



37
2ej

**Universidad Nacional
Autónoma de México**

**Facultad Nacional de Estudios
Superiores Cuautitlán**



**“Eficiencia de Bioestimulantes sobre
la Emergencia del Híbrido H-137
y sus Cruzas simples Progenitoras.**

T E S I S

Que para obtener el Título de:

INGENIERO AGRICOLA

P R E S E N T A :

FELIPE SOLARES FLORES

Asesores: M. C. MARGARITA TADEO ROBLEDO

M. C. ALEJANDRO ESPINOSA CALDERON

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

1995

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está 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.



INSTITUCIÓN NACIONAL
 AVENIDA EL
 MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN, M.
 UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
 DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
 DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN
 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:

" Eficiencia de bioestimulantes sobre la emergencia del
 híbrido H-137 y sus cruizas simples progenitoras".

que presenta al pasante: Felipe Solares Flores
 con número de cuenta: 8206740-1 para obtener el TÍTULO 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 Méx., a 07 de Febrero de 1995

PRESIDENTE M.C. Ofelia Grajales M.
 VOCAL Ing. Hilda C. Gómez V.
 SECRETARIO M.C. Margarita Tadeo R.
 PRIMER SUPLENTE Ing. Juan Virgen V.
 SEGUNDO SUPLENTE Ing. Guillermo Basante B.

[Handwritten signatures and initials over the printed names]

FALLA DE ORIGEN

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico:

- A mi padre Artemio Solares A. por todo el apoyo recibido durante tantos años, para mi formación como profesionista.
- A mi madre Inés Flores G. por el apoyo moral para poder concluir con mis metas.
- A mis hermanos Simón, Alicia y Elizabeth por su impulso para poder concluir con mis estudios.
- A mis sobrinos Ericka y Sergio.
- A mis tíos y tías que me motivaron todo el tiempo para poder concluir con esfuerzo este trabajo.
- A mis abuelos (q.e.p.d.) que donde quieran que esten, se sientan orgullosos, de lo que algún día sembraron hoy se este cosechando.
- A mis abuelas con todo amor.

AGRADECIMIENTOS

A la U.N.A.M. por haberme dado la oportunidad de culminar mi formación académica.

A la F.E.S.C. por ser la columna vertebral de mi formación.

A la carrera de Ingeniería Agrícola, por ayudarme a capacitarme en el trabajo que me gusta desarrollar.

Mis más sinceros agradecimientos a:

M.C. Margarita Tadeo R.

M.C. Alejandro Espinosa C.

Por su paciencia y acertada dirección.

A los miembros del jurado:

M.C. Ofelia Grajales M.

Ing. Hilda C. Gómez V.

M.C. Juan Virgen V.

Ing. Guillermo Basante B.

A los ingenieros Angel Piña y Rafael Martínez por su colaboración para este trabajo.

A mis amigos José C. Sánchez y Alfredo Villanueva por su gran ayuda para poder concluir este trabajo.

**El verdadero agricultor
no es el que siembra
por dinero, si no, por
amor a la tierra y al
fruto del trabajo.**

**Quando se planea aún año,
se siembra arroz;
Si se planea a cincuenta años,
se plantan árboles;
Si la planeación es a mil años,
se educan hombres.....**

Proverbio chino

CONTENIDO

Pág.

INDICE DE CUADROS

RESUMEN

I. INTRODUCCION.....	1
1.1 Objetivos	4
1.2 Hipótesis	4
II. REVISION DE LITERATURA	5
2.1 Germinación	5
2.1.1 Definición	5
2.1.2 Etapas de la germinación	7
2.1.2.1 Imbibición	8
2.1.2.2 Reactivación del metabolismo	11
2.1.2.3 Crecimiento del embrión	13
2.1.3 Participación de las fitohormonas.....	14
2.2 Referencias del Biozyme en las semillas	15
2.3 Referencias del Cyto-seed en las semillas	17
2.4 Trabajos con aplicación con bioestimulantes	18
2.5 Calidad de la semilla	21

2.5.1	Definición	21
2.5.1.1	Componente genético	23
2.5.1.2	Componente fisiológico	23
2.5.1.3	Componente sanitario	24
2.5.1.4	Componente físico	25
2.5.2	Factores que determinan calidad	25
2.5.2.1	Factores que afectan a la semilla en el campo	26
2.5.2.2	Factores que afectan a la semilla en postcosecha	26
2.5.3	Evaluación de la calidad de las semillas	28
2.5.3.1	Calidad física	28
2.5.3.1.1	Pureza analítica	28
2.5.3.1.2	Peso de la semilla	29
2.5.3.1.3	Contenido de humedad	30
2.5.3.2	Calidad sanitaria	30
2.5.3.3	Calidad fisiológica	31
2.5.3.4	Calidad genética	31
2.6	Vigor de semillas	32
2.6.1	Definición de vigor de semillas	32
2.6.2	Factores que determinan el vigor de la semilla	33

2.6.3	Importancia del vigor de la semilla	35
2.6.4	Pruebas para evaluar vigor de la semilla	37
2.6.4.1	Pruebas directas	40
2.6.4.2	Pruebas indirectas	40
III.	MATERIALES Y METODOS	42
3.1	Localización	42
3.2	Genotipos utilizados	43
3.3	Diseño experimental	43
3.4	Tratamiento de la semilla	43
3.5	Establecimiento de la cama de siembra	45
3.6	Siembra	46
3.7	Riegos	46
3.8	Extracción de plántulas	47
3.9	Variables evaluadas	47
3.9.1	Velocidad de emergencia	47
3.9.2	Longitud de raíz y tallo	48
3.9.3	Peso fresco de raíz y tallo	49
3.9.4	Peso seco de raíz y tallo	49
IV.	RESULTADOS	50

4.1	Análisis de varianza	50
4.2	Comparación de medias	53
4.2.1	Genotipos	53
4.2.2	Dosis	56
4.2.3	Bioestimulantes	58
4.2.4	Interacción genotipo x bioestimulantes	58
4.2.5	Interacción genotipo x dosis	62
4.2.6	Interacción genotipo x bioestimulante x dosis	65
V.	DISCUSION	70
VI.	CONCLUSIONES	76
VII.	BIBLIOGRAFIA.....	78

INDICE DE CUADROS

CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Factores que afectan la calidad de la semilla en el campo(Cisneros,1986).....	27
Cuadro 2. Cuadrados medios, significancia estadística y coeficientes de variación en las variables evaluadas de los factores estudiados en Cuautitlán, México 1993.	51
Cuadro 3. Genotipos. Comparación de medias para diferentes variables en cuatro genotipos de maíz	54
Cuadro 4. Dosis. Comparación de medias para diferentes variables en dos dosis de bioestimulante	57
Cuadro 5. Bioestimulantes. Comparación de medias para diferentes variables en dos productos.....	59

Cuadro 6. Comparación de medias para la interacción genotipo x bioestimulante de diferentes variables.....	61
Cuadro 7. Comparación de medias para la interacción genotipo x dosis de diferentes variables.....	63
Cuadro 8. Comparación de medias para la interacción genotipo x bioestimulante x dosis de diferentes variables	66

RESUMEN

La necesidad de aprovechar eficientemente los ciclos de desarrollo del cultivo de maíz, obliga a implementar técnicas de producción eficientes encaminadas a incrementar la productividad de este cultivo.

La utilización de bioestimulantes puede ser una de estas alternativas ya que puede incrementar el vigor de las plántulas de maíz favoreciendo el establecimiento del cultivo en etapa crítica de emergencia.

Con el objetivo de determinar el efecto de bioestimulantes en híbridos dobles y simples, se utilizó el híbrido doble H-137, sus cruza simples (M17xM18) y (M36xM37) y la variedad V-23 variedad de polinización libre para comparar el vigor a los materiales.

El experimento fué llevado a cabo en el invernadero de la F.E.S.C. U.N.A.M.. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo factorial y cuatro repeticiones; donde el factor uno fueron los genotipos de maíz H-137, (M17xM18), (M36xM37) y V-23; el factor dos fueron a los

bioestimulantes (Biozyme , Cyto-seed); el factor tres a las dosis utilizadas (dosis baja , dosis alta).

Las variables evaluadas para determinar vigor fueron: longitud de raíz, longitud de tallo, peso fresco de raíz, peso fresco de tallo, peso seco de raíz, peso seco de tallo, velocidad de emergencia y número de hojas de hojas.

Los resultados obtenidos para genotipos, así como, bioestimulantes y dosis, indican que la aplicación de bioestimulantes no incrementa el vigor de los genotipos. Solamente el genotipo (V-23) obtiene los mejores resultados en la gran mayoría de las variables evaluadas. Solamente siendo superado por el genotipo (M17xM18) en las variables velocidad de emergencia y longitud de raíz, pero estos son solo numéricos.

No existe la dosis óptima que incremente el vigor de los materiales.

Por lo que se refiere a las interacciones no existe diferencia estadística en las variables evaluadas en la mayoría de los genotipos utilizados.

I. INTRODUCCION

El maíz representa el cultivo de mayor importancia en la agricultura mexicana, tanto por la superficie sembrada y el número de agricultores que ocupa, como por el hecho de constituir el alimento básico de la población nacional.

De acuerdo con las cifras de la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, aproximadamente el 90% de la superficie cultivada de maíz es de temporal y de esta alrededor del 70% esta clasificada como de mal temporal. (INCA, RURAL, 1980)

Independientemente de que el maíz pueda producirse en una amplia gama de tipos de clima y alturas, que van de 0 mts. a los 3000 m.s.n.m., su producción más importante está asociada, fundamentalmente a limitaciones climáticas, que inciden negativamente tanto en los niveles de productividad como en la pérdida de superficies sembradas.

Actualmente en México la industria semillera muestra niveles bajos de desarrollo en comparación con otros países que cuentan con una tecnología definida desde la

producción hasta la conservación, y por supuesto bajo un estricto control de calidad, donde se tienen normas supervisadas y aprobadas por Asociación Internacional de Evaluación de Semillas (ISTA), las cuales tienen como objetivo primordial garantizar la buena calidad de las semillas.(Villaseñor, 1984)

Una parte de los agricultores están convencidos de que para obtener los más altos rendimientos de los cultivos, es importante usar semilla de buena calidad. La buena calidad de la semilla está estrechamente relacionada con la variedad de que se trate, la fuente de origen y los trabajos de fitomejoramiento que apoyen el desarrollo comercial de dicha semilla.

Una razón común para el fracaso en la obtención de poblaciones de plantas satisfactorias, en una siembra de gramíneas, es la incapacidad de las plántulas para establecerse rápidamente de tal manera que pueden sobrevivir a condiciones ambientales desfavorables, como el calor, la sequía, el frío, los insectos, o competir contra las malas hierbas u otras especies con que puedan asociarse. La obtención de genotipos con un mayor vigor de las plántulas aumentaría la capacidad de las mismas para competir con esas condiciones adversas de crecimiento.(Poehlman, 1987)

En la innovación de tecnología el uso de agroquímicos ayudan a aumentar la producción de alimentos en el mundo, entre ellos se encuentran los bioestimulantes que cada vez son más usados en la agricultura tecnificada, considerando la baja producción por unidad de superficie en México; el uso de estos productos químicos viene a ser una herramienta más, que nos puede ayudar a mejorar la calidad y la producción de cultivos.

La acción conjunta de bioestimulantes y variedades mejoradas pueden ayudar a lograr una mayor producción.

El presente trabajo tiene la finalidad de evaluar dos bioestimulantes en dos diferentes dosis, con el propósito de determinar su efecto para aumentar el vigor de los materiales usados.

