

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán



**GERMINACION Y VIGOR EN TRES TAMAÑOS
DE SEMILLA DE FRIJOL Y MAIZ**

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

JUAN MANUEL COTERA GUILLEN

Asesores:

M. en C. Juan Martínez Solís

M. en C. Juan Virgen Vargas

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México. 1958

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

7



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.



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

U. N. A. M.
 FACULTAD DE ESTUDIOS
 SUPERIORES - CUAUTITLAN

UNIVERSIDAD NACIONAL
 AVANNA DE
 MEXICO

ASUNTO: VOTOS APROBATORIO



DEPARTAMENTO DE
 EXAMENES PROFESIONALES

DR. JAIME KELLER TORRES
 DIRECTOR DE LA FE-CUAUTITLAN
 P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
 Jefe del Departamento de Exámenes
 Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA: "Germinación y vigor en tres tamaños de semilla de frijol y maíz"

que presenta el pasante: Juan Manuel Cotera Guillen
 con número de cuenta: 7506893-6 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Agrícola

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
 "POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
 Cuautitlán Izcalli, Edo. de Mex., a 13 de Diciembre de 1995

PRESIDENTE	<u>Riol. Elva Martínez Holquín</u>
VOCAL	<u>M.C. Juan Virgen Vargas</u>
SECRETARIO	<u>Ing. Guillermo Basante Patrón</u>
PRIMER SUPLENTE	<u>Ing. Javier Vega Martínez</u>
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. Manuel Chávez Bravo</u>

[Firma manuscrita]

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme dado la oportunidad de realizar una carrera profesional

A la Universidad Autónoma Chapingo por las facilidades que me brindó para realizar esta investigación en el laboratorio de semillas del Departamento de Fitotecnia

Al M.C. Juan Martínez Solís por su amistad y desinteresada ayuda en la dirección de este trabajo

Al M.C. Juan Virgen Vargas por la asesoría otorgada en el desarrollo de este estudio

A la Bióloga Elva Martínez Holguín y a los Ingenieros Guillermo Basante Butrón, Javier Vega Martínez y Manuel Chavez Bravo, por la revisión de esta Tesis.

A todas aquellas personas que de alguna manera me apoyaron para poder alcanzar esta meta

DEDICATORIA

A la memoria de mi madre Ma. Eugenia quien desde algún lugar del cielo comparte conmigo mis éxitos

Con cariño a mi padre "Don Manolo" por todo el apoyo brindado, motivo por el cual esta meta alcanzada, también es suya

Con todo mi amor a mi esposa Lucero y a nuestras hijas Columba Darinka y Sara Eunice, porque saben darme el apoyo en los momentos difíciles y disfrutan conmigo mis triunfos

Con cariño a mis hermanos

Afectuosamente para mis amigos los Ingenieros: Rubén Tamayo y César Toimil.

CONTENIDO

INDICE DE CUADROS	1
RESUMEN	iii
I. INTRODUCCION	1
1.1. Objetivos.....	2
1.2. Hipótesis.....	2
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Semilla.....	4
2.2. Calidad de semilla.....	5
2.3. Evaluación de la calidad fisiológica.....	10
2.3.1 Prueba de germinación.....	10
2.3.2 Pruebas de vigor.....	11
2.4. Relación del tamaño de semilla con vigor.....	12
III. MATERIALES Y METODOS	22
3.1. Localización del sitio experimental.....	22
3.2. Material genético.....	22
3.3. Diseño experimental y de tratamientos.....	22
3.4. Conducción del experimento.....	24
3.4.1 Separación de la semilla de frijol.....	24
3.4.2. Separación de la semilla de maíz.....	24
3.5. Evaluación de la calidad fisiológica.....	25
3.5.1. Prueba de germinación.....	25
3.5.2. Envejecimiento acelerado.....	25
3.5.3. Velocidad de emergencia.....	26
3.5.4. Longitud de la parte aérea.....	26
3.5.5. Peso seco de la parte aérea.....	26
3.6. Análisis estadístico.....	27

IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	28
4.1. Análisis de varianza.....	28
4.2. Análisis de los resultados de las variedades de maíz.....	28
4.3. Análisis de los resultados de las variedades de frijol.....	33
V. CONCLUSIONES.....	38
VI. BIBLIOGRAFIA.....	39

INDICE DE CUADROS

CUADRO

1	Tratamientos evaluados en este estudio.....	23
2	Análisis de varianza para las pruebas de calidad fisiológica evaluadas en los diferentes tamaños de semillas de maíz y frijol. Chapingo, Méx. 1993.....	28
3	Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) en la prueba de germinación de diferentes tamaños de semilla de maíz. Chapingo, Méx. 1993.....	29
4	Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) en la prueba de envejecimiento acelerado para tamaño de semilla de maíz. Chapingo, Méx. 1993.....	30
5	Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) de las variedades de maíz en la prueba de velocidad de emergencia de diferentes tamaños de semilla de maíz. Chapingo, Méx. 1993.....	31
6	Comparación de medias de cinco tamaños de semilla de maíz en la prueba de longitud de plántula. Chapingo, Méx. 1993.....	32
7	Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) de cinco tamaños de semilla en la prueba de peso seco de plántula en maíz. Chapingo, Méx. 1993.....	33

CUADRO

8	Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) de tres tamaños de semilla de frijol en la prueba de germinación. Chapingo, Méx. 1993.....	34
9	Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) de tres tamaños de semilla de frijol en la prueba de envejecimiento acelerado. Chapingo, Méx. 1993.....	35
10	Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) de la prueba velocidad de emergencia en tres tamaños de semilla de frijol. Chapingo, Méx. 1993.....	36
11	Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) para altura de plántula de semilla de frijol de diferentes tamaños. Chapingo, Méx. 1993.....	37
12	Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) para la prueba de peso seco de plántulas de semilla de frijol de diferentes tamaños. Chapingo, Méx. 1993.....	38

RESUMEN

Con el propósito de evaluar y estudiar la influencia del tamaño de semilla sobre la germinación y vigor de semillas de maíz y frijol, se realizó el presente estudio en el laboratorio de semillas de la Universidad Autónoma Chapingo durante el otoño de 1993.

Las semillas de las variedades de maíz Santiago Yече, VS-11 y C-118 fueron separadas por forma (Plano y bola) con la criba 13/64" x 3/4" y por tamaño (grande, medio y chico) con las zarandas 22/64", 20/64" y 18/64" respectivamente. Asimismo, las variedades de frijol Bayomex, Pinto Texcoco y Canario 107 se clasificaron en tres tamaños de la misma forma en que se hizo para maíz.

Considerando un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones de 25 semillas cada una, las diferentes formas y tamaños de semilla fueron evaluadas en función de germinación estándar, prueba de envejecimiento acelerado, velocidad de emergencia, así como longitud y peso seco de la parte aérea de la plántula.

De la información generada por el análisis de varianza y las comparaciones de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$), se concluyó que el tamaño no influye sobre el comportamiento de germinación de maíz y frijol, no así en el vigor, el cual tendió a mejorar con el tamaño observándose esto más claramente en función de las pruebas de longitud y peso seco de la parte aérea de la plántula, ya que el envejecimiento acelerado y la velocidad de emergencia fueron muy deficientes para detectar los niveles de vigor.

I. INTRODUCCION

En la producción agrícola moderna, el uso de semilla mejorada ha permitido en gran medida alcanzar niveles de productividad impactantes, sin embargo, mucha de la semilla que se comercializa en el País carece de calidad aceptable lo cual es un factor que ocasionalmente lleva al fracaso a los productores.

Se considera que una de las causas de dicho problema, es el escaso desarrollo de tecnología para la producción de semillas, ya que muchos de los técnicos involucrados en este proceso utilizan la información disponible para la producción de grano, e inclusive llegan a utilizar una tecnología generada en el extranjero haciendo de ella una mala adaptación a las necesidades nacionales.

De esta manera es importante contribuir en esta área desarrollando trabajos de investigación que respondan a problemáticas muy particulares de la agricultura mexicana.

El tamaño y forma de las semillas, ha sido investigado anteriormente en maíz, frijol, sorgo, soya y cereales de grano pequeño, sin embargo, a la fecha no existe un consenso respecto a qué tamaño de semilla brinda mejores resultados.

Una mayor cantidad de reservas en la semilla de tamaño grande en cierta forma aseguran un buen vigor, reflejándose en plántulas fuertes, largas y con buena resistencia al deterioro, no obstante, la velocidad de emergencia suele ser mayor en las pequeñas en virtud de que alcanzan su imbibición con mayor rapidez.

Por otra parte, se ha observado que existen diferencias de rendimiento en plantas con diferente tamaño de semilla,

destacando aquellas provenientes de semillas grandes, sin embargo, en muchos estudios también se ha encontrado que no existe comportamientos diferentes, argumentándose que al tener la misma información genética las semillas grandes y las chicas, se asegura cosechar la misma cantidad de producto con ambas plantas.

