



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

CUAUTILÁN

**“EFECTO DE ÉPOCAS DE COSECHA Y
TAMAÑO, EN EL VIGOR DE SEMILLA DE
HÍBRIDOS PUMAS DE MAÍZ”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERA AGRÍCOLA

PRESENTA:

LUISA ELENA TINOCO GONZÁLEZ

ASESOR:

DR. ALEJANDRO ESPINOSA CALDERÓN

ASESORA:

M. en C. MARGARITA TADEO ROBLEDO

CUAUTILÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO 2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

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

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



**DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE**

DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES
ATN: L. A. ARACELI HERRERA HERNANDEZ
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 :

"Efecto de épocas de cosecha y tamaño, en el vigor de semilla de
Híbridos Pumas de Maíz".

que presenta la pasante: Luisa Elena Tinoco González
con número de cuenta: 8933104-8 para obtener el título de :
Ingeniera 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 7 de Mayo de 2007.

PRESIDENTE	<u>Ing. Miguel Angel Bayardo Parra</u>	
VOCAL	<u>Dr. Alejandro Espinosa Calderón</u>	
SECRETARIO	<u>M.C. Margarita Tadeo Robledo</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>Ing. Arturo Leandegario Ortiz Cornejo</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. Francisco Javier Vega Martínez</u>	

DEDICATORIA

A mis papás: Doña Martha y Don Rolando, por haberme dado la vida y por haberme formado y hecho de mi la persona que soy ahora, les agradezco toda la confianza que siempre han tenido en mí y por creer que algún día llegaría a terminar la carrera, muchas gracias!

A mi amadísimo esposo Israel, por brindarme todo tu apoyo, sin el cual no habría podido realizar este trabajo, por tu amor, tu paciencia, tu ayuda y tu alegría. Te doy las gracias por ser un motivo para seguirme superando, por realizar el sueño de tener una familia y por hacer de mi una persona tan feliz.

A Quetzal y Edgar, por ser dos de mis grandes amores, por que son una bendición para mí. Con muchísimo cariño a Diana e Israel y que ojala esto pueda ser un ejemplo para que sigan sus estudios

A mis hermanos: Totó y Chobi, por haber sido parte de mi familia y haber echo mi infancia tan feliz y les doy las gracias porque siempre he contado con ustedes.

A la Familia Guerrero Ortiz, por haberme recibido y darme siempre su apoyo, gracias Señora Herme y Abuelo. Así como también le agradezco a Mari, las palabras de ánimo y a Dani, Ivette, Katya y Cheque

A todos las amigas y amigos que hice en esta etapa tan maravillosa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por ser única y haberme dado la oportunidad de formar parte de ella, siempre me sentiré orgullosa.

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, por permitirme realizar parte de mi formación académica, por su belleza y por que en ella encontré mi verdadera vocación, además de amistades invaluable y profesores muy valiosos.

A Gustavo Herrera, porque sin su grandísima ayuda, orientación, apoyo y consejos no hubiera llegado a concluir este trabajo. Gus además de todo agradezco tu sincera amistad.

A la M.C. Margarita Tadeo, porque me dio la oportunidad de trabajar en su equipo, siempre la he admirado mucho y le doy las gracias especialmente por dirigir esta investigación.

Igualmente le agradezco infinitamente al Dr. Alejandro Espinosa Calderón, por la valiosa dirección de este trabajo, así como su paciencia y acertados comentarios en la revisión del mismo.

A todo el grupo de trabajo de la maestra Margarita, por ayudarme durante todo el proceso experimental, muchas gracias!

A Lupita y Beto Morales, por prestarme su equipo de cómputo, esencial para la realización de este trabajo.

A Susana que me acompañó en varias ocasiones para cuidar a Edgar, gracias Susi porque no hubiera podido sin tu ayuda.

A los integrantes del jurado por sus acertados comentarios en la elaboración de esta tesis, al Ing. Miguel Bayardo Parra, al Ing. Arturo Ortiz Cornejo y al Ing. Francisco Javier Vega Martínez.

A Doña Ade, por su valiosa ayuda en el llenado a máquina de los diferentes formatos necesarios para darle continuidad al trámite de la tesis.

A las Secretarías de la coordinación de la carrera de Ingeniería Agrícola, por su invaluable y gran ayuda en diversas cuestiones.

A los compañeros de la 18ava. generación y a los profesores por su contribución en mi formación como agrícol.

ÍNDICE

INDICE DE CUADROS	vi
RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN	4
1.1 Objetivos	6
1.2 Hipótesis	7
II. REVISIÓN DE LITERATURA	8
2.1 Importancia del maíz	8
2.2 Usos del maíz	9
2.3 Uso del maíz para fabricación del etanol y la crisis de la tortilla	11
2.4 Vigor de semillas	14
2.5 Aspectos relacionados con el vigor	15
2.6 Utilidad del vigor de las semillas	17
2.7 Pruebas para evaluar vigor	18
2.8 Híbridos de maíz PUMA 1075 y PUMA 1076	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1 Localización del experimento	22
3.2 Genotipos utilizados	22
3.3 Diseño experimental	23
3.4 Análisis estadístico	24
3.5 Preparación de semilla	24
3.6 Establecimiento de la cama de siembra	25
3.7 Siembra	25
3.8 Riegos	25
3.9 Extracción de las plántulas	26
3.10 Variables evaluadas	26
3.10.1 Velocidad de emergencia	26
3.10.2 Longitud de raíz y plúmula	27
3.10.3 Peso fresco de raíz y plúmula	27
3.10.4 Peso seco de raíz y plúmula	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
V. CONCLUSIONES	37
VI. BIBLIOGRAFÍA	39

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Cuadrados medios y significancia estadística de variables evaluadas para características relacionadas con vigor en la semilla de dos híbridos de maíz (Puma 1075 y Puma 1076), en dos tamaños de semilla y cinco épocas de cosecha. FESC-UNAM, 2006. p. 29

Cuadro 2. Comparación de medias de diversas variables para dos híbridos de maíz considerando dos tamaños de semilla y cinco épocas de cosecha. FESC- UNAM, 2006. p. 30

Cuadro 3. Comparación de medias de diversas variables para tamaño de semilla, considerando la media de los dos híbridos de maíz y cinco épocas de cosecha. FESC-UNAM, 2006. p. 31

Cuadro 4. Comparación de medias de diversas variables para cinco épocas de cosecha, considerando la media de los dos híbridos y los dos tamaños de semilla. FESC- UNAM, 2006. p. 32

Cuadro 5. Comparación de medias de diversas variables para dos híbridos de maíz y dos tamaños de semilla. FESC-UNAM, 2006. p. 32

Cuadro 6. Comparación de medias de diversas variables considerando la media de los híbridos de maíz PUMA 1075 y PUMA 1076 con relación a la época de cosecha. FESC-UNAM, 2006. p. 34

Cuadro 7. Comparación de medias de diversas variables considerando la media de dos tamaños de semilla de los híbridos PUMA 1075 y PUMA 1076 con relación a cinco épocas de cosecha. FESC-UNAM, 2006. p. 35

Cuadro 8. Comparación de medias de diversas variables considerando a los híbridos de maíz PUMA 1075 y PUMA 1076 con los tratamientos de dos tamaños de semilla y cinco épocas de cosecha. FESC-UNAM, 2006. p. 36

RESUMEN

La semilla es el insumo más importante en el proceso productivo y tiene una estrecha relación con el rendimiento, por ello es fundamental utilizar semilla de buena calidad, la cual se da desde la capacidad de la semilla para germinar y tener un desarrollo óptimo en plántulas hasta llegar a ser una planta adulta, siendo esto conocido como vigor. El vigor en plántulas es una característica deseable en todo tipo de semillas, sobre todo cuando las condiciones de siembra y preparación del terreno no son del todo homogéneas.

En este trabajo, se evaluaron la germinación y vigor de dos híbridos de maíz de Valles Altos, denominados Puma 1075 y Puma 1076. El trabajo constó de dos etapas; en la primera, en el ciclo primavera - verano 2005, se incrementó semilla de los híbridos señalados, los cuales son recomendados para los Valles Altos de México (2200 a 2600 msnm), en este lote de producción de semillas, se cosecharon muestras de cada uno de los híbridos en cinco diferentes fechas; ésta semilla se benefició y se conservó.