En base a estas consideraciones se establecieron los siguientes objetivos e hipótesis:

1.1 OBJETIVOS

1. - Evaluar el efecto de dos bioestimulantes (Biozyme y Cyto-seed) en dos dosis sobre la emergencia y el vigor de las semillas del híbrido H-137 y de sus progenitores (M17xM18) y (M36xM37), y la V-23.
2. - Determinar que dosis de bioestimulante eleva la calidad fisiológica de las semillas (velocidad de emergencia, materia seca de plántula).

1.2 HIPOTESIS

1. La aplicación de bioestimulantes sobre semillas de las cruzas simples (M17xM18) y (M36xM37) y el híbrido H-137 y la variedad V-23 de Valles Altos modifica positivamente la expresión de vigor.

La aplicación de bioestimulantes en una dosis óptima incrementa el vigor de las semillas.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Germinación

2.1.1 Definición

La germinación en términos generales, consiste de una serie de eventos génico-metabólicos disparados por factores exógenos y endógenos que conducen a la emergencia de la radícula. (Jann y Amen,1977; Bewley y Black,1978; y Grajales, 1984).

Asociación Oficial de Analistas de Semillas (AOSA) define la germinación como la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales de acuerdo a la semilla en estudio, son indicadores de su habilidad para producir una plántula normal bajo condiciones favorables (Sayers, 1982).

Asociación Internacional de Evaluación de Semillas (ISTA) (1985) considera que la germinación implica la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras provenientes

del embrión, manifestando así la capacidad de la semilla para formar una plántula normal bajo condiciones favorables.

La semilla se forma sexualmente y es por lo tanto una fuente de variabilidad genética. La fecundación y el desarrollo inicial del embrión tiene lugar en el progenitor, produciendo una planta en miniatura con su propia reserva de alimento, envueltos con cubiertas protectoras desarrolladas a partir de las paredes del óvulo, constituyendo a la semilla. (Martínez, 1985)

Dentro de la semilla, el embrión entra en un estado de gran resistencia a las condiciones adversas y posee mecanismos internos para controlar el reposo, que le permiten germinar e iniciar el crecimiento de nuevo en el momento más propicio del ciclo climático de las estaciones. (Martínez, 1985).

Una semilla de maíz se encuentra constituida por:

a) Embrión. que es una planta en miniatura conteniendo 1)rádícula (raíz rudimentaria); 2)plúmula (con 1 o más hojas embrionarias-cotiledones); 3) eje embrionario (hipocotilo).

b) Endospermo. conteniendo los materiales de reserva alimenticia necesaria para el desarrollo del embrión una vez que se ha disparado la germinación.

c) Testa. representa la parte externa de la semilla y su función es la protección del embrión.(Grajales, 1984)

2.1.2 Etapas de la germinación.

Ching (1973); Grajales (1984); Simon (1984); Bewley y Black (1985); Karssen et al (1989); y Meyer y Mayber (1989) Mencionan que la germinación abarca tres etapas fundamentales:

I. Imbibición.

II. Reactivación del metabolismo.

III. Crecimiento del embrión.

2.1.2.1 Imbibición.

Grajales (1984) Menciona que el primer evento que dispara la germinación de la semilla es la incorporación de agua, que de acuerdo al tipo de semilla, conduce a una serie de procesos metabólicos. La imbibición debe ser precedida de la activación del "fitocromo".

El fitocromo es una cromoproteína presente en las células de las hojas, en dos conformaciones fisiológicas, a saber:

La conformación "Pr" que es fisiológicamente inactiva y tiene capacidad de absorber luz de longitud de onda 600nm (luz roja), para transformarse "Pfr" la cual es fisiológicamente activa y con capacidad de absorber la luz de onda 750 nm.

Este fitocromo resulta ser finalmente el pigmento fotorreceptor de las plantas que sirven de intermediario entre el ambiente y la planta, puesto que la potencialidad de desarrollo de las plantas queda manifiesta en su genoma o genotipo, y el ambiente controla su capacidad de expresión. El fitocromo es entonces el receptor de dicha señal, así como, el transductor a señales químicas, propiamente "fitohormonas" que

desencadenan toda una serie de eventos metabólicos para provocar la respuesta.(Grajales, 1984).

La imbibición se efectúa por la diferencia de potenciales hídricos entre la semilla y su ambiente. Consta de cinco fases, tres de absorción y dos estacionarias Grajales (1984).

Fase 1. Fase rápida de absorción de agua. Relacionada solamente con las propiedades de los coloides de la semilla, que se encuentra deshidratados parcialmente, por lo que favorecen un potencial hídrico menor en la semilla. A medida que va entrando agua se genera un potencial de presión elevado que conduce a un equilibrio de potenciales hídricos.

Fase 2. Suspensión de la incorporación de agua. Permite la hidratación de coloides, generalmente son las que primeramente son activadas, de tal forma que al realizar su función aceleran multitud de vías catabólicas, permitiendo la degradación de algunos materiales de reserva.

Fase 3. Reincorporación de agua. Esta fase solamente se presentan en semillas viables, ya que sólo estas son capaces de mantener actividad enzimática. La entrada de agua cesa una vez que las enzimas preexistentes y activas durante las fases anteriores han finalizado sus funciones.

Fase 4. Suspensión de la incorporación de agua. El agua que ha entrado ha disparado ciertos procesos bioquímicos, siendo uno de los principales a este nivel la inducción de enzimas hidrolíticas, esto es, la formación de nuevas enzimas a través de la inducción en la síntesis de proteínas, producida por un metabolito inductor que se sugiere son las fitohormonas denominadas (GA3), las que a su vez se postulan que su liberación de las células del embrión es dependiente de la acción del fitocromo (Pfr).

Fase 5. Incorporación rápida de agua. En términos generales, la entrada de agua a la semilla permite que se generen presiones elevadas, que para algunas semillas son suficientes para el rompimiento de la testa.

Martínez (1985) menciona tres estadios de incorporación de agua en una semilla, intercalando con dos estadios de reposo.

Durante el primer estadio de imbibición, la velocidad de la respiración en los tejidos de la semilla aumentan rápidamente, quizá provocando una actividad de enzimas preexistentes via hidratación.

En el segundo estadio, se observa un alto coeficiente respiratorio, o sea, que los niveles de bioxido de carbono producido son superiores a los niveles utilizados de oxigeno, lo que indica un alto grado de respiración anaerobia, probablemente debido a la restricción de la incorporación del oxigeno impuesta por la testa.

En el último estadio hay un cambio rápido hacia una mayor utilización de oxigeno, y por lo tanto un mayor grado de respiración aerobia.

2.1.2.2 Reactivación del metabolismo.

De los procesos metabólicos que desencadena la imbibición durante la germinación de las semillas, se inicia la reactivación del metabolismo celular, en donde

se implica la acción de múltiples vías metabólicas que conducen fundamentalmente a la degradación de las distintas macromoléculas de reserva alimenticia. (Grajales, 1984).

Generalmente el almidón es el polisacárido de reserva de mayor importancia en las semillas, aún cuando también se encuentra en menor proporción otros carbohidratos (Duffus, 1985).

Durante el catabolismo del almidón ocurren dos vías metabólicas:

Vía fosforilítica. Accionada por la fosforilasa de almidón y dando como producto glucosa fosforilada. Esta vía es importante durante las etapas tempranas de la germinación, ya que la fosforilasa es una enzima preexistente y por lo tanto es activada durante la imbibición.

Vía Amilolítica. Involucra la acción primaria de alfa-amilasa, que es una enzima inducible por las GA., por lo que ocurre una vez que aparezca dicha hormona. Se requiere además la acción de Beta-amilasa, maltasa, enzima R y dextrinasas, y todas ellas preexistentes en la semilla y activadas por la hidratación. El producto final de la acción completa es la glucosa simple.(Duffus, 1985)

Tanto la glucosa simple como la fosforiladas producidas en el endospermo son convertidas comúnmente a sacarosa la cual es transportada a través del tallo embrionario hacia las zonas de crecimiento (rádícula y plúmula), en donde la sacarosa es transformada nuevamente a glucosa, que es el sustrato inicial para la respiración aeróbica, la cual a este nivel ya puede ocurrir puesto que la difusión del O₂ es libre y las membranas mitocondriales han sido reestructuradas.

El proceso de respiración genera grandes cantidades de ATP que será utilizado para el crecimiento celular en el embrión, así como, la producción de múltiples intermediarios metabólicos, destinados como sustratos hacia la síntesis de nuevos componentes celulares utilizados en el crecimiento del embrión. (Martínez, 1985).

2.1.2.3 Crecimiento del embrión.

Los productos de la hidrólisis de las reservas de la semilla, una vez que llegaron a las zonas de crecimiento del embrión, son utilizadas para propiciar el crecimiento a nivel celular, que implica la división celular y la diferenciación de las células, para que

posteriormente se coordinen estos eventos y conduzcan a la morfogénesis de órganos, siendo el primero la aparición de la raíz.

2.1.3 Las fitohormonas en la germinación.

Para la germinación, se nota la participación de las citocininas, auxinas y GA durante el crecimiento del embrión. Estas fitohormonas que regulan junto con otras el desarrollo general de las plantas.

La participación de las fitohormonas (GA, AIA, Citocininas) en la germinación puede establecerse como sigue:

a) Las giberelinas; que son liberadas por el fitocromo actúan como inductores genéticos para la síntesis de hidrolasas, siendo la más estudiada la alfa-amilasa; pero se sugiere que también lipasas en general.

b) La acción enzimática provoca la degradación de las macromoléculas de reserva en la semilla y los componentes estructurales simples son transportados al embrión para su uso en el crecimiento celular.

c) Citocininas participan durante la división celular (mitosis) que permite el aumento en el número de células.

d) La auxina participa en el alargamiento celular, que conduce a un aumento de tamaño de las células.

e) La participación de estas tres fitohormonas conduce finalmente a la diferenciación celular, que da lugar a la finalización de la germinación con la emergencia de la raíz.(Grajales, 1984)

2.2 Referencia de Biozyme en las semillas.

Es un regulador hormonal complejo de origen natural para tratamiento de la semilla, esta constituido por tres principales promotores de crecimiento.

Citoquininas hormonas naturales que activan la división celular y retardan el envejecimiento de los organos.

Auxinas hormonas naturales que activan o promueven la elongación y diferenciación celular, dominancia apical, tropismos, formación de nuevas raíces, rizogénesis, partenocarpia y evitan la abscisión.

Giberelinas hormonas naturales que activan o promueven la floración, fructificación y elongaciones celulares.

La acción principal sobre la semilla es acelerar los procesos metabólicos de transformación de los materiales de reserva en energéticos, estimulando los complejos enzimáticos como ALFA-AMILASA en la aleurona, de la semilla. Esto activa la síntesis del RNA-M promoviendo la división, elongación y crecimiento celular del embrión, para generar una rápida germinación.

Las enzimas convierten los almidones en fuentes de energía, la semilla absorbe agua y las células del embrión sintetizan giberelinas, las que inducen la producción de enzimas. Posteriormente se forman las citoquininas y auxinas que provocan el crecimiento de raíz y tallo.

2.3 Referencias de Cyto-seed en las semillas.

Es un complejo de fórmulas enzimáticas bioquímicas, que al estar en contacto con las semillas en el momento de la siembra, les ayuda a salir de la etapa de letargo y a germinar rápidamente y en las mejores condiciones; esto es debido a que las enzimas que rodean a la semilla, aceleran el desdoblamiento de almidones y celulosas.

Cyto-seed, es una formulación única de extractos de enzimas que cuando se usan en tratamientos de semillas, actúan como catalizador de la acción microbiana de los sistemas ecológicos del suelo, proporciona una acción benéfica para el desarrollo de las plántulas.

