de plantas que lograron emerger en ambos sustratos; posteriormente para el análisis estadístico se promedió a una planta por unidad experimental.

### 3.9.2 Longitud de Radícula

Se tomó de la longitud de radícula, en centímetros, se midió de la base donde inicia la radícula hasta el extremo final de la misma.

### 3.9.3 Longitud de Plúmula

Se tomó la longitud en centímetros de la distancia entre la base de plúmula hasta el extremo final de la misma.

### 3.9.4 Peso fresco de radícula

Fue tomado, después de la cosecha, y consistió en separar la radícula, pesándola en una báscula digital y obteniendo el dato en gramos.

### 3.9.5 Peso fresco de plúmula

Fue tomado, después de la cosecha y consistió en separar la plúmula de la radícula, pesándola en una báscula digital y obteniendo el dato en gramos.

### 3.9.6 Peso seco de radícula

Se colocó la radícula en sobres de papel perfectamente etiquetados con su número de parcela y genotipo, para su posterior secado ( en una estufa eléctrica donde permanecieron 7 días ) a una temperatura de 45 grados centígrados, y después se pesaron en una báscula digital.

### 3.9.7 Peso seco de la plúmula

Se colocó la plúmula en sobres de papel perfectamente etiquetados con su número de parcela y genotipo, para su posterior secado( en una estufa eléctrica donde permanecieron 7 días ) a una temperatura de 45 grados centígrados, y después se pesaron en una báscula digital.

## IV Resultados

### 4.1 Porcentaje de germinación

Los resultados del cuadro 1 indican que todos los híbridos estuvieron arriba del 85% de germinación; los más altos valores los presentaron Trueno ( 94 % ) y Niebla ( 92 % ) y los más bajos Tornado ( 88 % ) y Z-60 (85 % )

**Cuadro 1.** Porcentaje de germinación, a los que fueron sometidos los 8 genotipos, en base a las normas técnicas del ISTA (1996).

Híbridos	No. Semillas	Germinadas	% Germinación
<b>Puma 1075</b>	<b>400</b>	<b>362</b>	<b>90</b>
<b>H-50 (testigo)</b>	<b>400</b>	<b>361</b>	<b>90</b>
<b>Z-60</b>	<b>400</b>	<b>341</b>	<b>85</b>
<b>Niebla</b>	<b>400</b>	<b>370</b>	<b>92</b>
<b>Nieve</b>	<b>400</b>	<b>362</b>	<b>90</b>
<b>Tromba</b>	<b>400</b>	<b>363</b>	<b>91</b>
<b>Trueno</b>	<b>400</b>	<b>378</b>	<b>94</b>
<b>Tornado</b>	<b>400</b>	<b>353</b>	<b>88</b>

### 4.2 Porcentaje de emergencia y velocidad de emergencia en el sustrato arena.

Los resultados del cuadro 2 indican que los híbridos que presentaron la mayor velocidad de emergencia, para el sustrato arena fueron: Niebla con 1.5 (VE) y 99 plantas emergidas, Nieve con 1.4 (VE) y 88 plantas emergidas, al igual que Z-60 con 1.4 (VE) y 86 plantas emergidas, los valores más bajos fueron para Trueno con 0.5 (VE), Tromba con 0.2 (VE), y Tornado el cual no emergió ninguna planta.

### 4.3 Porcentaje de emergencia y velocidad de emergencia en el sustrato tierra.

Los resultados del cuadro 3 indican que los híbridos que presentaron la mayor velocidad de emergencia, para el sustrato tierra fueron: Niebla con 4.5 (VE) y 268 plantas emergidas, Z-60 con 4.2 (VE) y 252 plantas emergidas, al igual que Puma con 3.6 (VE) y 226 plantas emergidas, los valores más bajos fueron para Trueno con 2.9 (VE) y 219 plantas emergidas, Tromba con 2.3 (VE) y 179 plantas emergidas, y Tornado con 1.0 (VE) y 88 plantas emergidas