En una segunda etapa, en la primavera – verano de 2006, se estableció un experimento para la evaluación del vigor de las diferentes muestras de semilla obtenidas de los híbridos de maíz Puma 1075 y Puma 1076, en los cuales se trató de determinar las probables diferencias en el vigor por tamaño de semilla (chica y grande), además de valorar la época en que fue cosechada la semilla, ya que podría ser un factor determinante en esta característica fisiológica, es decir en el vigor de la misma. Para lo cual se establecieron como objetivos:

- Determinar el efecto que propician cinco diferentes épocas de cosecha con relación al vigor de semilla de los híbridos de maíz PUMA 1075 y PUMA 1076, de un origen, ciclo y año de cosecha similar, después de alcanzar la madurez fisiológica.
- Determinar la influencia y diferencias en vigor en dos tamaños de semilla (semilla chica y semilla grande) de los híbridos PUMA 1075 y PUMA 1076.
- Definir el efecto en la interacción al utilizar semillas de diferentes épocas de cosecha y tamaños de semilla en la expresión del vigor en los híbridos de maíz PUMA 1075 y PUMA 1076.

Así como Hipótesis:

- Los híbridos de maíz PUMA 1075 y PUMA 1076 presentan vigor de semilla diferente en relación a dos tamaños de semilla (semilla chica y semilla grande)
- Los híbridos de maíz PUMA 1075 y PUMA 1076 presentan vigor de semilla diferente con relación a cinco épocas de cosecha.

El experimento se realizó en las instalaciones de la FES Cuautitlán, en un invernadero con cubierta plástica; utilizándose un diseño de bloques completos al azar, para evaluar a los dos híbridos de maíz PUMA 1075 y PUMA 1076, en cinco épocas de cosecha y dos tamaños de semilla. Se utilizaron cinco repeticiones, con 25 semillas cada unidad experimental. Las variables evaluadas para determinar el vigor en los genotipos fueron: velocidad de emergencia, Longitud de plúmula, longitud de radícula, peso fresco de plúmula, peso fresco de raíz, peso seco de plúmula y peso seco de raíz.

Con base en los objetivos e hipótesis planteadas así como los resultados obtenidos, se llegó a las siguientes conclusiones.

1. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas en la interacción de genotipo x tamaño de semilla en las variables de peso fresco de plúmula y peso fresco de raíz, no así en las demás variables.
2. No se encontraron diferencias significativas en los factores de variación Genotipos, tamaños de semilla, así como en las interacciones, lo que se debe a que los dos híbridos de maíz tienen cierta similitud al poseer un progenitor común, otro factor podría deberse al hecho de que la profundidad de siembra utilizada, tipo de suelo y condición de humedad fueron favorables, por lo que no fueron suficientes para oponer un factor adverso, requisito necesario que debe utilizarse en las pruebas de vigor, por lo cual no se detectaron diferencias.
3. La diferencia encontrada en las comparaciones de medias para el factor de variación de épocas de cosecha, indica que para ambos híbridos, la época de cosecha es importante y señala la conveniencia de cosechar oportunamente, así como la necesidad de realizar otros estudios con los materiales aquí empleados donde se manejen otras épocas de cosecha ó bien utilizar otro tipo de suelo y limitar la humedad para verificar el vigor.
4. Se definió que los dos tamaños de semilla evaluados no afectaron la expresión de vigor, lo que se debe en parte a que la profundidad de siembra, tipo de suelo y humedad fueron favorables, por lo que las condiciones a las que se sometieron los materiales y tamaños no afectaron el vigor.

I. INTRODUCCIÓN

El vigor es una característica relevante en siembras comerciales, ya que contar con esta característica, en un buen nivel es importante para lograr un adecuado establecimiento de plantas, sobre todo en condiciones limitantes y aún en condiciones desfavorables (Virgen, 1983; Villaseñor, 1984), por ello es conveniente definir los factores que intervienen en su expresión.

El concepto de “vigor” está referido a una respuesta en condiciones desfavorables. Vigor *per se*: Que puede representarse en términos de rapidez de crecimiento y tamaño alcanzado. También se puede relacionar con la capacidad para desarrollar una planta vigorosa bajo condiciones desfavorables (Tadeo y Espinosa, 2004).

El vigor de semilla es un elemento que representa una mayor seguridad para el productor, además, el vigor es heredable y puede manejarse genéticamente.

La ISTA (International Seed Testing Association) maneja varios conceptos para explicar el origen del 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 (ISTA, 1993; ISTA, 1995).

La diferencia en semillas con alto y bajo vigor se detectan solo en fases iniciales de crecimiento y bajo condiciones adversas, pero no hay suficientes evidencias de que el efecto se conserve, para su expresión en rendimiento (Tadeo y Espinosa, 2004).

El vigor de semillas, permite predecir el comportamiento de un lote de semillas cuando las condiciones del ambiente no son del todo favorables para germinación y emergencia.

Por otra parte, la semilla es el insumo más importante en el proceso productivo y tiene una estrecha relación con el rendimiento, por ello es fundamental utilizar semilla de buena calidad, la cual se da desde la capacidad de la semilla para germinar y tener un desarrollo óptimo en plántulas hasta llegar a ser una planta adulta, siendo esto conocido como vigor.

El vigor en plántulas es una característica deseable en todo tipo de semillas, sobre todo cuando las condiciones de siembra y preparación del terreno no son homogéneas o se presentan factores externos, como la dureza del terreno, falta de humedad, topografía accidentada, que afectan el crecimiento de la plántula (Sánchez, 2004).

El vigor, la germinación y la viabilidad son parámetros de calidad en semillas, que le dan un valor comercial. Es importante señalar que los factores que determinan la calidad son los genéticos, fisiológicos, sanitarios y físicos (Moreno, 1996).

Con los elementos antes mencionado en este trabajo, se evaluó la germinación y vigor de dos híbridos de maíz de Valles Altos, denominados Puma 1075 y Puma 1076. El trabajo consta de dos etapas; en la primera, en el ciclo primavera - verano 2005, se incrementó semilla de los híbridos señalados, los cuales son recomendados para los Valles Altos de México (2200 a 2600 msnm), de acuerdo a Tadeo *et al.* (2004), en este lote de

producción de semillas, se cosecharon muestras de cada uno de los híbridos en cinco diferentes fechas; ésta semilla se benefició y se conservó.

En una segunda etapa, en la primavera – verano de 2006, se estableció un experimento para la evaluación del vigor de las diferentes muestras de semilla obtenidas de los híbridos de maíz Puma 1075 y Puma 1076, en los cuales se trató de determinar las probables diferencias en el vigor por tamaño de semilla (chica y grande), además de valorar la época en que fue cosechada la semilla, ya que podría ser un factor determinante en esta característica fisiológica, es decir en el vigor de la misma.

1.1 Objetivos

- Determinar el efecto que propician cinco diferentes épocas de cosecha con relación al vigor de semilla de los híbridos de maíz Puma 1075 y Puma 1076, de un origen, ciclo y año de cosecha similar, después de alcanzar la madurez fisiológica.
- Determinar la influencia y diferencias en vigor en dos tamaños de semilla (semilla chica y semilla grande) de los híbridos Puma 1075 y Puma 1076.
- Definir el efecto en la interacción al utilizar semillas de diferentes épocas de cosecha y tamaños de semilla en la expresión del vigor en los híbridos de maíz Puma 1075 y Puma 1076.

1.2 Hipótesis

- Los híbridos de maíz Puma 1075 y Puma 1076 presentan vigor de semilla diferente en relación a dos tamaños de semilla (semilla chica y semilla grande)
- Los híbridos de maíz Puma 1075 y Puma 1076 presentan vigor de semilla diferente con relación a cinco épocas de cosecha.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia del maíz

A nivel mundial el maíz ya es el cultivo con mayor producción, rebasando al trigo que por décadas fue el número uno en superficie y producción, en el ciclo 2004/2005 se produjeron 705.8 millones de toneladas de grano de maíz, 80 millones más que la producción del ciclo 2003/2004 y 100 millones más en comparación con la temporada 2002/2003. Los principales países productores basan su éxito en la adecuada selección y calidad de variedades, las cuales aprovechan al máximo las condiciones para lograr buena productividad.

(Espinosa, *et al.*, 2004)

El maíz es el cultivo más importante en México, ya que se siembran con el aproximadamente 7.5 millones de hectáreas, con un rendimiento medio de 2.4 ton/ha. Se estima que a nivel nacional se requieren alrededor de 24 millones de toneladas de este grano, el consumo per cápita oscila entre 160 y 180 kg. (Espinosa, *et al.*, 2004).