Contiene además una mezcla de micronutrientes coloidalmente suspendidos (Zn, Cu, Mn y Fe), todos en estado de oxidación y sujetos a un rápido intercambio iónico de los promotores de crecimiento.

Beneficios:

- Acelerar la germinación.
- Incrementa el desarrollo radicular.
- La emergencia es más uniforme.

- Las plántulas son más vigorosas.
- Las plantas son más resistentes a condiciones adversas (Temperatura, humedad y/o enfermedad).

2.4 Trabajos con aplicación de bioestimulantes.

El uso de productos hormonales en el tratamiento de semilla ha tomado gran impulso en los últimos años, siempre con el fin de mejorar la germinación y fomentar el desarrollo inicial de las plántulas en periodos siempre críticos en el establecimiento de cultivos.

Abdel-Rahman (1979) encontró que semillas de maíz tratadas con Ergostim en 1 o 2 onzas cada 100 lbs., germinaron más rápidamente y tuvieron mayor vigor en las etapas tempranas de desarrollo comparadas con el testigo; pero dice que tales diferencias no tuvieron significancia en etapas posteriores.

Bejarano (1982) trabajando con dos bioestimulantes en maíz (Cytozyme en semilla y Biozyme en follaje), encontró respuestas altamente significativas a los tratamientos incrementándose en un 31% el peso del follaje.

Chapa (1983) trató semillas de maíz palomero con Cytozyme a la recomendación de 1 kg.x 60 kg. de semilla, y reporta que no hubo efecto del bioestimulante para rendimiento de grano ni tampoco para altura de mazorca, % de grano y % de floración.

Weaver (1984) sostiene que la emergencia temprana y el crecimiento temprano de las plantas puede tener ventajas considerables, puesto que permitirán a las plántulas jóvenes evitar muchos riesgos de insectos y enfermedades, así como de encostraderas en la superficie del suelo, que acompañan frecuentemente a su germinación y crecimiento inicial. Y que remojar las semillas con giberelinas o recubrirlas de una lechada que contenga un regulador de crecimiento, hará que a menudo se acelere la germinación.

Rosas (1988) trató semillas de maíz de dos cultivares (H-507 y V-524) con los productos comerciales Cytozyme a dosis recomendada 16.66 gr. x 1kg. y al 75% de

ésta; Biozyme T.S. a la dosis comercial recomendada 2cc. diluidos en 3 cc. de agua al 75% semilla y al 75% de ésta; Triggrr a la dosis recomendada comercialmente 3 cc diluidos en 6 cc de agua por kg. de semilla al 75% de ésta y Agroslemin a la dosis 5 gr. por 1kg. de semilla al 75% de ésta. Evaluó las variables: velocidad de germinación, número de plántulas normales, número de plántulas anormales, número de semillas muertas, longitud y materia seca de parte aérea y longitud y materia seca del sistema radicular; sin embargo, concluyó que los bioestimulantes no produjeron efectos significativos, con respecto al testigo.

González (1991a) evaluó Humiplex, Humitrón, Foltrón plus y Biozyme T.F. sobre desarrollo y producción de maíz; donde concluyó que la aplicación balanceada de nutrientes foliares y reguladores de crecimiento en la etapa fenológica adecuada permite incrementar los rendimientos como consecuencia de un mejor desarrollo inicial del cultivo.

En otro trabajo evaluó las interacciones de Humiplex Fe, Zn; Biozyme P.P., Biozyme T.F., Grofol, Superfos, Loby y Humitrón; sobre el desarrollo y producción del cultivo de maíz, donde llegó a la conclusión de que el Biozyme P.P. acelera la

emergencia de plantas e incrementa el número final de plantas por metro lineal, aumentando así la población de plantas por unidad de superficie, factor que influye en el rendimiento. La aplicación del regulador de crecimiento Biozyme T.F., Grofol, Superfos, Loby y Humitrón, en el momento oportuno permitieron un incremento en el rendimiento 21.8% con relación al testigo. (González, 1991b)

Gómez (1993) evaluó la eficacia de los bioestimulantes para elevar el vigor, donde concluye que no hubo diferencia en la evaluación con el testigo; pues ningún genótipo obtuvo una respuesta positiva a los tratamientos; excepto el genótipo H-34 en las variables de velocidad de germinación, así como, peso seco de tallo y raíz en comparación con el testigo.

2.5 Calidad de la semilla

2.5.1 Definición.

El concepto de la calidad en las semillas es ampliamente aceptado como la suma de múltiples atributos en ellas (Cadwell, 1962; Thompson, 1979; Bustamante, 1982;

Santiago, 1988); y todas estas definiciones se refieren a la utilidad que tienen para la siembra.

Por ello la FAO (1978), nos refiere, que las características principales que determinan la calidad de una semilla son: fidelidad con el cultivar, sanidad, pureza, contenido de semilla extraña o de malas hierbas, poder germinativo, contenido de humedad, peso de mil granos, peso por volumen y daños mecánicos.

Y con objeto de evaluarlas, Bustamante (1982) y Orozco (1986) expresa a la calidad como una función dada por cuatro componentes, teniendo así la siguiente expresión:

$$\text{CALIDAD} = G + F + S + CF$$

donde:

G = Componente genético.

F = Componente fisiológico.

S = Componente sanitario.

CF = Componente físico.

2.5.1.1 Componente genético.

Se refiere a la identidad y pureza genética que guarda un lote de semillas original y auténtica obtenida por los trabajos del fitomejorador. Es decir, un material genético de características sobresalientes. (Bustamante, 1982).

CIAT (1991) citado por Gómez (1993) menciona que la calidad genética constituye el primer componente esencial de la calidad total de la semilla. La importancia radica en la capacidad de reproducir plantas con las mismas características genéticas a través del tiempo.

2.5.1.2 Componente fisiológico.

Comprende todos aquellos atributos que le proporcionan viabilidad a la semilla dentro de un rango razonable de condiciones tanto de almacenaje como de campo.

Delouche y Cadwell (1962), sugieren la inclusión del vigor dentro de este componente, ya que éste se relaciona directamente con una germinación más rápida y

uniforme, así como con plántulas más vigorosas. De este modo se anexo a la viabilidad y a la alta capacidad de germinación como elementos principales de este componente. Al respecto es necesario indicar que viabilidad significa el grado en que una semilla esta viva, metabólicamente activa y que posee las enzimas capaces de catalizar las reacciones necesarias para la germinación de la semilla y emergencia de la plántula. (Bustamante, 1982 y Orozco, 1986).

2.5.1.3 Componente sanitario.

La sanidad como factor de calidad se refiere a la condición de que las semillas se encuentre libre de microorganismos, ya que estos representan una seria amenaza para la producción de semillas de alta calidad. (Bustamante, 1982).

En general, los organismos más comunes en semilla son hongos, virus y bacterias, mismas que las contaminen en tres formas básicas: a) mezclados con las semillas; b) asociadas superficialmente; y c) portadas internamente. Bajo estas formas

provocan daños diferentes que van desde la simple pérdida de la viabilidad hasta el completo deterioro o destrucción.(Moreno, 1984).

2.5.1.4 Componente físico.

(FAO, 1978; Bustamante, 1982; Hernández, 1985) Coinciden en citar que este componente esta determinado por tres elementos como indispensables para acreditar rasgos de calidad física aún determinado lote de semillas: a) pureza analítica; b) peso de la semilla; y c) contenido de humedad.

2.5.2 Factores que determinan la calidad.

Dentro del proceso que involucra la producción de una semilla, desde su liberación por el fitogenetista, hasta la siembra por el agricultor, intervienen varios factores que determinan finalmente una sola calidad en la semilla. Dentro de este amplio rango de factores existe unos que no controla el hombre. (Brauer, 1973).

Para facilitar el estudio de tales factores es conveniente en dividirlos en dos grandes grupos: 1) factores que afectan la calidad de la semilla en el campo; y 2) factores que afectan a la calidad de la semilla en la postcosecha.

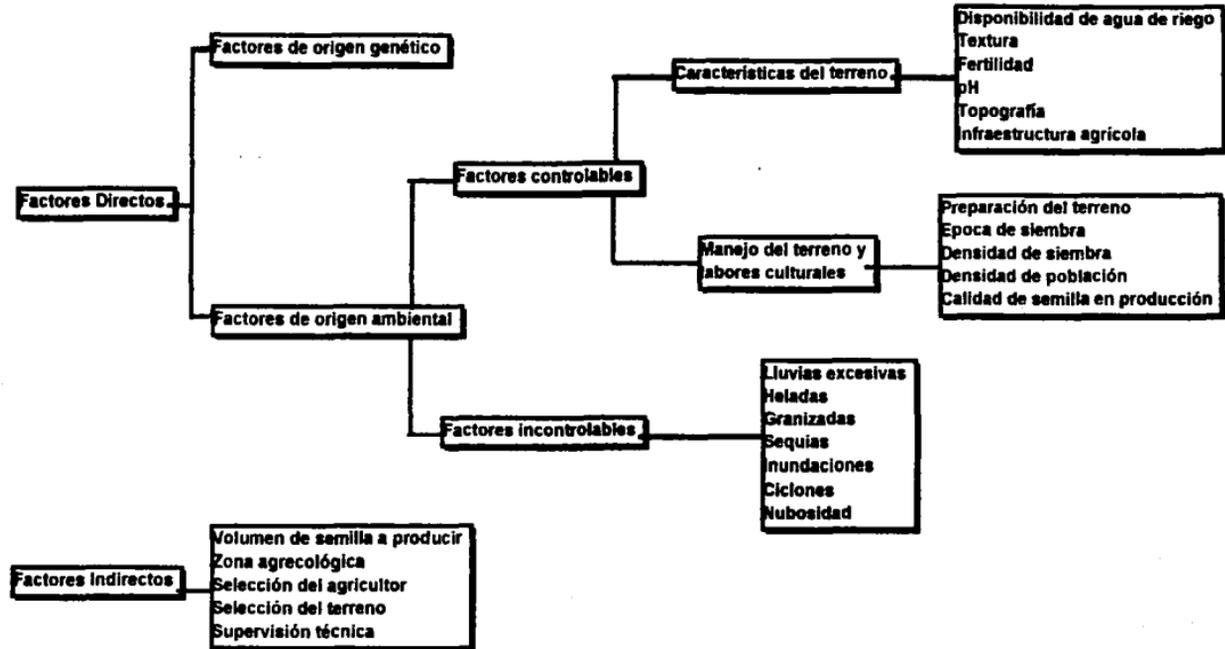
2.5.2.1 Factores que afectan la calidad de la semilla en el campo.

Dentro de este conjunto de factores, Cisneros (1986) hace una amplia revisión de ellos, la cual se ha retomado en el cuadro 1.

2.5.2.2 Factores que afectan a la calidad en postcosecha.

Se hace referencia al conjunto de condiciones y manejo que implica, ya no a una mejora, sino exclusivamente un detrimento de la calidad de la semilla cosechada en el campo. Lo anterior se fundamenta en el hecho de que la semilla se encuentra en su máxima viabilidad y vigor en el momento que alcanza su madurez

Cuadro 1. Factores que afectan la calidad de la semilla en el campo.
(Cisneros, 1986).



fisiológica (Hartman y Kester, 1980), de manera que los procesos que se realizan durante la cosecha, beneficio y almacenaje, no mejoran la calidad de la semilla al contrario solo provoca la disminución de la misma.(Ramirez, 1991).

2.5.3 Evaluación de la calidad de las semilla.

El objetivo primario del análisis de semillas es proporcionar a los agricultores un dictamen sobre la calidad o valor agrícola de la semilla.