Es así que entre los agricultores e inclusive para algunos técnicos, el tamaño de semilla sigue siendo un factor determinante para el establecimiento y desarrollo del cultivo, debido a que mientras muchos consideran que es de vital importancia utilizar tamaños grandes, otros aseguran tener los mismos resultados con las pequeñas.

En este contexto, el presente trabajo pretende generar información para los cultivos del maíz y frijol, para lo cual se plantean los siguientes objetivos e hipótesis.

1.1 Objetivos

- a) Evaluar la calidad fisiológica de semillas de maíz y frijol, mediante la germinación y el vigor de semilla.
- b) Estudiar la influencia del tamaño de semilla sobre la germinación y vigor de semillas de maíz y frijol.

1.1 Hipótesis

- a) El tamaño de semilla afecta la germinación y el vigor de la misma.

- b) Las semillas grandes presentan una mayor germinación y vigor que las pequeñas.
- c) Las pruebas de vigor producen resultados diferentes en germinación y vigor de semilla.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Semilla

En términos agronómicos y comerciales se conoce como semilla a toda clase de granos, frutos y estructuras más complejas (unidad semilla) que se emplean en las siembras agrícolas. Botánicamente se conoce que una semilla verdadera es un embrión en estado latente acompañado o no de tejido nutricional y protegido por perispermo (Duffus y Slaugther, 1980).

El objetivo primordial de la semilla es generar una plántula que emplee eficientemente los factores nutricionales presentes en sus tejidos de reserva durante su crecimiento inicial, sea capaz de establecerse como ente autótrofo en el menor tiempo posible (Perry, 1980).

Las semillas son parte integral de la planta que les da origen, su formación constituye la última etapa fenológica del ciclo vegetal y en el transcurso de este se condicionan sus características, mismas que interactúan entre sí determinando en consecuencia su calidad (Escalante, 1988).

Las semillas son una forma de supervivencia de sus especies. Son el vehículo que sirve para que la vida embrionaria, casi suspendida, renueve su desarrollo aun años después de que sus progenitores han muerto y desaparecido. Además son los vehículos principales para propagar nueva vida de un lugar a otro, por medio de los elementos, los animales y el hombre, también proporcionan alimento a la humanidad, a los animales y a otros seres vivientes.

Las semillas y sus subproductos son componentes principales de la dieta humana. A nivel mundial los cereales contribuyen con

cerca del 50% del consumo de energía per cápita, mientras que otras semillas, como las leguminosas, nueces y oleaginosas son de particular importancia en los países desarrollados, principalmente como fuente de proteína, (Daffus y Slaughter, 1985).

A parte de su importancia en la nutrición, los productos de las semillas son esenciales para muchos propósitos, por ejemplo: como aceites secantes en las pinturas, pegamentos y pastas, así como materias primas adecuadas para un mundo hambriento de petróleo.

2.2 Calidad de semilla

La calidad de semilla es un concepto múltiple que comprende varios aspectos. Para un agricultor, la calidad significa idoneidad para sembrar en su explotación, en un momento determinado del año. (Bustamante, 1982).

Desde el punto de vista agronómico, la calidad de semilla se define por la proporción de semillas en una muestra capaces de germinar y formar nuevas plantas y por la proporción de semillas de otras especies, material muerto, semillas rotas, piedras, insectos y residuos vegetales incluidos como impurezas (Humphreys, 1980).

Los porcentajes de pureza y germinación representan, en conjunto, la proporción de semillas que tienen valor para el comprador, al ser capaces de transformarse en plantas productivas.

Los parámetros que determinan la calidad de semillas para siembra son: pureza, porcentaje de germinación, semillas duras, porcentaje de semillas de otros cultivos, semillas de malezas, ataque de enfermedades, pureza varietal y efectividad de los tratamientos como fungicidas e insecticidas. El primer objetivo

para conocer la calidad de las semillas es fundamental y apoya la decisión de compra y determinar el precio que se pagará al vendedor por su producto, cuando las compras son con los productores. (Thompson, 1979).

El análisis de la calidad de las semillas, para el establecimiento de los cultivos, tiene principalmente fundamentación económica. Kelly (1989) menciona que las semillas de mala calidad son siempre una mala inversión y, a largo plazo, pueden resultar mucho más caras que aquellas de precio elevado de pureza y germinación conocida. Señala también este autor que en algunos países desarrollados existen mecanismos legales de control, para establecer los requisitos mínimos de calidad de las semillas de gramíneas y leguminosas; los vendedores generalmente dan garantías a los compradores respecto al grado de pureza y/o germinación.

Otra razón importante para determinar la calidad de semilla es de tipo técnico y se relaciona con el éxito del establecimiento de las semillas. Las consecuencias de comprar baja calidad son negativas, no solo es dinero lo que se pierde también es tiempo y esfuerzo, debido a que se puede afectar la programación de las actividades del establecimiento. Por ejemplo, cuando se utiliza una mala semilla en la siembra es muy posible la necesidad de la resiembra, lo que implica inversión adicional en mano de obra y en recursos materiales, pues de no sembrar los rendimientos serán bajos y el establecimiento lento o habrá mayor competencia de malezas (Kernick, 1961).

Uno de los problemas fundamentales del análisis de la calidad de las semillas agrícolas es la escasez de laboratorios que proporcionan tal servicio y la falta de conocimiento sobre la importancia de la determinación de la calidad. Debido a la mínima oferta de ese servicio en México, se tiene que recurrir a laboratorios del extranjero, básicamente de los Estados Unidos (Escalante, 1988).

En resumen la calidad de la semilla es un concepto múltiple que comprende varios componentes. Una semilla de buena calidad es aquella que tiene alta pureza tanto varietal como física; alto valor y capacidad germinativa y está libre de organismos patógenos transmisibles por semillas (Copeland, 1976).

Calidad Genética

Se refiere a la calidad que obtiene el fitomejorador, es decir, un material genético de características sobresalientes. Las semillas tienen pureza varietal (calidad genética) cuando al reproducirse transmiten todas las características genéticas. La pureza varietal no implica necesariamente homogeneidad total de tipos, supone más bien la identificación de ámbitos o de variaciones que resulten, consciente o inconscientemente, del trabajo del mejoramiento al momento de liberar la variedad (CIAT, 1983).

Calidad Fisiológica

La calidad fisiológica está referida a las características de viabilidad de una semilla y a la alta capacidad de germinación y vigor para establecer nuevos individuos. La viabilidad denota el grado en que una semilla está viva, metabólicamente activa, y posee enzimas capaces de catalizar las reacciones necesarias para la germinación y el crecimiento de la plántula. En este sentido la semilla puede contener tejido vivo y tejido muerto. El término viabilidad también se usa como sinónimo de germinación. Una manera adicional de referirse a la viabilidad es el número de plántulas normales más plántulas anormales (Bustamante, 1980).

El concepto de "vigor" de la semilla surgió como un aspecto adicional a la calidad fisiológica que es importante en cuanto al comportamiento de las semillas en el campo. El vigor es aceptado actualmente como un importante componente de la calidad de las semillas y su análisis proporciona un índice de calidad muy valioso para el agricultor (Perry, 1980).

Abdul-Baki (1980), se refiere al vigor de la semilla como un atributo fisiológico medible que se refleja como una rápida, uniforme y alta germinación o emergencia aún bajo condiciones desfavorables. Por lo tanto es de esperar que una semilla de alto vigor germine en forma más sincronizada que otra de bajo vigor y que, además, las plantas crezcan más rápida y uniformemente.

Calidad física

Las semillas tienen calidad física o pureza física, cuando están libres de materia inerte y de semillas tanto de malezas como de otros cultivos; son de tamaño uniformemente grande y con bajo contenido de humedad; sin daño mecánico y está tratada químicamente (CIAT, 1979).

Adicionalmente, el peso volumétrico y el peso de 1000 semillas son indicadores de la calidad física, ya que un cultivo sujeto a falta de nutrientes, daño por heladas o granizo, lo verá reflejado en su peso volumétrico (Bustamante, 1982).

Sanidad

La sanidad patológica se refiere al hecho de que la semilla se encuentra libre de microorganismos (hongos, bacterias y virus), ya que representan una seria amenaza para la producción de semilla de alta calidad (Valadez, 1991).

Los diferentes aspectos de calidad son utilizados para evaluar el valor agronómico de un lote de semillas, es decir, el verdadero valor para los agricultores, dado que para ellos, la calidad representa la capacidad que poseen las semillas para producir una plántula, una planta instalada y posteriormente rendimiento.

2.2.1 Calidad fisiológica

Tamaño

Es el volumen o dimensión de una semilla es importante ya que debido a él se puede seleccionar con más facilidad la semilla para la siembra y obtener una germinación más vigorosa, lo que representaría una gran ventaja bajo condiciones difíciles en el campo.