En 1989 en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en el Programa Nacional de Maíz de Alta Tecnología (PRONAMAT) se definió la regionalización de las tierras para el cultivo de maíz (Riego, Muy buena productividad, Buena productividad, mediana productividad, tierras marginales) demostrándose que el país dispone de la superficie y tipo de tierras en cantidad suficiente para incrementar considerablemente la productividad y lograr de manera sostenida la autosuficiencia, siempre y cuando se utilicen las semillas mejoradas

adecuadas a cada provincia agronómica, además de aplicar la tecnología de producción oportunamente. (Espinosa, *et al.*, 2004)

2.2 Usos del maíz.

El maíz tiene múltiples usos que se pueden agrupar en los siguientes rubros:

1. Grano
 - a. Alimentación humana
 - b. Alimentación del ganado
 - c. Materia prima en la industria
 - d. Semilla
2. Planta
 - a. Forraje verde
 - b. Ensilado
 - c. Rastrojo, forraje tosco
 - d. Materia orgánica al suelo
3. Mazorca
 - a. Elote –alimento humano
 - b. Forraje tosco
 - c. Olote (combustible)

En México el maíz se aprovecha directamente como alimento humano (tortillas, bollos, tamales, pozole, elote, etc.), o como materia prima en la industria alimentaria (harina, maicena, aceite, mieles, etc.) (Reyes, 1990).

El maíz es materia prima en la industria básica, para producir artículos que son utilizados como insumos de la industria complementaria o como productos para consumo final (fabricas de harina nixtamalizada y elaboración de tortillas) (Reyes, 1990).

El sistema agroindustrial del maíz incluye las siguientes clases de industrias:

1. Fabricación de tortillas
 2. Molienda de nixtamal (masa para tortillas, tamales, atoles, etc.)
 3. Industria de la fabricación de harina de maíz nixtamalizado (obtención de masa para tortillas ,tamales, atoles ,etc.)
 4. Fabricación de almidones, féculas, levaduras y productos similares que incluyen los siguientes 16 productos (insumos de la industria química, papelería, farmacéutica, etc.) 1. glucosa, 2. glucosa sólida, 3. color caramelo, 4. almidón sin modificar, 5. almidón modificado, 6. dextrina, 7. almidón pregelatinizado, 8. fécula de maíz (maicena), 9. miel de maíz, 10. aceite refinado, 11. salvado preparado, 12. pasta de germen, 13. gluten de maíz, 14. agua de cocimiento, 15. ácido graso de maíz, y 16. dextrosa.
 5. Frituras de maíz (palomitas, fritos de maíz, golosinas, etc,
 6. Hojuelas de maíz (corn flakes)
- (Reyes, 1990).

Se acepta que el maíz es utilizado en más de 3000 diferentes formas, alimentación humana, animal, artesanal, industria, etc., sin embargo en el caso del maíz de grano blanco, en particular en México, su mayor uso es para alimentación de los mexicanos, con un alto porcentaje en la fabricación de tortillas. En cambio el maíz amarillo se ha orientado hacia la alimentación animal, por toda su historia y presencia de pelagra en Europa, al no usarse el proceso de nixtamalización, cuando fue utilizado en alimentación humana (Espinosa, 2007)¹

¹ Alejandro Espinosa Calderón, Comunicación Personal.

2.3 Uso de maíz para fabricación de etanol y la crisis de la tortilla.

Es importante saber si la semilla tiene buen vigor, pues de lo contrario repercutirá en el rendimiento por unidad de superficie, y al suceder esto la producción disminuye, lo que impacta a la producción nacional, y llevará a una crisis, como se vive actualmente por la falta de grano para la producción de tortilla.

La escalada de precios del maíz y la tortilla es consecuencia directa de un entramado de incompetencia oficial, especulación, corrupción y codicia. Grandes empresas comercializadoras de granos y productoras de harina de maíz, en alianza con el gobierno, tienen años llevando a cabo una guerra en la que se juega la viabilidad económica del país. En el proceso han destruido la economía campesina y han contribuido a degradar los agroecosistemas que son la base de la producción agrícola en México. (Nadal, 2007)

La guerra tiene dos frentes íntimamente vinculados. En el primero el objetivo es destruir la producción campesina y expulsar del campo a un millón y medio de pequeños productores. Las armas han sido el Tratado de Libre Comercio para América del Norte (TLCAN) y la eliminación del apoyo oficial para el campo. En el segundo frente se pretende dismantelar la producción de tortilla con masa de nixtamal para apropiarse de este lucrativo mercado. (Nadal, 2007)

Durante la vigencia del TLCAN nunca se aplicó el arancel cuota previsto para el maíz, lo que representó un regalo de miles de millones de dólares para las grandes empresas que importaron maíz desde Estados Unidos, el dismantelamiento de la cadena maíz-tortilla y la oligopolización en el abastecimiento de tortilla de harina de maíz. El tiro de gracia será la

autorización de la siembra comercial de maíz transgénico para expropiar definitivamente al productor rural del control de su producción y manejo de recursos. (Nadal, 2007)

La escalada de precios de la tortilla es el episodio más reciente de esta guerra, con la complicidad del gobierno. En 2006 los inventarios mundiales de granos se redujeron de manera significativa por quinto año consecutivo. Hoy la reserva mundial es de apenas 57 días, en contraste con los 120 días de hace unos años. La demanda del mercado asiático continuó creciendo vertiginosamente, y por primera vez en Estados Unidos la cosecha de maíz para producir etanol igualó sus exportaciones de este grano. La expansión de biorrefinerías en la faja maicera estadounidense en 2006 llevó a los analistas del mercado de futuros en Chicago a pronosticar incrementos de 25 por ciento en el precio internacional del maíz. Se esperan mayores aumentos en el futuro, dependiendo del costo de la gasolina. (Nadal, 2007)

Las señales sobre el incremento de precios internacionales han sido claras, pero el gobierno mexicano hizo todo para promover la especulación y la insuficiencia en el abastecimiento del grano. A mediados del año pasado entró la cosecha del ciclo otoño-invierno al mercado nacional. Era una buena cantidad, sobre todo por la producción de Sinaloa: más de 4 millones de toneladas, volumen suficiente para satisfacer la demanda nacional, cubriendo la brecha estacional de déficit entre septiembre 2006 y mayo 2007. Pero a sabiendas de que el mercado internacional acusaba un incremento del precio del maíz, las autoridades agropecuarias hicieron todo para desbaratar ese acervo. Primero, permitieron a Cargill, la primera empresa comercializadora de granos en el mundo, comprar 600 mil toneladas a mil 650 pesos la tonelada. Además, ASERCA autorizó la exportación de otras 500 mil toneladas con un subsidio

importante y otorgó otro a grandes consorcios pecuarios (en Sonora, Sinaloa y Jalisco) para la adquisición de otro millón de toneladas. Es decir, en un contexto de precios internacionales al alza, el gobierno mexicano disipó el inventario del ciclo otoño-invierno, favoreciendo la especulación y otorgando subsidios a grandes empresas que incurren en prácticas desleales. El desabasto generó un incremento en los precios del maíz que no benefician a los productores maiceros, y en cambio, son un poderoso incentivo a la especulación. Por ejemplo, la empresa Cargill compró a mil 650 pesos la tonelada, y la vende en el valle de México a 3 mil 500 pesos. El artículo 253 del Código Penal Federal establece que el acaparamiento, venta con lucro inmoderado y cualquier acto que dificulte la libre concurrencia en la producción o el comercio, con el objeto de obtener alzas en los precios serán sancionados con prisión (tres a diez años) y severas multas. La Comisión de Competencia Económica sabe todo esto, pero se resiste a actuar. (Nadal, 2007)

Ahora el Secretario de Economía anuncia la importación libre de arancel de 650 mil toneladas de maíz blanco para enfrentar el problema. Pero eso no será la solución porque las importaciones las harán los mismos acaparadores y especuladores que desataron esta ofensiva. Y mientras el gobernador del Banco de México, Guillermo Ortiz, denuncia que hay acaparadores de maíz, el FIRA proporciona apoyos financieros nada despreciables a tasas preferenciales al consorcio Cargill. En la guerra económica no hay torpeza, sólo aliados y enemigos. Y, como en todas las guerras, también hay bajas. Maseca, la más grande compañía de harina de maíz en México y en el mundo, espera que salgan del mercado muchos molineros y productores de nixtamal para quedarse con su franja del mercado. Hoy Maseca ya cubre 50 por ciento del mercado nacional de tortilla, y con estas prácticas predatoras contempla quedarse con la totalidad del mercado. No importa que se sacrifique el campo, el medio

ambiente, la producción de tortilla de masa nixtamalizada y el bienestar de los consumidores. (Nadal, 2007)

El potencial de producción sustentable de maíz en México alcanza los 40 millones de toneladas, según estudios del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. No sólo no necesitamos importar maíz, es preciso sacarlo del TLCAN ya. Esta es la coyuntura clave en la que hay que decidir un cambio de rumbo, diseñando y aplicando una estrategia para apoyar la agricultura sustentable con bienestar para la economía campesina, así como un programa de modernización de los productores de tortilla de masa de nixtamal que permita mayor eficiencia y calidad. Sin ese cambio de derrotero, más vale irnos preparando para una abundante cosecha de tempestades (Nadal, 2007).