A continuación se describen las técnicas comúnmente usadas para evaluar la calidad en un lote de semilla.

2.5.3.1 Calidad física.

2.5.3.1.1 Pureza analítica.

Las reglas de la International Seed Testing Association (ISTA) establecen que el objetivo del análisis de pureza es determinar la composición en peso de los diferentes elementos de una muestra, ya sean semillas de otras especies o partículas

de materia inerte. Posteriormente se identifican los componentes y se clasifican en:

- - semilla pura
- - semilla de otros cultivos
- - semilla de malezas, y
- - materia inerte.

El porcentaje de composición se determina mediante la siguiente expresión:

$$\% = \frac{\text{Peso de componente}}{\text{Peso de la muestra}} (100)$$

2.5.3.1.2 Peso de la semilla.

Se compone por el peso volumétrico que indica que tan liviana o pesada es una semilla, referida a un volumen ocupado.

Respecto al peso de mil semillas, indica que semilla es más pesada respecto a otra; se determina tomando de la "semilla pura" repeticiones de cien semillas, pesandolas y calculando su peso a mil semillas.

2.5.3.1.3 Contenido de humedad.

Esta determinación tiene como objetivo conocer en peso el contenido de agua en la semilla. Con el fin de determinar el contenido de materia seca en la semilla. En el maíz el contenido de humedad óptimo es de 18% de humedad en el grano.(Bustamante, 1982).

2.5.3.2 Calidad sanitaria.

El objetivo de estas pruebas es determinar el nivel de sanidad de una muestra de semillas con el fin de verificar si cumple las normas de calidad y protección hacia algún patógeno específico, o para detectar un patógeno en particular si hay problemas en emergencia, y en consecuencia para evaluar la necesidad de tratar la semilla con fungicidas.

2.5.3.3 Calidad fisiológica.

Los métodos que tradicionalmente se han diseñado para evaluar éste componente, fijan su objetivo en tres elementos a saber viabilidad, germinación y vigor.

Para evaluar la viabilidad en las semillas se utiliza la prueba de tetrazolio (Moreno, 1984).

Respecto a las pruebas de germinación la semilla es colocada en condiciones controladas muy precisas consideradas como óptimas para la semilla que se esta evaluando durante determinados periodos de tiempo.

2.5.3.4 Calidad genética.

Para evaluar la pureza genética han cambiado radicalmente de simples observaciones visuales de semilla y plántulas a pruebas de campo y laboratorio: bioquímicas, citológicas y moleculares. (USDA, 1988).

2.6. Vigor de semillas.

2.6.1 Definición de vigor de semillas

El vigor de semilla ha sido definido por varios investigadores tomando en cuenta características inherentes a la semilla y a su desarrollo posterior; así tenemos las siguientes definiciones.

Isely (1957) definió 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"; Woodstock y Faeley (1965) mencionan que el vigor de semilla es la actividad, sanidad y rubosticidad natural que le permite una rápida y buena germinación, así como buena capacidad competitiva bajo un gran número de condiciones ambientales tanto favorables como desfavorables.

Perry (1978) menciona que "el vigor de la semilla es la suma total de aquellas propiedades de la semilla que determinan el nivel potencial de actividad y

comportamiento de la misma o de la partida de la semilla durante la germinación y emergencia de las plántulas".

La Asociación Oficial de Analistas de Semillas (AOSA), establece que el vigor comprende de " aquellas propiedades de la semilla que determinan el potencial de una emergencia rápida y uniforme, y el desarrollo de plántulas normales bajo un amplio rango de condiciones de campo". (Sayers, 1982).

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

2.6.2 Factores que determinan el vigor de la semilla.

Isely (1957) postula como factores que influyen en el vigor al tiempo atmosférico, sobretodo durante la maduración y la cosecha, tratamientos postcosecha de la semilla, duración y condiciones de almacenaje, presencia y actividad de organismos

transmitidos por semilla y posiblemente insectos, el uso adecuado e inadecuado de productos químicos y a las propiedades genéticas de la semilla. En que considera que están involucrados factores endógenos y exógenos que pueden influir en el rendimiento.

Hunter (1972) considera que el vigor es altamente complejo y que dentro de los factores endógenos a nivel bioquímico incluye energía y el metabolismo biosintético, la coordinación de las actividades celulares, el transporte y utilización de sustancias de reserva; además considera que el vigor es una característica genética de la planta expresada en la semilla y que se ve afectada por las condiciones exógenas como la nutrición de la planta, daños mecánicos, daños durante el almacenaje que incluye ataques de plagas o enfermedades.

Heydecker (1972) clasifica las causas de manifestación del bajo vigor en seis grandes grupos: 1) Genético; 2) Fisiológico; 3) Morfológico; 4) Citológico; 5) Mecánico y 6) Microbial. De todas ellas, Copeland (1976) enfatizó más en la primera al comparar líneas de maíz con igual tamaño de semilla, presentaron diferente vigor en estado de plántula. Dentro de la constitución genética, este investigador incluye además la maduración de la semilla, uniformidad en maduración a la cosecha y tamaño de la

semilla. Como factores exógenos menciona a la temperatura ambiental y humedad disponible, fertilidad del suelo, daños mecánicos, densidad de población, grado de deterioro y ataques por microorganismos en el campo y almacén.

Los factores más ampliamente referidos como determinantes del vigor de la semilla son aquellos establecidos por la I.S.T.A., a saber: la constitución genética, el desarrollo y nutrición de la planta madre, a la etapa o grado de madurez en la cosecha, al tamaño o peso específico de la semilla, integridad mecánica, a su deteriorización y envejecimiento, y a la presencia de patógenos en la semilla. (Perry, 1981a)

2.6.3 Importancia del vigor de semillas.

El vigor es muy importante en el concepto de rendimiento de campo ya que es un factor definitivo en la calidad (Perry, 1980). El vigor de la semilla, es dentro de los factores de calidad el más importante ya que está estrechamente relacionado con una germinación más rápida y uniforme, así como con plántulas más vigorosas que

subsecuentemente tendrá mayor capacidad competitiva, esperándose que esta característica se refleje en el rendimiento. (Delouche y Cadwell, 1962).

Vázquez (1992), cita a Milton y Supack (1980) mencionan que una germinación y emergencia rápida, aseguran el desarrollo de plántulas vigorosas y mejoran la oportunidad de obtener una producción altamente rentable.

Considerando características como emergencia y establecimiento, el vigor de la semilla es importante para especies de semilla chica, como las gramíneas forrajeras entre otras, donde la velocidad de emergencia y la mayor capacidad competitiva inicial es fundamental para obtener buenos rendimientos. (Perry, 1981a)

Villaseñor (1984) establece que la diferencia en vigor de semillas durante la emergencia se reduce cuando las condiciones ambientales son adecuadas, pero se observa que los lotes más vigorosos presentan una germinación más uniforme, mayor capacidad competitiva y quizás algún incremento en el rendimiento. También considera al vigor como un factor importante dentro del análisis de la calidad de la semilla, siendo factible emplearse como un carácter de selección para mejorar el vigor en plántulas y

posiblemente el rendimiento, sin embargo, aún no se conocen claramente cuales son los factores más importantes involucrados en esta característica y como mejorarla.

Bean (1990) afirma que es posible mejorar el vigor de las plántulas mediante selección y cruzamiento.

2.6.4 Pruebas para evaluar vigor de semillas.

Isely (1957) menciona que una prueba de vigor no es una prueba de respuesta per se; la respuesta en campo de un determinado lote de semillas puede estar más estrechamente correlacionado con las pruebas de vigor o con las pruebas ordinarias de laboratorio, dependiendo de la naturaleza de las condiciones de campo bajo las cuales se siembra. Así una prueba de vigor es entonces un estudio bajo condiciones ambientales específicas que proveen medios que detecten diferencias que no sean discernibles en una prueba de laboratorio ordinaria y que tenga como objetivo el de proveer resultados que sean reproducibles y que esten correlacionados con el comportamiento de las semillas de campo.

Delouche y Cadwell (1962) consideran que el objetivo fundamental de las pruebas de vigor es establecer el nivel de calidad entre lotes de semilla y poder diferenciar y seleccionar a los genotipos más vigorosos.

Para Carver (1980) el objetivo del análisis del vigor, es complementar la prueba de germinación de laboratorio y de esta manera, determinar con mayor precisión el valor de dicho lote de semillas para la siembra a nivel de campo, ya que mediante la prueba de vigor puede ser posible eliminar aquellos lotes de semilla de baja calidad, y como ejemplo indica que en las normas de la Comunidad Económica Europea se considera generalmente aceptable la que se encuentra entre 85 y 100% de germinación; sin embargo, en esta amplitud existe semilla que desde el punto de vista de vigor no es aceptable.

Moreno (1984) dice que evaluar el vigor de las semillas es de gran valor para predecir el comportamiento de un lote de semillas cuando las condiciones del medio ambiente no son del todo favorables para la germinación y emergencia de las plantas.

Perry (1980) menciona que para demostrar la validez de una prueba de vigor, ésta debe estar asociada con una característica del comportamiento, como ser la emergencia en una gran diversidad de partidas de semilla y en distintos ambientes.

Perry (1981a) señala las siguientes cuatro áreas donde es factible observar el efecto de vigor:

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

Considerando la clasificación por Isely (1957), las áreas y aspectos mencionados por Perry (1981a) respectivamente, las diferentes pruebas de vigor se han agrupado de la siguiente manera:

2.6.4.1 Pruebas directas.

Villaseñor (1984) señala que estas pruebas se caracterizan por la evaluación de vigor se hace una vez que la semilla ha germinado bajo condiciones favorables de germinación, en unos casos, o condiciones desfavorables de germinación, para otros; esta pruebas pueden ser realizadas bajo condiciones de campo o de laboratorio. Menciona que entre las principales pruebas directas se encuentran: prueba de frío, prueba de crecimiento de plántulas, prueba de velocidad de crecimiento del cogollo y peso seco de éste, prueba de velocidad de germinación, prueba del primer recuento de emergencia, prueba de envejecimiento acelerado, y pruebas de ladrillo molido.

2.6.4.2 Pruebas indirectas.

Este tipo de pruebas son más sofisticadas que las pruebas directas, ya que por lo general requieren de aparatos especializados o sustancias que no fácilmente se consiguen; el nombre de indirectas se debe a la evaluación de vigor que se aplica directamente a la semilla, antes que se inicie la germinación. (Villaseñor, 1984). Entre

estas pruebas se encuentran: prueba de tetrazolio, prueba de la tasa de respiración, prueba de la actividad del Ac. glutámico descarboxilasa (GADA), prueba de niveles de Adenosina trifosfato (ATP), prueba de conductividad eléctrica, prueba de cambios de permeabilidad.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización.

Las diferentes fases del trabajo se realizaron en las instalaciones de la F.E.S. Cuautitlán en condiciones de invernadero y laboratorio.

La F.E.S.C. se localiza a 30 km., al norte de la Cd. de México, geográficamente la delimitan los paralelos $19^{\circ}39'$ - $19^{\circ}45'$ N y los meridianos $99^{\circ}88'$ - $99^{\circ}14'$ W, a una altitud de 2250 m.s.n.m..

De acuerdo con la clasificación de Köpen adaptada a las condiciones de México por Enriqueta García (1973) se clasifica el clima de Cuautitlán como C(Wo)(W)b(i"), denominado templado húmedo, el más seco de los templados subhúmedos, con una temperatura media anual entre 12°C y 18°C , con un régimen de lluvia en verano y menos del 5% de lluvias en invierno.