2.2.2 Calidad Genética

La calidad genética depende de diversos factores. Los que más interesan a la hora de determinarla son la identidad de la semilla y su pureza varietal. Por consiguiente, cuando se habla de una "semilla de alta calidad", se puede estar seguro de que se trata de un producto verdaderamente genuino, que dará excelentes resultados.

La investigación para determinar la calidad genética de las semillas se encuentra en pleno proceso de gestación.

La identificación de la semilla se hace mediante la forma y el color.

2.2.3 Calidad sanitaria

Se refiere a la verificación del "estado de salud" de las semillas. Es decir que se trata de establecer que no se hallan atacadas por determinadas plagas o enfermedades.

2.3. Evaluación de la calidad fisiológica

2.3.1. Prueba de germinación

La buena germinación es una de las condiciones más importantes de la semilla de buena calidad. El propósito de la prueba de germinación es determinar el porcentaje de semillas que al ser puestas en condiciones favorables de humedad y temperatura, producen una planta normal (Copeland, 1976).

Moreno (1984) indica que estas pruebas son hechas en repeticiones de 50 a 100 semillas cada una, se recomienda usar papel absorbente o arena, con tablero contador para facilitar el trabajo. Cuando se usa papel absorbente, la semilla se cubre con otra toalla de este papel y luego se enrollan juntos; finalmente se colocan en posición vertical en el germinador el cual deberá operar a una temperatura constante de 25°C, o a temperaturas alternas de 20°C durante las primeras 16 horas y luego a 30°C durante las restantes 8 horas del período de pruebas. Durante este tiempo es importante mantener húmedas las semillas. Tanto el exceso de agua, el cual causa deficiencia de oxígeno como la carencia, impide la germinación de las semillas. Cuando se usa un papel absorbente, el primer conteo de semillas germinadas se realiza a los 5 días y el segundo conteo a los 9 días; pero si se ha usado arena, el conteo se hará a los 9 días, una sola vez. A medida que se realiza el conteo se determina el número de semillas normales, anormales y muertas.

2.3.2. Pruebas de vigor

Prueba en frío

Esta es una de las más antiguas en la evaluación del vigor de semillas y quizás sea la más usada. Consiste en poner las semillas en toallas de papel absorbente (o en el suelo) a temperaturas de 9 a 10°C por un período de tiempo específico, después se les aplica las condiciones favorables para su germinación.
(Fiala, 1981).

Prueba de envejecimiento acelerado

Esta prueba consiste en someter las semillas a temperaturas de 40 a 50°C y 100% de humedad relativa por un determinado tiempo. Las condiciones específicas y el período usado varía con la especie. Después de los tratamientos el lote que resulte con mayor porcentaje de germinación será el de mayor vigor. (Delouche y Baskin, 1973).

Velocidad de emergencia

Esta es una prueba de vigor, porque las semillas vigorosas germinan más rápidamente. El método consiste en poner a germinar la semilla y al iniciar la germinación se hacen conteos diarios del número de semillas germinadas. La prueba termina una vez que las semillas sembradas logran el máximo de germinación (Maguire, 1962).

2.4 Relación del tamaño de semilla con vigor

El efecto del tamaño de semilla sobre su propio comportamiento, tanto en términos de germinación como de vigor de plántula, y sobre la planta resultante, ha sido objeto de innumerables trabajos de investigación, cuyos resultados han mostrado conflictos en cuanto a todos los aspectos examinados. Estos aspectos o componentes del desempeño de las semillas que más atención han recibido son: la germinación, más en sentido de emergencia de la que propiamente es el fenómeno de germinación en sí; el vigor de plántulas, medido a través de las características como la velocidad de emergencia, tamaño, de las plántulas, contenido de materia seca, etc.; y el comportamiento de las plantas bajo condiciones de campo, tanto durante la fase de crecimiento como de la parte de crecimiento reproductivo (Carvalho, et al., 1980).

Dentro de un lote de semillas, las semillas grandes en virtud de mayor tamaño de embrión, mayor cantidad de reservas y mayor actividad fotosintética inicial, producirán plántulas más desarrolladas; esto puede acarrear ventajas en la producción, particularmente cuando sus componentes específicos están fuertemente determinados en los estadios iniciales de desarrollo (Heydecker, 1972; Wood et al., 1977). Reafirmando lo anterior, Goodwin y Siddique (1984) señalan que la correlación existente entre tamaño de semilla y vigor de plántulas se explica en base a que las semillas más grandes tienen una mayor cantidad de reservas, logrando sus cotiledones una tasa de fotosíntesis más alta además de que dan lugar a plántulas con una mayor cantidad de área foliar. (Burriss et al., 1972).

El tamaño de semilla en muchas especies es indicativo de su calidad fisiológica (Popinigis, 1985). Así, dentro de un mismo lote, las semillas pequeñas presentan menor germinación y vigor que las semillas de tamaño mediano y grande; Moreira y Nakagawa,

(citado por Figuenbaun y Romero, 1989), precisan aún más el efecto del tamaño de la semilla, señalando que ésta no tiene influencia sobre la germinación, pero sí sobre el vigor de plántula.

No obstante, los trabajos efectuados con el comportamiento de la semilla en relación al tamaño reflejan discrepancias tanto entre especies como dentro de un mismo cultivo. Así se tiene que en:

Maíz

Silva y Filho (1982) y Urquiola (1984), encontraron que el peso y tamaño de semilla no afectan la germinación y emergencia en campo, inclusive la producción de grano. Sin embargo en contraparte, Hussaini *et al.*, (1984) y Saculmuthita (1987) mencionan que las semillas de tamaño grande son superiores a las semillas medianas y pequeñas en el porcentaje de germinación y el vigor de plántula.

Berla-Szabo y Dolinka (1986), clasificando dos híbridos de maíz en siete grupos basados en tamaño y forma de la semilla, encontraron mayores rendimientos por parte del tamaño chico. Esto fue debido a la más alta densidad de plantas, originando mayor número de mazorcas aunque éstas fueron más chicas.

Igualmente, con relación a semillas pequeñas, Shieh y McDonald (1982), trabajando con líneas de maíz, observaron una más rápida germinación en semillas chicas, lo cual fue confirmado por Muchena y Grogan (1977) quienes señalan que las semillas pequeñas requieren menos agua para germinar, puesto que tienen menos volumen.

Hicks et al., (1976) encontraron en campo que las semillas pequeñas, en comparación con las semillas grandes, tuvieron menor peso seco de plántula. Resultados similares obtuvieron bajo condiciones controladas Abd-El-Rahman y Bourdo (1986), quienes concluyen que el peso seco aumentó con el incremento en el tamaño de la semilla.

Mohammed et al., (1989) en un estudio del efecto del tamaño de semilla en la germinación y otros factores en maíz; encontraron que las semillas de tamaño medio presentaban mayor velocidad de elongación de plúmula, así como interacción cultivar x tamaño de semilla.

Frijol

El frijol es de las especies menos contempladas en investigaciones de esta naturaleza. Así (Wester y Magruder, citado por Filho y Avancine 1983), trabajando con semilla de frijol de lima (Phaseolus lunatus L.), y de especies afines constataron que el tamaño de semilla no afectó la germinación; sin embargo, en el campo, el desenvolvimiento inicial de las plantas fue directamente proporcional al tamaño de semilla. Información semejante fue obtenida por El-Saeed (1967) con haba (Vicia faba L.). Salih (1984), trabajando con la misma especie cv. Hudeiba 72 en la producción y componentes de rendimiento, encontró que el tamaño de semilla no afectó la producción y otras variables, excepto el número de vainas por planta, el cual se incrementó conforme se aumentaba el tamaño de semilla. Sin embargo, Nijhawan et al., (1991) observaron en frijol mungo cultivar Pusa-Baisakhi que los tamaños grandes produjeron más que los tamaños chicos y sin clasificar.

Bryssine (1960), en un estudio con soya, lenteja y frijol, concluyó que las plantas obtenidas de semillas grandes crecen y

producen más que las plantas provenientes de semillas pequeñas. Constantando lo anterior Figueiredo y Vieira (1970) observaron que en frijol cultivar RIIO 23 las semillas pequeñas dieron origen a plantas más bajas y menos productivas, en relación con el cultivar Manteigao Fosco 11, en donde el tamaño de semilla se relaciona apenas con la altura media de planta.

Por otro lado, tras una cuidadosa revisión de literatura, Silva. (citado por Filho y Avancine, 1983), hizo un resumen de las principales tendencias de los efectos de tamaño de semilla en leguminosas:

- a) La emergencia de plántulas originadas de semillas pequeñas en campo o invernadero, siempre es menor que las originadas de semillas grandes y frecuentemente inferior a las medianas.
- b) Poblaciones establecidas con semillas pequeñas generalmente están íntegramente constituidas por plantas de menor altura, incluso 20-30 días después de sembradas, además de presentar parámetros inferiores.
- c) La superioridad en producción utilizando semillas grandes en general no fue comprobada.