Este tipo de trabajos de investigación, dentro de los cuales se pretende conocer el vigor de la semilla, es de suma importancia, puesto que se conoce el potencial de la misma desde su inicio en el campo, así puede hacerse una proyección exitosa de la producción a obtener. Es importante destacar que las condiciones en las que se desarrolla la investigación resultan adversas para la semilla, ésta las supera, emerge y crece de manera óptima; se sabe que estas condiciones difícilmente se presentaran al momento de establecerse en campo.

2.4 Vigor de semillas

El concepto está referido a una respuesta en condiciones desfavorables:

Vigor per se: Que puede representarse en términos de rapidez de crecimiento y tamaño alcanzado.

Capacidad para desarrollar una planta vigorosa bajo condiciones desfavorables.

El vigor de semilla es un elemento que representa una mayor seguridad para el productor.

La diferencia en semillas con alto y bajo vigor se detectan solo en fases iniciales de crecimiento y bajo condiciones adversas, pero no hay suficientes evidencias de que el efecto se observe en rendimiento. Vigor de semillas: Es 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.

La definición engloba procesos relacionados con las diferencias en vigor:

- a) Procesos y reacciones bioquímicas durante la germinación, tales como reacciones enzimáticas y actividad respiratoria.
- 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.

2.5 Aspectos relacionados con vigor

El vigor se ha tratado de explicar de diferentes maneras por varios, quienes han dado explicaciones sobre vigor como es el caso de Kidd y West (citados por Camargo y Vaughan 1973) y mencionan que el crecimiento y desarrollo de la semilla esta predeterminado por la condición fisiológica de la semilla.

Se ha definido el vigor como la “actividad, sanidad y robusticidad natural que permite una rápida y buena germinación, así como una buena capacidad competitiva bajo una amplia gama de condiciones ambientales tanto favorables como desfavorables” (Woodstock, 1964). Isely (1957) definió al vigor como “la suma total de todos los atributos de la semilla, los cuales favorecen el establecimiento rápido y uniforme bajo condiciones desfavorables de campo”.

Hunter (1971) definió el vigor de la semilla como la suma de todas las propiedades de la semilla que resultan en una rápida y uniforme producción de cogollos sanos, bajo una amplia gama de ambientes, incluyendo condiciones favorables y desfavorables.

Copeland (1976) definió al vigor como la condición activa y sana de la semilla que le permite una germinación uniforme y un rápido crecimiento de la planta bajo condiciones generales de campo, al ser sembrada.

Perry (1981) definió el vigor como la suma total de todas aquellas propiedades de la semilla que determinan el nivel potencial de actividad y rendimiento de la semilla durante la germinación.

El vigor en las semillas es una herramienta que permite evaluar la calidad de la semilla de un lote, y de esta forma conocer en que condiciones está la semilla y el comportamiento que ésta pueda tener en campo. Un factor importante dentro del análisis de la calidad de semilla, siendo usado como un carácter que permita la selección de materiales para mejorar el vigor en plántulas y posiblemente el rendimiento (Villaseñor, 1984).

La diferencia de vigor en la semilla durante la emergencia, cuando las condiciones ambientales no son las adecuadas, puede traducirse posteriormente en baja capacidad de ahijamiento, menor crecimiento, alteración en el ciclo de cultivo y diferencia en el rendimiento entre lotes; y cuando las condiciones son las adecuadas, la diferencia entre lotes se reduce, pero se ha observado que lotes vigorosos presentan germinación más uniforme, mayor capacidad competitiva y posiblemente algún incremento en el rendimiento (Milton, 1981).

El objetivo del análisis del vigor en la semilla, es el de complementar la prueba de germinación y de esta forma determinar con mayor precisión el valor de un lote de semillas para la siembra en campo (Carver, 1980).

La importancia del vigor de la semilla ya que es un factor de calidad que está estrechamente relacionado con una germinación rápida y uniforme, así como con plántulas más vigorosas que subsecuentemente tendrán mayor capacidad competitiva, esperándose que esta característica se refleje en el rendimiento (Delouch y Cadwell, 1962).

2.6 Utilidad del vigor de las semillas

Permite predecir el comportamiento de un lote de semillas cuando las condiciones del ambiente no son del todo favorables para germinación y emergencia. (ISTA, 2002).

El vigor y la longevidad están muy relacionados, una semilla vigorosa tiene mayor longevidad.

2.7 Pruebas para evaluar vigor

Prueba de frío (cold test): 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. (ISTA, 2002).

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 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.

Prueba de deterioro controlado: Se controla el contenido de humedad de las semillas. Es un tanto similar a envejecimiento acelerado.

Prueba de la actividad de la descarboxilasa del ácido glutámico: Predice el comportamiento en el almacén. El ácido glutámico es degradado por la enzima generándose CO₂, a mayor producción de bióxido de carbono, mayor actividad de la enzima y por lo tanto menor deterioro.

Prueba de crecimiento de plántulas: Se mide el crecimiento de plántulas.

Prueba de velocidad de germinación: Se efectúan conteos diarios del número de semillas germinadas, termina cuando se logra el máximo de germinación.

V. G.= (No. De semillas germinadas por día)/ Días después de la siembra.

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

Prueba del primer recuento de emergencia: De los 5 a 10 días después de la emergencia se hace un único conteo.

Prueba de ladrillo molido: Se establece una capa de 0.5 a 3.0 centímetros de grosor de ladrillo molido. Esta capa se coloca en la parte superior, es decir, primero se cubren las semillas con la capa de suelo preestablecida de 7 a 12 centímetros y en la parte superior se deposita el ladrillo molido o arcilla, la cual se compacta al secarse, oponiendo resistencia para que las plantas emerjan. De esta manera sólo logran salir a la superficie aquellas plántulas con suficiente vigor.

Prueba de tetrazolio: Se ha tratado de relacionar el vigor de diferentes lotes de semilla con respecto a la intensidad de la tinción que ocurre con el cloruro de tetrazolio, lo que se fundamenta en el mayor nivel y actividad respiratoria y proceso de oxidación – reducción, sin embargo es difícil manejar y estandarizar esta prueba por las interacciones con otros factores.

Prueba de profundidad de siembra: No hay duda que a mayor profundidad de siembra, se requiere mayor nivel de vigor para emerger, lo que depende del tipo de suelo y condiciones de humedad que se otorguen en la prueba.

2.8 Híbridos de maíz Puma 1075 y Puma 1076

El rendimiento promedio del híbrido Puma 1075 en los años 1996 a 1999 fue 8700 kg ha⁻¹, valor que supera en 27 % al H-33, y el de Puma 1076 fue de 9000 kg ha⁻¹, 29 % mas que H-33. El rendimiento potencial experimental de ambos es de 12000 kg ha⁻¹, en el Valle de México, Cuautitlán, Méx., Valle de Puebla, Tlaxcoapan y Apan, Hgo., y en Tlaxcala. Prosperan en condiciones de buen temporal o secano, en humedad residual y en punta de riego; su adaptación puede extenderse a los estados de México, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo y Michoacán, en sitios de 2100 a 2600 *msnm*. Estos híbridos fueron liberados hace 5 y 4 años, respectivamente, de modo que la multiplicación de semilla de sus progenitores la realizó la ex Productora Nacional de Semillas (PRONASE) y el Departamento de Ciencias Agrícolas de la UNAM, donde actualmente se cuenta con semilla de los híbridos y sus progenitores. (Tadeo *et al.*, 2003; Tadeo *et al.*, 2005 a; Tadeo *et al.*, 2005 b).