**Cuadro 2.** Velocidad de emergencia, 7 días después de la siembra en el sustrato arena, Cuautitlán, México.2003.

<b>Híbridos</b>	<b>No. Semillas</b>	<b>No. Emergidas</b>	<b>% de Emergencia</b>	<b>Velocidad de Emergencia</b>
<b>Puma 1075</b>	<b>300</b>	<b>38</b>	<b>16.7</b>	<b>1.3</b>
<b>H-50 (testigo)</b>	<b>300</b>	<b>71</b>	<b>23.7</b>	<b>1.2</b>
<b>Z-60</b>	<b>300</b>	<b>86</b>	<b>28.7</b>	<b>1.4</b>
<b>Niebla</b>	<b>300</b>	<b>99</b>	<b>33.0</b>	<b>1.5</b>
<b>Nieve</b>	<b>300</b>	<b>88</b>	<b>29.3</b>	<b>1.4</b>
<b>Tromba</b>	<b>300</b>	<b>15</b>	<b>5.0</b>	<b>0.2</b>
<b>Trueno</b>	<b>300</b>	<b>36</b>	<b>12.0</b>	<b>0.5</b>
<b>Tornado*</b>	<b>300</b>	<b>----</b>	<b>----</b>	<b>----</b>

\* En el caso del híbrido tornado no se presentan resultados debido a que en el sustrato arena no hubo emergencia de plantas.

**Cuadro 3.** Velocidad de emergencia, 7 días después de la siembra en el sustrato tierra Cuautitlán, México.2003.

<b>Híbridos</b>	<b>No. Semillas</b>	<b>No. Emergidas</b>	<b>% de emergencia</b>	<b>Velocidad de Emergencia</b>
<b>Puma 1075</b>	<b>300</b>	<b>226</b>	<b>79.0</b>	<b>3.6</b>
<b>H-50 (testigo)</b>	<b>300</b>	<b>199</b>	<b>66.3</b>	<b>3.3</b>
<b>Z-60</b>	<b>300</b>	<b>252</b>	<b>84.0</b>	<b>4.2</b>
<b>Niebla</b>	<b>300</b>	<b>268</b>	<b>89.3</b>	<b>4.5</b>
<b>Nieve</b>	<b>300</b>	<b>236</b>	<b>79.0</b>	<b>3.4</b>
<b>Tromba</b>	<b>300</b>	<b>179</b>	<b>60.0</b>	<b>2.3</b>
<b>Trueno</b>	<b>300</b>	<b>219</b>	<b>73.0</b>	<b>2.9</b>
<b>Tornado</b>	<b>300</b>	<b>88</b>	<b>29.3</b>	<b>1.0</b>

#### 4.4 Análisis de varianza

En el cuadro 4. se observa que en el sustrato arena, las variables PFR, PFP, PSR, PSP Y LR, mostraron diferencia estadística altamente significativa a excepción de la variable longitud de plúmula, la cual sólo presentó diferencia estadística significativa, para repeticiones. No hubo diferencia estadística en ninguna variable.

El coeficiente de variación más alto fue el de peso fresco de plúmula con 34.9 %, le siguió la longitud de la plúmula con un coeficiente de variación del 34.30%, después el peso seco de plúmula con un 31.50 %, la longitud de radícula presento 30.30 %, el peso fresco de raíz presentó 17.20 % y por último el peso seco de raíz con el menor coeficiente de variación con 13.50 %.

En el cuadro 5. se observa que en el sustrato tierra, las variables peso fresco de plúmula, peso seco de plúmula y longitud de plúmula mostraron diferencia estadística altamente significativa, en los casos de peso fresco y peso seco de radícula presentaron diferencia significativa, a excepción de la variable longitud de raíz, que no mostró significancia estadística.

El coeficiente de variación más alto fue el de peso fresco de plúmula con 14.20 %, el peso seco de la plúmula presento 12.50 %, el peso fresco de la raíz tuvo un coeficiente de variación del 12.30%, el peso seco de la radícula 11.60 %, la longitud de radícula 10.20 % y por último, para la longitud de plúmula fue el menor coeficiente de variación con 7.60 %.

**Cuadro 4.** Cuadrados medios y significancia estadística del análisis de varianza para las variables PFR, PFP, PSR, PSP, LR y LP de los híbridos comerciales evaluados en el sustrato arena. Cuautitlán, México.2003.

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>PFR</b>	<b>PFP</b>	<b>PSR</b>	<b>PSP</b>	<b>LR</b>	<b>LP</b>
<b>Genotipos</b>	<b>6</b>	0.08236749**	10.93815727**	0.00561132**	0.34791194**	172.461587**	537.421905*
<b>Repetición</b>	<b>2</b>	0.03406090	2.27886186	0.00148171	0.08831414	45.131905	26.637619
<b>Error</b>	<b>12</b>	0.01530702	1.75326525	0.00112644	0.04139487	34.436349	115.897619
<b>C.V. (%)</b>		17.2	34.9	13.5	31.5	30.3	34.3

\*, \*\* Significativos a los niveles de probabilidad de 0.05 y 0.01, respectivamente.

