

Evaluación de tres fungicidas y tres dosis
de aplicación en el tratamiento de
Semillas de Maíz (Zea mays L.)

P O R

Dr. Reniero Lazo Oliva

TESIS

MICROISIS:	1590
FECHA:	30/1/91
ENCARGADO:	VARGAS

PRESENTADA A LA
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION
DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

El Zamorano, Honduras
Abril, 1989

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 03
TEGUIGALPA HONDURAS

EVALUACION DE TRES FUNGICIDAS Y TRES DOSIS
APLICACION EN EL TRATAMIENTO DE SEMILLA
DE MAIZ (Zea mays L.)

por

Irvin Reniery Lazo Oliva

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana
permiso para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para los usos que considere necesarios.
Para otras personas y otros fines, se reservan
los derechos de autor

Irvin Reniery Lazo Oliva

Abril 1989

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a Dios quien siempre está conmigo. De manera muy especial a mis queridos padres Reniery y Sonia por su gran apoyo, cariño y comprensión; a mi linda y querida esposa Blanca Edith y a mi futuro hijo; a mis hermanos Carlos, Paty y Vanessa como muestra de mi cariño y aprecio; a Betty y a toda mi querida familia, a mis cuñadas Ivelis, Lourdes y Delcy, y a mis queridos amigos Carlos Mendoza, Roberto Cordero, César Chavez, Nicolás Rodríguez, Iván Auhing, Alex Leiva, Marvin Mora, Cristóforo Arteaga, Aquilino Pitty, José Nieto y Leslie Salgado con los cuales hemos compartido nuestra amistad en todos estos años.

AGRADECIMIENTO

Deseo agradecer a los miembros del comité asesor por su colaboración y asistencia prestada en el presente trabajo, muy especialmente a los Ingenieros José Perdomo, Raúl Espinal y al Profesor Victor Muñoz.

Mi agradecimiento también va dirigido al Jefe del Departamento de Agronomía, Dr. Leonardo Corral y al Dr. Juan Carlos Rosas, Coordinador del Programa de Cuarto Año del Departamento de Agronomía, por su ayuda y facilidades prestadas.

Por su ayuda en los trabajos de campo como los de tesis dirijo mi gratitud a los Ingenieros David Moreira y Eduardo Robleto y al Agrónomo José R. Moncada y al Asistente de Laboratorio Camilo Valerio; así como al resto del personal del Departamento de Agronomía, que de una u otra forma contribuyeron al desarrollo del presente trabajo.

INDICE

I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
A. Importancia del Cultivo de Maiz	3
B. Historia e Importancia de los Fungicidas	4
C. Historia e Importancia del Tratamiento de Semilla	6
D. Tipos de Tratamiento de Semilla	9
E. Tipos de Compuestos que se Utilizan para el Control de Enfermedades	10
1. Compuestos de Cobre	11
a. La Pasta Bordelesa	11
b. Cobre Fijado	11
2. Los Compuestos de Azufre	11
a. Compuestos Inorgánicos	11
b. Los Compuestos Orgánicos (Carbamatos)	12
3. Los compuestos heterociclicos	12
4. Fungicidas Sistémicos	12
5. Los Ditiocarbamatos	13
F. Equipo para Tratamiento de Semilla	13
1. Tratadora de tipo comercial	13
2. Tratadora de tipo rural	14
3. Tratadora de tipo aspersión	15
4. Tratadora tipo rotatorio	15
5. Tratadora tipo directa (Panogen)	16
G. Importancia del Ensayo Sanitario de Semillas	16
H. Ensayo de Germinación	17
I. Ensayo de Vigor	18
III. MATERIALES Y METODOS	20
A. Ubicación del Ensayo y Características del Area	20
B. Ensayo en el Campo	20
1. La preparación del terreno	20
2. Diseño experimental	22
3. Fungicidas	22
4. Genotipos	23
5. Densidad de siembra	23
6. Parcela experimental	23
7. Datos tomados	23
a. Número de Plantas Establecidas en el Campo	23
b. Altura de Mazorca	23
c. Altura de Planta	24
d. Número de Mazorcas Cosechadas	24
e. Peso del Grano en Kilogramos	24
f. Porcentaje de Humedad	24

B. Labores de campo	25
C. Ensayo de Laboratorio	26
1. El Análisis de Germinación	26
a. Evaluación de las Plántulas Normales	27
b. Evaluación de las Plántulas Anormales	27
2. Análisis de Vigor	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	30
A. De Campo	30
B. De Laboratorio	44
V. CONCLUSIONES	47
VI. RECOMENDACIONES	48
VII. LITERATURA CITADA	49
VIII. APENDICES	51
IX. DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR.	52
X. APROBACION.	53

INDICE DE CUADROS

	PAG
Cuadro 1. Cuadrados medios para las variables altura de planta, altura a la primera mazorca, número de mazorcas en 1 m ² . El Zamorano, 1989...	30
Cuadro 2. Cuadrados medios para las variables número de plantas germinadas, número de plantas anormales en 1 m ² y rendimiento en ton/ha. El Zamorano, 1989.....	31
Cuadro 3. Separación de medias para la variable altura de planta, de acuerdo con la prueba de rango múltiple de Duncan al 1% de probabilidad. El Zamorano, 1989.....	32
Cuadro 4. Medias de altura de planta(cm), para híbrido fungicida y testigo vrs tratado. El Zamorano 1989.....	34
Cuadro 5. Medias de altura de plantas (cm), para los fungicidas y sus dosis. El Zamorano, 1989.....	34
Cuadro 6. Separación de medias para la variable altura a la primera mazorca de acuerdo con la prueba de rango múltiple de Duncan al 1% de probabilidad. El Zamorano, 1989.....	36
Cuadro 7. Medias de altura de la primera mazorca (cm), para híbrido, fungicida y testigo vrs tratado El Zamorano, 1989.....	38
Cuadro 8. Medias de altura de la primera mazorca (cm), para fungicidas y sus dosis, El zamorano, 1989.	38
Cuadro 9. Separación de medias para la variable número de mazorcas cosechadas, de acuerdo con la prueba de rango múltiple de Duncan al 1% de probabilidad. El Zamorano, 1989.....	39
Cuadro 10. Medias de número de mazorcas cosechadas para híbrido ,fungicidas y testigo vrs tratado, El Zamorano, 1989.....	41
Cuadro 11. Medias de número de mazorcas, para los fungicidas y sus dosis, El Zamorano, 1989.....	41

Cuadro 12. Cuadrados medios de las variables de germinación y vigor en laboratorio. El Zamorano.....	45
Cuadro 13. Medias de germinación en laboratorio para híbrido y fungicidas, El Zamorano, 1989.....	46
Cuadro 14. Medias de vigor en laboratorio para híbridos y fungicidas, El Zamorano, 1989.....	46

INDICE DE FIGURAS

PAG

Figura 1. Precipitación pluvial de los meses en que
se llevó a cabo el ensayo. El Zamorano, 1989....21

INDICE DE APENDICES

	PAG
Apéndice 1. Condiciones metereológicas que imperaron durante el desarrollo del experimento. El Zamorano 1989.....	51
Apéndice 2. análisis de suelo, Departamento de Agronomía Laboratorio de Suelos. El Zamorano,1989....	52
Apéndice 3. Cuadro de las comparaciones ortogonales que se realizaron en el experimento. El Zamorano.	53
Apéndice 4. Cuadros de los tratamientos que se usaron en el experimento, El Zamorano, 1989.....	56

COMPENDIO

El presente trabajo es un estudio preliminar, que puede servir de base para trabajos futuros, con el propósito de encontrar fungicidas que ofrezcan una buena protección contra los patógenos, tanto de la semilla como del suelo.

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de varios fungicidas con diferentes dosis en el establecimiento y rendimiento de una población de dos híbridos comerciales de maíz en El Zamorano, Valle del Río Yeguaré.

Se utilizó un diseño de Bloques Completamente al Azar con tres repeticiones, cuyas fuentes de variación fueron los híbridos H-27 y Max 301-A, los fungicidas Captan, Busan y Vitavax y tres diferentes dosis.

En atención a los objetivos del experimento se registraron los siguientes datos de campo: altura de planta, altura de la primera mazorca, número de plantas establecidas, número de mazorcas cosechadas por parcela, número de plantas anormales y rendimiento. La germinación y el vigor fueron evaluados en el laboratorio.

Se encontraron diferencias significativas en los contrastes ortogonales para las variables altura de planta, altura de la primera mazorca, número de mazorcas cosechadas por parcela. Se detectó que la dosis más efectiva fue la dosis media de los fungicidas Busan y Captan.

Las variables número de plantas anormales en el campo, número de plantas establecidas y rendimiento, resultaron no

significativas en el análisis de varianza , pero a través de los contrastes ortogonales se pudo detectar una respuesta cuadrática del fungicida Busan.