Alam y Locascio (1966) probando tres tamaños de semilla de frijol, observaron que la altura de planta, peso fresco y rendimiento aumentaba con las semillas de mayor tamaño. El porcentaje de germinación, por otro lado, no fue afectado por el tamaño de la semilla. Giraldo (1980), al evaluar la influencia del tamaño de semilla certificada en el vigor y germinación de soya, frijol y maíz, concluyó que las semillas grandes presentan mayor germinación, índice de vigor y altura de plantas; dicha diferencia es más marcada en soya y frijol. Resultados semejantes fueron obtenidos por Saculmuthita (1987).

Faiguenbaun y Romero (1989), estudiando cuatro tamaños de semilla en frijol donde evaluaron el área foliar, peso seco, porcentaje de germinación y altura de planta, encontraron que el tamaño más grande resultó ser mejor en todas las variables evaluadas.

Por su parte Filho y Avicine (1983) mencionan que las clases de tamaño medio y grande tienen mejor comportamiento en germinación y envejecimiento acelerado en laboratorio, así como en emergencia, establecimiento final de planta y producción en campo. Sin embargo Pearson y Miklas (1992), evaluando los cultivares Olathe y Nodak con tres tamaños de semillas sembradas a tres profundidades, encontraron que el tamaño de semilla no siempre afecta la producción, ya que su efecto evaluado durante dos años fue inconsistente. Al respecto White *et al.* (1992) encontraron que el tamaño de semilla grande estuvo asociado con la reducción de la producción y del crecimiento en 16 genotipos evaluados en dos sitios en Colombia.

Trigo

Evans y Bhatt (1977a) señalan que el vigor de plántula en cereales está reportado por ser influenciado por el tamaño de semilla, contenido de proteína de la semilla y genotipo. Además menciona que estos factores son de significativa importancia si el vigor de plántula es usado como un criterio de selección en el mejoramiento de cereales. Evans y Bhatt (1977b) encontraron una correlación positiva y significante de estos factores sobre el vigor de plántula de trigo. Nayeem y Deshpande (1987) encontraron que el peso volumétrico se correlacionó con longitud de plúmula y peso seco de plántula, además hubo relación entre vigor de plántula y tamaño de semilla.

El 90% de la variación del vigor de plántulas se debe a diferencias en el tamaño de la semilla (Boyd *et al.*, 1971). Lowe *et al.* (1972), Lowe y Ries (1972 y 1973) y Ries y Everson (1973) encontraron relación entre tamaño de semilla y contenido de proteína con la producción final y vigor de plántula, medido este último como peso seco.

Evans y Bhatt (1977a) señalan que el vigor de plántula en cereales está influenciado por el tamaño de semilla, contenido de proteína de la semilla y genotipo. Además mencionan que estos factores son de significativa importancia si el vigor de plántula es usado como un criterio de selección en el mejoramiento de cereales.

Nayeem y Deshpande (1987) encontraron que el peso volumétrico se correlacionó con longitud de plúmula y peso seco de plántula, además hubo relación entre vigor de plántula y tamaño de semilla.

Cebada

Kaufmann y MacFadden (1963), comparando la producción obtenida a partir de semilla pequeña y grande del mismo cultivar de cebada, obtuvieron una mayor producción con el uso de semilla grande, reportando visibles diferencias en el vigor de plántula. Kaufmann y Guitaro (1967), usando dos cultivares de cebada, hallaron relación positiva entre tamaño de semilla, vigor de plántula y producción. Por su parte, MacDaniel (1969) reporta que semillas de cebada más pesadas originaron plántulas con mayor materia seca, atribuyéndolo a una más alta producción de energía en forma de ATP, debido a un elevado contenido de proteína mitocondrial.

Sorgo

Abdullahi y Vanderlip (1972), encontraron en el cultivar sorgo R5610 que la germinación y establecimiento en campo fueron más altas con semilla de tamaño medio, siendo más bajos para el tamaño chico, funcionando las semillas grandes mejor en las pruebas de laboratorio que en campo. También observaron que el tamaño de la semilla afectó significativamente la floración, pero no al rendimiento de grano.

Soya

La relación entre el tamaño de semilla y su calidad está extensivamente estudiada en soya. Smith y Camper (1975) señalan que la semilla clasificada de un lote, independientemente del tamaño, produce más que las semillas sin clasificar de algún lote. Su resultado sugiere una ventaja de semillas de tamaño uniforme sobre semillas de tamaño variable y una superioridad de la semilla grande sobre la semilla pequeña dentro de una población de semilla de soya en términos de uno o varios aspectos de desempeño como la germinación, emergencia, vigor de plántula, crecimiento y rendimiento.

Edwards y Hartwig (1971) compararon germinación y emergencia de tres líneas isogénicas de soya difiriendo en tamaño de semilla, y hallaron que las semillas pequeñas germinaban y emergían más rápidamente, lo cual concuerda con lo reportado por Hopper et al. (1979).

Los estudios realizados por Aguilar y Wetzel (citados por Delouche 1980) son útiles en la clarificación de la relación del tamaño de semilla y calidad en soya. Ellos encontraron que la calidad de semilla, germinación y vigor, están asociados con el

tamaño de la semilla dentro de un lote (población), pero no entre lotes dentro de un cultivar o entre cultivares. Estos autores concluyen que la comparación de tamaño de semilla en soya es únicamente significativa cuando el tamaño es expresado como una desviación del promedio del tamaño de semilla de un lote o población de semilla.

Carvalho *et al.* (1980) en un estudio para determinar la relación del tamaño de semilla y el potencial de almacenamiento mediante el uso de la prueba de envejecimiento acelerado, evaluando emergencia total, velocidad de emergencia y contenido de material seco encontraron cierta inconsistencia en cuanto a emergencia total, no así para velocidad de emergencia y contenido de materia seca, observando además una tendencia de que las semillas de mayor tamaño tenía un mayor potencial de almacenamiento.

Vanangamundi *et al.* (1985) encontraron que el porcentaje de germinación, emergencia en campo y vigor de plántula fueron afectados por el tamaño de semilla; por el contrario Hoy y Gamble (1985 y 1987) reportan que los efectos de tamaño de semilla y densidad en la viabilidad y vigor no parecen ser de suficiente magnitud en los lotes de semilla para permitir mejorar el vigor a gran escala a través de procesamiento o acondicionamiento.

Kler y Dhillon (1984) mencionan que la semilla pequeña presenta mayor velocidad de germinación y produce plantas con crecimiento más vigoroso y alto contenido de clorofila en las hojas que las semillas de tamaño medio y grande; pero que las semillas grandes producen mayor materia seca a 30 días después de la siembra. Estos autores no encontraron diferencias en la producción por efecto del tamaño de semilla, lo cual coincide con lo reportado por Hoy y Gamble (1987) y Johnson y Luedders (1974), quienes tampoco encontraron efecto en la emergencia.

Minbar (1987) menciona que el efecto del tamaño de la semilla en el crecimiento de la planta existe durante el período temprano de crecimiento y que la producción de soya por planta no es afectado por el tamaño de semilla, lo cual fue confirmado por Tekrony et al., (1987) y Reddy et al., (1989) quienes encontraron que el tamaño de semilla está asociado negativamente con el contenido de proteína, y positivamente con el contenido de aceite, sugiriendo que la clasificación de semilla puede ser usada para separar semilla pequeña para extracción de proteína y semilla grande para extracción de aceite.

En girasol, Adamo et al., (1984) no encontraron efecto del tamaño de semilla sobre la producción y calidad de la semilla resultante, evaluada a través del contenido de aceite, peso de 100 semillas, germinación estándar e índice de velocidad. Sin embargo, Hernández (1985) en el mismo cultivo encontró que el tamaño de semilla es determinante en el total de materia seca producida por plántula, confirmando que existe una fuerte relación entre tamaño de la semilla y el vigor de la plántula.

Major (1977) encontró que el tamaño de semilla de Brassica campestris L. cultivar Span y B. napus L. cultivar Zephyr, presentó una relación positiva con el vigor de plántulas; pero no así con la producción y componentes de rendimiento.

Saculmuthita (1987) evaluando peso específico y tamaño de semilla en varios cultivos, encontró que semillas de cacahuate de tamaño mediano y chico mostraron mayor vigor que las semillas grandes. Asimismo, las semillas ligeras presentaron mayor vigor que las semillas pesadas y las semillas pequeñas presentaron alta velocidad de germinación.

Esta prueba se realizó de acuerdo al procedimiento empleado por Rincón y Molina (1991), se utilizaron cajas sandwicheras con 80 ml de agua destilada, haciendo un total de cuatro repeticiones de 25 semillas cada una después de cerrar herméticamente las

cajas, éstas se introdujeron en un horno marca Memmert a 40°C , $\pm 1^{\circ}\text{C}$ con una humedad relativa de aproximadamente 100% durante 96 horas; posteriormente se hizo la prueba de germinación como se describió anteriormente.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del sitio experimental

El presente trabajo se llevó a cabo en el laboratorio de semillas e invernadero del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo, México, en otoño de 1993.