3.2 Genotipos utilizados.

Los materiales utilizados fueron el híbrido de cruce doble H-137, así como sus dos cruces simples progenitoras (M17xM18) y (M36xM37); y V-23. El H-137 y la variedad de polinización libre V-23 se recomiendan para la región de Valles Altos para condiciones de riego y temporal respectivamente.

3.3 Diseño experimental

El diseño utilizado fue bloques completos al azar con arreglo factorial distribuidos en cinco tratamientos con cuatro repeticiones, cada uno evaluando cuatro genotipos de maíz. Con un análisis estadístico de varianza y prueba de Tukey.

3.4 Tratamiento de la semilla.

Previo a la siembra, la semilla fue tratada con dos productos Biozyme y Cyto-seed, a una dosis de 200c 100 kg de semilla y 1 kg de producto/60 kg. de semilla

respectivamente; y otra dosis al doble de la recomendación a que se maneja; es decir 400cc/100 kg. de semilla y 2 kg. de producto/60 kg. de semilla de los productos ya mencionados.

Se trataron 400 semillas de cada genotipo, quedando de la siguiente forma:

- 1.- 80 semillas como testigo
- 2.- 80 semillas con Cyto-seed con dosis baja 1kg/60kg de semilla
- 3.- 80 semillas con Cyto-seed con dosis alta 2kg/60kg de semilla
- 4.- 80 semillas con Biozyme con dosis baja 200cc/100kg de semilla
- 5.- 80 semillas con Biozyme con dosis alta 400cc/100kg de semilla

Cada unidad experimental consta de 20 semillas, que con las 4 repeticiones hacen 80 semillas por tratamiento.

En el tratamiento con Cyto-seed, se procedió a contar 160 semillas, las cuales fueron depositadas en 20 semillas por sobre cada una y etiquetadas de acuerdo al diseño experimental. Después se pesaron 1.4 g. del producto la cuál fue la dosis baja y 2.8 g como la dosis alta; se depositaron las 20 semillas del primer sobre en un recipiente(caja

de petri), se coloca el producto, se tapa el recipiente y se agita hasta que las semillas queden impregnadas homogéneamente del producto; posteriormente la semilla se pasa a su sobre correspondiente. Se hace lo mismo con las 7 repeticiones faltantes y con los demás genotipos.

Para el tratamiento con Biozyme se sigue la misma metodología, para cada 20 semillas se le agrega 0.8 ml. del producto como dosis baja y 1.6 ml. como dosis alta del mismo producto.

Los tratamientos de Biozyme y Cyto-seed fueron tratados y se retiraron inmediatamente, cuidando que la semilla no presentara ninguna alteración, la semilla tratada se sembró 24 hrs. después.

3.5 Establecimiento de la cama de siembra.

Se tomó suelo de tipo franco arcilloso el cuál fue cernido y depositado en una cama de 9 mts. de largo por 1.2 mts. de ancho y se niveló a 15 cm. de altura; por último se humedeció la cama de siembra. (Esto se realizó en el invernadero)

3.6 Siembra.

Se estableció el día 31 de Marzo de 1993 en húmedo, en forma manual con ayuda de una regla la cual tenía 20 perforaciones a una distancia de 4.5 cm. entre perforaciones y depositando 1 semilla en cada perforación, a una distancia de 8 cm. entre surcos, quedando la semilla a una profundidad de 12 cm..

3.7 Riegos.

El primer riego se aplicó el día 31 de Marzo de 1993 con el objetivo de que la humedad alcance 15 a 20 cm. de profundidad. Posteriormente se regó diariamente siguiendo el objetivo de no permitir que una capa dura en la superficie detenga la emergencia de las plántulas; procurando mantener húmeda la cama solo lo necesario para el buen desarrollo de las plántulas.

3.8 Extracción de plántulas.

Se realizó a los 24 días después de la siembra (24-04-93) una vez terminada la emergencia, fueron extraídas las plántulas, para lo cual primeramente se aflojó la tierra por surco con la ayuda de una pala recta, se metió la mano por debajo de cada plántula levantándola con cuidado tratando de dañar lo menos posible el sistema radicular, y enseguida se fueron lavando para eliminar partículas de tierra.

3.9 Variables evaluadas.

3.9.1 Velocidad de emergencia

Consistió en el registro diario del número de plántulas emergidas diariamente por surco, una vez que se inició la etapa de emergencia. Este dato se consideró para obtener la velocidad de emergencia.

Se calculó mediante la siguiente expresión:

$$V.E = \frac{Ex_i}{N} + \frac{x_1}{1} + \frac{x_2}{2} + \frac{x_3}{3} + \dots + \frac{x_{n-1}}{N-1} + \frac{x_n}{N}$$

donde:

x = Número de plántulas emergidas por día.

N = Número de días después de la siembra.

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

(Adaptado por Hunter, 1971; citado por Villaseñor, 1984).

3.9.2 Longitud de raíz y tallo.

Se obtuvo en cm una vez extraídas las plántulas con la ayuda de una regla, se procedió a tomar la longitud de raíz y tallo.

3.9.3 Peso fresco de raíz y tallo.

Este dato se tiene por tratamiento y consistió en separar con la ayuda de tijeras la parte aérea de la plántula de la raíz, para posteriormente pesarlas, el peso se midió en gramos en una bascula granataria.

3.9.4 Peso seco de raíz y tallo.

Cada tratamiento ya evaluado en peso fresco se procedio a meterlos en bolsas perforadas y etiquetadas, las cuales se colocaron en la estufa a una temperatura de 70°C durante 72 hrs.; y posteriormente se determinó a pesarlas para obtener el peso seco en gramos con la ayuda de una bascula granataria.

IV. RESULTADOS

4.1 Análisis de varianza.

En el Cuadro 2, se presentan los cuadrados medios, nivel de significancia y coeficiente de variación entre genotipos, tratamientos y su interacción para las variables estudiadas en los materiales M17xM18; M36xM37; H-137 y V-23.

Se puede observar que en la mayoría de las variables evaluadas se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas entre genotipos a excepción de Velocidad de emergencia, longitud de raíz y número de hojas las cuales tienen diferencias significativas al 0.05 de probabilidad de error.

Para el tratamiento en dosis se puede apreciar que la mayoría de las variables evaluadas tienen diferencia estadística altamente significativa, exceptuando peso fresco de raíz que presenta significancia (0.05) y longitud de raíz que no es significativa.

Cuadro 2. Cuadrados medios, significancia estadística y coeficientes de variación en variables evaluadas de los factores estudiados en genotipos de maíz con bioestimulantes en Cuautitlán, México 1993.

Variables	Genotipo	Dosis	Bioestimulante	Gen*Bio	Gen*Dos	Gen*Dos*Bio	C.V.
Velocidad de emergencia plant/dí	3.11 *	10.53 **	3.0 NS	0.52 NS	0.85 NS	0.25 NS	16.63
Longitud de tallo (cm)	28.0 **	14.07 **	4.25 NS	1.09 NS	0.87 NS	0.70 NS	7.21
Longitud de raíz (cm)	4.73 *	0.05 NS	2.03 **	1.47 **	0.7 NS	0.62 NS	12.11
Número de hojas	8.83 *	4.23 **	2.14 NS	0.48 NS	0.38 NS	0.82 NS	4.47
Peso fresco de tallo (gr)	16.25 **	4.93 **	2.64 *	0.28 NS	0.53 *	0.76 *	29.08
Peso fresco de raíz (gr)	16.35 **	2.54 *	5.18 **	1.64 *	1.24 NS	0.58 NS	19.54
Peso seco de tallo (gr)	19.40 **	16.79 **	0.82 NS	0.22 NS	0.67 NS	1.49 *	15.70
Peso seco de raíz (gr)	24.20 **	3.18 **	0.84 NS	1.11 NS	1.22 NS	0.55 NS	23.85

** Altamente significativo

* Significativo

NS No significativo

En cuanto a bioestimulantes la mayoría de las variables no presentan significancia estadística, solamente tres variables presentaron significancia estadística las variables longitud de raíz y peso fresco de raíz son altamente significativas, y peso fresco de tallo con significancia del 0.05 de probabilidad de error.

Con respecto a las interacciones la mayoría de las variables evaluadas no presentaron significancia estadística En las que existen en la interacción genotipo-bioestimulante son longitud de raíz altamente significativa y peso fresco de raíz con 0.05 de probabilidad de error. En la interacción genotipo-dosis solo la variable peso fresco de tallo presenta significancia del 0.05. Y en la interacción genotipo-dosis-bioestimulante las variables peso fresco de tallo y peso seco de tallo tienen significancia del 0.05 de probabilidad de error.

Los coeficientes de variación para las diferentes variables oscilaron de 4.47% a 29.08%.

4.2 Comparación de medias.

4.2.1 Genotipos.

La comparación de medias para diferentes variables de cuatro genotipos muestra los siguientes valores (Cuadro 3).

Los genotipos utilizados muestran diferencias numéricas, destacando por los valores más altas el genotipo V-23; excepto en las variables velocidad de emergencia y número de hojas, los cuales los valores altos lo presenta los genotipos (M17xM18) y H-137.

Los genotipos (M36xM37) y (M17xM18) presentaron los valores más bajos de las variables evaluadas, excepto en la variable no. de hojas que tienen el mismo promedio con los demás genotipos. Por lo que respecta al genotipo H-137 presenta los valores intermedios de dicho experimento; las variables velocidad de emergencia, longitud de tallo, número de hojas, peso fresco de tallo, peso fresco de

Cuadro 3. Genotipos. Comparación de medias para diferentes variables en cuatro genotipos de maíz.

Genotipos	Velocid.emerg. plantas/día	Long. tallo (cm)	Long. raíz (cm)	No. hojas	Peso fco. tallo (gr)	Peso fco. raíz (gr)	Peso seco tallo (gr)	Peso seco raíz (gr)
M17xM18	2.14 A	51.68 B	17.29 B	5.23 B	7.14 BC	0.66 C	0.60 B	0.06 C
M36xM37	1.90 B	47.06 C	17.20 B	5.38 A	6.02 C	0.74 BC	0.51 C	0.06 C
H-137	2.02 AB	53.95 AB	16.84 B	5.49 A	8.28 AB	0.81 AB	0.65 AB	0.08 B
V-23	2.02 AB	54.12 A	18.60 A	5.46 A	9.36 AB	0.89 A	0.66 A	0.10 A
DSH (0.05)	0.206	2.29	1.30	0.15	1.38	0.09	0.06	0.01

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey (0.05).

raíz y peso seco de tallo presenta valores estadísticamente igual con V-23 y las demás variables presenta valores bajos.

En la variable velocidad de emergencia el genotipo (M17xM18) presento el valor más alto con respecto al genotipo V-23 con una media de 2.1367 contra 2.0196 respectivamente, pero estadísticamente son iguales. El genotipo (M36xM37) tiene el valor más bajo con 1.8951.

En cuanto a las demás variables el genotipo V-23 muestra siempre los valores más altos como en Peso fresco de tallo (9.357 gr); peso fresco de raíz (0.894 gr); peso seco de tallo (0.665 gr); y peso seco de raíz (0.09 gr). Mientras que el genotipo (M36xM37) obtiene los valores más bajos en la mayoría de las variables excepto en las medias de no. de hojas y peso fresco de raíz. Los valores donde se aprecia numéricamente mayor la diferencia es en las variables longitud de tallo con (47.05 cm), peso fresco de tallo con (6.025 gr) y peso seco de tallo (0.509 gr).

4.2.2 Dosis.

El tratamiento con mejor respuesta fue el testigo, en donde la mayoría de las variables superó a las dosis baja y alta, excepto en las variables de peso seco de tallo donde la dosis baja es superior. La dosis baja tiene un comportamiento estadísticamente igual al testigo en la mayoría de las variables.(Cuadro 4)

Se puede apreciar que la diferencia numérica en la variable de peso fresco tallo es de una unidad entre dosis, teniendo en la dosis baja (7.100gr) contra (6.931gr) de la dosis alta y (8.307gr) del testigo. Además la diferencia más notoria es con respecto a la variable longitud de tallo, porque la dosis baja tiene un valor 52.749 cm. y el testigo 52.977 cm. mientras que la dosis alta es de 49.371 cm. , cerca de 3 cm..

La dosis baja supera al testigo en la variable peso seco de tallo con 0.658 gr. contra 0.608 gr.

Cuadro 4. Dosis. Comparación de medias para diferentes variables en dos dosis de bioestimulante.

DOSIS	Veloc.emerg. plantas/día	Long. tallo (cm)	Long. raíz (cm)	No. hojas	Peso fco. tallo (gr)	Peso fco. raíz (gr)	Peso seco tallo (gr)	Peso seco raíz (gr)
ALTA	1.84 B	49.37 B	17.40 A	5.31 B	6.93 B	0.73 A	0.55 C	0.071 B
BAJA	2.10 A	52.76 A	17.53 A	5.43 A	7.10 AB	0.80 A	0.66 A	0.080 A
TESTIGO	2.11 A	52.98 A	17.52 A	5.43 A	8.30 A	0.80 A	0.61 B	0.077 AB
DSH (0.05)	0.163	1.81	1.02	0.12	1.09	0.07	0.05	0.008

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey (0.05).

4.2.3 Bioestimulantes.

El Cuadro 5 muestra que el testigo presenta valores estadísticos diferentes con respecto a los productos Biozyme y Cyto-seed en las variables longitud de tallo y peso freco de raíz; por lo que respecta a las demás variables son estadísticamente iguales, resaltando que solo hay diferencia numérica con respecto de una con otra, por ejemplo, velocidad de germinación con Biozyme un valor de 1.9807 mientras que con Cyto-seed obtiene 1.9590 y testigo con 2.1139; así mismo ocurre con la variable longitud de raíz obteniendo el valor numérico más alto con Cyto-seed 17.89 cm. con respecto a las del testigo.

4.2.4 Interacción genotipo x bioestimulante.

En el Cuadro 6 se presentan los valores obtenidos y a simple vista se puede notar que no existe muchas variables con diferencia estadística y las demás son estadísticamente iguales.

Cuadro 5. Bioestimulantes. Comparación de medias para diferentes variables en dos productos.

Productos	Veloc.emerg. plantas/día	Long. tallo (cm)	Long. raíz (cm)	No. hojas	Peso fco. tallo (gr)	Peso fco. raíz (gr)	Peso seco tallo (gr)	Peso seco raíz (gr)
BIOZIME	1.98 A	51.01 B	17.03 A	5.33 A	7.26 A	0.72 B	0.59 A	0.07 A
CYTOSEED	1.96 A	51.11 B	17.90 A	5.40 A	7.67 A	0.81 A	0.61 A	0.07 A
TESTIGO	2.11 A	52.99 A	17.52 A	5.43 A	8.31 A	0.80 A	0.61 A	0.07 A
DSH (0.05)	0.163	1.81	1.03	0.12	1.09	0.07	0.0577	0.008

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey (0.05).

Las variables donde se presenta diferencia estadística son peso fresco de raíz en el genotipo (M36xM37); así como, longitud de tallo y peso fresco de raíz en el genotipo H-137.

Los únicos genotipos que no muestra diferencia estadística entre sus variables son (M17xM18) y V-23.

En los genotipos estudiados el valor más alto lo ocupa en cada variable el tratamiento testigo, exceptuando en las variables peso fresco de raíz y peso seco de tallo donde el producto Cyto-seed obtiene los mejores datos en el genotipo V-23.

El genotipo V-23 con el tratamiento testigo obtiene el valor más alto en la mayoría de las variables evaluadas exceptuando las de velocidad de germinación y longitud de tallo, no. de hojas, siendo superado en estas variables por el genotipo H-137; el genotipo (M36xM37) es el que presenta los valores más bajos numéricamente en algunas variables.

Cuadro 6. Comparación de medias para la interacción Genotipo*Bioestimulante de diferentes variables en Cuautitlán, México 1993.

Genotipos	Biest.	Vel. emerg. plant/día	Long. T. (cm)	Long. R. (cm)	No. hojas	P. F. T. (cm)	P. F. R. (cm)	P. S. T. (cm)	P. S. R. (cm)
M17xM18	TESTIGO	2.16 A	52.08 A	16.63 A	5.27 A	7.37 A	0.63 A	0.61 A	0.06 A
M17xM18	BIOZIME	2.19 A	50.91 A	16.68 A	5.22 A	6.88 A	0.66 A	0.58 A	0.07 A
M17xM18	CYTOSEED	2.13 A	52.05 A	18.57 A	5.18 A	7.17 A	0.67 A	0.60 A	0.07 A
M36xM37	TESTIGO	2.00 A	48.13 A	17.33 A	5.43 A	6.26 A	0.74 A	0.50 A	0.06 A
M36xM37	BIOZIME	1.84 A	45.59 A	16.46 A	5.27 A	5.54 A	0.65 B	0.50 A	0.06 A
M36xM37	CYTOSEED	1.85 A	47.45 A	17.81 A	5.42 A	6.26 A	0.82 A	0.53 A	0.07 A
H-137	TESTIGO	2.22 A	56.34 A	17.02 A	5.55 A	9.17 A	0.90 A	0.66 A	0.08 A
H-137	BIOZIME	1.94 A	53.07 A	17.19 A	5.40 A	7.59 A	0.74 B	0.63 A	0.07 A
H-137	CYTOSEED	1.90 A	52.45 B	16.33 A	5.52 A	8.00 A	0.79 A	0.65 A	0.08 A
V-23	TESTIGO	2.08 A	55.37 A	19.11 A	5.47 A	10.42 A	0.93 A	0.66 A	0.10 A
V-23	BIOZIME	2.03 A	54.47 A	17.79 A	5.44 A	9.01 A	0.82 A	0.66 A	0.09 A
V-23	CYTOSEED	1.95 A	52.48 A	18.89 A	5.47 A	9.24 A	0.94 A	0.68 A	0.09 A
DSH (0.05)		0.33	3.62	2.05	0.23	2.19	0.15	0.092	0.017

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey (0.05).

El tratamiento testigo tiene los mejores resultados tanto estadísticamente como numéricamente en la mayor parte de las variables evaluadas. Algunas variables con mejor respuesta con Cyto-seed fueron peso seco de tallo 0.684 gr. y peso fresco de raíz con 0.94 gr. del genotipo V-23.

En cuanto a las variables peso seco de tallo y de raíz los valores más altos los obtuvo el genotipo V-23 con el bioestimulante Cyto-seed con 0.684 gr. y 0.103 gr. con el tratamiento testigo; pero la diferencia con respecto a los otros genotipos fue solamente numérica porque estadísticamente resultaron iguales. Aquí los valores más bajos los tiene el genotipo (M36xM37) con el bioestimulante Biozyme (0.499 gr. y 0.060 gr.) con el genotipo (M17xM18) en las variables ya mencionadas.

4.2.5 Interacción genotipo x dosis.

En esta interacción se puede apreciar (Cuadro 7) que en el testigo y en la dosis baja en todos los genotipos evaluados presenta los valores más altos en la mayoría de las variables evaluadas destacándose los que existen en los genotipos

Cuadro 7. Comparación de medias para la interacción Genotipo*Dosis de diferentes variables en Cuautitlán, México 1993.

Genotipos	Dosis	Vel.emerg. plant/día	Long. T. (cm)	Long. R. (cm)	No. hojas	P. F. T. (cm)	P. F. R. (cm)	P. S. T. (cm)	P. S. R. (cm)
M17xM18	TEST.	2.16 A	52.08 A	16.63 A	5.27 A	7.37 A	0.63 A	0.61 A	0.06 A
M17xM18	BAJA	2.31 A	53.43 A	17.33 A	5.30 A	7.57 A	0.69 A	0.64 A	0.08 A
M17xM18	ALTA	1.94 B	49.53 B	17.92 A	5.10 A	6.48 A	0.65 A	0.54 B	0.06 A
M36xM37	TEST.	2.00 A	48.13 A	17.33 A	5.43 A	6.26 A	0.74 A	0.50 A	0.06 A
M36xM37	BAJA	1.93 A	47.23 A	17.11 A	5.38 A	5.97 A	0.74 A	0.55 A	0.07 A
M36xM37	ALTA	1.75 A	45.82 A	17.16 A	5.31 A	5.84 A	0.73 A	0.48 A	0.06 A
H-137	TEST.	2.22 A	56.34 A	17.02 A	5.55 A	9.17 A	0.90 A	0.66 A	0.09 A
H-137	BAJA	1.99 A	55.11 A	17.08 A	5.54 A	8.45 A	0.83 A	0.72 A	0.08 A
H-137	ALTA	1.85 B	50.41 B	16.43 A	5.58 A	7.15 A	0.71 B	0.56 B	0.07 A
V-23	TEST.	2.08 A	55.37 A	19.11 A	5.47 A	10.42 A	0.93 A	0.66 A	0.10 A
V-23	BAJA	2.18 A	55.22 A	18.59 A	5.48 A	9.10 A	0.90 A	0.73 A	0.09 A
V-23	ALTA	1.81 B	51.73 B	18.09 A	5.43 A	8.25 A	0.86 A	0.61 B	0.09 A
DSH (0.05)		0.33	3.62	2.05	0.23	2.19	0.15	0.09	0.017

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey (0.05).

(M17xM18), H-137 y V-23, en los que se puede apreciar la diferencia estadística con respecto a la dosis utilizada; mientras que el genotipo (M36xM37) no existe diferencia estadística en las variables evaluadas; y presenta los resultados más bajos en las variables velocidad de germinación, longitud de tallo, peso fresco de tallo y peso seco de tallo.

Por lo que respecta a la variable velocidad de germinación el valor más alto lo obtiene el genotipo (M17xM18) con un valor de 2.3096 en comparación con el genotipo V-23; el valor más bajo lo presenta el genotipo (M36xM37) con dosis alta con un valor 1.7521.

En cuanto la variable peso fresco de tallo los valores no tienen diferencia significativa, destacándose que es el testigo el que tiene los valores altos en todos

los genotipos, destacando el genotipo V-23 con el valor alto (10.421 gr.) y el más bajo (M36xM37) con 5.830 gr. en dosis alta. En la variable peso fresco de raíz el valor más alto lo tiene el genotipo V-23 (0.926 gr) con dosis tratamiento testigo y (M17xM18) con 0.630 gr. el más bajo.

En la variable peso seco de tallo todos los genotipos muestran diferencias estadística con respecto a las dosis utilizadas, la dosis baja obtiene los valores altos destacando el genotipo V-23 con un valor de 0.733 gr.; mientras que la dosis alta tiene el menor valor con el genotipo (M36xM37) con 0.477 gr.

En los genotipos (M17xM18), H-137 y V-23 presentan diferencias estadísticas en la variable peso seco de tallo, en las cuales la dosis baja y testigo supera a la dosis alta, destacando V-23 con el valor más alto con 0.733 gr. con dosis baja y el más bajo (M36xM37) con 0.477 gr. con la dosis alta. Y el genotipo (M36xM37) y H-137 es estadísticamente igual con respecto a la respuesta de la dosis.

4.2.6 Interacción genotipo x bioestimulante x dosis.

En el cuadro 8, el genotipo V-23 con la aplicación de Cyto-seed en dosis baja obtiene en la gran mayoría de las variables evaluadas diferencias numéricas con respecto a los demás genotipos utilizados, así como a las dosis utilizadas; exceptuando las variables velocidad de germinación, en donde el genotipo

Cuadro 8. Comparación de medias para la interacción Genotipo*Bioestimulante*Dosis de diferentes variables en Cuautitlán, México 1993.

Genotipos	Biest.	Dosis	Vel. emerg. plant/día	Long. T. (cm)	Long. R. (cm)	No. hojas	P. F. T. (cm)	P. F. R. (cm)	P. S. T. (cm)	P. S. R. (cm)
M17xM18	TESTIGO	TESTIGO	2.16 A	2.16 A	16.93 A	5.27 AB	7.37 A	0.63 A	0.61 A	0.06 A
M17xM18	BIOZIME	BAJA	1.84 A	50.52 A	20.40 A	5.00 C	6.86 A	0.72 A	0.58 A	0.06 A
M17xM18	BIOZIME	ALTA	1.82 A	45.96 A	16.88 A	5.02 C	5.21 A	0.60 A	0.43 B	0.06 A
M17xM18	CYTOSEED	BAJA	2.39 A	53.55 A	18.83 A	5.27 B	7.29 A	0.67 A	0.60 A	0.08 A
M17xM18	CYTOSEED	ALTA	2.38 A	54.66 A	16.68 A	5.37 A	8.06 A	0.76 A	0.69 A	0.08 A
M36xM37	TESTIGO	TESTIGO	2.00 A	48.13 A	17.33 A	5.45 AB	6.26 A	0.74 A	0.50 A	0.65 A
M36xM37	BIOZIME	BAJA	1.65 A	46.13 A	18.77 A	5.32 B	6.06 A	0.56 A	0.51 A	0.07 A
M36xM37	BIOZIME	ALTA	1.60 A	43.20 A	15.38 A	5.20 C	5.20 A	0.88 B	0.42 A	0.06 A
M36xM37	CYTOSEED	BAJA	1.89 A	48.10 A	17.33 A	5.52 A	6.46 A	0.84 A	0.57 A	0.08 A
M36xM37	CYTOSEED	ALTA	1.91 A	45.45 A	16.68 A	5.20 C	5.18 A	0.63 A	0.57 A	0.06 A
H-137	TESTIGO	TESTIGO	2.22 A	56.33 A	17.05 A	5.57 A	9.17 A	0.90 A	0.66 A	0.08 A
H-137	BIOZIME	BAJA	1.60 B	47.93 B	15.95 A	5.52 A	6.92 A	0.68 A	0.56 A	0.07 A
H-137	BIOZIME	ALTA	1.72 A	46.95 B	16.35 A	5.07 C	5.35 A	0.53 B	0.45 B	0.06 A
H-137	CYTOSEED	BAJA	1.89 A	53.08 A	16.03 A	5.50 B	7.93 A	0.80 A	0.72 A	0.07 A
H-137	CYTOSEED	ALTA	1.88 A	55.90 A	18.23 A	5.57 A	8.25 A	0.79 A	0.76 A	0.07 A
V-23	TESTIGO	TESTIGO	2.08 A	55.35 A	19.13 A	5.47 AB	8.76 A	0.93 A	0.66 AB	0.11 A
V-23	BIOZIME	BAJA	1.58 A	47.45 B	18.23 A	5.35 C	6.58 A	0.91 A	0.54 A	0.07 A
V-23	BIOZIME	ALTA	1.76 A	52.38 A	16.95 A	5.47 A	6.93 A	0.74 A	0.63 A	0.08 A
V-23	CYTOSEED	BAJA	2.20 A	54.63 A	19.35 A	5.60 A	9.89 A	0.98 A	0.86 A	0.10 A
V-23	CYTOSEED	ALTA	2.25 A	55.65 A	17.33 A	5.37 C	8.85 A	0.79 A	0.69 B	0.09 A
DSH (0.05)			0.56	6.26	3.56	0.05	4.26	0.25	0.16	0.03

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey (0.05)

(M17xM18) vuelve a presentar el valor más alto con 2.393 con Cyto-seed y longitud de raíz 20.40 cm. con Biozyme dosis baja.

Por lo que respecta a las demás variables la mayor parte son estadísticamente iguales.

El genotipo (M17xM18) muestra una mejor respuesta al biestimulante Cyto-seed en dosis altas en las variables longitud de tallo, no. de hojas, peso fresco de tallo, peso fresco de raíz, peso seco de tallo y peso seco de raíz, estos valores son mayores numéricamente por que estadísticamente son iguales. Por lo que respecta al bioestimulante Biozyme la dosis baja es la que supera a la alta, habiendo diferencia significativa en las variables longitud de raíz, peso fresco de tallo. Además que obtiene el valor más alto en longitud de raíz con respecto al genotipo V-23 superandolo numéricamente; el genotipo (M17xM18) obtiene 20.40 cm. mientras que el V-23 presenta 19.35 cm. como el mejor valor en sus tratamientos, obteniendo para la misma variable el menor valor el genotipo (M36xM37) con Biozyme en dosis alta.(Cuadro 8)

El genotipo (M36xM37) en sus tratamientos muestra diferencia estadística en la variable peso fresco de raíz obteniendo el valor más alto con Biozyme dosis baja (0.885 gr) y el más bajo Biozyme dosis alta (0.560 gr.); por lo que respecta a Cyto-seed existe diferencia significativa en la misma variable siendo mayor la dosis baja; en cuanto a velocidad de germinación el valor más alto es con el testigo (2.000) y la baja con Biozyme (1.602), sin existir diferencia estadística.

Por lo que se refiere al genotipo H-137, en sus tratamientos solo existe diferencia estadística con el producto Biozyme en la variable longitud de tallo, donde la dosis testigo tiene el valor numérico mayor que en las dosis alta y baja, en las variables no. de hojas, peso fresco de raíz y peso seco de tallo existe diferencia estadística. Por lo que respecta a todos los tratamientos de éste genotipo el tratamiento testigo tiene los mejores valores con respecto al Biozyme y Cyto-seed; mostrándose también que obtiene una respuesta favorable a la dosis alta en la variable longitud de raíz y longitud de tallo, donde tiene diferencia estadística entre ambos tratamientos con dosis.

El genotipo V-23 en este experimento tiene los mejores resultados con los tratamientos realizados; pero también se observa que tiene una mejor respuesta a la aplicación con el tratamiento testigo en sus dosis con respecto al Biozyme y Cyto-seed.

En el tratamiento con Biozyme existe diferencia estadística con alguna variable con la interacción realizada, y por lo que respecta con Cyto-seed solamente existe diferencia estadística en las variables no. de hojas y peso seco de tallo con la interacción, obteniendo los mejores resultados con la dosis baja (0.980 gr) y (0.857 gr) contra la dosis alta (0.790 gr) y (0.687) de las variables ya mencionadas.

Por lo que se refiere la comparación con los otros genotipos el V-23 tiene amplio dominio en las variables evaluadas, solamente en algunas de ellas es superado por el genotipo (M17xM18) y es en la variable velocidad de germinación en los cuatro tratamientos, y longitud de raíz donde el mismo genotipo lo supera pero solamente con el tratamiento Biozyme dosis baja que presenta (20.40 cm) contra el más alto de V-23 que es de (19.35 cm).

Y con los otros genotipos es evidente su superioridad numérica en cada variable y en cada tratamiento; exceptuando al H-137 en las variables longitud de tallo y no. de hojas.

V. DISCUSION

Los valores de coeficiente de variación obtenidos del análisis de varianza para las distintas variables en su gran mayoría fueron inferiores al 20%, lo cuál es aceptable tomando en cuenta que se manejaron todos los aspectos en laboratorio (invernadero).

Solamente los factores genotipo, dosis y bioestimulantes son los que presentan diferencias estadísticas, en la mayoría son altamente significativas entre las variables evaluadas. (Cuadro 2)

El genotipo que muestra los mejores resultados es el V-23 en la mayoría de las variables evaluadas, sólo en las variables velocidad de emergencia y longitud de tallo y no. de hojas fue superado numericamente por los genotipos (M17xM18) y H-137. El genotipo H-137 tuvo un comportamiento aceptable; los genotipos (M17xM18) y (M36xM37) obtienen en la gran mayoría de las variables diferencias estadísticas con respecto al genotipo V-23.(Cuadro 3)

Con estos resultados se comprueba lo considerado por Perry (1978) donde menciona que el vigor de la semilla es la suma de todas las propiedades de la semilla,

las cuales determinan el nivel de su actividad y comportamiento durante la germinación y emergencia de plántulas, así las semillas de alto vigor son las que tienen un buen comportamiento y las semillas de bajo vigor son las que se comportan pobremente.

Por lo que se refiere a las variables de peso seco de tallo y raíz, el genotipo H-137 supera a los demás, siguiéndole el V-23, (M17xM18) y el más bajo (M36XM37).

Hay que hacer la aclaración que el experimento no tuvo problemas de manejo, pero se puede hacer mención que el tamaño de la semilla para el genotipo (M36xM37) fué más pequeñas; por lo que se considerará que pudo influir en los resultados obtenidos. Además Evans y Bhatt (1977) demostraron que la tasa de crecimiento de plántula o vigor de plántula (peso seco) de cereales está influenciado por el tamaño de la semilla, contenido de proteínas, resistencia a germinación, y genotipo.

Por lo que estos resultados son semejantes con los obtenidos por Marroquín (1986), que haciendo evaluaciones con semillas de maíz de diferentes tamaños; encontró que semillas de tamaño grande presentaban mayor peso y volumen del embrión, así como un mayor porcentaje de germinación, longitud y peso seco de plántula que las semillas de tamaño intermedio y chico. Concluyó que las semillas grandes

presenta mayor peso y volumen del embrión y endospermo que dan origen a plántulas más vigorosas medidas en base a peso seco y longitud de parte aérea.

Por lo que se refiere a las dosis utilizadas, la dosis testigo obtiene los mejores resultados existiendo una diferencia estadística en la gran mayoría de las variables evaluadas, exceptuando las variable longitud de raíz y peso fresco de raíz.

Al analizar las dosis utilizadas se confirma que el testigo es efectivamente la mejor ya que no existe diferencia estadística, ya que al aumentar la dosis no se obtiene un incremento en las variables evaluadas, se puede decir que afecta a la semilla tanto en funciones internas como externas que en lugar de aprovechar esta incorporación del producto le afecta teniendo una respuesta negativa en las variables evaluadas. (Cuadro 4)

Se puede decir que la aplicación de bioestimulantes a la semilla no aporta un incremento al vigor en las variables manejadas para su evaluación, porque no llegan a superar al tratamiento testigo estadísticamente.

Mientras tanto el bioestimulante Biozyme (Cuadro 5) solo presenta diferencia estadística con los tratamientos Cyto-seed y testigo en la mayoría de las variables, teniendo en Cyto-seed los valores numéricos más altos. En cuanto a velocidad de germinación no existe diferencia estadística sólo numérica donde Biozyme supera al Cyto-seed. En las variables longitud de raíz y peso fresco seco de raíz y peso seco de tallo el producto Cyto-seed tiene buena respuesta aunque esta sea solo numérica porque estadísticamente son iguales con el tratamiento testigo.

En la interacción genotipo x dosis, los genotipos que muestran respuesta en las variables evaluadas son (M17xM18), V-23 y H-137; solamente el genotipo (M36xM37) no presenta ninguna diferencia estadística. Destacando que en los genotipos que muestran diferencia estadística, la dosis baja y testigo son los que tienen una mejor respuesta. (Cuadro 7)

La interacción genotipo x bioestimulante, el genotipo (M36xM37) tiene una mejor respuesta a estos productos en las variables longitud de raíz, peso fresco de raíz, peso seco de tallo y peso seco de raíz, donde el producto Cyto-seed obtiene la mejor

respuesta. Mientras en los otros genotipos sólo V-23 muestra respuesta positiva tanto a un producto como a otro, destacándose en algunas variables.(Cuadro 6)

El genotipo (M17xM18) obtiene el valor más alto con Cyto-seed en las variables peso fresco de raíz y peso seco de raíz con respecto al testigo, superándolo numéricamente.

En cuanto al producto Biozyme el genotipo (V-23) no es superado por los demás genotipos en la mayoría de las variables evaluadas; destacándose en la variable velocidad de germinación donde el genotipo (M17xM18) lo supera al testigo.

Y por último la interacción genotipo x dosis x bioestimulante (Cuadro 8), se puede decir que sólo presentaron mejor respuesta los genotipos V-23, H-137 y (M17xM18), donde la diferencia no es estadística sino numéricamente; donde el genotipo (M17xM18) supera al testigo V-23 en las variables velocidad de germinación y longitud de raíz, en la cuál la dosis baja con Cyto-seed obtiene las mejores respuestas a su aplicación.

El producto Biozyme tiene su mejor respuesta en el genotipo V-23 y en dosis baja; al igual que con el Cyto-seed el genotipo (M17xM18) lo supera en las variables de velocidad de germinación y longitud de raíz. Y en los demás genotipos no existe muchas variables con diferencia estadística.

Con estos resultados ocurre lo mismo con otros trabajos donde se utilizaron los bioestimulantes donde no existe una respuesta favorable a su aplicación en los materiales a evaluar

VI. CONCLUSIONES

En base a los objetivos e hipótesis planteadas y de acuerdo a los resultados y análisis del presente trabajo se concluye en los siguiente:

- 1.- Los tratamientos con bioestimulantes no presentaron ninguna alteración positiva en el vigor para la mayoría de los genotipos evaluados en sus diferentes variables.
- 2.- Las dosis baja y alta no aumentan la expresión de vigor en la mayoría de los genotipos evaluados.
- 3.- El genotipo V-23 exhibió mejor vigor en base a los valores obtenidos para las diferentes variables, siendo solamente superado por el genotipo (M17xM18) en las variables velocidad de emergencia y longitud de raíz, y por H-137 en las variables no. de hojas y longitud de tallo.

- 4.- El genotipo (M17xM18) obtiene un efecto positivo para la estimulación de vigor en la variable velocidad de germinación con la aplicación de Cyto-seed en sus dosis baja y alta. Aunque esta sea sólo numérica.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Abdel-Rahman, M. 1979. Responses of field corn and sweet-corn to treatments with several growth bioestimulant. *Plant Growth Regulator*. Abst. 5(11), 1744.
- Bean, E.W. 1990. Factors affecting the quality of herbage seed in: P.D. Hebblethwaite (Ed) *Seed Production Great Britain*. Butterworths. pp 593- 604.
- Bejarano Buyoli, N.E. 1982. Efecto de bioestimulantes en var. braquíticas de maíz (*Zea mais L.*) en campo e invernadero. Tesis profesional ITESM. Monterrey, N.L.
- Bewley, J.D. and M. Black. 1978. *Physiology and biochemistry of seed*. Vol. I. Development, germination and growth. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg, N.Y., USA. 307 pp.
- Bewley, J.D. and M. Black. 1985. *Seed physiology of development and germination*. Plenum Press New York. 367 p.
- Brauer H., O. 1973. *Fitogenética aplicada*. Limusa (Ed) México, D.F. pp 421-440
- Bustamante, L. 1982. Semillas. Control y evaluación de su calidad En: *Memorias del curso de actualización sobre tecnología de semillas UAAAN*.

- Asociación Mexicana de Semilleros A.C. pp 99-106
- Cadwell, P.W. 1962. Seed quality and control. Procc. Seedmens Short Course. Mississippi Seed Technology Laboratory. State College Mississippi. pp 151-154
- Carver, M. 1980. The production of quality cereal seed, In: P.D. Hebblethwaite (Ed) Seed Production. Great Britain, Butt pp 295-305
- Chapa Gutierrez, J.J. 1983. Evaluación de variedades de maíz palomero (*Zea mays* L.) y el efecto de un bioestimulante a la semilla. Apodaca, N.L. Tesis profesional ITESM. Monterrey, N.L.
- Ching, T.M. 1973. Biochemical aspects of seed vigor. Seed. Sci. and Technol. 1: 73-88.
- Cisneros, J. 1986. Factores que afectan a la calidad de la semilla en el campo, en: Curso de actualización en tecnología de semillas. pp 65-72.
- Copeland, C.O. 1976. Principles of seed science and technology. Burges Publishing Company, USA. 369 p.
- Delouche, C.J., and P.N. Cadwell. 1962. Seed vigor and vigor test. Procc. Ass. Off. Seed Annal 50:124-129.
- Duffus, C. 1985. Seed and thir uses. AGT. Editor, S.A. pp 4,13,74-88.

- Evans, L.E., and G.M. Bhatt. 1977. Influence of seed size, protein content and cultivars on early seedling vigor in wheat. *Can J. Plant Sci.* 57:929-935.
- FAO. 1978. Semillas agrícolas y hortícolas. FAO Barcelona, España. pp 387-394
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen. 2da. Edición. Dirección General de Publicaciones. UNAM: México. 246 p
- Grajales, M.O. 1984. Apuntes de Fisiología Vegetal. Ingeniería Agrícola. FES. Cuautitlán. pp 184-196
- Gómez Aviles, F. 1993. Evaluación de la eficiencia de un bioestimulante para elevar el vigor de semillas de variedades mejoradas de maíz. Tesis profesional FES. Cuautitlán. UNAM. México.
- González V., J.A. 1991a. Evaluación de Humiplus, Humitron, Foltron Plus y Biozyme T.F. sobre el desarrollo y producción de maíz (*Zea mays L.*). El maíz en la década de los 90s. 3er. Simposium Nacional. Memorias. SARH Jalisco. Marzo 1992. pp 181-185
- González V., J.A. 1991b. Evaluación de los efectos de la interacción de Humiplus Fe, Zn, Biozyme PPZ, Biozyme T.F., Grofol, Superfos, Loby y Humitron

- sobre el desarrollo y la producción del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), bajo condiciones de riego en la región de Cuauhtemoc, Chih., Méx. En maíz en la década de los 90. 3er. Simposium Nacional. Memorias SARH Jalisco. Marzo 1992. pp 186-189
- Hartman H., T. y E. Kester D. 1980. Propagación de plantas; principios y prácticas. Continental (Ed) México, D.F. 810 p.
- Hernández L., A. 1985. Efecto de la fertilización y densidad de población en el rendimiento y calidad de semilla de girasol. Tesis de Maestría de Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.
- Heydecker, W. 1972. Vigour. In: E.H. Roberts (Ed) Viability of seed. Chapman and Hall London. pp 208-247
- Hunter, B.R., and L.W. Kannenberg. 1972. Effects of seed size on emergence, grain yield, and plant height in corn. Can J. Plant Sci. 52:252-256
- INCA. RURAL, 1980 Instituto Nacional de Capacitación del Sector Agropecuario A.C.. Impacto del Credito Oficial en la Producción y Productividad del Maíz. Informe Anual.
- International Seed Testing Association. 1985. International rules for testing seed. Sci. and Technol. 4: 3-177.

Isely, D. 1957. Vigor test. *Procc. Ass. Off. Seed Annal.* 47:176-182

Jann, R:C: and R.D. Amen. 1977. What is germination? In: Khan, A. (ed) *The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination.*

Elsiver/North Holland. Biomedical Press. pp 7-28.

Karszen, C.M.; A. Haigh ; P. Toorn and R. Weges. 1989. *Physiological*

mechanisms involved in seed priming. En: R.B. Taylorson (Ed) *Recent advances in the*

development and germination of seeds. Plenum Press. 2:19-28.

Martinez, H.E. 1985. *Apuntes de la clase de Fisiología Vegetal. Ingeniería Agrícola.* FES.Cuautitlán. UNAM.

Marroquin, B.A. 1986. *Influencia del contenido de reservas y del tamaño*

de embrión de la semilla en el vigor de plántulas de maíz (Zea mays L.). Tesis profesional FES.Cuautitlán. UNAM.México.

Meyer, A. M. and P. Mayber. 1989. *The germination of seeds.* Preyaman Press.

Great Britain. 270 p.

Poehlman, M John; 1987. *Mejoramiento Genético de las Cosechas.*

Ed.Limusa. 10a. Reimpresión. pp 406-407

- Moreno R., E. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Instituto de Biología. UNAM. 383 p.
- Orozco, J. 1986. Evaluación de la pureza varietal en campo, en: Curso de actualización en tecnología de semillas. UAAAN. Asociación Nacional de Semilleros pp 56-63
- Perry, D.A. 1978. The concept of seed vigour and its relevance to seed production techniques, In: Seed Production. P.D. Hebblethwaite Butterworths, London, England. pp 585-591
- Perry, D.A. 1980. El concepto de vigor de la semilla y su relevancia en las técnicas de producción de semilla, En: P.D. Hebblethwaite (Ed) Producción Moderna de Semillas. Londres, Inglaterra.
- Perry, D.A. 1981a. Handbook of vigour test. Method ISTA Zurich, Switzerland. 72 p.
- Ramírez C., J.A. 1991. Época de cosecha del maíz de cruz simple H-34, calidad de su semilla y capacidad de rendimiento. Tesis profesional FES. Cuautitlán. UNAM. México. 119 p.
- Rosas Aceves, C. 1988. Efecto de bioestimulantes sobre la germinación de cultivares de maíz (*Zea mays* L.). Tesis profesional UACH. Edo de Méx.

- Santiago R., L.A. 1988. Comportamiento de germinación y vigor en semillas de maíz de distinto origen genético sometido a diferentes temperaturas y sustratos. Tesis profesional FES.Cuautitlán. UNAM. México.
- Sayers, R. 1982. Pruebas de germinación y vigor, en: Memorias del curso de actualización sobre tecnología de semillas. UAAAN. Asociación Mexicana de Semilleros A.C. pp 129- 136.
- Simon, E.W. 1984. Early events in germination. In. D.R. Murray (ed) Seed physiology, vol 2 germination and reserve mobilization. 77-116. Academic Press. N.Y.
- Thompson, J.R 1979. Introducción a la tecnología de semillas. Ed. Acribia. Zaragoza, España. pp 1-13 y 35-44.
- U.S.D.A. 1988. Techniques and scoring procedures for starch gel electrophoresis of enzymes from maize (*Zea mays* L.). North Carolina Agricultural Research Service. North Carolina State University. Raleigh North Carolina. Technical Bolletin 286,287p.
- Vazquez M., H.A. 1992. Comparación y selección de líneas experimentales de maíz (*Zea mays* L.) de Valles Altos para su vigor, productividad y calidad de su semilla. Tesis profesional FES:Cuautitlán UNAM. México.

Villaseñor M., H. 1984. Factores genéticos que determinan el vigor en plántulas de maíz. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillos, México.

Weaver, R.J. 1984. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. (Ed) Trillas, México.

Woodstock, L.W., and J.Faeley 1965. Early Seedling growth and initial respiration rates as potentials indicators of seed vigour in corn. *Procc. Ass. Off. Seed Annal.* 55:131-139.