**Cuadro 5.** Cuadrados medios y significancia estadística del análisis de varianza para las variables PFR, PFP, PSR, PSP, LR y LP. de los híbridos comerciales evaluados en el sustrato tierra. Cuautitlán, México.2003.

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>PFR</b>	<b>PFP</b>	<b>PSR</b>	<b>PSP</b>	<b>LR</b>	<b>LP</b>
<b>Genotipos</b>	<b>7</b>	0.05625476 *	4.84740417**	0.00175658 *	0.02456557 **	4.90445714 <b>N</b>	93.1021524**
<b>Repetición</b>	<b>2</b>	0.06505417 *	3.88207917 *	0.00490725 **	0.03261598 **	26.38670417 *	82.9992667**
<b>Error</b>	<b>14</b>	0.01626369	0.3646488	0.00047700	0.00233762	43.66228036	9.7513952
<b>C.V. (%)</b>		12.3	14.2	11.6	12.5	10.2	7.6

\*,\*\* Significativos a los niveles de probabilidad de 0.05 y 0.01, respectivamente.

#### 4.5 Comparación de medias para el sustrato arena

En el cuadro 6 Se presenta la prueba de comparación de medias (sustrato arena) para la variable PFR, en la que se aprecia que el Puma 1075 presentó el valor más alto (0.980) siendo además estadísticamente diferente a los híbridos Z-60 (0.602); Tromba (0.570) y Trueno (0.535). Los híbridos Niebla (0.877); Nieve (0.765) y H-50 (0.718) presentaron valores intermedios.

Para la variable PFP también el híbrido Puma 1075 presentó el valor más alto (6.92) y también fue diferente estadísticamente a los híbridos Z-60 (2.29); Tromba (2.23) y Trueno (1.66). Después del Puma 1075, los valores más altos fueron para H-50 (5.0); Niebla (4.92) y Nieve (3.5). (Cuadro 6)

Continuando con el cuadro 6, se observa que para la variable PSR nuevamente el Puma 1075 presentó el valor más alto (0.31); siendo además estadísticamente diferente a los híbridos; Z-60 (0.21) y Trueno (0.19). mientras que los híbridos Niebla (0.28); H-50 (0.26); Nieve (0.25) y Tromba (0.22) presentaron los valores más altos después del Puma 1075.

Para la variable PSP el valor más alto lo presentó el Puma 1075 (1.21); siendo además estadísticamente diferente a los híbridos Nieve (0.58); Tromba (0.38.); Z-60 (0.35) y Trueno (0.28). Después del Puma 1075 los valores más altos fueron para H-50 (0.87) y Niebla (0.83). (Cuadro 6)

Para la variable LR el valor más alto lo presentó Z-60 (25.9); siendo además estadísticamente diferente al híbrido; Trueno (0.28). Después del Z-60 los valores mas altos fueron para H-50 (25.6); Puma 1075 (22.6); Niebla (21.9); Nieve (21.8); y fue mayor que Tromba (11.5) (Cuadro 6)

Por último para la variable LP el valor más alto lo presentó H-50 (44.7) siendo además estadísticamente diferente al híbrido Trueno (8.3). Después del H-50 los valores mas altos fueron Puma 1075 (42.2); Niebla (39.2); y Nieve (21.8) (Cuadro 6)

**Cuadro 6.** Prueba de separación de medias, de los híbridos comerciales evaluados en el sustrato arena. Cuautitlán, México.2003.

F.V.	PFR (g/planta)	PFP (g/planta)	PSR (g/planta)	PSP (g/planta)	LR (cm)	LP (cm)
<b>Puma 1075</b>	0.980 A	6.92 A	0.31 A	1.21 A	22.6 AB	42.2 A
<b>H-50 (testigo)</b>	0.718 AB	5.00 AB	0.27 AB	0.87 AB	25.6 A	44.7 A
<b>Z-60</b>	0.602 B	2.29 B	0.21 B	0.35 BC	25.9 A	31.3 AB
<b>Niebla</b>	0.877 AB	4.91 AB	0.28 AB	0.83 ABC	21.9 AB	39.2 A
<b>Nieve</b>	0.765 AB	3.55 AB	0.25 AB	0.58 BC	21.8 AB	35.4 AB
<b>Tromba</b>	0.570 B	2.23 B	0.22 AB	0.38 BC	11.5 AB	18.5 AB
<b>Trueno</b>	0.535 B	1.65 B	0.19 B	0.28 C	6.0 B	8.3 B
<b>Tornado</b>	-----	-----	-----	-----	-----	-----
<b>DMS</b>	0.353	3.78	0.096	0.581	16.7	30.7

Valores con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey, 0.05)  
En el caso del híbrido tornado no se presentan resultados debido a que en el sustrato arena no hubo emergencia de plantas.

#### 4.6 Comparación de medias para el sustrato tierra

En el cuadro 7 se presenta la prueba de comparación de medias (sustrato tierra) para la variable PFR, en la que se aprecia que el H-50 presentó el valor más alto (1.19) siendo además estadísticamente diferente al híbrido Tornado (0.82). Los híbridos Niebla (1.12); Puma 1075 (1.12); Tromba (1.11); Trueno (1.06); Nieve (1.04) y Z-60 (0.84) presentaron valores intermedios.

Siguiendo para la variable PFP, el híbrido que presentó el valor más alto fue Puma 1075 (6.23); siendo además estadísticamente diferente a los híbridos Niebla (4.44); Trueno (3.80); Tromba (3.78); Z-60 (3.06); y Tornado (2.41). Después del Puma 1075 los híbridos que presentaron valores muy cercanos al mayor fueron H-50 (5.69); y Nieve (4.52) (Cuadro 7)

En el cuadro 7 para la variable PSR el híbrido que presentó un mayor valor numérico fue Niebla (0.240); y el valor más bajo lo presentó Tornado (0.164). Los híbridos Nieve (0.200); Tromba (0.192); Puma 1075 (0.184); Trueno (0.184); presentaron valores intermedios, mientras que los híbridos Z-60 (0.170); H-50 (0.169) y Tornado (0.164) presentaron diferencia estadística.

Continuando con el cuadro 7 para la variable PSP el híbrido que registró el valor más alto fue Puma 1075 (0.545); siendo además estadísticamente diferente a los híbridos Niebla (0.396); Tromba (0.366); Z-60 (0.260); y Tornado (0.260). Los híbridos H-50 (0.454); y Nieve (0.417) presentaron valores intermedios.

Por lo que se refiere a la variable LR, el híbrido que presentó un valor más alto fue Z-60 (22.5). le siguieron los híbridos Nieve (22.4); Puma 1075 (22.1); Niebla (21.6); H-50 (21.6); Trueno (20.4); Tornado (19.4); y Tromba (19.4); aquí no hubo diferencia estadística en ningún híbrido.

Por último en la variable LP del cuadro 7 el híbrido que presentó el valor más alto fue Puma 1075 (47.4) siendo además estadísticamente diferente a los híbridos: Z-60 (38.3); y Tornado (30.8). Los híbridos H-50 (46.7); Niebla (44.2); Nieve (44.2); Trueno (38.6) y Tromba (38.3) presentaron valores intermedios.

**Cuadro 7.** Prueba de separación de medias, de los híbridos comerciales evaluados en el sustrato tierra. Cuautitlán, México.2003.

<b>F.V.</b>	<b>PFR (g/planta)</b>	<b>PFP (g/planta)</b>	<b>PSR (g/planta)</b>	<b>PSP (g/planta)</b>	<b>LR (cm)</b>	<b>LP (cm)</b>
<b>Puma 1075</b>	1.12 A	6.23 A	0.184 AB	0.545 A	22.1 A	47.4 A
<b>H-50 (testigo)</b>	1.19 A	5.69 AB	0.169 B	0.454 AB	21.6 A	46.7 A
<b>Z-60</b>	0.84 AB	3.06 CD	0.170 B	0.260 CD	22.5 A	38.3 BC
<b>Niebla</b>	1.12 A	4.44 BC	0.240 A	0.396 BCD	21.6 A	44.2 AB
<b>Nieve</b>	1.04 AB	4.52 ABC	0.200 AB	0.417 ABC	22.4 A	44.2 AB
<b>Tromba</b>	1.11 AB	3.78 CD	0.192 AB	0.366 BCD	19.4 A	38.3 AB
<b>Trueno</b>	1.06 AB	3.80 CD	0.184 AB	0.360 CD	20.4 A	38.6 ABC
<b>Tornado</b>	0.82 B	2.41 D	0.164 B	0.260 CD	19.4 A	30.8 C
<b>DMS</b>	0.3674	1.737	0.629	0.1393	6.2211	8.997

Valores con la misma letra no son significativamente diferentes ( Tukey, 0.05 )

#### 4.7 Comparación de sustratos (arena y tierra)

Esta comparación no presentó diferencia estadística para PFP, PSR, PSP, LR y LP y sólo hubo diferencia altamente significativa para PFR.

En el sustrato tierra los valores más altos fueron en: PFR (0.186 contra 0.631); en PFP (4.21 contra 3.80); en LR (21.20 contra 19.30) y en LP (41.10 contra 31.40) (Cuadro8).

En el sustrato arena las variables: PSR(0.248) y PSP (0.644) presentaron valores más altos que en el sustrato tierra (0.188) y (0.382) respectivamente (Cuadro8).

**Cuadro 8.** Comparación de la evaluación de sustratos en arena y tierra, dos muestras aleatorias independientes. Cuautitlán, México.2003.

Variable	Sustrato		Diferencia estadística
	Arena	Tierra	
<b>Peso Fresco Raíz</b>	<b>0.631</b>	<b>1.186</b>	<b>**</b>
<b>Peso Fresco Plúmula</b>	<b>3.80</b>	<b>4.21</b>	<b>NS</b>
<b>Peso Seco Raíz</b>	<b>0.248</b>	<b>0.188</b>	<b>NS</b>
<b>Peso Seco Plúmula</b>	<b>0.644</b>	<b>0.382</b>	<b>NS</b>
<b>Longitud Raíz</b>	<b>19.30</b>	<b>21.20</b>	<b>NS</b>
<b>Longitud Plúmula</b>	<b>31.40</b>	<b>41.10</b>	<b>NS</b>

\*\* a = 0.01

\*a = 0.05

NS = No significativo

## V Discusión

Los resultados obtenidos fueron representativos y confiables, ésto se fue confirmando, en la prueba de germinación, en la emergencia de plantas, en que la velocidad de emergencia y en la acumulación de materia seca, dado que, los genotipos que mostraron los valores más altos fueron consistentes en cada una de estas evaluaciones, incluso en las dos pruebas de sustrato (arena y tierra)

Con relación a los dos sustratos fue evidente que en el sustrato arena las semillas de los híbridos tuvieron que superar una barrera física muy fuerte para poder emerger, sin embargo, esta prueba fue muy útil pues destacó a los híbridos más vigorosos, que fueron los que tuvieron los porcentajes más altos de plantas emergidas (Cuadro 2). Por esta misma razón los análisis de varianza para casi todas las variables mostraron los C.V. marcadamente más altos en el sustrato arena que en sustrato tierra. Ésto es explicable porque en el sustrato tierra las semillas tuvieron las condiciones óptimas y muy semejantes al ambiente de un campo de siembra normal (bien preparado) y por lo tanto la emergencia que fue más fácil y homogénea que en el sustrato arena.

En cuanto a germinación todos los híbridos presentaron altos porcentajes como se muestra en el cuadro 1; los 8 híbridos estuvieron arriba del 85% de germinación que es el porcentaje mínimo requerido para cumplir con las normas internacionales que señala el ISTA (1996); aunque Z-60 y Tornado fueron los únicos que estuvieron abajo del 90 % de germinación con 85 y 88, respectivamente, sin embargo, como se verá más adelante, estos porcentajes, solamente fueron útiles para indicarnos el poder germinativo, más no el vigor, pues aunque Z-60 y Tornado tuvieron semejante poder germinativo, en velocidad de emergencia y acumulación de materia seca (cuadro 3 y 7), se observa una amplia diferencia a favor de Z-60, lo cual es explicable por el origen del germoplasma, ya que Tornado es un híbrido diseñado para regiones tropicales o cálidas (altura de 0-800 msnm) pero en esta investigación se incluyó con fines comparativos. De cualquier manera se acepta la primera hipótesis que señala que los híbridos cumplen con las normas internacionales del ISTA(1996), ya que, todos presentaron porcentajes de germinación arriba del 85%.

Sin embargo es conveniente señalar que para el agricultor una diferencia de 9% de germinación como se presentó entre Trueno el más alto (94) y Z-60 el más bajo (85) sí influye por que ésto implica tener que utilizar más semilla para siembra, lo que ocasiona más gastos y jornales adicionales.

Comparando los resultados de las pruebas de germinación en laboratorio (Cuadro 1) con los de porcentaje de emergencia obtenidos en las camas de siembra en los dos sustratos (cuadro 2 y 3) se aprecia que no es lo mismo germinación que emergencia y que los valores de % de emergencia disminuyeron considerablemente en la prueba de arena y ya en la prueba de tierra los valores ascendieron pero en todos los híbridos los valores fueron inferiores a sus respectivos valores en la prueba de laboratorio.

Lo anterior nos indica que la germinación es sólo una parte dentro del proceso para llegar a formar una planta adulta bien desarrollada.

Para velocidad de emergencia se observó que los híbridos Z-60 (1.42, 4.20) y Niebla (1.54, 3.77) alcanzaron los valores más altos en ambos sustratos ( arena y tierra) (cuadros 2 y 3), y le siguieron en orden decreciente los híbridos Puma 1075 (1.33, 3.59); Nieve (1.40, 3.41); H-50 (1.23, 3.28); Tromba (0.17, 2.27); Trueno (0.46, 2.85) y por último Tornado (1.0). Como lo muestran estos valores se ve claramente que hay congruencia en los resultados y que los genotipos tuvieron el mismo comportamiento, en ambos sustratos por lo tanto, podemos expresar que, si la V.E. es una prueba, determinante para medir el vigor en semillas, como lo señala Moreno (1984) entonces los híbridos Z-60 y Niebla son los que tienen más vigor en semilla, porque en los dos sustratos alcanzaron los valores más altos en velocidad de emergencia.

Con relación al sustrato arena se observó que los valores obtenidos, comparados con el sustrato tierra son marcadamente bajos, ésto se debió como ya se ha mencionado a que, los genotipos fueron sometidos a condiciones extremas que difícilmente se presentan en campo, debido a la profundidad (10 cm), al mayor peso específico de la arena y la compactación establecida al momento de sembrar. Sin embargo, esta prueba resultó muy útil, porque confirmó los resultados obtenidos en el sustrato tierra, que fue una prueba más apegada a las condiciones que se presentan en campo. Al respecto Moreno (1996) menciona que evaluar el vigor cuando las condiciones del medio no son del todo favorables para la germinación y la emergencia de las plantas, es de gran valor para predecir el comportamiento de un lote de semillas.

Los resultados anteriores, con relación a velocidad de emergencia, confirma la segunda hipótesis de este trabajo, la cual señala que, la velocidad de emergencia de las plántulas de los híbridos evaluados presenta diferencias significativas entre genotipos, en ambos sustratos.

Para los objetivos de este trabajo los resultados de PSR y PSP en ambos sustratos fueron determinantes para establecer los criterios para definir el vigor de los genotipos evaluados, debido que como señalan Tanaka y Yamaguchi (1977), la cantidad de acumulación de materia seca de las plantas es un aspecto muy importante de la calidad fisiológica, pues resulta como una medida práctica de la actividad metabólica, lo cual es muy importante una vez que la planta se ha establecido, ya que a partir de ese momento la planta mejor dotada de estructuras morfofisiológicas se destacará en su desarrollo.

Como era de esperarse, los resultados en acumulación de materia seca en raíz y en plúmula en los sustratos mostraron diferencias estadísticas, donde de manera semejante que en velocidad de emergencia, destacó Niebla, no así Z-60 que siempre tuvo valores inferiores a Niebla en PSR y PSP en los dos sustratos y además fue estadísticamente inferior en PSR en el resultado tierra.

Sin embargo, además de Niebla, se destacaron Puma 1075, H-50 y Nieve por sus altos valores en acumulación de materia seca; Puma 1075 fue el que presentó la mayor acumulación de materia seca en todos los genotipos en PSR y en PSP en el sustrato arena; también la mayor acumulación de materia seca en el sustrato tierra en PSP y sólo fue superado en PSR por Niebla.

El comportamiento de Z-60, que mostró germinación apenas aceptable (85%) en la prueba de laboratorio, pero muy buena velocidad de emergencia la mejor de todos, tanto en arena (1.4) como en tierra (4.2), y en acumulación de materia seca en raíz y plúmula valores apenas intermedios puede ser explicable tomando en cuenta las causas de variabilidad de vigor en semillas citadas por Moreno (1996): El genotipo, el medio ambiente y nutrición de la planta (similar para todos los híbridos), estado de madurez al momento de la cosecha (desconocido), tamaño y peso volumétrico (semilla pequeña), daño físico (ninguno), deterioro y envejecimiento (desconocido); patógenos (libre), entonces analizando estos factores podemos afirmar que probablemente que Z-60 presentó eficientes procesos y reacciones enzimáticas y alta actividad respiratoria durante la germinación y ésto se tradujo en altas velocidades de emergencia, pero su arquetipo de planta, una vez emergida la planta, de hojas muy delgadas aunado a su pequeño tamaño de semilla (endospermo pequeño y menor cantidad de reservas); no le permitió acumular mayor materia seca de los demás genotipos, debido también a una menor superficie fotosintética en la parte aérea.

La acumulación de materia seca es un factor de suma importancia para el buen desarrollo futuro de las plántulas de maíz ya que en un periodo de tiempo corto y buenas condiciones de temperatura y humedad las plántulas que hayan acumulado una mayor cantidad de materia seca se puede clasificar como: semilla con alto vigor, con mediano vigor y por último con bajo vigor (Vargas, 1996)

En este trabajo, de acuerdo al criterio de cantidad de materia seca acumulada por los híbridos los podemos clasificar de acuerdo a su vigor en:

<b><u>Híbridos</u></b>	<b><u>Vigor</u></b>
Puma 1075	Alto
Niebla	Alto
Nieve	Alto
H-50	Alto
Tromba	Mediano
Z-60	Mediano
Trueno	Bajo
Tornado	Bajo

Por último, en lo que se refiere a la evaluación de los sustratos, desde el punto de vista estadístico, aparentemente no hay grandes diferencias, ya que sólo hubo diferencia altamente significativa en una de las 6 variables evaluadas (PFR), sin embargo, hay que considerar que como se tomó una muestra de las plantas que sí emergieron, en este caso, sólo se compararon promedios de las plantas emergidas y la diferencia fundamental es en el número de plantas emergidas y en la velocidad en que éstas emergieron, lo cual sí se pudo medir en la prueba de porcentaje de emergencia (cuadro 2 y 3 ), y en la velocidad de emergencia.

En estas dos pruebas se aprecia lo que ya se ha mencionado, que el sustrato arena significó una barrera física muy fuerte y solo sirvió para constatar los resultados de la cama de tierra y destacar a los genotipos con mayor vigor.

## VI Conclusiones

Con base en los objetivos e hipótesis planteadas y los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1) El porcentaje de germinación de todos los híbridos cumplió con las normas internacionales del ISTA (1996); los porcentajes más altos fueron para Trueno (94%) y Niebla (92 %); y el más bajo para Z-60 (85%)
- 2) Los híbridos que presentaron la mayor velocidad de emergencia y fueron superiores al testigo H-50 (1.2 y 3.3) en ambos sustratos (arena y tierra) fueron: Z-60 con 1.4 y 4.2, Niebla con 1.5 y 4.5; Nieve con 1.4 y 3.4; y Puma 1075 con 1.3 y 3.6, respectivamente.
- 3) La mayor acumulación de materia seca en ambos sustratos (arena y tierra) correspondió a Puma 1075, (PSR: 0.31 y 0.18; PSP: 1.21 y 0.54) y le siguieron Niebla(PSR:0.28 y 0.24; PSP: 0.83 y 0.39), H-50 (PSR: 0.26 y 0.16; PSP: 0.87 y 0.45) y Nieve (PSR: 0.25 y 0.20; PSP 0.58 y 0.42); Los demás híbridos ( Tromba, Z-60, Trueno y Tornado) presentaron un nivel inferior de acumulación de materia seca.
- 4) La longitud de raíz y plúmula no presentó diferencias estadísticas, ni diferencias numéricas importantes entre los híbridos Niebla, Puma 1075, H-50, Nieve y Z-60 que fueron destacados en las demás variables.
- 5) Considerando el % de germinación, la velocidad de emergencia y la acumulación de materia seca los cuatro híbridos más sobresalientes, y por lo tanto con mayor vigor de semilla en orden decreciente, fueron: Niebla, Puma 1075, H-50 y Nieve.
- 6) El porcentaje de germinación y la velocidad de emergencia mostraron valores considerablemente mayores en el sustrato tierra que en el sustrato arena. Las variables PFP, PSR, PSP, LR y LP presentaron diferencias estadísticas entre sustratos.

## VII Literatura consultada:

**Andrade B., H. J. 1992.** Mejoramiento del vigor en semillas de maíz y su relación con emergencia y rendimiento. Tesis de Maestría y ciencias. C.P. Montecillos, Méx.

**Arellano V., J.L. 1983.** Avance generación. En Resúmenes de las ponencias sobre metodología de investigación en maíz SARH-INIA, México, D:F:

**Ansorena, 1990.** Manual del manejo de productos a granel para la industria de la Construcción y Agrícola, Editorial Hemisferio, España.

**Carambula M. 1981** Producción de semillas de plantas forrajeras. Edit. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay.

**Carballo C., A. 1992.** Técnicas de mejoramiento. Apuntes de la asignatura. FESC—UNAM. México.

**Copeland,C.O. 1976** Principles of seed science and technology. Burges Publishing Company, USA

**D. L.C. Ana 2001.** Evaluación de la calidad de las semillas, Tema central de la Revista SEED News, mayo/ junio 2001.

**Duff, C. 1985.** Las semillas y sus usos , AGT editor, S.A. México.

**Enciclopedia Encarta 2003,** Para Windows98.

**Espinosa C., A. 1985.** Adaptabilidad, productividad y calidad de líneas e híbridos de maíz (zea mays L.). Tesis de Maestría en Ciencias . C.P., Montecillos, Méx.

**Evans, L.T. 1983.** fisiología de los cultivos, traducción H. González I. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.

**Fehr, Feistritzer, W.P.1993.** Producción y recolección de semillas En: Colección FAO. Tecnología de semillas de cereales. FAO. Italia. P25

**IPOFOS, 1996.** Instituto de Potasa y el Fósforo, Manual internacional de Fertilidad de Suelos, Queretaro, Qro. México.

**Gutiérrez H. 2002.** Diferentes tiempos de preacondicionamiento para la prueba del tetrazolio (TZ) en semillas de soya. En: XVIII Seminario Panamericano de semillas. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

**López-p. M y G., J.C. 1997.** Las industrias de la semilla en Brasil y México: Desempeño anterior, problemas actuales y perspectivas para el futuro. Documento de trabajo de Economía del CIMMYT97-02

**Maguirre J. D. 1962.** Speed of germination – aid in: Selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Sci

- Marquez S.F. 1988** Genotecnia vegeta. Tomo II AGT. Editores S.A.México.
- Molina G., J.D. 1980.** Selección Masal visual estratificada en maíz. Colegio de Postgraduados. Fitotecnia.
- Moreno M. E., 1996** Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Instituto de Biología de la UNAM. México.
- Nuez W. 1995.** Soilconditions and plant growth. 10th Ed. Longmans, London.
- Perry,D.A.1980.** El concepto de vigor de semillas y su relevancia en las técnicas de producción de semilla, En: P.D. **Hebblethwaite (Ed)**, Producción Moderna de Semillas. Londres Inglaterra.
- Poelhman J.M. 1987.** Mejoramiento Genético de las cosechas trad al español Nicolás Sánchez Durón, séptima reimpresión Editorial Limusa Wiley, S.A. México.
- Reyes C., P. 1990.** El maíz y su cultivo. Edit. AGT. México.
- Sánchez E.,A. 1988** Producción de semillas de maíz híbrido. En : Producción y manejo de semillas. Tamaulipas Norte. SARH. PIFSV.pp.47-61
- Solares F. F. 1995.** Eficiencia de bioestimulantes sobre emergencia del Híbrido H-37 y sus cruza simples progenitoras. Tesis profesional FES-Cuautitlán. UNAM. México.
- Tadeo R. M. y A. Espinosa 2002.** Apuntes del curso: Tecnología y producción de semillas. Ingeniería Agrícola, FES-Cuautitlán. UNAM. México.
- Tanaka A., y Yamaguchi, J. 1984.** producción de materia seca componentes del rendimiento del grano de maíz: traducción al Español por Josué Kahashi Shibata. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.
- Vargas R. J.M. 1996.** Velocidad de emergencia, un parámetro importante para la selección por vigor de semillas de líneas e híbridos de maíz. Tesis profesional. UACH. Chapingo, México.
- Villaseñor M., H.E. 1984.** Factores genéticos que determinan el vigor en plántula de maíz. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados Chapingo, Méx.
- Virgen V.,J. 1983.** Evaluación de vigor de maíz (zea mays L.) en base a características de semilla y plántula. Cuautitlán, Mex.