3.2 Material genético

El material genético utilizado para este estudio estuvo integrado por tres variedades de frijol: Bayomex, Pinto Texcoco y Canario 107. La semilla de estos materiales fue producida por el Centro de Investigación Agrícola del ICAMEX, (Instituto de Investigación y Capacitación Agrícola del Edo. de México) siendo semilla del ciclo agrícola primavera-verano 1992.

En el caso del maíz las variedades que se utilizaron fueron: Santiago Yeche, VS-11 y C-118, materiales que también fueron generados por el Centro de Investigaciones Agrícolas del ICAMEX durante 1992.

3.3 Diseño experimental y de tratamientos

El experimento se estableció en un diseño completamente al azar, con cuatro repeticiones, manejándose para frijol, 36 unidades experimentales producto de un factorial completo de tres variedades por tres tamaños de semilla, mientras que para maíz fueron 60 unidades, cinco generadas de cinco tamaños de semilla y tres variedades.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en este estudio.

TRATAMIENTO	ESPECIE	VARIEDAD	FORMA	TAMAÑO
1	Maíz	Stgo. Yeche	Plano	Grande
2	Maíz	Stgo. Yeche	Plano	Medio
3	Maíz	Stgo. Yeche	Plano	Chico
4	Maíz	Stgo. Yeche	Bola	Grande
5	Maíz	Stgo. Yeche	Bola	Medio
6	Maíz	VS-11	Plano	Grande
7	Maíz	VS-11	Plano	Medio
8	Maíz	VS-11	Plano	Chico
9	Maíz	VS-11	Bola	Grande
10	Maíz	VS-11	Bola	Medio
11	Maíz	C-118	Plano	Grande
12	Maíz	C-118	Plano	Medio
13	Maíz	C-118	Plano	Chico
14	Maíz	C-118	Bola	Grande
15	Maíz	C-118	Bola	Medio
16	Frijol	Bayomex	Unico	Grande
17	Frijol	Bayomex	Unico	Medio
18	Frijol	Bayomex	Unico	Chico
19	Frijol	Pinto-Textcoco	Unico	Grande
20	Frijol	Pinto-Textcoco	Unico	Medio
21	Frijol	Pinto-Textcoco	Unico	Chico
22	Frijol	Canario 107	Unico	Grande
23	Frijol	Canario 107	Unico	Medio
24	Frijol	Canario 107	Unico	Chico

3.4 Conducción del experimento

3.4.1 Separación de la semilla de frijol

En una muestra de trabajo de cada una de las variedades (Bayomex, Pinto Texcoco, Canario 107), se hizo la separación de tamaños utilizando tres cribas de perforaciones redondas con las siguientes dimensiones: 22/64" (9 mm), 20/64" (8 mm) y 18/64" (7 mm); considerando semilla grande la que retuvo la criba de 22/64" (9 mm), mediana la que quedó en la criba 20/64" (8 mm) y chica la que retuvo la criba de 18/64" (7 mm).

3.4.2 Separación de la semilla de maíz

Para separar la semilla por forma en plana y redonda se utilizó en cada variedad una criba de perforaciones oblongas con dimensiones de 13/64" (5 mm) x 3/4" (19 mm). Considerándose semilla plana la que pasó a través de la criba y redonda la que quedó en la misma.

La separación por tamaño dentro de formas se hizo utilizando tres cribas con perforaciones redondas con las siguientes dimensiones: 22/64" (9 mm), 20/64" (8 mm) y 18/64" (7 mm). Dentro de cada forma se consideró semilla grande la que retuvo la criba de 22/64" (9 mm), mediana la que quedó en la criba 20/64" (8 mm) y chica la que retuvo la criba de 18/64" (7 mm); en este último caso se hizo sólo en la semilla plana.

3.5 Evaluación de la calidad fisiológica

A partir de la separación por tamaño de semilla, se establecieron en invernadero y laboratorio los experimentos para determinar los índices de calidad fisiológica. Para ello, se usaron cuatro repeticiones con 25 semillas de cada variedad de maíz y frijol.

Las pruebas que se realizaron para evaluar la germinación y el vigor de semillas fueron:

3.5.1 Prueba de germinación

Esta prueba se realizó en una cámara germinadora marca Seedburo a temperatura de $25 \pm 10^{\circ}\text{C}$, de acuerdo con ISTA (1993). Como sustrato se utilizó papel toalla "sanitas" en forma de "tacos" que se colocaron en una bolsa de plástico que a su vez se introdujeron en la cámara germinadora.

3.5.2 Envejecimiento Acelerado.

De acuerdo con Rincón y Molina (1990), se utilizaron cajas "sandwicheras" con 80 ml. de agua destilada, haciendo un total de cuatro repeticiones de 25 semillas cada una; después de cerrar herméticamente las cajas, estas se introdujeron en un horno marca Memmert a 40°C , teniendo más o menos un grado de oscilación y humedad relativa de aproximadamente 100% durante 96 horas; posteriormente se realizó la prueba de germinación como se describió anteriormente.

3.5.3 Velocidad de emergencia

Esta prueba se realizó en almácigos usando como sustrato arena de río. La siembra se llevó a cabo a dos centímetros de profundidad y con un distanciamiento entre plántulas de dos cm así como de cinco entre hileras. Al inicio de la emergencia se realizaron conteos diarios del número de plántulas emergidas, siendo la duración de la prueba 12 días. Los resultados se expresaron como Índice de Vigor (IV) calculado en base a la ecuación propuesta por Maguire (1962).

$$IV = X_1/1 + \dots + X_{i-1}/n-1 + X_i/n,$$

donde:

X_i = Número de semillas germinadas por día

n = Número de días después de la siembra

3.5.4 Longitud de la parte aérea

Al final de la prueba de velocidad de emergencia se tomaron todas las plántulas, y se procedió a la medición de la longitud de la parte aérea, expresada en cm, considerando desde la superficie del suelo hasta el ápice de la hoja más larga.

3.5.5 Peso seco de la parte aérea

La parte aérea de la plántulas fueron secadas en una estufa a 80°C por un día, y el peso se expresó en gramos.

3.6 Análisis estadístico

Para la evaluación de las pruebas de germinación y vigor de semillas, se hizo el análisis de varianza y se aplicó la prueba comparación de medias de Tukey ($p \alpha = 5\%$) en aquellas pruebas que mostraron diferencias significativas. Los valores obtenidos en porcentaje fueron transformados con la función arco-seno para ser trabajados bajo una distribución normal.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Análisis de varianza

Los resultados del análisis de varianza muestran que hubo diferencias significativas todas las pruebas con excepción de la prueba de frío, lo que indica que casi todas las pruebas son eficientes para diferenciar niveles de semilla en ambas especies (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis de varianza para las pruebas de calidad fisiológica evaluadas en los diferentes tamaños de semillas de maíz y frijol. Chapingo, Méx. 1993.

PRUEBA	CUADRADO MEDIO	SIGNIFICANCIA
Germinación	46.5	*
Prueba de frío	76.62	N.S.
Envejecimiento acelerado	53.22	*
Velocidad de emergencia	0.01	**
Altura de la plántula	2.62	**
Peso seco de plántula	0.28	**

4.2 Análisis de los resultados de las variedades de maíz

Prueba de germinación

En la prueba de comparación de medias para la prueba de germinación (Cuadro 3), se observa que no existe un comportamiento diferencial para tamaño de la semilla, con

excepción del tamaño bola media en la variedad Stgo. Yече en donde se obtuvo numéricamente el menor porcentaje de germinación.

No obstante de que la prueba no detectó diferencias estadísticas entre tamaños se aprecia una tendencia de que la semilla bola tiende a mostrar el menor porcentaje de germinación dentro de las variedades Stgo. Yече y C-118.

Cuadro 3. Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) en la prueba de germinación de diferentes tamaños de semilla de maíz. Chapingo, Méx. 1993.

TAMAÑO DE SEMILLA	V A R I E D A D		
	STGO. YECHE	VS-11	C-118
Plano grande	78.5 ABC	83.0 ABC	90.0 A
Plano medio	78.1 ABC	87.1 AB	90.0 A
Plano chico	87.1 AB	83.9 ABC	81.8 ABC
Bola grande	73.9 ABC	87.1 AB	90.0 A
Bola media	69.3 BC	87.1 AB	72.3 ABC

Envejecimiento acelerado

En relación a la prueba de envejecimiento acelerado para maíz (Cuadro 4), se aprecia un comportamiento estadísticamente similar para los tres tamaños en las tres variedades, no obstante se muestra una tendencia a un menor vigor en semilla de tipo bola grande, siendo más marcado dicho efecto en las variedades Santiago-Yече y C-118, situación que puede explicarse porque a pesar de que el embrión cuenta con las reservas suficientes esta es la semilla que maduró primero y en este sentido su deterioro se presenta más rápido que el resto de las semilla.