La producción de semilla puede hacerse en el Valle de México, Valle de Puebla, Valle de Toluca y Temascalcingo, Méx. La relación de surcos de progenitor hembra con respecto a surcos de progenitor macho puede ser 6:2 u 8:2; es preferible usar 6:2 para asegurar una óptima fecundación (Tadeo *et al.*, 2003; Tadeo *et al.*, 2005 a; Tadeo *et al.*, 2005 b).

Las dos cruas simples poseen buena capacidad de rendimiento y calidad física de semilla comercial, cuya productividad es de 4.5 a 5.0 t ha⁻¹, de las cuales 70 % es semilla de tamaño grande y mediana de forma plana, lo que da redituabilidad en la producción de semilla de ambos híbridos. El uso de estos híbridos podría ayudar a elevar el escaso empleo de semilla certificada (6%), ya que compiten con los materiales de

empresas semilleras. Asimismo para los dos híbridos se ha generado información para incrementar con facilidad la semilla, lo cual puede consultarse con los obtentores. (Tadeo *et al.*, 2003; Tadeo *et al.*, 2005 a; Tadeo *et al.*, 2005 b).

Ante el cierre de la PRONASE, se promovió la multiplicación de semilla de los maíces que desarrolla la FESC, UNAM, a través de empresas de semillas locales, con preferencia para que esta actividad la emprendan egresados de escuelas de agronomía (Espinosa *et al.*, 2003; Tadeo y Espinosa, 2003), de esta manera, los híbridos Puma 1075 y Puma 1076, desde hace unos años son incrementados por empresas de egresados de Ingeniería Agrícola, con éxito ya que cada año la superficie cubierta por ambos materiales es más grande.

Principalmente se comercializan en el estado de México, sin embargo han sido evaluados en Puebla, Tlaxcala, Oaxaca, Querétaro, Michoacán, donde exhiben buenos resultados. La superficie de siembra actualmente es de algunos miles de hectáreas, pero la perspectiva en los siguientes ciclos, incrementará seguramente, ya que la limitante de un mayor uso comercial fue en los años anteriores, la falta de semilla. Por otra parte el contenido nutrimental de ambos maíces híbridos se ubica en los niveles de maíces de calidad nutricional normal, es decir de 8 a 9.5 % de contenido de proteína, similar a otros maíces.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del experimento

El trabajo experimental se llevó a cabo en las instalaciones de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FES Cuautitlán-UNAM), en el invernadero y en el laboratorio de Producción y Tecnología de semillas.

La FESC se localiza a 30 Km. al norte de la Ciudad de México, se encuentra delimitada por los paralelos 19°39' – 19°45' latitud N y los meridianos 99°88' – 99°14' longitud W, a una altitud de 2 274 *msnm*.

De acuerdo a la clasificación de Köpen adaptada a las condiciones de México por Enriqueta García (1973), el clima de Cuautitlán se clasifica como C(W0)(W)b (i''), denominado templado subhúmedo, el más seco de los templados sub-húmedos, con una temperatura media anual de 14.8° C con un régimen de lluvia en verano y menos del 5% de lluvias en invierno, poca oscilación térmica y una precipitación anual de 609.2 mm (Mercado, 2002)

3.2. Genotipos utilizados

Se utilizó semilla de los híbridos de maíz Puma 1075 y Puma 1076, los cuales poseen adaptación a Valles Altos (2200 a 2600 *msnm*), son híbridos muy similares en ciclo biológico al H-33, y de 5 a siete días más precoces que H-28 y VS-22. Su altura de planta y mazorca es de 245 – 153 cm y 248 – 161 cm, respectivamente. La floración masculina se presenta a los 85 días para Puma 1075 y a los 83 días para Puma 1076; la femenina a los 86 días y

84 días, y la madurez fisiológica se logra a los 158 días en Puma 1075 y a 156 días en Puma 1076 en sitios en altitudes de 2240 m. Las mazorcas de ambos son cónicas y constan de 16 hileras, con 16.3 cm y 16.0 cm para Puma 1075 y Puma 1076. Puma 1075 presenta cubrimiento de espiga por la hoja bandera en 50 % de plantas en antesis; en cambio, en Puma 1076 la espiga está libre. En Puma 1075 la espiga es de forma semiabierta por el ángulo formado entre el eje principal y las ramas secundarias en el tercio inferior de la espiga, con ramas laterales; en Puma 1076 es abierta, con pocas ramas laterales y sin ramas secundarias. Pueden cosecharse con maquinaria, ya que tienen uniformidad aceptable que lo permite. También exhiben tolerancia al acame con respecto al híbrido comercial H-33 y menor incidencia de Rayado Fino (Fine Stripe Virus, MRFV) y Achaparramiento (Corn Stunt Disease, CSD, Raza Mesa Central), enfermedades que en los últimos años han aumentado en los Valles Altos. Los dos híbridos presentan pocos hijos con respecto al mismo testigo, el híbrido H-33 (Tadeo *et al.*, 2003; Tadeo *et al.*, 2005 a; Tadeo *et al.*, 2005 b).

3.3 Diseño experimental

El diseño utilizado fue el de bloques completos al azar, evaluándose 20 tratamientos; se utilizaron 2 genotipos Puma 1075 y Puma 1076, y 5 épocas de cosecha (M1: 19 de octubre; M2: 25 de octubre; M3: 8 de octubre; M4: 11 de noviembre y M5: 15 de noviembre de 2004) la fecha de siembra para todos los tratamientos fue el 24 de mayo de 2004; dos tamaños de semilla, (grande I y chica II); y 5 repeticiones.

3.4 Análisis estadístico

El análisis estadístico se llevo a cabo en forma factorial, considerando los factores:

Genotipos (Puma 1075 y Puma 1076),

Épocas de cosecha (M1, M2, M3, M4, M5).

Tamaños de semilla (grande y chica).

Así como las combinaciones de cada uno de los factores.

El Análisis de varianza consideró las interacciones Genotipos x Épocas de cosecha; Genotipos x Tamaños de semilla; Genotipos x Épocas de cosecha x Tamaños de semilla.

3.5 Preparación de semilla

El trabajo se inició haciendo una clasificación de la semilla según la época de cosecha, posteriormente se procedió a desgranar y separarla por tamaño, utilizando cribas, en el caso de la semilla chica, la criba fue de menor tamaño de 7 mm, es decir semilla que paso por esa criba, en el caso de la semilla grande, fue la semilla que no paso esa criba, siendo el tamaño de semilla mayor a 7 mm. Una vez clasificada por tamaño en chica y grande, se seleccionaron lotes de 25 semillas y se rotularon los sobres para contenerlas.

3.6 Establecimiento de la cama de siembra

Antes de establecer la siembra se limpió la cama de residuos de la cosecha anterior, se removieron 15 cm de suelo de tipo franco arcilloso, el cual fue cernido fuera de la cama, la capa de suelo que quedó dentro de la cama fue removida, mullida y nivelada. Se utilizó una cama de 1.25 x 13 m, aproximadamente.

3.7 Siembra

La siembra se estableció el día 1° de junio del año 2006 en seco, de forma manual con una "plantilla", colocando 25 semillas a lo ancho de la cama, con una separación de 5 cm entre semillas. A lo largo de la cama se sembraron 100 surcos con una distancia de 13 cm entre ellos. Una vez que se colocaron todas las semillas con la corona hacia arriba, se procedió a cubrir las semillas con una capa de tierra cernida de 10 cm de espesor.

3.8 Riegos

El primer riego se aplicó después de la siembra, fue un riego pesado, esto con la intención de que la humedad alcanzara a llegar al fondo de la cama, posteriormente se regó diariamente.

3.9 Extracción de las plántulas

Esta se llevó a cabo a los 25 días después de la siembra. Para extraerlas se aflojó la tierra con la ayuda de una pala plana y con cuidado se extrajo planta por planta, cuidando que no se dañara el sistema radicular, posteriormente fueron lavadas para remover la tierra adherida a la raíz y colocadas en sobres rotulados previamente, según el tratamiento del que se tratara.