Con respecto a las variables germinación y vigor en el laboratorio, el único contraste que resultó significativo fue la comparación entre Captan y Vitavax, observándose un mejor efecto del Captan.

Se recomienda para próximos experimentos similares hacer evaluaciones de colonias de patógenos en la semilla antes y después de las aplicaciones de fungicidas.

I. INTRODUCCION

La cantidad y calidad de semilla disponible para el productor es disminuida considerablemente por acción de los factores biológicos (plagas y enfermedades) que atacan al producto cosechado causándole altos porcentajes de pérdidas. Es por eso que en la producción de semilla híbrida de maíz es necesario desarrollar tecnología aplicada que incida positivamente en el beneficio final. Esto contribuye a superar márgenes de ganancia, lo que estimulará al semillista para producir más y mejorar la calidad de la semilla en un mercado más competitivo.

Probablemente el tratamiento de semilla es uno de los factores menos estudiados desde el punto de vista agronómico; sin embargo, el tratamiento con químicos a la semilla de maíz sirve para combatir las enfermedades causadas tanto por patógenos transmitidos por el suelo como patógenos transmitidos por la misma semilla.

El tratamiento de semilla varia no solo con el tipo de fungicida sino también con el nivel de tecnología utilizado. Los hongos patógenos transmitidos por la semilla, son transportados sobre o dentro de las semillas de muchos cultivos comerciales.

Además muchos hongos patógenos que se dan en los suelos

agricolas causan putrefacción de la semilla, podredumbre pre y post emergencia de las plántulas (Jugenheimer, 1988).

El tratamiento es el último paso en el acondicionamiento de la semilla, es decir se hace una vez que la semilla esté limpia y clasificada.

Considerando que actualmente existe una insuficiencia o escasez de datos concernientes al efecto del tratamiento de semilla se vio la necesidad de obtener información básica al respecto, a fin de diseñar un sistema que sirva de guía para el uso de estos fungicidas.

El objetivo de esta investigación fue evaluar la acción de diferentes fungicidas, con diferentes dosis, en el tratamiento de la semilla de maíz híbrido, en las condiciones del Valle del Río Yeguaré, El Zamorano, Francisco Morazán, Honduras.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. Importancia del Cultivo de Maíz

Según la Secretaría de Recursos Naturales (1976), el trigo, maíz, arroz, dominan la producción agrícola mundial, porque directa o indirectamente son los más importantes proveedores de energía en la dieta humana.

El maíz representa uno de los alimentos de mayor consumo popular (Jugenheimer, 1988). El maíz es el cultivo que a nivel mundial presenta la producción más alta después de trigo de acuerdo con datos de la FAO (1985).

La gran capacidad de adaptación del maíz hace que se lo cultive en las condiciones más variadas, desde los 35 grados latitud sur hasta los 45 grados latitud norte y desde el nivel del mar hasta altitudes de más de 2800 metros (Aldrich y Leng, 1974).

El grano de esta Poaceae se utiliza de acuerdo a las necesidades del país; se le utiliza en la industria, en la elaboración de concentrados para la alimentación animal y en la alimentación humana en diversas formas de consumo. La dieta de la mayoría de la población rural latinoamericana consiste principalmente en maíz y frijol en la proporción de 72% maíz, 8% frijol y otros cultivos (Bressani, 1972).

B. Historia e Importancia de los Fungicidas

A través de la historia nos damos cuenta de la importancia que han tenido las enfermedades de las plantas en el desarrollo de las civilizaciones (Castaño, 1986).

Así como también encontramos que el uso de fungicidas es muy antiguo, se estima que desde el año 1000 A.C. se usaba azufre (Agrios, 1978). El progreso de los fungicidas desde esa época hasta nuestros días ha sido extraordinario.

Se han producido centenares de compuestos químicos orgánicos e inorgánicos que se aplican a los cultivos en forma de fumigantes, rocíos, polvos, pinturas, y pastas para defenderlos del ataque de patógenos (Agrios, 1978; Castaño, 1986; Gonzales, 1975). Estos compuestos, según su composición pueden agruparse en:

- 1- Derivados de cobre (orgánicos e inorgánicos)
- 2- Derivados de azufre (orgánicos e inorgánicos)
- 3- Derivados de mercurio (orgánicos e inorgánicos)
- 4- Quinonas cloradas
- 5- Ditiocarbamatos
- 6- Ftalimidas cloradas
- 7- Glioxalidinas
- 8- Derivados de guanidinas
- 9- Compuestos orgánicos de estaño

(Agrios, 1978; Horsfall y Cowling, 1977; Thomson, 1988).

El progreso en los fungicidas no solamente ha sido en cantidad de productos disponibles en el mercado, sino también en calidad. Se estima, según la FAO (1985), que el 50% de los cultivos en el mundo necesitan del uso de fungicidas para producir buenos rendimientos.

Algunos de estos productos tienen actividad protectora, otros terapéuticas y otros erradicantes. Es decir pueden prevenir la infección, activar el mecanismo de defensa de la planta o destruir los hongos ya establecidos en las plantas, esto es lo que se conoce como modo de acción (Castaño, 1986; Cremlyn, 1982; Gonzales, 1975).

Dentro de los modos de acción pueden haber varios mecanismos específicos mediante el cual un fungicida actúa en la planta. Aunque muchos de ellos son desconocidos o se están investigando, se pueden mencionar tres mecanismos básicos de acción:

- 1- Inhibición del metabolismo energético
 - 2- Inhibición de la biosíntesis
 - 3- Interferencia de la estructura celular
- (Castaño, 1986; Hosfall y Cowling, 1977)

Los productos que inhiben el metabolismo energético, actúan en la respiración celular interrumpiendo el ciclo de Krebs en una o varias de sus etapas, por las que las células de los hongos no completan sus funciones metabólicas (Castaño, 1986; Agrios, 1978).

Los fungicidas que actúan en la biosíntesis, trastornan funciones o mecanismos que tienen que ver con la producción de nuevos materiales celulares para el crecimiento del organismo, tales como la síntesis de proteína, división celular y división nuclear (Agrios, 1978; Horsfall y Cowling, 1977).

Las paredes celulares de los hongos son estructuras complicadas física y químicamente; están constituidas de sustancias combinadas entre sí de una forma ordenada.

Los fungicidas que interfieren con los tejidos celulares afectan la síntesis de las paredes celulares y la permeabilidad de la membrana afectando al patógeno (Davis y Giovanelli, 1969).

La introducción de nuevas técnicas usualmente generan nuevas expectativas y nuevos temas de estudio. Este es el caso de los fungicidas de acción específica, que constituyen una nueva arma de altísima efectividad contra los patógenos fungosos, pero que han traído consigo el problema de la resistencia (Dupont, 1986).

C. Historia e Importancia del Tratamiento de Semilla

La historia del tratamiento de semilla, se inicia en 1755, cuando Tillet indica haber logrado reducir los daños del tizón y caries del trigo empleando sal común y cal, así como nitrato potásico sobre semilla de trigo (Walker,

1965). En 1807, Prevost (citado por Walker, 1965) demostró el poder fungistático del cobre sobre las esporas de los hongos que atacan al trigo, y explicó los fundamentos de la lucha contra esta enfermedad mediante el tratamiento de la semilla. En 1873, Dreisch (citado por Walker, 1965) informó en Alemania, que la adición de cal a la solución de sulfato de cobre, reducía la toxicidad de este último para la semilla de trigo.

En 1888, Jensen (citado por Walker, 1965) descubrió en Dinamarca el tratamiento con agua caliente, que consistía en sumergir las semillas en agua a 55 °C durante 15 minutos, extendiéndolas posteriormente en capas delgadas para secarlas. El método de Jensen era eficaz contra carbón desnudo de trigo, así como para otros carbones de los cereales. En los comienzos del año 1889 y en años sucesivos Arthur y Bolley (citados por Walker, 1965), trabajando simultáneamente, descubrieron que el tratamiento con agua caliente era el más eficaz contra el tizón del trigo.

En 1930, el problema de la protección de la semilla empezó a merecer una atención creciente (Agris, 1988). Durante el transcurso de la segunda guerra mundial, la urgente necesidad de cobre, zinc y mercurio, impulsó enormemente a la búsqueda de elementos no metálicos protectores de la semilla (Walker, 1965). Se descubrieron más sustancias de valor cuya utilización se difundió rápidamente, entre ellos podemos incluir las conocidas

denominaciones de Thiram, Captan, Dichlone (Freeman, 1961).

La mayoría de las enfermedades progresan cuando el suelo está entre 4.4 y 10 °C. El fungicida proporciona una protección alrededor de la semilla que ayuda a retardar el crecimiento de hongos y enfermedades hasta que las condiciones son satisfactorias para la germinación (Jugenheimer, 1988).

Cuando se desarrolla la plántula el fungicida impide la infección y los daños provocados por organismos que viven en el suelo (Walker, 1965). Esto favorece al desarrollo del sistema radical y de las partes aéreas (FAO, 1984).

El tratamiento también es efectivo para evitar infestaciones durante el almacenamiento antes de la siembra (Agrios, 1988).

Según Jugenheimer (1988), entre la siembra y la germinación, la semilla de maíz tiene una reacción alcalina después de que absorbe agua, pero antes de la germinación esto representa un buen medio de cultivo para varios hongos presentes en el suelo. Algunos compuestos químicos incluyen también un componente insecticida; en este caso, la finalidad es proteger la semilla y la plántula contra enfermedades propias de la semilla y contra algunos insectos subterráneos (FAO, 1984).

D. Tipos de Tratamiento de Semilla

Según Castaño(1986), el tratamiento de la semilla debe ser económico; es importante distribuir el producto

químico lo más uniforme posible y que se adhiera adecuadamente a la superficie de la semilla.

Vaughan y et al. (1970), dicen que los productos químicos pueden aplicarse en forma de polvo, pasta y líquida y que hay una amplia variedad de equipo para el tratamiento de semilla desde los más modernos hasta aparatos sencillos. El tratamiento con pasta es un método utilizado frecuentemente en las modernas unidades de tratamiento de semilla. El polvo del plaguicida se suspende en una pequeña cantidad de agua y luego se aplica utilizando equipo especial. El tratamiento con pasta tiene las siguientes ventajas: el compuesto químico se distribuye uniformemente y se adhiere fuertemente a la semilla, y no hay polvo, lo que permite un buen control ambiental para los trabajadores (FAO, 1984).

El tratamiento en seco, consiste en aplicar productos químicos en forma de polvo. La principal ventaja es que si no se dispone de equipo especializado se pueden usar técnicas sencillas para tratar la semilla con este método. Algunos de los inconvenientes del tratamiento en seco son : el polvo no se adhiere firmemente a la semilla y es peligroso para la vida y la salud de los operarios y contamina el ambiente.

El tratamiento de la semilla, en un tambor corriente o uno preparado especialmente, se realiza mezclando la semilla y una dosis apropiada de polvo y haciendo girar el tambor

durante varios minutos; si no se dispone de estos tambores se puede tratar la semilla al aire libre, y empleando uno o más obreros que mezclen la semilla y el polvo con palas (FAO, 1984).

El tratamiento líquido se utiliza raramente, exige aplicaciones especiales y se aplica directamente a la semilla sin necesidad de dispersarlo con agua (FAO, 1984).

El equipo universal de tratamiento se emplea para el tratamiento con pasta, para el tratamiento en seco y para el tratamiento en líquido, se pueden aplicar los productos químicos por separado o simultáneamente. El equipo más moderno para el tratamiento de la semilla es automático y en él el producto químico sólo se aplica cuando está pasando la semilla por la máquina (FAO, 1984).

E. Tipos de Compuestos que se Utilizan para el Control de Enfermedades

Se han producidos varios centenares de compuestos químicos para lograr una eficiente protección, estos compuestos se aplican en diferentes formas (Agris, 1988).

Los compuestos químicos más importantes y algunos de sus propiedades y usos son:

1. Compuestos de Cobre

a. La Pasta Bordelosa

Es el fungicida de cobre que más ampliamente se utiliza

en todo el mundo. Este controla tizones, antracnosis, mildiús, y chancros; es el producto de la reacción entre sulfato de cobre y el hidróxido de calcio (cal) (Agris, 1988).

b. Cobre Fijado

Es un compuesto menos fitotóxico que el anterior, se utiliza para controlar las mismas enfermedades de la pasta bordelesa; estos compuestos contienen sulfato básico de cobre (ejemplo basicop, tibasicop) y también cloruro básico de cobre u óxido de cobre como en el caso de cuprocide, peronex.

2. Los Compuestos de Azufre

a. Compuestos Inorgánicos

Se utilizan para el control de cenicilla en muchas plantas, pero también despliega una gran efectividad sobre algunas royas (Stakman y Harrar, 1957). La mayoría de los compuestos derivados de azufre se aplican en la proporción de 120-720 g por cada 100 L de agua y pueden ocasionar daños en climas cálidos y secos (Agris, 1988).

b. Los Compuestos orgánicos (Carbamatos)

Es el grupo más importante de los fungicidas modernos debido a su gran versatilidad y amplio uso. Se conocen con un sinnúmero de nombres tales como Thiram, Ferbam, Ziram, Zineb, Maneb, etc. (Agris, 1988).

3. Los compuestos heterocíclicos

Son un grupo bastante heterogéneo, pero incluye uno de los mejores fungicidas, como es el caso de el Captan, el cual tiene un amplio espectro de acción tanto en el follaje como en el tratamiento de semilla; se puede aplicar en cualquier tipo de planta o semillas sin peligro de fitotoxicidad. Además, hay otros como Captafol, Etazol, Piroxiclor, etc.(Gonzales, 1985).

4. Fungicidas Sistémicos

En los fungicidas sistémicos las plantas absorben el producto químico a través de su follaje o raíces y son translocados al resto de la planta (Castaño, 1986).

Varios fungicidas sistémicos se encuentran a la venta en el mercado, pero la mayoría de ellos se emplean con fines experimentales. Algunos de ellos son Oxatinas incluyéndose en este grupo el Carboxin; este es el fungicida sistémico que se usa en el tratamiento de semilla, tiene un efecto protector como terapéutico contra los carbones de los cereales. Carboxin es producido bajo el nombre de Vitavax (Gonzales, 1986).

5. Los Ditiocarbamatos

Es un grupo en el cual las reacciones de la fungitoxicidad y la actividad biológica de los insecticidas de contacto son bien conocidas; es en este grupo donde encontramos al Busan, el cual es recomendado para proteger

la semilla contra hongos y bacterias que causan su deterioro durante el almacenamiento y su pudrición al sembrarla (Pulido, 1984).

F. Equipo para Tratamiento de Semilla

Según Vaughan et al (1970), la aplicación de sustancias químicas en el tratamiento de semillas es una operación sumamente especializada que generalmente constituye el último paso de su beneficio. El equipo usado para aplicar las sustancias químicas a la semilla está clasificado como tratadoras y puede dividirse en diferentes categorías como ser: tratadoras comerciales (lechada), tratadoras rurales, tratadora tipo aspersion, tratadora de tipo rotatorio y tratadora directa (panogen).

1. Tratadora de Tipo Comercial

Estas salieron al mercado a fines de la segunda guerra mundial, a raíz de descubrirse el principio del tratamiento de lechada. Este tratamiento implica la suspensión en agua del polvo humedecible de las sustancias del tratamiento. Estas tratadoras son adaptables a todos los tipos de semillas y tienen una capacidad superior a los 15 toneladas por hora. La pequeña cantidad de humedad añadida a las semillas, de 0.5 a 1% del peso de estas, no les afecta en el almacenamiento, puesto que la humedad se agrega a la

superficie y pronto se pierde (Vaughan et al. 1970).

2. Tratadora de Tipo Rural

Existen diferentes métodos para el tratamiento de semilla en el medio rural; algunos de estos dan resultados bastantes satisfactorios, pero en la mayoría no se obtiene la precisión deseada, por la velocidad del tratamiento algunas semillas recibirán más sustancias químicas que otras. Ejemplos de tratadoras rurales son: Tambor mezclador doméstico, un mezclador sencillo puede hacerse con solo atravesar diagonalmente un tubo en un tambor, este se coloca entonces sobre dos burros de madera, los fungicidas y las semillas son introducidas al tambor, el cual se gira lentamente (Freeman, 1986).

Transporte helicoidal de granos; los materiales líquidos pueden hacerse gotear sobre las semillas a medida que entran a un transportador espiral o helicoidal. Cuando las semillas han salido del transportador, el líquido está bien extendido sobre la mayoría de ellas (Vaughan et al. 1970).

Un método que también se usa es el paleado, en él las semillas son extendidas sobre una superficie seca y limpia en una capa gruesa, la cantidad adecuada de sustancia química se diluye en agua y se riega uniformemente sobre las semillas, el mezclado se completa con una pala volteando la semilla por lo menos 20 veces (Vaughan et al. 1970).

3. Tratadora de Tipo Aspersión

Las tratadoras de tipo aspersión cuentan con un dispositivo ajustable para medir la cantidad de la semilla; tal dispositivo está equipado con un interruptor que funciona cuando la tolva está vacía. El tanque que contiene la mezcla para el tratamiento, está también equipado con un dispositivo de señales para indicar el momento en que el agitador mecánico está en operación. La tratadora de aspersión tiene un sistema indicador que funciona cuando el flujo de la mezcla tratadora ha descendido abajo de una proporción deseada, la mezcla del fungicida se pone bajo presión en el tanque de depósito, mediante aire comprimido, la mezcla tratadora fluye a través de los alambres a la tolva, y rocía la semilla (Freeman, 1986).

4. Tratadora Tipo Rotatorio

La tratadora de tipo cilindro rotatorio está controlada con tolvas ajustables para la semilla, que regulan el flujo hacia adentro de la máquina. Consta además de un pequeño depósito de fungicidas, un tambor de almacenamiento de fungicidas conectado con la máquina a través de una serie de mangueras y una bomba centrífuga, un dispositivo de medición de semillas y fungicida, y ciertos tubos en forma de dedos a la entrada del tambor, los cuales distribuyen los fungicidas a las semillas.

Algunas máquinas de cilindro rotatorio pueden tratar hasta 17 toneladas de semilla por hora, Con esta máquina se puede tratar todo tipo de semilla (Freeman, 1986).

5. Tratadora Tipo Directa (Panogen)

Fueron inicialmente proyectadas para aplicar tratamientos líquidos sin diluir; la primera tratadora directa fue de tipo panogen. Su manejo es relativamente sencillo. La tratadora de tipo directa consta de una pequeña taza medidora del producto, accionada por un brazo oscilador directamente fuera del platillo vertedor y de un pequeño recipiente que mide una taza de sustancia por cada porción de semilla. El fungicida fluye por un tubo a la tapa de la cámara mezcladora de semillas del tambor giratorio, cae junto con las semillas que vierte el platillo y se distribuye sobre ellas debido a la acción del frotamiento que sufre la semilla al pasar de un lado a otro del tambor giratorio (Vaughan et al, 1970).

G. Importancia del Ensayo Sanitario de Semillas

El objetivo del ensayo sanitario de semillas es obtener una información que pueda ser utilizada para comparar el valor de los diferentes lotes de semillas, este aspecto es de suma importancia debido a:

a) Un inóculo transmitido por las semillas puede favorecer

el desarrollo progresivo de una enfermedad en los cultivos y reducir el valor comercial de la cosecha.

- b) Se Puede introducir enfermedades en nuevas regiones, haciéndose necesario un control de cuarentena y una certificación aplicable al comercio internacional de semillas.
- c) Permite valorar las plántulas y conocer las causas de baja germinación o deficiente desarrollo en el campo.

H. Ensayo de Germinación

El objetivo final de los ensayos de germinación es obtener información acerca del valor de las semillas y proporcionar resultados que permitan comparar el valor de los diferentes lotes de semillas (Ministerio de agricultura de España, 1976).

Los ensayos de germinación se comprueban a partir de la fracción de semilla pura, de la que se hace al azar cuatro repeticiones, cada una de 100 semillas. La semilla se distribuye sobre un sustrato que puede ser de papel secante o papel filtro, toallas de papel, papel plisado, algodón de papel, arena pura, mezcla de arena y tierra vegetal (FAO, 1984).

Las semillas, distribuidas en repeticiones, se colocan en el interior sobre el sustrato, y se mantiene un nivel de

humedad, temperatura y oxígeno favorables; al término de siete días las repeticiones se examinan y se hacen conteos de las semillas y plántulas, clasificándolas en diferentes categorías (Bewley y Black, 1985).

El porcentaje de germinación que se refleja en el certificado del análisis indica la proporción en número de plántulas que han producido las semillas clasificándolas en

- 1- Plántulas normales
- 2- Plántulas anormales
- 3- Semillas duras
- 4- Semillas muertas
- 5- Semillas frescas no germinadas.

I. Ensayo de Vigor

La prueba de frío es una de las más antiguas y aceptadas de las pruebas de vigor para semilla. Muchos estudios han demostrado su cercana asociación con la emergencia del maíz.

La prueba de frío, además de evaluar el potencial de desarrollo del suelo puede usarse para:

- a) Evaluar la eficiencia de herbicidas
- b) Selección de material genético
- c) Evaluar deterioro fisiológico
- d) Medir efecto de daño
- e) Selección de lotes de semilla

f) Evaluar la calidad de la semilla

El objetivo de esta prueba es medir la habilidad de la semilla para germinar bajo un grupo de condiciones adversas como ser alto contenido de humedad, bajas temperaturas de suelo y mucha actividad microbiana. La prueba de frío representa la más baja germinación que podría esperarse en un lote con condiciones satisfactorias.

La habilidad de la semilla para germinar en el suelo húmedo y frío está afectada por el genotipo, daño mecánico, tratamiento a la semilla y por condiciones fisiológicas de la semilla (Association of Official Seed Analysis, 1983).

III. MATERIALES Y METODOS

A. Ubicación del Ensayo y Características del Arca

El presente trabajo de investigación se realizó en la estación experimental del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana, situada a 14° 00' latitud norte y 87° 02' longitud oeste, en el valle del río Yeguare, El Zamorano, Departamento de Francisco Morazán, Honduras.

El Zamorano se encuentra ubicado a 800 msnm y tiene una temperatura promedio de 22°C. Se presentan dos estaciones bien marcadas, la lluviosa de junio a noviembre y la seca de diciembre a mayo. La precipitación anual promedio es de 1100 mm repartidos en seis meses aproximadamente.

Los datos de temperatura máximas y mínimas y las precipitaciones durante los meses que se desarrolló el experimento se presentan en el Anexo 1 y Figura 1, respectivamente.

B. Ensayo en el Campo

1. La Preparación del Terreno

Consistió en una arada, una rastreada y una surcada a 0.90 m. Una vez preparado el terreno se hizo la canalización adecuada para facilitar el drenaje. El ensayo se sembró en la terraza número 10 del Departamento de Agronomía el día 15 de junio de 1988. La siembra fue manual, todas las

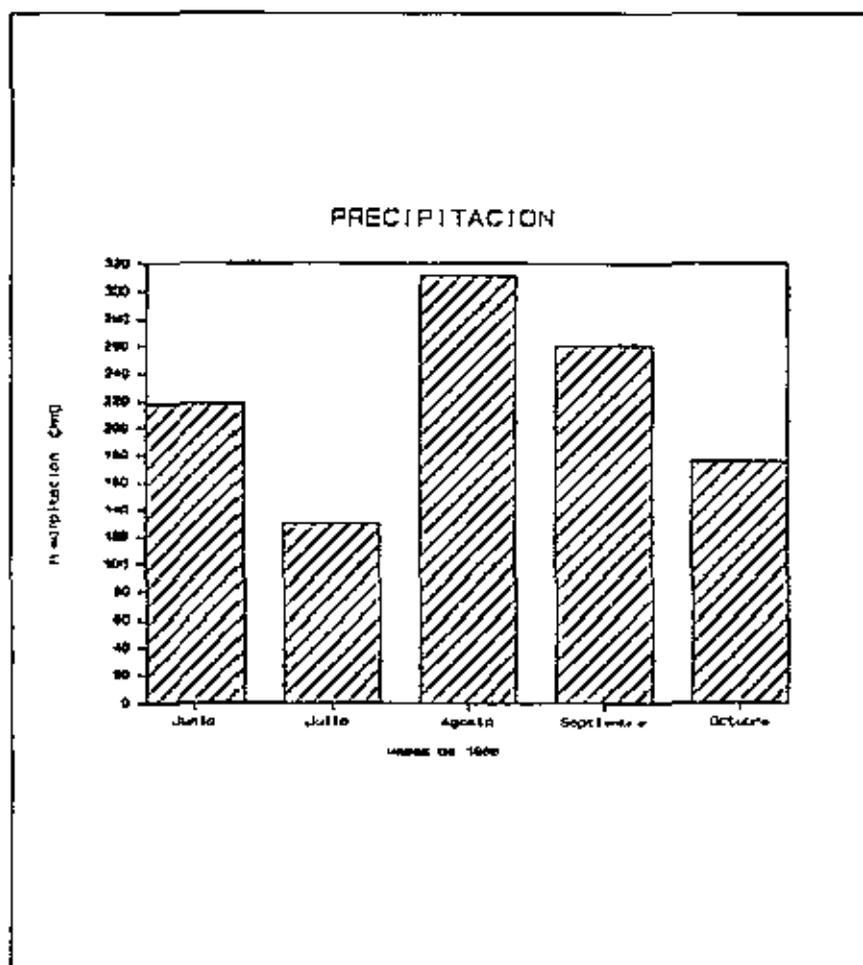


Figura 1. Precipitación registrada durante los meses en que se llevó a cabo el experimento. El Zamorano, Honduras, 1989.

repeticiones se sembraron el mismo día .

2. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con veinte tratamientos y tres repeticiones en un arreglo factorial de $3 \times 3 \times 2 + 2$. Los factores en estudio fueron genotipos, fungicidas, dosis, y dos testigos. los tratamientos resultantes se presentan en el Anexo 4

3. Genotipos

Se usaron dos híbridos de maíz cuya semilla se obtuvo de la Sección de Semillas de la Escuela Agrícola Panamericana. Los híbridos utilizados fueron: MAX 301 A y H-27.

4. Fungicidas

Los fungicidas utilizados fueron Captan (Orthicide), Vitavax (Carboxin) y Busan (Ditiocarbamato).

Estos fungicidas se utilizaron a diferentes dosis, la recomendada por la casa comercial fue tomada como la dosis media y la dosis baja fue calculada usando un 50% menos de la dosis media. La dosis alta usando un 50% más que la dosis media.

5. Densidad de siembra

La densidad de siembra fue de dos semillas cada 25 cm con una separación de 0.9 m entre surcos; esto equivale a 44,444 plantas/ha.

6. Parcela Experimental

La parcela constó de cuatro surcos, cada uno con una longitud de 4 m, lo que dio una superficie de 14.4 m². Como parcela útil se consideró los dos surcos centrales o sea 6.30 m².

7. Datos Tomados

Los datos que se tomaron en este ensayo fueron:

- a. Número de plantas establecidas en el campo.
- b. Altura de la primera mazorca en cm.
- c. Altura de la planta en cm.
- d. Número de mazorcas cosechadas por parcela.
- e. Peso del grano en kilogramos.
- f. Porcentaje de humedad a la cosecha.
- g. Número de plantas anormales.

La metodología para la toma de datos fue la siguiente:

a. Número de Plantas Establecidas en el Campo

Una semana después de la siembra se contaron al azar el número de plantitas germinadas dentro de la parcela útil de cada unidad experimental dentro de todas las repeticiones.

b. Altura de Mazorca

La altura de mazorca se estimó midiendo (en cm) desde el nivel del suelo hasta el nudo de la mazorca en diez plantas de la parcela útil de cada unidad experimental.

c. Altura de Planta

Se midió la altura promedio (en cm) de diez plantas de la parcela útil de cada unidad experimental, desde el nivel del suelo hasta la base de la inflorescencia masculina.

d. Número de Mazorcas Cosechadas

Se anotó el número de mazorcas cosechadas (incluyendo grandes y pequeñas) de los dos surcos centrales de cada unidad experimental.

e. Peso del Grano en Kilogramos

El grano se pesó en kilogramos luego de haber sido secado y desgranado.

f. Porcentaje de Humedad

Se anotó el porcentaje de humedad del grano desgranado de cada parcela con base a una muestra de 100 gramos. La prueba se realizó en un medidor de humedad dieléctrico de marca Steinlite del Laboratorio de Semillas, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana.

Rendimiento del grano ajustado a 14% de humedad

El rendimiento se estandarizó con base a la humedad conforme a la fórmula siguiente:

$Pf = Pi \times (100 - \%Hi) / (100 - \%Hf)$, donde

Pi = peso del grano en kg por parcela

Hi= porcentaje de humedad inicial

Hf= porcentaje de humedad final (14%)

Pf= peso del grano en kg ajustado al 14% de humedad.

g. Número de plantas anormales

Se anotó el número de plantas anormales en un m² de cada parcela

B. Labores de Campo

La fertilización se hizo con base en las recomendaciones del análisis de suelo (Anexo 2). Consistió en las cantidades equivalentes a 120 kg/ha de nitrógeno (N) y 80 kg/ha de P₂O₅.

La primera aplicación, al momento de la siembra, se realizó con un fertilizante de la fórmula 18-46-0, para suplir todo el fósforo recomendado. La segunda aplicación se efectuó a los 30 días después de la siembra con urea (46% N) para suplementar lo que faltaba de nitrógeno.

En relación con el combate de malezas se efectuó con los herbicidas Lasso (Alaclor) y Gesaprim (Atrazina) a la siembra. El 22 de julio se hizo una aplicación de Lorsban (Carbofuran), al presentarse un leve ataque de cogollero (Spodoptera frugiperda). La cosecha se realizó a mano el 31 de octubre de 1988, se separaron las brácteas (tusa) de la mazorca de cada parcela para tomar el peso de campo, después

se desgranó las mazorcas y se tomó el peso del grano.

El fungicida se aplicó a las semillas en bolsas plásticas se introdujo la semilla cuando ya tenía el fungicida a su dosis indicada y se mezcló hasta tener una cobertura de 100%

C. Ensayo de Laboratorio

El diseño experimental utilizado en este ensayo fue un diseño completamente al azar con los mismos veinte tratamientos y tres repeticiones, tanto para germinación como para vigor; se analizó de la misma forma que el ensayo de campo.

Los datos tomados fueron:

- 1.- Análisis de germinación
- 2.- Análisis de vigor

1. Análisis de Germinación

El análisis de germinación se efectuó para cada tratamiento de la manera siguiente: se plantaron un total de 400 semillas divididas en cuatro repeticiones de 100 semillas cada una. El sustrato utilizado fue papel toalla, las semillas se colocaron en una cámara de germinación la cual se mantuvo a una temperatura constante de 25°C y a una humedad adecuada para la germinación de la semilla.

El primer conteo se realizó a los siete días y el segundo a los diez días, cuando las semillas estaban listas

para la evaluación, durante la cual se consideraron las siguientes categorías:

- a) Plántulas normales
- b) Plántulas anormales
- c) Semilla dura
- d) Semilla muerta

Para el conteo se evaluaron únicamente las plántulas normales y las plántulas anormales.

a. Evaluación de Plántulas Normales

Para la categoría de plántulas normales se tomó en cuenta la presencia de las siguientes estructuras.

- 1) Sistema radicular bien desarrollado
- 2) Un hipocotilo intacto y bien desarrollado
- 3) Una plúmula intacta

b. Evaluación de Plántulas Anormales

Esta evaluación es muy importante debido a que de esta manera se puede determinar las causas de una mala germinación. Las causas de las anomalías pueden clasificarse así:

- 1- Baja vitalidad
- 2- Infección causada por patógenos
- 3- Daño mecánico
- 4- Daño por insecto
- 5- Tratamiento químico: al aplicar una sobredosis de

fungicidas las raíces se engruesan y se acortan los vellos capilares o desaparecen completamente.

2. Análisis de Vigor

El método utilizado para evaluar vigor fue el de la prueba de frío para maíz. Este método fue originalmente desarrollado para maíz; los pasos seguidos fueron los siguientes:

- a) La semilla fue sembrada en recipientes de plástico en un nivel de tierra (no esterilizada) de 2 cm. Luego se aplicaron 2 cm. de tierra más para ser compactada.
- b) Se aplicó agua, para tener un 70% de saturación en el medio de germinación.
- c) Los pequeños recipientes fueron colocados en el refrigerador en condiciones de baja temperatura (10°C).
- d) Después de siete días, los recipientes fueron colocados en condiciones favorables a 25°C por cuatro días.
- e) Evaluación del análisis de vigor

Los resultados de las pruebas de frío fueron expresados como porcentaje de germinación, el cual se define como el porcentaje de semillas de plántulas normales con plúmulas de 2.5 cm o más de altura de emergencia.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A. Experimento de campo

En el ensayo se evaluaron dos genotipos de maíz con tres fungicidas y tres dosis de aplicación. En los Cuadros 1 y 2 se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza para las variables altura de planta, altura a la primera mazorca, número de mazorcas cosechadas, número de plántulas germinadas en el campo, número de plántulas anormales en 1 m^2 y rendimiento en t/ha, en relación con los tratamientos. También se realizaron ciertas comparaciones ortogonales que se juzgaron pertinentes. Los coeficientes e interpretación de las comparaciones se presentan en el Anexo 3. Se encontraron diferencias significativas en el análisis de varianza para los tratamientos en las variables altura de planta, altura de la primera mazorca y número de mazorcas cosechadas en 6.30 m^2 .

Se procedió a realizar las separaciones de medias para la Prueba de Duncan al 1% de probabilidad. Se encontró que la altura de planta en el H-27 tratado con Vitavax y a una dosis media resultó mayor con (242.9 cm), pero no fue estadísticamente diferente a las combinaciones de H-27 tratado con Busan a una dosis media. Para esta misma variable los valores más bajos fueron para el Max 301-A sin fungicidas o sea el testigo (Cuadro 3).

Cuadro 1. Cuadrados medios para las variables altura de planta, altura a la primera mazorca, número de mazorcas en 6.30 m². El Zamorano, 1988.

Fuente de variación	Grados de libertad	Altura de planta	Altura de mazorca	Número mazorcas
Repeticiones	2	102.1	25.7	49.1
Tratamientos	19	200.8**	88.0**	72.6*
Híbridos	1	1089.7**	106.4	183.7*
Fungicidas	2	61.7	189.3**	83.57**
Busan vs (captan+vitavax)	1	66.2	11.3	163.7*
Captan vs Vitavax	1	57.2	367.3	3.3
Busan Lineal	1	177.8*	17.7	14.0
Cuadrática	1	100.0	118.8	240.2*
Captan Lineal	1	492.8**	86.9	0.3
Cuadrática	1	34.5	120.6	0.1
Vitavax Lineal	1	45.6	70.0	52.0
Cuadrática	1	75.1	161.2**	132.2
Test vs tratado	1	347.04**	179.68*	24.49
Error	38	32.104	34.776	38.204
C.V.	—	2.52	5.09	37.27

*, ** Significativo al nivel de probabilidad ($p < .05$) y ($p < .01$), respectivamente.

Cuadro 2. Cuadrados medios para las variables número de plantas germinadas, número de plantas anormales en 1 m² y rendimiento en t/ha. El Zamorano, 1988.

Fuente de variación	Grados de libertad	Plantas germinadas	Plantas anormales	Rendimiento t/ha
Repeticiones	2	5.0**	0.4	5.1
Tratamientos	19	1.1	0.2	2.7
Híbridos	1	2.4	0.0	3.5
Fungicida	2	0.6	0.0	1.5
Busan vrs (Captan+Vitavax)	1	1.3	0.0	1.5
Captan vrs Vitavax	1	0.0	0.0	1.5
Busan Lineal	1	0.0	0.0	0.0
Cuadrática	1	10.0**	1.3*	2.1
Captan Lineal	1	0.0	0.0	0.9
Cuadrática	1	0.4	0.2	0.0
Vitavax Lineal	1	0.0	0.7	1.5
Cuadrática	1	0.0	0.0	2.7
Test vrs tratado	1	0.000	0.000	0.030
Error	38	0.859	0.206	2.265
C.V.	---	22.24	36.21	39.08

*, ** Significativo al nivel de probabilidad ($p < .05$) y ($p < .01$), respectivamente.

Cuadro 3. Separaciones de medias para la variable altura de planta. El Zamorano, 1989.

Combinación de tratamiento	Altura (cm)	*
H-27, Vitavax, media	242.9	A
H-27, Busan, media	233.5	AB
MAX 301-A, Vitavax, media	231.3	BC
MAX 301-A, Captan, baja	230.5	BC
H-27, Captan, baja	229.4	BC
H-27, Vitavax, baja	229.1	BC
H-27, Busan, bajo	228.7	BC
H-27 Captan, media	228.2	BC
MAX 301-A Captan, media	226.3	BCD
H-27 Vitavax, alta	225.7	BCD
Testigo de H-27	224.9	BCD
H-27 Captan, alto	224.6	BCD
MAX 301, Busan, baja	223.1	BCDE
MAX 301, Vitavax, baja	222.1	CDE
MAX 301, Busan, media	220.6	CDE
H-27, Busan, alta	220.3	CDE
MAX-301-A Busan, alta	216.1	DEF
MAX 301, Vitavax, baja	212.8	EF
MAX 301, Captan, alta	209.7	F
Testigo de MAX 301-A	209.6	F

*Las medias seguidas de la misma letra no son diferentes entre sí, según la prueba de Duncan, al 1% de probabilidad.

En las comparaciones ortogonales para la variable altura de planta resultó que para el primer contraste, el cual corresponde a los híbridos, se encontró diferencia altamente significativa, entre H-27 (229.0 cm) y Max 301 (220.2 cm)(Cuadro 4). El contraste de las comparaciones de los fungicidas Busan vs (Captan+Vitavax) resultó no significativo, lo cual indica que no hay diferencia en la altura de planta al aplicar cualquiera de los tres fungicidas. En la respuesta lineal para los efectos del fungicida Busan se encontró significancia; las medias se presentan en el Cuadro 5. El contraste de la respuesta cuadrática para el fungicida Busan resultó no significativa. Para el fungicida Captan se encontró una respuesta lineal significativa; las medias se presentan en el Cuadro 5. La respuesta cuadrática del mismo fungicida resultó no significativa, como fueron los contrastes de la respuesta lineal y cuadrática del Vitavax, lo que nos indica que no hubo ninguna respuesta para este fungicida en la variable altura de planta. En el contraste que compara los testigos contra los tratados se encontró una diferencia significativa. Mayores alturas presentan los tratados con respecto a los testigos (Cuadro 5)

Con los resultados obtenidos podemos decir que el H-27 presentó mayor altura que el Max-301. Según la literatura

Cuadro.4 Medias de altura de plantas (cm), para híbridos, fungicidas y testigos vrs tratados. El Zamorano, Honduras, 1989.

Híbridos M ^m	Fungicidas M ^m	Test vrs Trat M ^m
H-27	229	Busan 223.7
Max	220	Captan 224.7
		Vitavax 227.3
		Test. 217.3
		Trat. 225.2

Cuadro.5 Medias de altura de plantas (cm), para los fungicidas y sus dosis. El Zamorano, Honduras 1989.

Dosis	Fungicidas		
	Busan	Captan	Vitavax
Baja	225.9	230.0	227.8
Media	227.0	227.2	230.2
Alta	218.2	217.1	223.9

M^m = medias

este es uno de los híbridos comerciales más altos que existe a nivel centroamericano. Los fungicidas Busan y Vitavax en la dosis media, que es la dosis recomendada por las casas comerciales, tuvieron efecto significativo sobre esta variable .

En cuanto a la variable altura de la primera mazorca, se encontraron diferencias altamente significativas en el análisis de varianza y al hacer la separación de medias por la Prueba Duncan también se detectaron diferencias al 1%. El H-27 tratado con Captan, a una dosis media, presentó la mayor altura de mazorca (Cuadro 6). Con respecto a las comparaciones ortogonales de la variable altura de la primera mazorca, los contrastes que corresponden a los híbridos y las comparaciones de los fungicidas Busan vs (Captan+Vitavax) resultaron no significativos, (Cuadro 1). El contraste de la comparación del Captan vs Vitavax resultó altamente significativo, lo que indica que los dos fungicidas afectan en forma diferente la expresión de altura a la primera mazorca. La respuesta lineal y cuadrática de los fungicidas Busan y Captan resultaron ser no significativas, lo que indica que tanto el Busan como el Captan no afectaron esta variable en cualquiera de las dosis aplicadas. La respuesta lineal del fungicida Vitavax resultó ser no significativa lo que demuestra que las diferentes dosis de este fungicida no

Cuadro 6 Separaciones de medias para la variable altura de la primera mazorca. El Zamorano, 1989.

Combinaciones de los tratamientos	Altura* (cm)
H-27 Captan, media	128.0 A
MAX Busan, media	123.9 AB
H-27 Captan, alta	121.3 ABC
MAX Captan, baja	120.6 ABC
H-27 Vitavax, media	119.6 ABCD
H-27 Captan, baja	119.5 ABCD
MAX Captan, media	118.0 ABCD
H-27 Busan, media	117.7 ABCD
H-27 Busan, baja	116.9 ABCDE
MAX Busan, baja	116.2 BCDE
MAX Vitavax, media	114.8 BCDE
H-27 Busan, alta	114.7 BCDE
MAX Vitavax, alta	114.1 BCDE
MAX Busan, alta	113.5 BCDE
H-27 Vitavax, alta	112.5 BCDE
H-27 Vitavax, baja	111.3 CDE
H-27 Testigo	111.1 CDE
Max Testigo	110.4 CDE
Max Captan baja	108.4 DE
Max Vitavax, baja	105.6 E

* Las medias seguidas de la misma letra no son diferentes entre si según la Prueba de Duncan, al 1% de probabilidad.

inciden en forma progresiva sobre la altura de la primera mazorca. Sin embargo la respuesta cuadrática para este fungicida resultó significativa, lo que señala que la mayor altura se encuentra alrededor de la dosis media (Cuadro 8). El contraste de las comparaciones entre los tratados y los testigos resultó significativo, lo que indica que los híbridos tratados tuvieron la primera mazorca a mayor altura que los no tratados como se observa Cuadro 7.

Con estos resultados concluimos que los híbridos H-27 y Max 301-A se comportaron de igual manera para la variable altura de la primera mazorca y que el fungicida de mayor acción para esta variable fue el Vitavax a una dosis media, la cual es la recomendada por las casas comerciales.

El efecto de los fungicidas con sus diferentes dosis sobre la altura de planta y mazorcas, puede atribuirse a la protección inicial que estos productos brindan a la plántula en desarrollo.

El análisis de varianza de la variable número de mazorcas cosechadas resultó significativo para los tratamientos y varios contrastes. Por consiguiente se realizó una separación de medias con la Prueba de Duncan al 5% (Cuadro 9). El mejor tratamiento resultó la combinación del híbrido Max 301-A tratado con el fungicida Vitavax a una dosis media; sin embargo, este tratamiento no fue estadísticamente diferente que otros doce tratamientos tratado con el fungicida Busan a una dosis media.

Cuadro 7. Medias de altura de la primera mazorca (cm), para híbridos, fungicidas y testigos vs tratados. El Zamorano, Honduras, 1989.

Híbrido	M*	Fungicida	M*	Test vs Trat	M*
H-27	117.2	Busan	117.5	Test.	110.7
Max	103.1	Captan	119.3	Trat.	116.5
		Vitavax	113.0		

Cuadro 8. Medias de altura de la primera mazorca (cm), para los fungicidas y sus dosis. El Zamorano, Honduras, 1989.

Dosis	Fungicidas		
	Busan	Captan	Vitavax
Baja	116.6	120.3	108.4
media	120.8	123.0	117.2
alta	114.1	114.8	113.3

M* =Medias

Cuadro 9. Separaciones de medias para la variable número de mazorcas cosechadas. El Zamorano, 1989.

Combinaciones de los tratamientos	número de mazorcas*	
Max Vitavax, media	26.3	A
Max Vitavax, alta	23.6	AB
Max Captan, media	23.3	ABC
H-27 Busan, media	21.6	ABCD
Max Testigo	20.6	ABCDE
H-27 Captan, alto	20.0	ABCDE
Max Captan, baja	19.3	ABCDE
H-27 Vitavax, media	18.0	ABCDE
Max Busan, media	17.3	ABCDE
H-27 Captan, baja	15.6	ABCDE
Max Captan, alta	15.6	ABCDE
H-27 Vitavax, bajo	14.6	ABCDE
MAX Vitavax, baja	14.0	BCDE
H-27 Captan, baja	14.0	BCDE
H-27 Vitavax, alta	13.3	BCDE
H-27 Captan, media	12.3	BCDE
Max Busan, baja	11.6	BCDE
Max Busan, alta	11.3	CDE
H-27 Busan, alta	10.0	DE
H-27 Testigo	8.6	E

* Las medias de la misma letra no son diferentes entre sí, según la prueba Duncan, al 1 % de probabilidad.

La diferencia entre los híbridos resultó significativa; H-27 tuvo en promedio 15 mazorcas por parcela, mientras que el Max 301-A presentó 18 mazorcas, como puede verse en el Cuadro 10. El contraste de la comparación Busan vrs (Captan+Vitavax) fue significativo, lo que indica que hay diferencia en el efecto de las aplicaciones de los fungicidas de contacto con relación a los sistémicos con respecto al número de mazorcas cosechadas como lo demuestran las medias del Cuadro 11. El contraste de la comparación Captan vrs Vitavax, la respuesta lineal del fungicida Busan, la respuesta lineal y cuadrática de los fungicida Captan y Vitavax, y la comparación entre los testigos vrs tratados resultaron no significativos para la variable número de mazorcas.

La respuesta cuadrática de Busan sí fue significativa. Las medias se presentan en el Cuadro 11. Con los resultados obtenidos se puede concluir que el Max 301-A produjo mas mazorcas que el H-27. Esto pudo haber ocurrido porque la velocidad y la dirección del viento del Huracán Guilbert provocó el acame de algunas plantas del H-27 debido a su mayor altura. Pero también puede deberse a una diferencia genotípica inherente de estos híbridos.

Para la variable número de plantas germinadas el análisis de varianza se presenta en el Cuadro 2. Este, resultó no significativo para los tratamientos. Los contrastes de las comparaciones entre híbridos, Busan Vrs

Cuadro 10. Medias de número de mazorcas cosechadas para híbridos, fungicidas y testigos vrs tratados, El Zamorano, Honduras, 1989.

Híbridos	M*	Fungicidas	M*	Test vrs Trat	M*
H-27	15	Busan	14	Test	15
Max	18	Captan	18	Trat	17
		Vitavax	18		

Cuadro 11. Medias de número de mazorcas, para los fungicidas y sus dosis, El Zamorano, Honduras, 1989.

Dosis	Fungicidas		
	Busan	Captan	Vitavax
Baja	13	18	14
Media	19	18	22
Alta	11	18	18

M* =medias

(Captan + Vitavax), Captan Vrs Vitavax y la respuesta lineal y cuadrática de los fungicidas resultaron no significativos, excepto la respuesta cuadrática del Busan. Esto indica que hubo diferencias en el efecto de las aplicaciones de las diferentes dosis para este fungicida con respecto al número de plantas germinadas. Con estos resultados concluimos que no hubo diferencias en la germinación de las plantas usando los fungicidas Captan y Vitavax, pero sí con el fungicida Busan que según la literatura es un fungicida que se recomienda para proteger a la semilla contra hongos que causan la pudriciones (Pulido, 1984).

En cuanto a la variable número de plantas anormales en el campo, el análisis de varianza resulto no significativo para tratamientos. Todos los contrastes de las comparaciones y la respuesta lineal y cuadrática para los fungicidas resultaron no significativos. La excepción fue la respuesta cuadrática de Busan, lo que señala que hay una respuesta a las diferentes dosis de este fungicida.

Para la variable rendimiento (t/ha) no se encontraron diferencias significativas en el análisis de varianza, en ninguna de las fuentes de variación. Este resultado no se esperaba; se pensó que por la protección inicial que proporcionan los fungicidas el rendimiento de los tratados sería superior que el de los no tratados. Sin embargo, estos resultados pueden variar en otras condiciones ambientales.

Podría ser que la aplicación de Carbofuran a todo el ensayo, cubrió el efecto de los fungicidas.

E. Ensayo de Laboratorio

El análisis de varianza para la prueba de germinación en laboratorio resultó no significativo para los diferentes tratamientos (Cuadro 12). En el análisis de varianza, en cuanto a los contrastes, la comparación entre los híbridos resultó ser significativa. El Max 301-A presentó un porcentaje de germinación (77%) mayor que el del H-27 (69%) como se puede observar en el (Cuadro 13). El contraste de las comparaciones entre Captan vs Vitavax resultó altamente significativo Cuadro 12, lo que indica que hubo diferencias de germinación por efecto de estos dos fungicidas. El porcentaje promedio de germinación al tratar las semillas con Captan fue superior que con Vitavax (Cuadro 13). El resto de las comparaciones y las respuestas tanto lineales como cuadráticas resultaron no significativas.

No se detectaron diferencias significativas para la prueba de vigor en el laboratorio entre los diferentes tratamientos (Cuadro 12). Los contrastes de las comparaciones y las respuestas lineales y cuadráticas resultaron no significativos, excepto para el contraste entre Captan vs Vitavax. Hay diferencias en los resultados de la prueba de vigor debido a estos fungicidas, Captan (73)

y para Vitavax (62) (Cuadro 15). El porcentaje de vigor afectado por el tratamiento con Captan fue superior a del vitavax, como se observa en el Cuadro 14

Cuadro 12. Cuadrados medios, de las variables de germinación y vigor en laboratorio. El Zamorano, 1989.

Fuente de variación*	Grados de libertad	Germinación	Vigor
Tratamientos	19	232.1	187.1
Híbridos	1	944.0*	528.0
Busan vrs (Captan+vitavax)	1	243.0	327.2
Captan vrs vitavax	1	1547.1**	1178.7**
Busan Lineal	1	60.7	2.0
Cuadrática	1	1.3	0.2
Captan Lineal	1	0.7	70.0
Cuadrática	1	10.0	26.6
Vitavax Lineal	1	33.3	8.3
Cuadrática	1	25	0.0
Tes vrs tratado	1	123.2	43.9
Error	40	185.7	139.6
C.V.	---	18.7	14.0

*, ** Significativo al $P < .05$ y $.01$, respectivamente

Cuadro 13. Medias de germinación (%) en laboratorio para híbridos y fungicidas, El Zamorano, Honduras, 1989.

Híbridos	media	Fungicidas	medias
H-27	69	Busan	69
Max	77	Captan	80
		Vitavax	67

Cuadro 14. Medias de vigor (%) en laboratorio para híbridos y fungicidas, El Zamorano, Honduras, 1989.

Híbridos	media	Fungicidas	medias
H-27	62.4	Busan	62.0
Max	68.0	Captan	73.0
		Vitavax	62.0

V. CONCLUSIONES

Con base en los resultados expuestos anteriormente, se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1 -La aplicación de fungicidas afectó positivamente las variables altura de planta y altura de la primera mazorca pero no los rendimientos finales de los híbridos.
- 2- La ausencia de efectos de los fungicidas sobre el rendimiento puede atribuirse a las condiciones de protección previas y actuales brindadas a los terrenos de la estación experimental del Departamento de Agronomía.
- 3-El acame ocurrido afectó más al híbrido H-27, por tener una mayor altura de planta. Posiblemente esto no permitió detectar diferencias entre los híbridos en algunas de las variables estudiadas.
- 4 -A través de los contrastes ortogonales se detectó que con la aplicación del fungicida Busan se obtuvo un mejor establecimiento en el campo como lo indicaron un mayor número de plantas germinadas y un menor número de plantas anormales.
- 5 -A nivel de laboratorio el fungicida Captan fue el que dio mejores resultados tanto en germinación como en vigor.

VI.RECOMENDACIONES

1-Por los resultados obtenidos en la presente investigación se recomienda que para el tratamiento de semillas en las condiciones de la Escuela Agrícola Panamericana se utilicen los fungicidas Captan y Busan en una dosis media, que son las recomendadas por las casas comerciales. Estos productos fueron los que presentaron mejores resultados en el campo e influyeron en una y mejor germinación y vigor en el laboratorio.

2-Se recomienda para próximos experimentos similares hacer evaluaciones de colonias de patógenos en la semilla antes y después de las aplicaciones de fungicidas.

VIII. LITERATURA CITADA

AGRIOS, G.N. 1978. Plant Pathology. México, D.F., Academic Press Inc., 703 p.

AGRIOS, G.N. 1988. Fitopatología. Segunda edición, México, D.F., Editorial Limusa, p. 150-160

ALDRICH, S. R. y LENG, E.R. 1974. Producción moderna de maíz (Trad. por Martínez y Lenguisaman). Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur, 308 p.

ASSOCIATION of OFFICIAL SEED ANALYSIS. 1983. Seed vigor testing Handbook, Missisipi, 23 p.

BEWLEY, D.J. Y BLACK M. 1985. Seeds, physiology of development and germination. New York, Plenum Publishing Corporation, 329 p.

BRESSANI, R. 1977. Mejoramiento de las dietas a base de maíz enriquecidas con aminoácidos y proteínas suplementarias, en maíz de alta calidad proteínica. Compendio de la ponencias presentadas en el Simposio Internacional CIMMYT-PURDUE (ed. por Dowden, Hutchinson y Ross), México, Limusa, p. 41-42.

CASTAÑO, J. 1986. Principios básicos de fitopatología. D.P.V, El Zamorano, Honduras, 320 p.

CREMLYN, R. 1982. Plaguidas modernos y su acción bioquímica. México, D.F., Editorial Limusa, p 149-222.

DAVIS, D.D. Y GIOVANELLI, J. 1969. Bioquímica vegetal. Barcelona, España, EL Omega, 504 p.

DUFONT, D. 1986. Información técnica. Naturaleza de la resistencia de razas de hongos a fungicidas de acción específica y sistema de prevención. New York, p 1-20.

ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1976. Reglas internacionales para ensayos de semilla, 23 p.

FAO (ITALIA). 1984. Guía técnica sobre la tecnología de la semilla del maíz. Roma, Italia, 90-93 p.

- FAO (ITALIA). 1985. Maize and Maize diets. Roma, Italia, 93 p.
- FREEMAN, L.O. 1962. Semillas (Trad. del inglés por A. Marino y P. Rodríguez). México, D.F., Editorial Continental, 271 p.
- FREEMAN, L.O. 1986. Semillas (Trad. del Inglés por A. Marino y P. Rodríguez). México, D.F., Editorial Continental. 729 p.
- GONZALES, L.C. 1975. Introducción a la fitopatología IICA, San José, Costa Rica, 148 p.
- GONZALES, L.C. 1985. Introducción a la fitopatología IICA, San José, Costa Rica, p 132-145.
- HONDURAS, SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES. 1976. Avances del Programa de Investigación Agropecuaria Tegucigalpa, Honduras, Secretaria de Recursos Naturales , 118 p.
- HORSFALL, J.G. Y COWLING, E.B. 1977. Plant Disease. Vol.I, How disease is managed. New York, Academic Press 465 p.
- JUGENHEIMER, R.W. 1988. Maíz. Variedades mejoradas, método de cultivo y producción de semillas. (Trad. por R. Piña- García). México, D.F., Editorial Limusa, p 37-38.
- PULIDO, M.L. 1984. Información técnica. Tennessee, (E.U.), p. 1-6
- STAKMAN, E.C. and HARRAR, J.G. 1957. Principles of Plant Pathology. The Ronal Press, New York, U.S.A, 459 p.
- THOMSON, W.T. 1988. Agricultural chemical. Book IV, California, U.S.A., Thomson Publication, 196 p.
- VAUGHAN, C.E. ; BILL, R.G. y DELOUCHE, J.C. 1970. Procesamiento mecánico y beneficio de semilla. México, D.F.Herrero hermanos, p 219-226.
- WALKER, J.CH. 1965. Patología Vegetal. Barcelona, España, Ediciones Omega. p 760-772.

VIII. APENDICES

Apéndice 1

Condiciones meteorológicas que imperaron durante el desarrollo del experimento de campo El Zamorano, 1988.

Temperaturas (°C)

Meses	máxima	minima
Junio	30.05	19.83
Julio	29.02	19.35
Agosto	28.60	19.59
Septiembre	28.32	19.44
Octubre	28.23	18.60
PROMEDIO	28.84	19.37

* Temperaturas promedio (7 am mínima, 5 pm máxima).

Apéndice 2

Análisis de suelos de la terraza 10, Departamento de
Agronomía Laboratorio de Suelos, El Zamorano, 1988.

% Arena	48
% Limo	28
% Arcilla	24
Textura	franca
% Nitrógeno	0.4
% Materia orgánica	3.45
ppm P	10
ppm K	143
pH (KCL)	4.7

Apéndice 3

Cuadro de las comparaciones ortogonales que se realizaron en el experimento, El Zamorano, 1989

Tratamiento	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
1	1	1	-1	0	0	1	1	0	0	1
2	1	1	-1	0	0	0	-2	0	0	1
3	1	1	-1	0	0	-1	1	0	0	1
4	1	-2	0	1	1	0	0	0	0	1
5	1	-2	0	0	-2	0	0	0	0	1
6	1	-2	0	-1	1	0	0	0	0	1
7	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
8	1	1	1	0	0	0	0	0	-2	1
9	1	1	1	0	0	0	0	-1	1	1
10	-1	1	-1	0	0	1	1	0	0	1
11	-1	1	-1	0	0	0	-2	0	0	1
12	-1	1	-1	0	0	-1	1	0	0	1
13	-1	-2	0	1	1	0	0	0	0	1
14	-1	-2	0	0	-2	0	0	0	0	1
15	-1	-2	0	-1	1	0	0	0	0	1
16	-1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
17	-1	1	1	0	0	0	0	0	-2	1
18	-1	1	1	0	0	0	0	-1	1	1
19	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-9
20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-9

C1 Comparación ortogonal de los híbridos, C2 Comparación ortogonal de Busan Vrs (Captan + Vitavax), C3 Comparación ortogonal del Captan Vrs Vitavax, C4 Respuesta lineal del Busan, C5 Respuesta cuadrática del Busan, C6 Respuesta lineal del Captan, C7 Respuesta cuadrática del Captan, C8 Respuesta lineal del Vitavax, C9 Respuesta cuadrática del Vitavax, C10 Comparación ortogonal de los tratados Vrs testigos.

Apéndice 4

Cuadro de los tratamientos que se usaron en el experimento, El Zamorano, 1989.

Tratamientos	Híbrido	Fungicidas	Dosis
1	H-27	Captan	0.84 g
2	H-27	Captan	0.56 g
3	H-27	Captan	0.28 g
4	H-27	Busan	0.33 cc
5	H-27	Busan	0.22 cc
6	H-27	Busan	0.11 cc
7	H-27	Vitavax	0.261 g
8	H-27	Vitavax	0.174 g
9	H-27	Vitavax	0.087 g
10	Max-301	Captan	0.84 g
11	Max-301	Captan	0.56 g
12	Max-301	Captan	0.28 g
13	Max-301	Busan	0.33 cc
14	Max-301	Busan	0.22 cc
15	Max-301	Busan	0.11 cc
16	Max-301	Vitavax	0.261 g
17	Max-301	Vitavax	0.174 g
18	Max-301	Vitavax	0.087 g
19	Max-301	Testigo	
20	H-27	Testigo	

IX. DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR

- A.- Nombre: Irvin Reniery Lazo Oliva
- B.- Lugar de Nacimiento: Tegucigalpa D.C., Honduras, C.A.
- C.- Fecha de Nacimiento: 10 de Febrero de 1968.
- D.- Educación:
- Primaria: Instituto Tegucigalpa, Tegucigalpa, D.C. Honduras, C.A.
 - Secundaria: Instituto Evangelico, Virginia Sapp, Tegucigalpa, D.C. Honduras, C.A.
 - Superior: Escuela Agrícola Panamericana, EAP, El Zamorano, Honduras.
- E.-Títulos Recibidos: Agrónomo, 1987.