Cuadro 4. Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) en la prueba de envejecimiento acelerado para tamaño de semilla de maíz, Chapingo. Méx.

TAMAÑO DE SEMILLA	V A R I E D A D		
	STGO. YECHE	VS-11	C118
Plano grande	63.7 AB	65.6 AB	52.6 B
Plano medio	75.3 AB	68.9 AB	60.3 AB
Plano chico	73.2 AB	62.8 AB	59.0 AB
Bola grande	49.0 B	60.7 AB	46.4 B
Bola media	57.1 AB	61.7 AB	53.3 B

Velocidad de emergencia

Con respecto a la velocidad de emergencia de las variedades de maíz (Cuadro 5), se aprecia que la prueba no permitió diferenciar niveles de vigor entre tamaños de semilla dentro de variedades, aún cuando estadísticamente fueron iguales, lo que puede ser atribuido en el vigor intrínseco de las variedades de polinización libre. Asimismo cabe destacar que la semilla plana chica, nunca se ve superada por la grande, lo que indica que el menor tamaño influye en una imbibición más rápida que a su vez se refleja en una mejor velocidad de emergencia. En la bola no se presenta tan evidente tal diferencia ya que los tamaños no son tan contrastantes como en el caso de semilla plana grande vs chica.

Cuadro 5. Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) de las variedades de maíz en la prueba de velocidad de emergencia de diferentes tamaños de semilla de maíz, Chapingo, Méx.

TAMAÑO DE SEMILLA	V A R I E D A D					
	STGO.-YECHÉ		VS-11		C-118	
Plano grande	3.2	ABC	3.1	BCD	3.1	BCD
Plano medio	3.4	A	3.1	BCD	3.1	BCD
Plano chico	3.4	A	3.3	AB	3.1	BCD
Bola grande	3.1	BCD	3.3	AB	2.9	D
Bola media	3.1	BCDC	3.1	BCD	3.0	CD

Longitud de plántula

En la prueba de comparación de medias para longitud de plántula de maíz (Cuadro 6), se observó que en la variedad Santiago-Yeche presentó diferencias estadísticas entre tamaño, dándose el crecimiento de la plántula conforme al tamaño de semilla, es decir a medida que la semilla es más grande la altura fue mayor. En la variedad VS-11 el tamaño de la semilla se comporta uniformemente, sin embargo es notable que el plano grande y bola grande tienden a ser mejores con respecto a los demás tamaños, así mismo se aprecia que en C-118 los dos primeros tamaños de semilla plana, son potencialmente mejores que las bolas; esta situación se puede explicar en virtud de que la semilla es más grande y presenta más reservas produciendo plantas más grandes y vigorosas.

Cuadro 6. Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) de cinco tamaños de semillas de maíz en la prueba de longitud de plántula. Chapingo, Méx. 1993.

TAMAÑO DE SEMILLA	V A R I E D A D		
	STGO.-YECHÉ	VS-11	C-118
Plano grande	18.1 DEFGH	15.8 HI	15.1 GHI
Plano medio	17.3 EFGH	12.6 I	13.8 HI
Plano chico	17.0 FGH	11.6 I	12.0 I
Bola grande	15.4 GH	15.7 HI	12.4 I
Bola media	14.9 GH	14.3 HI	12.5 I

Peso seco de plántula

Los resultados de la prueba de comparación de medias para peso seco de plántula en maíz (Cuadro 7), muestra que en la variedad Santiago-Yeche no existe una respuesta diferencial por efecto de los diferentes tamaños; asimismo en relación a las variedades VS-11 y C-118, se puede notar una mejor respuesta en los tamaños plano grande y mediano, así como bola grande, siendo el plano chico y bola media los de un comportamiento deficiente. Se puede explicar esta situación ya que las semillas grande al tener más reserva resulta por ende en una plántula más pesada y vigorosa.

Cuadro 7. Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) de tres tamaños de semilla, en prueba de peso seco de plántula de maíz. Chapingo, Méx. 1993.

TAMAÑO DE SEMILLA	V A R I E D A D			
	STO.-YECHE	VS-11	C-118	
Plano grande	1.2 GH	0.7 IJK	1.0 GHIJK	
Plano medio	1.0 GHIJ	0.7 IJK	0.9 GHIJK	
Plano chico	1.0 GHI	0.5 K	0.6 JK	
Bola grande	1.0 GHI	1.0 GHI	0.9 GHIJK	
Bola chica	0.9 GHIJK	0.7 IJK	0.7 HIJK	

4.3 Análisis de resultados de las variedades de frijol.

Prueba de germinación

En los resultados de prueba de germinación, se aprecia en la comparación de medias (Cuadro 8) las variedades Bayomex y Pinto Texcoco no presentaron diferencias para los tres tamaños manejados en el porcentaje de germinación, mientras que en la variedad Canario-107 el tamaño grande muestra una germinación menor que el resto de los tamaños.

El primer caso se puede explicar en virtud de que la prueba se hace bajo condiciones favorables de temperatura y humedad; y el segundo caso se explica por la mayor rapidez con que se imbebe la semilla chica y mediana, mientras que en el tamaño grande presenta un comportamiento lento en este aspecto.

Cuadro 8. Comparación de medias (Tukey $\alpha = 0.05$) de tres tamaños de semilla de frijol, en la prueba de germinación . Chapingo, Mex. 1993.

TAMAÑO DE SEMILLA	V A R I E D A D		
	BAYOMEX	PINTO-TEXCOCO	CANARIO 107
Grande	74.5 A	72.3 A	65.6 C
Medio	71.5 A	72.6 A	71.5 A
Chico	71.7 A	73.8 A	71.6 A

Envejecimiento acelerado

El comportamiento de los resultados de la prueba de envejecimiento acelerado para frujol (Cuadro 9), muestra que hubo seria reduccion de la capacidad germinativa solo en variedades Bayomex y Canario-107 en comparación con la prueba de germinación estándar, asimismo se aprecia que no hay una tendencia clara para diferenciar los niveles de vigor entre tamaños de semilla en las tres variedades. Es de resaltar que para la variedad Pinto-Textcoco tanto en la prueba de germinación estándar como en la de envejecimiento acelerado, se presentan resultados similares.

Cuadro 9. Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) de tres tamaños de semilla de frijol, en la prueba de envejecimiento acelerado. Chapingo, Méx. 1993.

TAMAÑO DE SEMILLA	V A R I E D A D		
	BAYOMEX	PINTO-TEXCOCO	CANARIO 107
Grande	61.0 AB	73.0 AB	52.0 B
Mediano	53.5 B	73.2 AB	56.2 AB
Chico	64.9 AB	84.2 A	51.9 B

Velocidad de emergencia

Respecto a la velocidad de emergencia (Cuadro 10), para la variedad Pinto-Textcoco no hay respuesta diferencial por efecto del tamaño de semilla, no así para las variedades restantes en donde hay un mejor comportamiento de la semilla chica en la variedad Bayomex, situación que se puede explicar en virtud de que la semilla pequeña alcanza más rápidamente su imbibición y entonces una velocidad de emergencia mayor. Sin embargo esta situación no concuerda con la variedad Canario 107, en donde el mayor tamaño, aunque no significativamente, tiende a una mayor velocidad, evento que puede explicarse con los argumentos de algunas investigaciones que establecen mayor velocidad de emergencia a mayor peso de semilla.

Cuadro 10. Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) de la prueba de velocidad de emergencia en tres tamaños de semilla de frijol. Chapingo, Méx. 1993.

TAMAÑO DE SEMILLA	V A R I E D A D		
	BAYOMEX	PINTO-TEXCOCO	CANARIO 107
Grande	3.0 C	3.4 A	3.1 ABCD
Medio	3.2 ABC	3.4 A	3.2 ABC
Chico	3.2 ABC	3.3 AB	3.0 CD

Longitud de plántula

En la prueba de comparación de medias para la longitud de la plántula (Cuadro 11), se puede observar que en la variedad Bayomex, los tamaños muestran el mismo comportamiento, sin embargo, hay la tendencia del aumento en la longitud de la plántula a un menor tamaño de semilla; asimismo en la variedad Pinto-Textcoco y Canario 107, el comportamiento fue contrastante al anterior, ya que los tamaños grandes mostraron una mayor longitud de plántulas.

Esto se puede deber a que las semillas grandes poseen más reservas y por ende una mayor longitud de plántula en el caso de las variedades de Pinto-Textcoco y Canario 107, pero en la variedad Bayomex se explica que el tamaño chico de mayor longitud de plántula como una respuesta de las características genotípicas de la semilla se imbebe más rápidamente a una semilla grande.