Una vez que se hubo terminado la extracción de las plantas, éstas fueron llevadas al laboratorio para ser medidas y pesadas e iniciar con proceso de evaluación de las variables que se conformó de la siguiente manera:

3.10 Variables evaluadas

3.10.1 Velocidad de emergencia

Se llevó a cabo con el conteo diario del número de plantas emergidas por surco, una vez que se inició la emergencia, ocurriendo esto 7 días después de la siembra. Este dato se calculó mediante la siguiente expresión:

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

Donde:

X= número de plántulas emergidas por día

n= número de días después de la siembra

i= 1,2,3,...n-1,n

3.10.2 Longitud de raíz y plúmula

Esta variable se obtuvo midiendo en cm con la ayuda de una regla, la longitud de la raíz desde la inserción, de 5 plántulas elegidas al azar por surco; así como la longitud de la plúmula de cada una de las plántulas extraídas.

3.10.3 Peso fresco de raíz y plúmula

Este dato se obtuvo haciendo un corte de la plántula a partir de la inserción, para separar raíz y plúmula, con la ayuda de un bisturí y posteriormente pesando en una balanza granataria, ese dato se obtuvo en gramos.

3.10.4 Peso seco de raíz y plúmula

Para obtener el dato de esta variable fue necesario colocar las partes aéreas y raíces de cada tratamiento en bolsas de papel, para posteriormente secarlas en una estufa Felisa a una temperatura de 70° durante 72 horas. Una vez que se hubieron deshidratado, se procedió a pesar raíz y plúmula en una balanza granataria, para obtener el peso en gramos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de varianza no se detectaron diferencias estadísticas significativas para los factores de variación tamaños de semilla y épocas de cosecha, en ninguna de las variables evaluadas (Cuadro 1).

En el caso del factor genotipos se detecto diferencia estadística altamente significativa para la variable peso seco de radícula, pero en el resto de las variables evaluadas no se presentaron diferencias estadísticas (Cuadro 1).

En cambio, se detectaron diferencias altamente significativas en la interacción genotipos x tamaño de semillas para las variables peso fresco de plúmula y peso fresco de raíz, también hubo diferencias para las variables longitud de plúmula y peso seco de plúmula (Cuadro 1).

En las otras interacciones evaluadas, es decir genotipos x época de cosecha, tamaño de semilla x época de cosecha y genotipos x tamaño de semilla x época de cosecha en ninguna de las variables se presentaron diferencias significativas (cuadro 1).

Los resultados de los análisis de varianza anteriores, lejos de representar respuestas inesperadas, parcialmente pudiesen tener explicación por la similitud de respuesta en genotipos, en el hecho de que los dos híbridos poseen un progenitor en común, ya que el macho es el mismo para ambos híbridos, lo que podría propiciar una respuesta semejante (Tadeo *et al.*, 2003).

En el caso de las épocas de cosecha, la respuesta similar pudiese deberse a que las épocas de cosecha fueron cercanas y dentro del margen posterior a la madurez fisiológica, pero al mismo tiempo, con cierta cercanía, por lo cual, probablemente no se afectó la calidad biológica como se señala en diversos escritos (Moreno, 1984; Tadeo y Espinosa, 2004).

En el caso de los tamaños de semilla, la razón de no encontrar diferencias en la respuesta de vigor, podría deberse a que además de ser medios hermanos los genotipos mejorados, la profundidad y tipo de suelo, si bien podría haber sido la adecuada, los riegos aplicados, es decir la humedad en el suelo y el propio tipo de suelo fueron condiciones favorables que permitieron la respuesta similar a cada uno de los tratamientos.

Cuadro 1. Cuadrados medios y significancia estadística de variables evaluadas para características relacionadas con vigor en la semilla de dos híbridos de maíz (Puma 1075 y Puma 1076), en dos tamaños de semilla y cinco épocas de cosecha. FESC-UNAM, 2006.

Factores de variación	Variables						
	Longitud plúmula	Longitud de radícula	Peso fresco de plúmula	Peso fresco de raíz	Peso seco de plúmula	Peso seco de radícula	Velocidad de emergencia
Genotipos	11.97	0.06	0.04	0.07	0.00	0.00	0.99
Tamaño de semilla	1.85	0.65	0.02	0.00	0.00	0.00	6.54
Epoca de cosecha	15.68	4.83	0.41	0.02	0.00**	0.00	1.05
Repeticiones	209.3 **	9.53	2.47 **	0.35 **	0.01 **	0.00 **	42.14 **
Gen. X T. S	38.9 *	0.07	2.37 **	0.22 **	0.1 *	0.00	9.88
Gen. X E.C	11.5	8.39	0.37	0.01	0.00	0.00	6.24
T.S x E.C	7.09	12.60	0.18	0.01	0.00	0.00	0.36
Gen. X T.S x E.C	1.69	0.91	0.04	0.01	0.00	0.00	3.15
C.V. %	11.1	16.7	16.6	19.5	23.4	22.3	17.1
Media	26.4	15.3	2.5	0.8	0.2	0.1	12.8

En la comparación de medias para el factor genotipos, se confirmó lo que se presenta en el análisis de varianza, en el sentido de que en ninguna de las variables evaluadas hubo diferencia estadística, entre los dos híbridos evaluados (Cuadro 2), lo que podría deberse al hecho de que los híbridos de maíz PUMA 1075 y PUMA 1076 poseen cierto nivel de cercanía al compartir un progenitor común como lo señala Tadeo *et al.* (2003), ya que ambos híbridos interviene un progenitor similar como macho, lo que los ubica como medios hermanos.

Cuadro 2. Comparación de medias de diversas variables para dos híbridos de maíz considerando dos tamaños de semilla y cinco épocas de cosecha. FESC- UNAM, 2006.

V a r i a b l e s	Puma 1075	Puma 1076	D.S.H. (0.05)
Longitud plúmula	26.78 a	26.09 a	1.2
Longitud de radícula	15.3 a	15.3 a	1.0
Peso fresco de plúmula	2.49 a	2.5 a	0.17
Peso fresco de radícula	0.84 a	0.79 a	0.06
Peso seco de plúmula	0.21 a	0.23 a	0.02
Peso seco de radícula	0.10 a	0.12 a	0.01
Velocidad de emergencia	12.8 a	12.6 a	0.86

En forma un tanto similar a lo que ocurrió para el factor genotipos, en la comparación de medias, para los dos tamaños de semilla no se encontraron grupos de significancia estadística diferentes para ningún caso de las variables evaluadas (Cuadro 3), lo que podría tener su explicación en la similitud de los genotipos, pero también a que al tener cierto parecido en forma, tamaño, ciclo, la respuesta es un tanto similar

(Tadeo *et al.*, 2003). Aunado a profundidad de siembra, tipo de suelo y humedad del suelo disponible, fueron condiciones favorables, por lo que no ofrecieron condiciones adversas como se requiere para la expresión de vigor (Virgen, 1983; Villaseñor, 1984; ISTA, 1993; ISTA, 1995; Moreno, 1996; Tadeo y Espinosa, 2003).

Cuadro 3. Comparación de medias de diversas variables para tamaño de semilla, considerando la media de los dos híbridos de maíz y cinco épocas de cosecha. FESC-UNAM, 2006

V a r i a b l e s	Tamaño de semilla Grande (I)	Tamaño de semilla chica (II)	D.S.H. (0.05)
Longitud plúmula	26.5 a	26.3 a	1.2
Longitud de radícula	15.4 a	15.2 a	1.0
Peso fresco de plúmula	2.5 a	2.5 a	0.2
Peso fresco de radícula	0.8 a	0.8 a	0.1
Peso seco de plúmula	0.2 a	0.2 a	0.0
Peso seco de radícula	0.1 a	0.1 a	0.0
Velocidad de emergencia	13.0 a	12.5 a	0.8

En lo que se refiere al factor de variación de época de cosecha, en la comparación de medias se detectaron diferencias en la variable peso fresco de plúmula habiéndose obtenido una media de 2.33 g para el caso de la 1ª fecha, lo que fue la menor expresión. En cambio se definieron 2.73 g para el caso de la fecha 4, que fue la mayor expresión y diferencia. (Cuadro 4).

Cuando se hace una comparación de medias para la interacción de dos genotipos y dos tamaños de semilla, se confirma lo que muestra el análisis de varianza al no encontrar diferencias entre ninguna de las variables (Cuadro 5). Lo anterior, probablemente se debe a que la humedad, tipo de suelo y profundidad de siembra, fueron favorables, lo

que ocurriría así, al utilizarse cualquiera de los tamaños de semilla de los híbridos PUMA 1075 y PUMA 1076, en condiciones de riego o punta de riego, pero también, es motivo para establecer otro estudio, donde se limite la humedad y utilizando otro tipo de suelo similar a las condiciones adversas que se presentan en campos de agricultores.

Cuadro 4. Comparación de medias de diversas variables para cinco épocas de cosecha, considerando la media de los dos híbridos y los dos tamaños de semilla. FESC- UNAM, 2006

Variables	Época de cosecha 1	Época de cosecha 2	Época de cosecha 3	Época de cosecha 4	Época de cosecha 5	D.S.H. (0.05)
Longitud plúmula	25.8 a	26.6 a	26.5 a	27.7 a	25.4 a	2.6
Longitud de radícula	14.86 a	14.85 a	16.03 a	15.40 a	15.46 a	2.3
Peso fresco de plúmula	2.33 b	2.53 ab	2.54 ab	2.73 a	2.45 ab	0.4
Peso fresco de raíz	0.78 a	0.81 a	0.79 a	0.85 a	0.86 a	0.14
Peso seco de plúmula	0.22 a	0.23 a	0.23 a	0.24 a	0.21 a	0.04
Peso seco de raíz	0.10 a	0.11 a	0.10 a	0.11 a	0.12 a	0.0
Velocidad de emergencia	12.6 a	12.5 a	12.8 a	12.9 a	13.0 a	1.9

Cuadro 5. Comparación de medias de diversas variables para dos híbridos de maíz y dos tamaños de semilla. FESC-UNAM, 2006.

Genotipo	Tamaño de semilla	Variables						
		Longitud plúmula	Longitud de radícula	Peso fresco de plúmula	Peso fresco de radícula	Peso seco de plúmula	Peso seco de radícula	Velocidad de emergencia
Puma 1075	Grande I	27.5	15.5	2.7	0.9	0.2	0.1	13.4
Puma 1075	Chica II	26.0	15.2	2.3	0.8	0.2	0.1	12.3
Puma 1076	Grande I	25.6	15.4	2.4	0.7	0.2	0.1	12.6
Puma 1076	Chica II	26.6	15.2	2.7	0.8	0.2	0.1	12.7

La comparación de medias para dos híbridos de maíz bajo la interacción de genotipo x época de cosecha no arroja diferencias que resulten significativas para ninguna de las variables evaluadas. Esto demuestra que bajo las condiciones en las cuales se estableció el experimento, es decir la profundidad de siembra, así como la disponibilidad de humedad, no representaron una condición desfavorable que pudiese diferenciar entre los materiales y tratamientos manejados lo que propició que no fuese trascendente la fecha en que se cosecha la semilla, como se hizo mención anteriormente los híbridos de maíz PUMA 1075 y PUMA 1076 poseen cierto grado de parentesco, que propicia bajo las condiciones de manejo de este experimento que no se detecten diferencias (Cuadro 6).

En la interacción referente al tamaño de semilla y época de cosecha no se registran diferencias que resulten significativas entre las variables evaluadas, lo que significa que no es determinante la época de cosecha, para el mejor vigor de la semilla y que contrario a lo que se menciona, el tamaño de la semilla tampoco, lo que se debe a que la condición necesaria para una prueba de vigor no se reunió en este trabajo, ya que fue rebasado por los tratamientos y materiales (Cuadro 7).

Por último, cuando se realizó la comparación de medias de las interacciones de dos genotipos, dos tamaños de semilla y cinco épocas de cosecha se registró una nula diferencia entre las variables evaluadas, lo que demuestra una vez más que ambos híbridos son muy semejantes e igualmente vigorosos. (Cuadro 8).

Los resultados obtenidos confirman lo que señalan diversos autores en el sentido de que la expresión del vigor, es una respuesta del genotipo y la condición de la semilla ante alguna condición adversa en el proceso de alguna condición adversa en el proceso de germinación y hasta el establecimiento de la planta (emergencia).

Cuadro 6. Comparación de medias de diversas variables considerando la media de los híbridos de maíz PUMA 1075 y PUMA 1076 con relación a la época de cosecha. FESC-UNAM, 2006.

Genotipo	Época de cosecha	Variables						
		Longitud plúmula	Longitud de radícula	Preso fresco de plúmula	Preso fresco de radícula	Peso seco de plúmula	Peso seco de radícula	Velocidad de emergencia
Puma 1075	1	25.6	15.0	2.3	0.8	0.2	0.1	12.1
Puma 1075	2	28.1	15.1	2.7	0.8	0.2	0.1	13.2
Puma 1075	3	26.4	16.0	2.3	0.8	0.2	0.1	13.3
Puma 1075	4	28.6	16.2	2.7	0.8	0.2	0.1	12.4
Puma 1075	5	25.2	14.5	2.4	0.9	0.2	0.1	13.2
Puma 1076	1	26.1	14.7	2.3	0.7	0.2	0.1	13.0
Puma 1076	2	25.3	14.6	2.3	0.8	0.2	0.1	11.8
Puma 1076	3	26.6	16.1	2.7	0.7	0.2	0.1	12.2
Puma 1076	4	26.9	14.6	2.8	0.8	0.2	0.1	13.4
Puma 1076	5	25.7	16.5	2.5	0.8	0.2	0.1	12.9

Cuadro 7. Comparación de medias de diversas variables considerando la media de dos tamaños de semilla de los híbridos PUMA 1075 y PUMA 1076 con relación a cinco épocas de cosecha. FESC-UNAM, 2006.

Tamaño de semilla	Época de cosecha	Variables						
		Longitud plúmula	Longitud de radícula	Preso fresco de plúmula	Preso fresco de radícula	Peso seco de plúmula	Peso seco de radícula	Velocidad de emergencia
Grande I	1	26.5	15.8	2.4	0.8	0.2	0.1	12.9
Grande I	2	26.0	14.7	2.4	0.8	0.2	0.1	12.8
Grande I	3	27.3	16.8	2.6	0.8	0.2	0.1	12.8
Grande I	4	27.6	15.2	2.6	0.8	0.2	0.1	13.2
Grande I	5	25.6	14.5	2.5	0.9	0.2	0.1	13.3
Chica II	1	25.2	13.9	2.2	0.8	0.2	0.1	12.2
Chica II	2	27.4	15.0	2.6	0.8	0.2	0.1	12.2
Chica II	3	25.7	15.3	2.4	0.8	0.2	0.1	12.8
Chica II	4	27.9	15.6	2.8	0.8	0.2	0.1	12.6
Chica II	5	25.3	16.4	2.4	0.8	0.2	0.1	12.7

Al no existir condiciones adversas, la respuesta fue similar. Pero sería conveniente hacer otro estudio con estos híbridos para evaluar la respuesta utilizando otro tipo de suelo y limitando la disponibilidad de humedad.

Cuadro 8. Comparación de medias de diversas variables considerando a los híbridos de maíz PUMA 1075 y PUMA 1076 con los tratamientos de dos tamaños de semilla y cinco épocas de cosecha. FESC-UNAM, 2006.

Genotipo	Tamaño de semilla	Época de cosecha	Variables						
			Longitud plúmula	Longitud de radícula	Peso fresco de plúmula	Peso fresco de radícula	Peso seco de plúmula	Peso seco de radícula	Velocidad de emergencia
Puma 1075	Grande I	1	26.7	16.2	2.6	0.9	0.2	0.1	12.6
Puma 1075	Grande I	2	28.1	15.1	2.8	0.9	0.2	0.1	13.8
Puma 1075	Grande I	3	27.8	16.5	2.6	0.9	0.2	0.1	14.3
Puma 1075	Grande I	4	28.8	15.9	2.7	0.8	0.2	0.1	13.0
Puma 1075	Grande I	5	26.4	13.6	2.7	1.0	0.2	0.1	13.4
Puma 1075	Chica II	1	24.4	13.8	2.1	0.7	0.2	0.1	11.7
Puma 1075	Chica II	2	28.1	15.0	2.7	0.8	0.2	0.1	12.6
Puma 1075	Chica II	3	25.0	15.5	2.1	.08	0.2	0.1	12.3
Puma 1075	Chica II	4	28.6	16.4	2.6	0.8	0.2	0.1	11.9
Puma 1075	Chica II	5	24.1	15.4	2.1	0.8	0.2	0.1	13.0
Puma 1076	Grande I	1	26.2	15.5	2.2	0.7	0.2	0.1	13.3
Puma 1076	Grande I	2	23.9	14.2	2.1	0.7	0.2	0.1	11.8
Puma 1076	Grande I	3	26.8	17.1	2.7	0.6	0.2	0.1	11.3
Puma 1076	Grande I	4	26.4	14.6	2.6	0.8	0.2	0.1	13.5
Puma 1076	Grande I	5	24.8	15.4	2.4	0.8	0.2	0.1	13.2
Puma 1076	Chica II	1	25.9	14.0	2.4	0.8	0.2	0.1	12.8
Puma 1076	Chica II	2	26.7	15.0	2.6	0.8	0.2	0.1	11.8
Puma 1076	Chica II	3	26.5	15.1	2.7	0.9	0.3	0.1	13.2
Puma 1076	Chica II	4	27.3	14.7	3.0	0.9	0.2	0.1	13.3
Puma 1076	Chica II	5	26.6	17.5	2.7	0.8	0.2	0.1	12.5

IV. CONCLUSIONES

Con base en los objetivos, hipótesis planteadas, así como los resultados obtenidos en este trabajo, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas en la interacción de genotipo x tamaño de semilla en las variables de peso fresco de plúmula y peso fresco de raíz, no así en las demás variables.
2. No se encontraron diferencias significativas en los factores de variación genotipos, tamaños de semilla, así como en las interacciones, lo que se debe a que los dos híbridos de maíz tienen cierta similitud al poseer un progenitor común, otro factor podría deberse al hecho de que la profundidad de siembra utilizada, tipo de suelo y condición de humedad fueron favorables, por lo que no fueron suficientes para oponer un factor adverso, requisito necesario que debe utilizarse en las pruebas de vigor, por lo cual no se detectaron diferencias.
3. La diferencia encontrada en las comparaciones de medias para el factor de variación de épocas de cosecha, indica que para ambos híbridos, la época de cosecha es importante y señala la conveniencia de cosechar oportunamente, así como la necesidad de realizar otros estudios con los materiales aquí empleados donde se manejen otras épocas de cosecha ó bien utilizar otro tipo de suelo y limitar la humedad para verificar el vigor.

4. Se definió que los dos tamaños de semilla evaluados no afectaron la expresión de vigor, lo que se debe en parte a que la profundidad de siembra, tipo de suelo y humedad fueron favorables, por lo que las condiciones a las que se sometieron los materiales y tamaños no afectaron el vigor.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Andrade B., H. J 1992. Mejoramiento del vigor en semillas de maíz y su relación con emergencia y rendimiento. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.

Camargo, C:P: and C:E: Vaughan. 1973. Effect of seed vigor on field performance and yield grain sorghum (*Sorghum bicolor* (L) moench). Proc. Assoc- Off. Seed. Anal. 63: 135-147.

Carver, M. (1980). The production of quality cereal seed. In: P. D. Hebblethwaite (ed). Seed Production. Great Britain Butterworth. P.p. 295-306.

Copeland, L. O.1976 Principles of Seed Science Technology. Michigan State, USA.369p

Copeland, L. O. and M. B. McDonald. 1985. Principles of Seed Science Technology. Second Edition. Burgess Publishing Company, Mineapolis, Minnesota, United States of America. Pp. 121-144.

Delouche, J.C. and W.P. Cadwell. 1962. Seed vigor and vigor test. Proceeding seedmentshort course. Mississippi Seed Tecnology Laboratory. State College Mississippi 1962.

Espinosa C. A . A. Tapia N., R. Aveldaño S. 1988. El programa kilo por kilo como opción para mayor uso de semilla certificada de maíz en México: Riesgos y perspectivas. En XVI Seminario Panamericano de Semillas –Rueda de Negocios-. Buenos Aires, Argentina.

Espinosa C., A., M. Sierra M., N. Gómez M. 2003. Producción y tecnología de semillas mejoradas de maíz por el INIFAP en el escenario sin la PRONASE. Agronomía Mesoamericana. 14 (1): 117-121.

FAO 1978. Semillas Agrícolas y hortícolas. FAO. Barcelona, España.

García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Copen. Dirección General de Publicaciones. UNAM. México.

Hunter, C. 1971. Seed quality and crop performance. Handbook of seed technology. Mississippi State University.

ISTA, 1993. International rules for seed testing 1993. Seed Sci. And thecnol. 21, Supplement. 288 p

ISTA, 1995. Understanding seed vigour. Preparedated by the ISTA Vigour test Committe. Zurich, Switzerland. Sp.

ISTA, 1995. Understanding seed vigour. Preparedated by the ISTA Vigour test Committe. Zurich, Switzerland. Sp.

Isely, D. 1957. Vigor test. Proc. Assocv. Off. Seed Anal. 47: 176-182.

Jugenheimer R.W. 1981. Maiz variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Ed. Limusa .

McDonald M.B., Copeland L.O. 1997. Seed Production principles and practices. Ed. Chapman & Hall. USA.

Milthorpe F., L y Moorby. 1982 Introducción a la fisiología de los cultivos. editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. Pp: 141-157.

Moreno M. E., 1996 Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Instituto de Biología de la UNAM. México.

Nadal A., 2007 Periódico la jornada. Enero 17. México

Perry, D.A. 1981a. Introduction. In: Handbook of vigour test methods. D.A. Perry (ed.) International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland. Pp: 8-9

-----, 1981b. Methodology and application of vigour test. In: Handbook of vigour test methods. D.A. Perry (ed.) International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland. Pp: 3-7

-----, 1981c. Seedling growth and seedling evaluation tests. In: Handbook of vigour test methods. D.A. Perry (ed.) International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland. Pp: 10-20

Perry, D.A. 1983. The Concept of seed vigor and its relevance to seed productions techniques. In: seed production Hebblewait, P.D. Butterworth publishers, Inc.

Reyes C.P. 1990. El maiz y su culivo. AGT Editor, S.A. México.

Robles S.R. 1983. Producción de granos y forrajes. Editorial LIMUSA. México

Sánchez C., J. 2004. Velocidad de emergencia y acumulación de materia seca en híbridos de maíz (*Zea mays* L) en dos sustratos. Tesis profesional. FES-Cuautitlán. UNAM. México.

Tadeo R., M., A. Espinosa C., 2003. Microempresas de semillas con híbridos "Pumas de maíz" alternativa para abastecimiento en México. Revista FESC Divulgación Científica Multidisciplinaria. Año 3 (8): 5-10.

Tadeo R., M., A. Espinosa C., R. Martínez M., G. Srinivasan, D. Beck, J. Lothrop, J. L. Torres, S. Azpiroz R. 2004. Puma 1075 y Puma 1076 híbridos de maíz de temporal para los Valles Altos de México (2200 a 2600 msnm)". Rev. Fitotecnia Mexicana. Vol. 27 (2): 211-212.

Tadeo R.M., Espinosa A., 2002. Apuntes del curso: Tecnología y producción de semillas. Ingeniería Agrícola, FEC-Cuautitlán. UNAM. México.

Tadeo R., M., A. Espinosa C., R. Martínez M., A. M. Solano. 2005. Puma 1076 híbrido de maíz para los Valles Altos de México (2200 a 2600 msnm). Desplegable Técnica no. 3. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, México.

Tadeo R., M., A. Espinosa C., R. Martínez M., A. M. Solano. 2005. Puma 1075 híbrido de maíz para los Valles Altos de México (2200 a 2600 msnm). Desplegable Técnica no. 1. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, México.

Tadeo R., M., A. Espinosa C., R. M. Martínez M., R. Arias R. 2005. Producción y tecnología de semillas, desarrollo y difusión de híbridos y variedades de maíz de la UNAM para su adopción extensiva en México. XX Reunión Latinoamericana de Maíz. Editores Miguel Barandiaran Gamarra, Alexander Chávez Cabrera, Ricardo Sevilla Panizo, Teodoro Narro León. Lima, Perú. p 435-441.

Thomson J.R. 1979. Introducción a la tecnología de las semillas. Editorial Acribia. España

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, Méx.

Vence. A., Sánchez R.A., 2004. Handbook of Seed Physiology Applications to Agriculture. The Haworth Press Inc. Food Products Press. NY. USA

Woodstock, L.W. 1964. Seed vigor. Reprinted from seed world, October 8, 1964. U.S.A. Department of Agriculture, Beltsville, Maryland