Cuadro 11. Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) para altura de plántula de semilla de frijol de diferentes tamaños. Chapingo, Méx. 1993.

TAMARO DE SEMILLA	V A R I E D A D		
	BAYOMEX	PINTO-TEXCOCO	CANARIO 107
Grande	22.7 AB	21.4 BC	19.8 BC
Medio	23.3 AB	22.1 BC	18.6 C
Chico	26.8 A	18.7 C	17.0 C

Peso de plántula

En la prueba de peso seco de plántula (Cuadro 12), los resultados obtenidos confirmaron que en las tres variedades existe un descenso según el tamaño de que se trate, mostrando en los tamaños grandes mayor peso seco de plántula seguido del tamaño medio y por último el tamaño chico.

Estos resultados se explican como consecuencia de que las semillas grandes y medianas contiene más cantidad de reservas para su desarrollo, que las semillas de tamaño chico, reflejándose en una plántula más pesada.

Cuadro 12. Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) para la prueba de peso seco de plántulas de semilla de frijol de diferentes tamaños. Chapingo, Méx. 1993.

TAMAÑO DE SEMILLA	V A R I E D A D		
	BAYOMEX	PINTO-TEXCOCO	CANARIO 107
Grande	3.1 A	1.7 EF	2.3 BC
Medio	2.4 B	1.7 EF	1.9 C
Chico	2.1 BC	1.3 F	1.7 EF

V. CONCLUSIONES

1. El tamaño de la semilla no influye sobre el comportamiento de la germinación de maíz y frijol.
2. El envejecimiento acelerado como prueba de vigor tiende a identificar el tamaño bola como de menor vigor en maíz, sin embargo, en frijol no identifica diferencia entre tamaño.
3. La velocidad de emergencia no es muy eficiente para diferenciar niveles de vigor para tamaño de semilla.
4. La longitud de plántula puede ser usada como prueba de vigor ya que presenta una relación directa con el tamaño de semilla en ambas especies, con excepción de las variedades Bayomex y VS-11 en frijol y maíz respectivamente.
5. El peso seco de plántula fue el mejor indicador del vigor en todos los tratamientos, teniendo que el de mayor tamaño de semilla expresa un mejor peso seco de plántula.
6. Las semillas de maíz de mayor vigor fueron las de tamaño plano grande y mediano.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Abdul Baki, A.A. 1980. Biochemical aspect of seed vigor. Hort Sci. 15:765-771.
- Abd-El-Rahman, N. and R. Bourdu. 1986. The effect of grain size and shape on some characteristics of early maize development. Maize abst. 2(6):3276.
- Abdullahi, A. and R.L. Vanderlip. 1972. Relationships of vigor test and seed establishment. Agron. J. 64(2):143-144.
- Adamo, P.E. R. Sader e D.A. Banzatto. 1984. Influencia do tamanho a producao e qualidade de sementes de girassol. Rev. Bras. Sementes 6(3):9-14
- Alam, Z. and S.J. Locascio. 1966. Effect of seed size and depth of planting on broccoli and beans. Hort. Abst. 36(4):6531.
- Austenson, H.M. and P.D. Walton. 1970. Relationships between initial seed weight and mature plant characters in spring wheat. Canadian Journal of Plant Science. Vol. 50:53-58.
- Bartel, A. T. 1941. Green seeds in immature small grains and their relation to germination. J. Amer. Soc. Agron. 33:732-738.
- Barla-Szabo, G. and B. Dolinka. 1986. Relation between biological quality and size of seed in maize seed. Maize abstracts. 2(2):77.
- Bustamante, L. 1982. Semillas: control y envaluación de su calidad: En: Actualización sobre tecnología de semillas. UAAAN. Saltillo, Méx.

- Bisnhoi, V.R. 1974. Physiological maturity of seeds in triticale hexaploid. *Crop Sci.* 14:819-821.
- Boyd, W.J.R.; A.G. Gordon and L.J. LaCroix. 1971. Seed size, germination resistance and seedling vigor in barley: *Canadian Journal of plant science.* Vol. 51:93-99.
- Bryssine, P. 1960. Les variations phenotypiques du genotype chez les legumineuses en fonction de la dimension des semencos. *Field Crop abst.* 36:26.
- Burris, J.S., O.T. Aoje and A.H. Wahab. 1973. Effect of seed size an seedling performance in soybeans. II Seedling growth, photosynthesis and field performance. *Crop Sci.* 13:207-210.
- Carleton, A.E. and C.S. Cooper. 1972. Seed size effects upon seedling vigor of three foraje legumes. *Crop Science.* Vol. 12:183-186.
- Carvalho, N.M., I.A. Thomazinellis and E.A.M.F.X. de Camargo. 1980. Relacoes entre o potencial de armazenamento das sementes em duas cultivares de soya. *Rev. Bra. Sem.* 2(3):14-35.
- CIAT. 1983. Metodología para obtener semilla de buena calidad. Cali, Colombia. 198 p.
- CIAT. 1979. Semilla de frijol de buena calidad, Cali, Colombia. 38 p.
- Collier, J.W. 1963. Caryopsis development in several grain sorghum varieties and hibrids. *Crop Sci.* 3:419-421.
- Copeland, L.O. 1976. Speed of germination-AID in selection and e valuation for seedling emergence and vigour. *Crop Sci.* 2:176-177.

- Demirlicakmak, Ahmet and M.L. Kaufmann; L.P.V. Johnson. 1963. The influence of seed size and seeding rate on yield and yield components of barley. *Canadian Journal of Plant Science*. Vol. 43:330-337.
- Delouche, J.C. and C. Baskin. 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Sci and Technol.* 1:473-476.
- Delouche, J.L. 1980. Environmental effects on seed development and seed quality. *Hort. Sci.* 15(6):775-780.
- Duffus, Carol M. and J.C. Slaughter. 1985. Las semillas y sus usos. Ed. AGT editor S.A., México, D.F. 188 p.
- Edwards, C.J., Jr. and E.E. Hartwing. 1971. Effect of seed size upon rate of germination in soybean. *Agron. J.* 63(3):428-430.
- Escalante Estada, Luis Enrique. 1988. Producción de semillas mejoradas. Colegio Superior Agropecuario del estado de Guerrero. Cocula, Gro., 109 p.
- El-Saeed, E.A.K. 1967. Seed size as a varietal difference in broad beans. *J. Agric. Sci.* 68(1):69-73.
- Evans, L.E. and G.M. Bhatt. 1977a. A Nondestructive technique for measuring seedling vigor in wheat. *Can. J. Plant Sci.* 57:983-985.
- Evans, L.E. and G.M. Bhatt. 1977b. Influence of seed size, protein content and cultivar on early seedling vigor in wheat. *Can. J. Plant Sci.* 57:929-935.
- Fiala, F. 1981. Cold test. In: D.A. Perry (Ed) *Handbook of vigour test methods*. Zurich, Switzerland.

- Figueiredo, S.M. e E.C. Vieira. 1970. Efecto do tamanho das sementes sobre o "staund" producao e altura das plant, na cultura do feijao (Phaseolus vulgaris L.). Rev. Ceres. 17(91):47-60.
- Filho, J.M. e F. Avancine. 1983. Tamanho da semente de feijao e desempenhado veijoeiro. Pesq. Agrop. Bras. 18(9):1001-1008.
- Fiegenbaum, M.H. y L. Romero. 1989. Efecto del tamaño de semilla sobre la germinación, vigor y crecimiento de las plantas en un cultivar de frijol. Ciencia e Investigación Agraria. 6(3):123-128.
- Fontes, L.A.N. and A.J. Ohlrogge. 1972. Influence of seed size and population on yield and other characteristics of soybean (Glicine max (L.) Merr.). Agronomy Journal. Vol. 61:833-836.
- Giraldo Z., M. 1980. Influencia del tamaño de la semilla certificada de soya, maíz y frijol, en vigor y germinación. En: Resúmenes analíticos sobre frijol. CIAT. 5:92.
- Goodwin, P.B. and Siddique, M.A. 1984. Seed development and quality in bean. In: Control of crop productivity. Sidney, Editorial C.J. Pearson. p. 127-139.
- Gutiérrez Hernández, German Fernando. 1988. Calidad de semilla de maíz en función de factores genéticos fisiológicos y ambientales. Tesis. Chapingo, Méx.
- Harlan, H.V. and M.N. Pope. 1922. The germination of barley seeds harvested at different stages of growth. Journal Hered. 13:72-75.

- Hernández L., A. 1985. Efecto de la fertilización y densidad de población en el rendimiento y calidad de semilla de girasol. Tesis M.C. C.P. Montecillo, Méx.
- Heydecker, W. 1972. Vigor. In: E.H. Roberts (Ed). Viability of seeds. Syracuse University Press. Syraeuse, N.Y. p. 209-252.
- Hicks, D.R.; R.H. Peterson; W.E. Lueschen and J.H. Fords. 1976. Seed grade effect on corn performance. Agronomy Journal. Vol. 68-819-820.
- Hopper, N.W., Jr. Overholt and J.R. Martin. 1979. Effect of cultivar, temperature and seed size on the germination and emergence of sogbeans. Annals of botany. 44(3):301-308.
- Horlings, G.P.; E.E. Gamble and S. Shanmugasundaram. 1991. The influence of seed size and seed coat characteristics on seed quality of soybean in the tropics: field weathering. Seed Science and Technology. Vol. 19:665-685.
- Hoy, D.J. and E.E. Gamble. 1985. The effects of seed and seed density on germination and vigor in soybean. Can J. Plant Sci. 65(1):1-8.
- Hyoungh, W.S.; A.J. Casady and R.L. Vanderlip. 1974. Influence of sorghum seed weight on the performance of the resulting crop. Crop Science. Vol. 14:835-836.
- Hicks, D.R.; R.H. Peterson; W.E. Lueschen and J.H. Fords. 1976. Seed grade effect on corn performance. Agronomy Journal. Vol. 68:819-820.
- Horlings, G.P.; E.E. Gamble and S. Shanmugasundaram. 1991. The influence of seed size and seed coat characteristics on seed quality of soybean in the tropics: field weathering. Seed Science and Technology. Vol. 19:665-685.

- ISTA. 1993. International rules for seed testing. Seed Sci. and Technol. 21:9-275.
- Johnson, D.R. and V.D. Luedders. 1974. Effect of planted seed size on emergence and yield of soybeans (*Glycine max* (L.) Merr.). Agronomy Journal. Vol. 66:117-118.
- Johnson, D.R. and V.D. Luedders. 1974. Effect of plant seed size on emergence and yield of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) Agron. J. 66(1):117-118.
- Kaufmann, M.L. and A.D. McFadden. 1963. The influence of seed size on results of barley yield trials. Canadian Journal of Plant Science. Vol. 43:51-59.
- Kaufmann, M.L. and A. Guitard. 1967. The effect of seed size on early plant development. In: Barley. Can. J. Plant Sci. 47:73-78.
- Kelly, A.F. 1989. Seed planning and policy for agricultural production. Belhaven Press. London, England.
- Kernick, M.D. 1961. Agronomía. En: Las semillas hortícolas. FAO. Roma, Italia.
- Kler, D.S. and G.S. Dhillon. 1984. Effect of seed size on the growth and yield of soybean. Field crop abst. 37:261.
- Major, D.J. 1977. Influence of seed size on yield and yield components of rape. Agron. J. 69:541-543.
- Maranville W., Jerry and Max D. Clegg. 1977. Influence of seed size and density on germination, seedling emergence, and yield of grain sorghum. Agronomy Journal. Vol. 69:329-330.

- Martínez Guerrero, Juan José. 1984. Viabilidad, germinación, emergencia y velocidad de crecimiento inicial de semillas de los maíces híbridos de temporal H-28 y H-32 con diferente grado de envejecimiento. Tesis de Licenciatura. Chapingo, Méx.
- Marroquín B., A. 1986. Influencia del contenido de reservas y del tamaño del embrión de la semilla en el vigor de plántulas de maíz (*Zea mays* L.) . Tesis de Licenciatura. FES-C UNAM. Cuautitlán Izcalli, Méx. p. 52.
- Maguire, J.D. 1962. Speed of germination-AID in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. *Crop Sci.* 2:176-177.
- McDaniel, R.G. 1969. Relationships of seed weight, seedling vigour and mitochondrial metabolism in barley. *Crop Sci.* 9:823-827.
- Minbar, S.M. 1987. The effect of soybean seed size on yield of the subsequent crop. I. Relationship between the size of dsoybean seed with the growth productivity of subsequent crop. *Agrivita V. 7-8 (2/2): 26-39.*
- Molina M., J.C. 1986. Avaliacas de testes de vigor em sementes de milho e suas relacoes com a emergencia a campo. Tesis M.C. Pelotas, Brasil. 76 p.
- Mora A., R., L.E. Mendoza y J. Molina. 1990. Acumulación de materia seca, imbibición, viabilidad y germinación de semillas inmaduras de sorgo. *Rev. Fitotec. Mexicana-* 13:56-66.
- Moreno M., Ernesto. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Instituto de Biología de la UNAM. México, D.F. 583 p.

- Mohammed, M.A., A.H. Ali, M.Y. Al-Fhady and A.A. Khadir. 1989. Effect of seed size of some soybean and maize varieties on germination and other characters. *Field crop abst.* 42:1840.
- Muchena, C.S. and C.D. Grogan. 1977. Effects of seed size on germination of corn (*Zea mays* L.) under simulated water stress conditions. *Can. J. Plant. Sci.* 57:921-923.
- Nayeem, K.A. and S.V. Deshpande. 1987. Genetic variability and correlation coefficients relating to seed size, seedling vigour and some physilo-chemical properties in wheat. *Seed Sci and Technol.* 15:699-705.
- Nijhawan, D.C., O.P.S. Verma, I.S. Hooda and R.C. Tyagi. 1991. Effect of seed size on growth, yield and yield attributes in mungbean. *Field crop abst.* 44:3136.
- Rasyand, A., D.A. Vansanford and D.M. Tekrony. 1990. Changes in seed viability and vigour during wheat seed maturation. *Seed Sci. and Technol.* 18:259-267.
- Rincón, S.F. y J. Molina M. 1990. Efecto del método de envejecimiento artificial sobre la germinación de semillas de maíz. *Agronomía Mesoamericana.* 1:51-53.
- Pearson, L.H. and P.N. Miklas. 1992. Seed size and planting depth effects on emergence and yield of pinto bean. *Field crops. Abst.* 45:7841.
- Perry, D.A. 1980. The concept of seed vigour and its relevance to seed production techniques. In: P.D. Hebblethwaite (Ed). *Seed production.* Butterwoths London. pp. 585-591.
- Popinigis, F. 1985. *Fisiología da semente.* Brasília, D.F. 289 p.

- Reddy, P.N., K.N. Reddy, S.K. Rao and S.P. Singh. 1989. Effect of seed size on qualitative and quantitative traits in soybean. *Sied Sci. and Technol.* 17:289-295.
- Ries, S.K. and E.H. Everson. 1973. Protein content and seed size relationships with seedling vigor of wheat cultivars. *Agronomy Journal*. Vol. 65: 884-886.
- Rincón S., F. y Molina M.J. 1990. Efecto del método de envejecimiento artificial sobre la germinación de semillas de maíz. *Revista Agropecuaria, Agronomía Mesoamericana*. 5(8):23.
- Salih, F.A. 1984. Influence of sowing date; seed rate, and seed size on yield and yield components of faba beans. *Field Crop Abst.* 37:6821.
- Saculmuthita, W. 1987. Physical properties of seed associated with viability and vigor of selected grain crop. *Field crop abst.* 37:6821.
- Shieh, W.J. and M.B. McDonald. 1982. The influence of seed size chape and treatment in inbred seed corn quality. *Seed Sci. and Technol.* 10(2):18431750.
- Silva, R.W. e J.M. Filho. 1982. Influencia do peso e do tamanho das sementes de milho sobre desempenho no campo. *Pesq. Agrop. Bras.* 17(2): 1743-1750.
- Smith, T.J. and H.M. Camper, Jr. 1975. Effects of seed size on soybeans performance. *Agronomy Journal*. Vol. 67:681-684.
- Tekrony, D.M., T. Bustamam, D.B. Egli and T.W. Pfeiffer. 1987. Effects of soybean seed size, vigor, and maturity on crop performance. In: Row and hill plots, *Crop. Sci.* 27(50):1040-1045.

- Thompson, J.R. 1979. An introduction to seed technology. Leonard Hill, Glasgow. UK 252 p.
- Urquiola Pérez, Juan Dionisio. 1984. Evaluación de los efectos del peso específico, daño en el pericarpio, tamaño y forma del grano del maíz (*Zea mays* (L.)) en la germinación y en la emergencia. Tesis. Monterrey, N.L. 66 p.
- Valadez Ramírez, Mario. 1991. La calidad de semillas de maíz bajo dos condiciones de manejo, en distintas etapas del periodo de llenado de grano. Tesis. Montecillo, México. 74 p.
- Vanangamudi, K., M.D. Kalavathi and K. Krishnaveni. 1985. Effect of seed size on seedling vigour in soybean. Field crop abst. 38:4858.
- White, J.W., S.P. Singh, C. Pino, M.J.B. Rios and I. Buddenhagen. 1992. Effects of seed size and photoperiod response on crop growth and yield of common bean. Field crop research. 28(4):295-307.
- Wood, D.W., P.C. Longden and R.K. Scott. 1977. Seed size variation, its extent, source and significance in field crops. Seed Sci. and Technol. 5(3): 337-352.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA