

EFFECTIVIDAD FUNGISTATICA DE PRODUCTOS  
QUIMICOS Y BIOLÓGICOS EN EL *Fusarium* spp.  
DE LA SEMILLA DE MAIZ POSTRADA  
Y GERMINADA in vitro

JOSE ANGEL DANIEL GONZALEZ

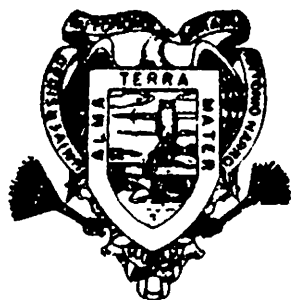
T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS

Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro



BIBLIOTECA



Universidad Autónoma Agraria

Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

DICIEMBRE DE 1996

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar al grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS  
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS**

**COMITE PARTICULAR**

**Asesor principal:**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. Federico Facio Parra**

**Asesor:**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. Abel Sánchez Arizpe**

**Asesor:**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. Jaime Moisés Rodríguez del Angel**

**Asesor:**

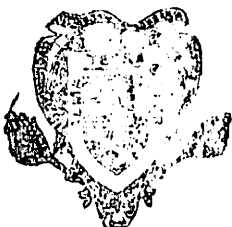
  
\_\_\_\_\_  
**M.C. Ma. Cristina Vega Sánchez**

**Asesor:**

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Ernesto Moreno Martínez**

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Jesús Manuel Fuentes Rodríguez**  
Subdirector de Postgrado



**Buenavista, Saltillo, Coahuila. Diciembre de 1996**

**BIBLIOTECA**

## **AGRADECIMIENTOS**

Unas muy sinceras gracias y reconocimiento a las siguientes Instituciones: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas; Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, que han hecho posible cursar y concluir mis estudios como Maestro en Ciencias en Tecnología de Semillas.

Asimismo, un permanente agradecimiento a mis asesores: M.C. Federico Facio Parra, Dr. Ernesto Moreno Martínez, M.C. Abiel Sánchez Arizpe, M.C. Ma. Cristina Vega Sánchez y M.C. Jaime M. Rodríguez del Angel. De quienes recibí indicaciones, sugerencias y orientación en el desarrollo y culminación de este trabajo, cuyo tema de investigación lo decidí al recordar el daño que causan los patógenos en campo, lo cual ha sido toda una experiencia el aplicar y desarrollar el método científico, el cual no había requerido en mis labores anteriores en la producción y administración semillera.

Reciban mi atención los maestros quienes compartieron sus conocimientos y cátedra muy diversa, respecto al tema semillas, va mi agradecimiento para todos ellos y en forma loable a la maestra Leticia A. Bustamante G. .

Para mis compañeros de generación Juan José García y José Carlos Coronado, así como un recuerdo amistoso y muchas gracias por brindarme su

amistad y apoyo durante el transcurso de materias y prácticas de postgrado, sin olvidar a mi compañera de laboratorio Adriana Avendaño, con quien compartí la simpatía por *F. moniliforme*.

Agradezco a las personas que me proporcionaron semillas y productos químicos. En forma particular a las personas que contribuyeron durante el desarrollo en laboratorio del presente trabajo, Sandra y Alejandra, asimismo a quienes me indicaron y dieron bases para la identificación de los patógenos presentes, citando entre éstos al Dr. Dan Jeffers, Leila y Clarisa de CIMMYT, así como a Mario A. Vázquez y Alejandro Rivera de PUAL, Ags. También me permito citar a la Sra. Lourdes Villarreal, quien con su experiencia editorial ha hecho posible la impresión de este trabajo, requisito indispensable para obtener el grado.

Asimismo, reconozco la amistad de quienes hicieron posible mi aceptación, estancia y conclusión de estudios en esta Universidad, como son : Ing. A. Rodríguez, Drs. Brondo, Fuentes, Ortegón y López Benítez. Sin olvidar a mis compañeros de generación ESAAN-XLIV; Del Campo, Serrato, Bacópulos, Espinoza, Valdez O., Rodríguez V., Rómmel, Morones, Ortegón, Fernández, Flores, Ramón Jaime, quienes con sus buenos deseos, bromas y acicate hicieron agradable el período y estancia en la Maestría.

Muchas gracias a todos ustedes.

## **DEDICATORIA**

***A Dios*** por prestarme tiempo, salud y sapiencia para obtener este escaño,  
esperando no sea el último.

### ***A mis padres***

*Refugio Daniel de la Cruz (+) y Socorro González Gallardo*  
*quienes a pesar de su edad y limitaciones, han sido base en toda*  
*mi existencia.*

### ***A mi hija Gaby***

*Quién me ha aceptado como padre y amigo, atendiendo y dando*  
*seguimiento a pláticas y sugerencias.*

### ***A mis hermanos***

*Quienes con sus familias han dado luz, alegría y tristeza a mi*  
*vida.*

### ***A mis tías***

*Las maestras (+) Nico, Panchita y Petrita Daniel, quienes fueron*  
*yunque en mi forja.*

## COMPENDIO

### **Efectividad Fungistática de Productos Químicos y Biológicos en el *Fusarium* spp. de la Semilla de Maíz Postratada y Germinada *in vitro***

Por:

José Angel Daniel González

MAESTRIA EN

TECNOLOGIA DE SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. DICIEMBRE DE 1996

M.C. Federico Facio Parra. -Asesor-

**Palabras clave:** Maíz, tratamiento semillas, combate *Fusarium* spp., medios de cultivo, almacenamiento.

El objetivo del presente estudio es combatir a *Fusarium* spp. que infecta a la semilla de maíz evaluando el efecto de cuatro fungicidas con diferencia de dosis en el tratamiento de la semilla y analizando en laboratorio el efecto inmediato y almacenamiento de seis meses. Las pruebas de laboratorio son germinación estándar, sanidad, envejecimiento acelerado y peso seco. Los

fungicidas mezclados son: Captan, Tiabendazol más Captan, Carboxin más Thiram y *Bacillus subtilis* más Captan. Las dosis aplicadas varían en ambos sentidos a lo recomendado por el formulador.

En la prueba germinación estándar en la etapa de primer conteo considerada como vigor se obtienen resultados determinantes de la calidad física de la semilla a los cero y 180 días de almacenamiento postratado, el producto biológico *Bacillus subtilis* más Captan incrementó el vigor a los seis meses, la interacción híbrido-fungicida afecta el vigor de la semilla tratada, diferenciando los híbridos en estudio.

La semilla con deterioro al sobredosificarse con los fungicidas del proyecto de inmediato afectó la germinación. La mezcla Tiabendazol más Captan es el que causó menor incidencia de plántulas anormales, también es el que combatió con más efectividad al patógeno *Fusarium* spp., aún con una dosificación mínima.

El fungicida biológico *Bacillus subtilis* es el que además de incrementar el vigor y germinación es el que presenta menor incidencia de semilla no germinada o muerta.

En este estudio se determina la diferencia patogénica de la semilla infectada, requiriendo de productos específicos, así como la dosificación precisa para cada híbrido infectado con *Fusarium* spp.

**ABSTRACT**

**Fungistatic Effectivity of Chemical and Biological Products in  
the *Fusarium* spp. from the Corn Seed Postreated and  
Germinated *in vitro***

by

**José Angel Daniel González**

**MASTER OF SCIENCE**

**SEED TECHNOLOGY**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. DECEMBER, 1996**

**M.C. Federico Facio Parra. - Advisor-**

**Key words:** Corn, seed treatment, combat *Fusarium* spp., means of cultivation, storage.

The objective of this study is to fight the *Fusarium* spp. that infects the seed of corn through the effect of four fungicides with different doses in the treatment of the seed and through the analysis in laboratory of the immediate effect and storage of six months. The laboratory tests are standard germination, sanity, accelerated aging and dry weight. The blended fungicides are: Captan, Thiabendazole plus Captan, Carboxin plus Thiram and *Bacillus subtilis* plus



Captan. The applied doses vary in both senses to the amount recommended by the fabricant.

In the standard germination test, in the first counting stage considered as vigor significant results were obtained of the physical quality of the seed at 0 and 180 days of post-treated storage. The biological product *Bacillus subtilis* plus Captan increased the vigor at six months, the hybrid-fungicide interaction affects the vigor of the treated seed, making a difference among the hybrids under study.

When overdosed with fungicides, the damaged seed under study shows immediate effects in germination. The mixture of Thiabendazole plus Captan is the one that caused a lesser of abnormal seedlings, it is also the one that more effectively fought the *Fusarium*, though with a minimal dose.

The biological fungicide *Bacillus subtilis*, besides increasing the vigor and germination is the one that presents a minor incidence of not germinated or dead seed.

This study determined the pathogenic difference of the infected seed, by application of specific products, as well as by the precise dose for each hybrid infected with *Fusarium* spp.

# INDICE DE CONTENIDO

	Página
<b>INDICE DE CUADROS.....</b>	<i>xii</i>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<i>xvi</i>
<b>INTRODUCCION.....</b>	1
Objetivo.....	4
Hipótesis.....	4
<b>REVISION DE LITERATURA.....</b>	5
Historia.....	5
Definición.....	6
Clasificación.....	6
Forma de Acción.....	7
Patogenicidad.....	8
Morfología.....	11
Transmisión.....	12
Productos Químicos.....	14
Susceptibilidad.....	15
Control Físico.....	16
Control Químico.....	16
Sinergismo Químico.....	17
Productos Biológicos.....	18
Toxicidad de <i>Fusarium</i> .....	18
<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	20
Tratamiento.....	25
Germinación Estándar.....	26
Envejecimiento Acelerado.....	27
Peso Seco.....	28
Sanidad de Semilla.....	28

Análisis Estadístico.....	30
<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>33</b>
Germinación Estándar.....	34
Sanidad de Semilla.....	48
Envejecimiento Acelerado.....	56
Peso Seco.....	61
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>64</b>
Sugerencias.....	66
<b>RESUMEN.....</b>	<b>67</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>71</b>
<b>APENDICE.....</b>	<b>77</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
3.1. Resumen anual mensual de temperatura y lluvia registrada en la Estación Meteorológica de Buenavista, Coah.....	21
3.2. Resumen anual mensual de temperatura y precipitación registrada en el área de producción de la semilla a utilizar en el proyecto. ....	21
3.3. Calidad física de la semilla utilizada.....	22
3.4. Productos químicos utilizados en el tratamiento de la semilla.	23
3.5. Listado de híbridos y tratamientos con fungicida y dosis aplicada.....	25
4.1. Nivel de significancia estadística de la prueba: Germinación estándar de semilla de maíz de tres híbridos, tratados con cuatro fungicidas a tres dosis, con posterior almacenamiento de 180 días.....	34
4.2. Valores medios jerarquizados provenientes de la prueba germinación estándar exaltando la diferencia entre el factor: Híbridos de maíz tratado y la fecha de almacenamiento....	37
4.3. Valores medios jerarquizados provenientes de la prueba germinación estándar efectuada a semilla de maíz híbrida a quien se le trató con diferentes fungicidas y se almacenó....	38
4.4. Valores medios jerarquizados provenientes de la prueba germinación estándar de la semilla de maíz de: tres híbridos tratados con cuatro diferentes fungicidas.....	43

4.5.	Valores medios jerarquizados provenientes de la prueba germinación estándar de la semilla de maíz de: tres híbridos tratados con cuatro diferentes fungicidas.....	44
4.6.	Valores medios jerarquizados provenientes de la prueba, germinación estándar participando los factores: híbridos de maíz y diferente dosis con dos fechas de almacenamiento...	45
4.7.	Valores medios jerarquizados provenientes de la prueba, germinación estándar participando los factores: híbridos de maíz y diferente dosis con dos fechas de almacenamiento..	48
4.8.	Niveles de significancia estadística en la presencia de <i>Fusarium spp</i> en la semilla de tres híbridos de maíz, tratada con cuatro fungicidas y tres dosis, prueba desarrollada en dos medios diferentes de cultivo.....	50
4.9.	Prueba de medias a semilla de tres híbridos de maíz, sembrados en medios de cultivo para el desarrollo de <i>Fusarium spp.</i> ....	51
4.10.	Valores medios de la presencia de <i>Fusarium spp.</i> en semillas de maíz híbrida tratada con cuatro fungicidas y germinada en los medios de cultivo PDA y papel de germinación.....	51
4.11.	Resultado de valores medios de la presencia de <i>Fusarium spp.</i> en la semilla de maíz interactuando: Híbridos-fungicidas en el combate del microorganismo desarrollado en los medios de cultivo PDA y papel de germinación, más el tratamiento de congelamiento.....	53
4.12.	Resultado de la prueba de medias de la interacción de los factores: híbridos-fungicidas-dosis, interactuando en la semilla tratada para combatir al microorganismo <i>Fusarium spp.</i> .....	55

4.13.	Significancia estadística obtenida en la prueba denominada: envejecimiento acelerado al cual fue sometida la semilla de maíz de tres híbridos tratados con fungicidas y dosis diferenciales.....	58
4.14.	Valores medios y la diferencia entre los híbridos de semilla de maíz, comparados en la prueba de envejecimiento acelerado.....	59
4.15.	Valores medios y la diferencia entre tratamientos, semilla de maíz de tres híbridos y cuatro fungicidas aplicados a la simiente, la cual es sometida al estrés del envejecimiento acelerado.....	60
4.16.	Diferencia entre valores medios de la semilla de maíz híbrida tratada con cuatro fungicidas y tres dosis, posteriormente llevada al estrés de envejecimiento acelerado cuantificando su efecto en la prueba de germinación.. .....	61
4.17	Nivel de significancia estadística del peso seco de las partes de plántula (plúmula, mesocotilo y radícula) germinada de semilla de maíz híbrida variando en los factores : híbridos fungicidas y dosis, aplicados éstos en el tratamiento de la semilla.....	62
4.18.	Comparación de medias del peso seco de las partes fisiológicas de las plántulas de maíz procedentes de semilla de tres híbridos.....	63
A.1.	Valores medios y la diferencia jerárquica de los fungicidas participantes en el tratamiento de semilla de maíz híbrida, la cual es sometida al estrés de la prueba envejecimiento acelerado, obteniendo los resultados en una prueba de germinación.....	78

A.2.	Valores medios y su diferencia resultante en la dosis de fungicida aplicado a la semilla de maíz híbrida y sometida a la prueba: envejecimiento acelerado, reflejándose su efecto mediante la prueba de germinación estándar.....	78
A.3.	Distribución y medias del peso seco de la plúmula, mesocotilo y radícula, de una plántula de maíz procedente de semilla tratada con diferencia en híbridos y fungicidas.....	79
A.4.	Resultados de valores medios de una semilla de maíz, de tres híbridos tratados con cuatro fungicidas y tres dosis con posterior presión mediante la prueba de envejecimiento acelerado.....	80
A.5.	Valores medios y la distribución jerárquica del peso seco de la plántula de maíz de una semilla tratada, interactuando los factores : híbridos-fungicidas- dosis y el testigo absoluto.....	81

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
4.1.	Germinación estándar desarrollada a los 0 y 180 días del postratamiento de la semilla, registrando los parámetros: vigor y germinación.....	36
4.2.	Porcentaje de plántulas anormales y semillas muertas resultantes de la prueba de germinación estándar a los 0 y 180 días de postratamiento.....	36
4.3.	Porcentaje de vigor de semilla de maíz tratada con los fungicidas Captan, Tiabendazol (Tbz) + Captan, Carboxin (Cbx) + Thiram (Th), <i>Bacillus subtilis</i> (B.s.) + Captan, y resultados de las pruebas de germinación a los 0 y 180 días del postratamiento.....	38
4.4.	Porcentaje de plántulas anormales y semillas muertas de las pruebas de germinación a los 0 y 180 días del tratamiento de semillas de híbridos de maíz.....	40
4.5.	Vigor de semilla de tres híbridos de maíz tratados con cuatro fungicidas en dos fechas de postratamiento 0 y 180.....	41
4.6.	Porcentaje de semilla muerta de los híbridos A, B y C, tratados con cuatro diferentes fungicidas almacenados por 0 y 180 días.....	42
4.7.	Porcentaje del vigor de semilla de maíz, interactuando los híbridos y la dosis de los fungicidas con dos fechas de postratamiento.....	47
4.8.	Porcentaje de semilla muerta resultante en la interacción : híbrido-dosis con fechas de almacenamiento postratado.....	47
4.9.	Incidencia de <i>Fusarium</i> spp. Desarrollado en dos diferentes medios en tres híbridos analizados de maíz.....	52



4.10.	Combate químico de <i>Fusarium</i> en semilla de maíz híbrido infectada, desarrollado en dos medios de cultivo.....	54
4.11.	Interacción híbridos maíz-tratamiento químico en la incidencia de <i>Fusarium</i> desarrollado en el medio de cultivo papel de germinación + congelamiento.....	54
4.12.	Presencia de <i>Fusarium</i> spp. Usando como medio, papel de germinación en el híbrido de maíz A.....	57
4.13.	Presencia de <i>Fusarium</i> spp. Usando como medio papel de germinación en el híbrido de maíz B.....	57
4.14.	Presencia de <i>Fusarium</i> spp. Usando como medio papel de germinación en el híbrido de maíz C.....	58

## INTRODUCCION

La producción de maíz (*Zea mays* L.) en la zona agrícola del Bajío México, ha mermado en sus rendimientos a causa de un hongo que pudre tallo, mazorca y grano, al grado de siniestrar lotes totales de maíz en incremento. El patógeno principal causante de esta epifitía es el microorganismo denominado *Fusarium moniliforme* Sheld. al que se ha monitoreado a nivel mundial, en todo sitio donde se siembra maíz, causando desmerecimiento al cultivo en mayor o menor grado, detectándose que *F. moniliforme* produce fumonisin, y como toda micotoxina, sus compuestos químicos causan efectos tóxicos a quien lo consume, provocando desarrollo deficiente, problemas de reproducción y enfermedades (Desjardins *et al.*, 1994; Marasas *et al.*, 1979 y Trenholm *et al.*, 1990).

La resistencia genética de los cultivares a los problemas patológicos es el método ideal de combate, facultad que se alterna con métodos preventivos, físicos o agronómicos que permiten el obtener un cultivo sano con alto rendimiento y con ello una cosecha de alta calidad, libre de patógenos y apta para su consumo. El tratamiento físico-químico a la simiente, es una maniobra que se realiza para conservar o mantener la calidad de la semilla y su reacción en el surco, ésta es una actividad que se ha desarrollado por siglos, utilizando para ello entre otros, agua caliente, azufre, cal, sal, compuestos químicos

orgánicos e inorgánicos, recientemente se están utilizando productos sistémicos y se ha iniciado el uso de productos biológicos. Como opciones que se presentan con la finalidad de proporcionar una semilla de calidad, libre de problemas sanitarios, base para una buena cosecha, en beneficio del campesino que la produce y por ende en apoyo a la economía nacional y la sanidad de la humanidad.

Mundialmente se siembran 130 millones de hectáreas de maíz, con el riesgo de utilizar semilla que lleven fuera o dentro de la testa de este cereal, una o más de las 29 enfermedades que se transmiten por este medio (McGee, 1988).

Una de las etapas importante en la producción, es el acondicionamiento o beneficio de semillas y dentro de ésta se tiene el tratamiento que se efectúa con pesticidas para su protección, conservación y mejoramiento de la calidad de la simiente, asperjándose en ésta, diferentes productos. En nuestro caso cuyo objetivo es combatir enfermedades, la industria semillera en su gran mayoría utiliza ditiocarbamatos, compuestos heterocíclicos y compuestos aromáticos: fungicidas éstos de contacto, quienes combaten a los microorganismos de la superficie de la semilla, pero no erradican a los cuerpos patógenos que se encuentran en forma sistémica en el interior de la simiente como es el caso de *F. moniliforme*, requiriendo para su combate de fungicidas que penetren a la semilla.

En razón de que *F. moniliforme* es un microorganismo que cohabita tanto en la superficie como en el interior de la semilla, además se le reporta en los tejidos de la planta, resulta ser que el problema no es combatir al hongo que está en la superficie de la semilla, ya que esto se ha efectuado durante décadas aplicando fungicidas de contacto sin lograr erradicar la fusariosis, el gran problema es acabar con el hongo que se encuentra dentro del huésped parasitando y proliferando cuando el medio se lo permite, causando grandes daños en poblaciones predispuestas a esta enfermedad por carecer de resistencia genética.

En apoyo a la genética o fitomejoradores, que combinan genes de resistencia a *Fusarium* y en concordancia con el fitopatólogo, quien desarrolla productos para combatir la dinámica de los patógenos, es que se realiza este proyecto.

Los resultados por obtener en este análisis al utilizar fungicidas tipo contacto, sistémico y biológico en la semilla de maíz, se pueden transpolar a otros cultivos, los que se ven gravados, si no por el mismo *F. moniliforme*, si por otras de las 90 especies de *Fusarium* reportadas, resultando con esta tesis beneficiado no exclusivamente la industria semillera, quien comercializa o el agricultor quien produce, sino el beneficiario directo es la humanidad, quien en la actualidad requiere del máximo de alimentos para combatir la hambruna ya presente en la orbe, adelantándose a todo pronóstico realizado para el año 2000.

## Objetivo

Evaluar cuatro fungicidas, uno de contacto, dos sistémicos y un biológico en diferentes dosis de tratamiento en el combate de *Fusarium moniliforme*, su efecto en la calidad de la semilla de maíz en el almacenamiento y el medio de cultivo propicio para este microorganismo.

## Hipótesis

Existe diferente reacción en la sanidad y el almacenamiento, tratando la semilla con diferentes fungicidas y dosis de Captan, Tiabendazol, Carboxin, *Bacillus subtilis* en el combate de *Fusarium moniliforme*.

## REVISION DE LITERATURA

### Historia

En los albores de la humanidad, 10,000 años atrás, se permutó la forma de vida, de nómada a sedentaria, la base de tal hecho fue el descubrimiento de la propagación de vida vegetal utilizando semilla, función realizada en las planicies inundables de los ríos del norte de Africa y el Medio Oriente, sitio del desarrollo de las grandes culturas, Egipcia y Mesopotámica (Delouche y Potts, 1983).

Diferentes científicos coinciden al mencionar a la cultura romana de a.C., como una de las primeras interesadas en mantener la calidad de la semilla, tratando a la semilla con métodos no del todo ortodoxos como son: el honrar al Dios Robigo para ahuyentar las royas, tratar la semilla con salitre, orina, vino, aceite de oliva, hojas de ciprés. A través de la historia, otros muchos productos han sido utilizados en el combate de los patógenos transmitidos en las semillas, enunciando el uso de salmuera, sulfato de cobre, agua caliente, compuestos mercuriales y formaldehido, llegando así a la época actual donde muchas de las empresas semilleras utilizan Captan o Thiram, este último un ditiocarbamato que en el año 1934 suple a los compuestos mercuriales, éstos de alto riesgo para los seres de sangre caliente por ser

tóxicos y aún para la propia semilla al sobredosificarse. PCNB, Maneb, Zineb son otros fungicidas de uso común en el tratamiento de las semillas (Bauer, 1984; Jeffs, 1986 y Warham, 1984).

## Definición

Bateman *et al.* (1986) definen a los fungicidas como productos químicos o agentes microbiológicos usados como medio de control directo o indirecto de hongos, matando (efecto “fungicida”) o previniendo el crecimiento o esporulación del hongo (inhibiendo) denominada esta acción, poder “fungístico”.

## Clasificación

✓ A su vez Moreno (1993) clasifica a los fungicidas de acuerdo a su modo de combate en: desinfectantes, desinfestantes y protectores contra los microorganismos del medio y de la misma semilla, la cual puede estar infectada o infestada. Infectada cuando el hongo ha invadido los tejidos de la semilla e infestada cuando el hongo va como contaminante en forma de espora sobre la semilla sin invadir testa o pericarpio. Wain y Carter (1977) llaman a los fungicidas como aquellos compuestos que matan o inhiben el crecimiento de un hongo, clasificándolos en protectores, los que dan protección contra la infección en el sitio de aplicación; erradicantes, los que curan una infección en el sitio de aplicación y sistémicos, los que evitan el desarrollo de una

enfermedad en la parte o sitio de aplicación y aun en aquellas partes de la planta donde no se aplicó el producto.

## **Forma de Acción**

Anterior a la década de los 60's, todos los productos utilizados como fungicidas eran de acción protectora, el efecto se manifestaba local y superficial, con la excepción de los mercuriales cuya volatilidad penetra dentro de ciertos límites del tejido ejerciendo la acción terapéutica y erradicante del patógeno. A mediados de la década en mención, es cuando se descubre el efecto sistémico de ciertos productos químicos entre los que se citan en orden de descubrimiento: Tiabendazol (mil novecientos sesenta y cuatro), Carboxin (mil novecientos sesenta y seis), Benomil (mil novecientos sesenta y ocho), productos que dan pie a la aplicación de fungicidas sistémicos específicos en el combate a ciertos patógenos (Bauer, 1984 y Moreno, 1993).

Los fungicidas sistémicos son aquellos que son absorbidos por los tejidos del vegetal, ejerciendo protección interna y con cualidades terapéuticas contra enfermedades. Si los fungicidas absorbidos son traslocados a través de la planta por el xilema en la corriente de la transpiración a tejidos remotos y alejados del sitio de aplicación, estos son compuestos sistémicos. Las cantidades de fungicidas sistémicos que llegan a los órganos jóvenes son mínimas y suficientes para combatir a los patógenos, sin causar problemas residuales en frutos y/o semillas por su poca transpiración. La mayor



efectividad de un producto químico sistémico es cuando se aplica: a la semilla, la inmersión de raíces, o se aplica al suelo; su principal labor es inhibir los procesos biosintéticos o crecimiento, o también rompiendo la estructura celular a nivel de DNA. Estos productos químicos son selectivos en su toxicidad en el proceso metabólico de los hongos, resultando sensible un fungicida sistémico a un grupo taxonómico de hongos en forma particular (Mendoza, 1990).

Respecto a los fungicidas biológicos, Dunleavy (1955) reporta el efecto de *Bacillus subtilis* en el control del damping-off en remolacha. Gustafson (1993) denota la acción de éstos, lo cual es en dos formas: una es cuando *B. subtilis* ocupa los espacios disponibles a ser atacados por los organismos patógenos a esta forma se le denomina "nicho ocupado", la segunda forma es un proceso antagónico, inhabilitando a los patógenos de la semilla como son *Fusarium*, *Alternaria*, *Rhizoctonia* y *Aspergillus*. McGee (1988) cita otro producto biológico, *Gliocladium roseum* que reduce las infecciones en las germinaciones sobre agar.

## Patogenicidad

El daño físico a la semilla lo detalla Neergaard (1977) al citar las diferentes lesiones que causa *F. moniliforme* a la semilla o el grano, impactando en forma directa cualitativa y cuantitativamente la producción. La calidad de la semilla se deprecia por el efecto de los hongos, no exclusivamente los parásitos sino también los saprófitos y los de bajo parasitismo, estos daños o efectos de hongos son: decoloración arrugamiento,

reducción de tamaño, pudrición, esclerotismo, estromatización, necrosis, reducción o eliminación de la capacidad germinativa, y alteraciones fisiológicas. Los diferentes métodos de cuantificación de daños por enfermedades, variabilidad que dificulta el consenso de pérdidas en los reportes por siniestros, las unidades de medición mas usuales son: kilogramos, toneladas métricas, reducción en por ciento de potencial de rendimiento, unidades monetarias y áreas siniestradas.

McGee (1988) enlista 29 enfermedades transmitidas en la semilla de maíz, entre las que se encuentra fusariosis en sus dos modalidades:

- En la pudrición del tallo, mazorca y grano, causada por los patógenos: *Fusarium moniliforme*, *F. moniliforme*, var. *subglutinans*, *F. verticillioides*, *F. sacchari*, var. *subglutinans*, *Gibberella moniliforme*, *G. fujikuroi*.
- En la pudrición del tallo y raíz originada por los hongos: *F. culmorum*; *F. semitectum*; *F. tricinctum*, *F. sporotrichioides*, *F. poae*, *F. equisiti*; *F. solani*; *F. oxysporum*; *F. spp.*

En las especies de *Fusarium* del segundo grupo, Kommedahl y Windels (1986) cuestionan su patogenicidad en la semilla de maíz calificándolo como insignificante o desconocido su efecto dañino, enfatizando el que no es inusual encontrar lotes con el 100 por ciento de semilla infectada con *F. moniliforme*, localizando al patógeno sobre y dentro del pericarpio, entre las cavidades de pedicelo y capa negra, en el endosperma y en el embrión. Styer y Cantliffe (1984) lo aislan en el embrión, endosperma y punta de la semilla de maíz

dulce, inoculando la planta 10 días posteriores a la polinización, observando al patógeno dentro de la semilla a la cual entró por el pericarpio agrietado, por daño físico o por apresorios desarrollándose el hongo entre el pericarpio, la aleurona, endospermo y embrión. Lawrence *et al.* (1981) detectaron micelios de *F. moniliforme* en la base del embrión de semilla de maíz. Kedera *et al.* (1994) han aislado en todos los tejidos de la planta de maíz a *F. moniliforme* determinando que el hongo puede colonizar sistemáticamente a toda la planta de maíz.

En México, Niederhauser (1949) reporta la presencia de *F. moniliforme* en todas las zonas maiceras del mundo, en México la causa de pérdidas es por pudrición de mazorca, acentuándose cuando la temporada de lluvias se prolonga, en climas más templados causa la pérdida en estado de plántula. Mencionando que el control de enfermedades es solamente una parte del proceso para obtener una buena cosecha, práctica cuando las ganancias son mayores que los costos a las medidas de control aplicadas, requiriéndose entre otras el uso de variedades mejoradas e híbridos, recalcando con ello la íntima colaboración que existe entre la Genética y la Fitopatología, obteniendo materiales de alto potencial de rendimiento con resistencia a enfermedades evitando pérdidas importantes por tal razón. Este mismo científico cuantifica el daño por *Fusarium* en pérdidas superiores al 30 por ciento, avalado este dato por Navarrete (1986) quien señala existen disminuciones en el rendimiento de maíz entre 25 y 35 por ciento en algunas áreas de México.

## Morfología

La descripción de *Fusarium* tiene una antigüedad cercana a los dos siglos, fue realizada por Link en el año de 1809, basándose para ello en *Fusarium roseum*. El género *Fusarium* se ha aislado en los hielos del Artico y en las arenas del Sahara (Booth, 1971). La presencia de *Fusarium* en la semilla y su combate está registrada en el año de 1910, cuando semilla de centeno es tratada con productos mercuriales, demostrando la propiedad terapéutica al eliminar al micelio de la simiente infectada (Bauer, 1984). *Fusarium* es un hongo de los Hyphomycetes subdivisión Deuteromycotina que produce macroconidias, microconidias y clamidosporas. Todas las especies de macroconidias con una célula basal en forma de pie, los cuales se pueden producir en esporodoquios, y en esclerocios. La llave taxonómica para su plena identificación es la forma de la macroconidia requiriendo del servicio de una autoridad para la identificación de una especie de *Fusarium* en específico. En este género están reconocidas de 10 a 90 especies y variedades; dependiendo esta enorme diferencia del sistema taxonómico usado. Messiaen y Cassini (1968); Booth (1971); Nelson *et al.*, (1983), autoridades científicas quienes agrupan las especies de *Fusarium* dentro de secciones, de acuerdo a las características que comparten como son: forma de la macroconidia, presencia o ausencia de microconidias, forma de microconidias, presencia o ausencia de clamidósporas, localización de las clamidosporas, intercaladas o terminales (Windels, 1993).

Romero (1993) adopta el sistema de 10 especies, sugiriendo la denominación de forma especies y razas con diferencia de patogenicidad hacia determinado hospedante o variedades de un mismo huésped, las 10 especies en mención son: *F. trincinctum*; *F. rigidiuscula*; *F. moniliforme*; *F. oxysporum*; *F. solani*; *F. ciliatum*; *F. episphaeria*; *F. nivale*; *F. lateritium* y *F. roseum*. Liddell (1991) en su publicación hace referencia de que este sistema fue rápidamente adoptado en muchos países tales como EUA, Japón, Francia ello en base a lo simplificado del método, otros países no lo aceptaron aduciendo sobresimplificación. Concluyendo al respecto, no existe un acuerdo internacional en sistematizar al género *Fusarium* por lo inusual del sistema micológico.

La descripción citológica de *F. moniliforme* es citada por McGee (1988) y Ullstrup (1977). Las macroconidias se presentan dispersas, escasas, hialinas, curvadas cerca de la punta con tres a siete septos y su dimensión es de 2.2 a 4.9 x 15 a 60  $\mu\text{m}$ , las microconidias son abundantes, monoseptadas y miden de 2 a 3 x 5 a 12  $\mu\text{m}$ . Estas microconidias de forma ovoide se alinean una tras otra formando cadenas, característico para esta especie.

## Transmisión

Moreno (1993) menciona que la transmisión de los hongos sobre o dentro de la semilla, infectando o infestando a ésta, requiere de condiciones ambientales adecuadas, Fallon (1982) detecta que las plántulas de maíz son

más atacadas por *F. oxysporum* a una temperatura de 15° C que a altas temperaturas, con ello es posible que el patógeno se detecte en la semilla y no presente la sintomatología en la plántula, como sucede frecuentemente con *F. moniliforme*, Foley (1962) encontró mayor incidencia de este hongo en los nudos que en los internudos de las plantas de maíz incrementándose en esta parte con la edad, en las plántulas lo aisló en el epicotilo y en la vaina de las hojas, dictaminando que la infección es sistémica en base a su amplia difusión en los tejidos de plantas adultas y su presencia en el grano describiéndolo como parasítico y no invasor secundario. Ooka y Kommedahl (1977) aislaron *F. moniliforme* de los estigmas de maíz principalmente de las puntas de éstos y muy ocasionalmente en la base 85 y 2 por ciento respectivamente. Navarrete (1986) localizó a *F. moniliforme* en embriones y cotiledones de semillas maduras, además de detectarlo a nivel sistémico en toda la planta.

Para lograr una semilla sana Moreno (1993) dicta los siguientes axiomas: exclusión por cuarentenas, suelo libre de patógenos, clima y microclima desfavorable para los patógenos, buenas prácticas de cultivos, uso de variedades resistentes y control químico (tratamiento a la semilla y aplicaciones al follaje). El tratamiento ideal es proteger la germinación y el vigor de las semillas, de los hongos presentes tanto fuera como dentro de la simiente, además de los microorganismos patógenos del suelo. Las semillas poco vigorosas por envejecimiento normal, genotipo débil, con daño mecánico, son las más vulnerables, además de que el daño se acentúa por un medio adverso a la semilla o plántula, el fungicida aplicado en la semilla se difunde

alrededor de ésta, estableciendo un halo de protección. Una vez que la semilla empieza a germinar y a desarrollar su sistema foliar, las propiedades del fungicida sistémico inician su acción protectora. El movimiento de los productos sistémicos es unidireccional, hacia arriba y hacia afuera, ello por la corriente transportadora del xilema (sistema apoplasto).

## **Productos Químicos**

Kommedahl y Windels (1986) afirman que el uso de los fungicidas en los tratamientos de semillas tienen muy poco efecto sobre el medio ecológico, a causa de que el suelo es un medio óptimo para la degradación química. Además de que son pequeñas cantidades lo que se aplica, reafirmandose esto con productos sistémicos, los cuales prevalecen en el interior de la planta por tiempo no definido. Estas pequeñas cantidades utilizadas provocan que Curtis (1983) exprese que la industria semillera no es de escala suficiente para justificar la investigación científica específica referida al uso de productos químicos.

Respecto al número de productos químicos aplicados a la agricultura, Bateman *et al.* (1986) expresan que en muchos países anualmente son publicadas las listas oficiales de los productos agrícolas aprobados a utilizar, incluyendo los fungicidas a aplicar en la semilla, estos datos no especifican su utilización y cuando se especifica, no se efectúa regularmente, dando lugar a que la información que existe sea poca y para varias partes del mundo, se

generaliza la información sin tomar en cuenta, el medio, enfermedades específicas, variedades o híbridos exclusivos en su formación genética.

## Susceptibilidad

Ullustrup (1977) considera que no existe un control específico contra *Fusarium*, variable por la susceptibilidad genética, afirmando que generalmente los maíces dulces son mucho más susceptibles que los maíces dentados, lo anterior es reafirmado por Wilson *et al.* (1993) quienes mencionan que en el maíz superdulce Shrunken-2 sus mazorcas aun antes de cosechar presentan hongos de los géneros *Fusarium*, *Penicillium* y *Rhizopus*, hongos estos que crecen y esporulan profusamente en la superficie de la semilla y, en el interior de ésta es común encontrar a *Fusarium moniliforme* y a *Penicillium oxalicum*. Ullustrup (1977) menciona además, que los maíces con alto contenido de lisina son más susceptibles al microorganismo en estudio, citando que la resistencia actúa de forma cuantitativa, sugiriendo que el incremento de la frecuencia de genes determina la resistencia en la población, acompañada más oportunamente por una selección recurrente. Futrell (1972) opina que el uso de variedades resistentes a las enfermedades, es el medio principal para controlar a *Fusarium*, afirmando que muchas enfermedades pueden ser económicamente controladas por tratamiento a la semilla requiriendo de formas especiales en el tratamiento cuando alguna enfermedad surja ocasionalmente, considerando que el tratar la semilla es un programa continuo porque existen



enfermedades en la semilla las cuales no son controladas por mejoramiento en la resistencia de los cultivos.

## **Control Físico**

Daniels (1983) combate los hongos sistémicos en la semilla con agua caliente, alternándolo con agua fría, controlando a *F. moniliforme* en semilla de maíz infestada en forma natural. El tratamiento es remojar la semilla en agua destilada por un período de 4 horas a una temperatura de 18-22°C para posteriormente llevarla por 5 minutos a agua a una temperatura de 60°C, sin que se vea afectada la germinación.

## **Control Químico**

El fungicida de contacto Captan compuesto clorado (N-triclorometil-4 ciclohexan-1-2-dicarmida) es citado por McGee (1988) como efectivo contra fusariosis en la reducción de inóculo en la semilla, Futrell (1972) le encuentra poca actividad contra el hongo en mención, además de denotar el que no mejora la germinación. Fallon (1982) incrementa la nacencia en campo al utilizar Captan.

Pedersen *et al.* (1986) logran incrementar el establecimiento y rendimiento del maíz con tratamientos de Captan, en fechas tardías de siembra

no logran dicho incremento. En EUA se utilizan anualmente 304,000 kg de ingrediente activo de Captan, siendo en la semilla de maíz donde más se aplica. En nuestro país las empresas semilleras de talla internacional utilizan este producto.

## Sinergismo Químico

Fallon (1982) y Wilson *et al.* (1993) descubren que al mezclar Captan con otros fungicidas incrementan la nacencia en campo, Fallon aumentó su población de un 37 a un 50 por ciento al mezclar Captan con Benodanil o Captan con Metalaxyl. Wilson *et al.* (1993) mezclan Captan más Thiram, más Metalaxyl, más Benomyl en el combate de *Fusarium* y *Penicillium* en el tratamiento de maíz dulce del híbrido Shrunken-2, encontrando germinación pobre, bajo vigor y por ende, baja viabilidad a establecerse en el campo a causa de que interactua lo patogénico del hongo y la debilidad genotípica de la semilla, la cual también es atacada por los hongos del suelo. El recomienda que para obtener un tratamiento efectivo es utilizar un fungicida de amplio espectro como Captan, Thiram o Metalaxyl, mezclado con un fungicida de tipo sistémico, este efecto aditivo también fue detectado por Futrell (1972) quien mezcló en el tratamiento de semillas de maíz Carboxin más Thiram, más Benomyl para combatir *Fusarium* y *Helminthosporium* con resultados positivos en el combate de *F. moniliforme*.

## Productos biológicos

Backman *et al.* (1995) y Brannen y Backman (1994) están incursionando con el uso de *Bacillus subtilis* en el combate de patógenos del género *Fusarium*, en el tratamiento de semillas de gramíneas y dicotiledóneas, detectando Backman *et al.* (1995) una aceleración en la germinación y mayor desarrollo de raíces y nódulos, además de suprimir a *Fusarium* y *Rhizoctonia*, este *Bacillus* es compatible con insecticidas y otros fungicidas con la ventaja de resistir largo almacenaje en la semilla tratada. Brannen y Backman (1994) suprimieron el marchitamiento de las plántulas de algodón causado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* al grado de lograr mayor control que los lotes tratados con fungicidas químicos.

## Toxicidad de *Fusarium*

Boyacioglu *et al.* (1992) utilizan tres fungicidas sistémicos para reducir los niveles de micotoxinas en trigo, producto el cual es metabolizado por *Fusarium graminearum* quien produce en especial la toxina denominada deoxynivalenol (vomitoxin), Tiabendazol fue el de mayor efecto al reducir 83 por ciento los niveles de deoxynivalenol, los otros fungicidas fueron Triadimeton y Propiconazole, productos estos que fueron aplicados al área foliar, para el control de fusariosis en la semilla.

Trenholm *et al.* (1990) citan como las micotoxinas más importantes a la zearalenona, toxina T-2, toxina HT, vomitoxin (deoxynivalenol), ocratoxina, causantes éstas de deficiencias en el desarrollo animal, problemas de reproducción, enfermedades en granjas, escasa productividad y la muerte de ganado y aves de corral, causando pérdidas multimillonarias provocadas por el grano y los alimentos contaminados con micotoxinas.

Desjardins *et al.* (1994) detectaron en cuatro lotes de maíz localizados en el noreste de México a la micotoxina denominada fumonisin, la cual es producida por *Fusarium moniliforme* y como micotoxina causa los efectos señalados por Nelson *et al.* (1993) como son: en caballos provoca la enfermedad llamada leukoencephalomalacia, en cerdos causa edema pulmonar, en humanos en el sur de Africa sitio en el cual se presenta una alta incidencia de cáncer en el esófago asocian este problema, con el maíz infestado con *F. moniliforme*. Se ha demostrado ser un cancerígeno del hígado, en ratas.

## **MATERIALES Y METODOS**

La presente investigación se efectuó en las instalaciones del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS) del Departamento de Fitomejoramiento, pertenecientes a la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. La ubicación geográfica se localiza en el paralelo 25° 23' de latitud norte y el meridiano 101° 00' 00" longitud Oeste con respecto a el meridiano de Greenwich, su altitud con respecto a el nivel del mar es de 1743 metros.

Las características climáticas específicas registradas durante el período de desarrollo de esta investigación a las cuales se expuso la semilla durante su almacenamiento son las que se presentan en el Cuadro 3.1.

El material genético utilizado en el desarrollo de este estudio, fue colectado en la zona de producción de Celaya, Guanajuato, México, primavera-verano 1993 (PV 93) y las condiciones climatológicas de esta región, imperantes durante el desarrollo del cultivo fueron las que se muestran en el Cuadro 3.2.

Cuadro 3.1. Resumen anual mensual de temperatura y lluvia registrada en la Estación Meteorológica de Buenavista, Coah.

Fecha	Temperatura		Precipitación Total mm	Evaporación Máx. mm	Humedad Máx. %	Promedio humedad %
	Máx. °C	Mín.				
Enero 94	26.4	-4.0	0.0	8.15	100	73.39
Febrero 94	28.8	-3.0	0.0	10.35	100	67.60
Marzo 94	32.6	-3.4	6.9	19.02	100	70.29
Abril 94	31.2	3.8	21.3	14.28	89	54.58
Mayo 94	31.0	8.8	31.8	9.29	96	68.45
Junio 94	31.0	10.8	49.2	11.49	89	71.93
Julio 94	31.0	13.0	13.9	11.76	89	85.11
Agosto 94	30.2	9.8	64.6	10.44	93	75.50
Sept. 94	29.0	5.6	46.2	7.80	100	78.65
Oct. 94	31.0	1.8	41.4	10.35	96	82.26
Nov. 94	27.8	1.8	3.3	9.99	98	82.86
Dic. 94	26.6	2.8	36.2	6.74	96	83.76
Enero 95	26.0	-3.6	3.8	11.46	100	88.60
Febrero 95	27.8	-1.6	0.0	10.23	98	82.02
Marzo 95	32.0	-3.4	1.5	17.11	93	75.10
Abril 95	31.2	0.0	0.0	16.07	88	78.26
Mayo	35.0	9.2	28.3	13.16	93	75.67

Fuente: Depto. de Agrometeorología UAAAN

Cuadro 3.2. Resumen anual mensual de temperatura y precipitación registrada en el área de producción de la semilla a utilizar en el proyecto.

	Temperatura °C		Precipitación mm
	Máx.	Mín.	
Enero	26.2	4.9	3.0
Febrero	27.6	4.4	0.1
Marzo	29.0	5.3	0.0
Abril	30.5	8.2	4.1
Mayo	30.0	9.5	8.9
Junio	29.2	11.9	79.2
Julio	26.1	11.5	120.6
Agosto	27.1	9.7	80.9
Septiembre	27.0	10.1	135.9
Octubre	27.6	10.8	33.5
Noviembre	28.6	10.1	18.4
Diciembre	27.4	6.5	0.0

Datos proporcionados por el Campo Experimental Bajío, Celaya, Gto.

La semilla utilizada tiene el antecedente que durante el desarrollo, el lote de producción presentó incidencia de fusariosis. Y esta semilla no recibió tratamiento químico sin clasificación de forma alguna para evitar interacción con el tipo de grano: los híbridos utilizados son tres, denominándolos: híbridos A, B y C, de los cuales se desconoce su grado de infección.

En razón al porcentaje de contenido de humedad, considerado como el factor de mayor relevancia en la conservación para evitar insectos y hongos de almacén, manteniendo tangibles e inalterables sus procesos fisiológicos, se procedió a cuantificar el contenido de humedad, en un determinador de humedad tipo electrónico Steinlite SS 250. Al proceder en la operación de cuantificar la humedad antes y después del secado, se obtienen los datos que se muestran en el Cuadro 3.3.

Cuadro 3.3. Calidad física de la semilla utilizada.

Híbrido	% de Humedad		Peso	
	antes de secado	después de secado	Volumétrico kg/hl	1000 semillas (g)
A	12.6	12.0	80.2	346.70
B	14.0	12.1	82.1	331.16
C	12.8	11.9	77.0	424.59

La reducción de la humedad fue en forma natural, asoleando la semilla por un lapso total de 60 horas luz solar con una temperatura máxima de 26.4°C.

Con un contenido de humedad de 12 por ciento de la semilla en estudio, se procede a determinar el peso de la semilla basándonos para ello en lo publicado por Moreno (1984), obteniéndose los resultados mostrados en el Cuadro 3.3.

Con la semilla en el Laboratorio del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas se procede a efectuar pruebas preliminares de germinación y sanidad, realizando éstas en el medio nutritivo papa-dextrosa-agar detectando que la semilla era ideal para nuestros objetivos ya que contenía una germinación mínima de 88 por ciento y una gama de coloridos de micelios de hongo sobre la semilla, con predominancia de color rosa, pruebas realizadas en el primer mes de 1994.

Los productos químicos utilizados en el presente estudio se enlistan en el Cuadro 3.4.

Cuadro 3.4. Productos químicos utilizados en el tratamiento de la semilla.

Nombre común	Forma acción	Grupo
Captan	Contacto	Heterocíclico
Tiabendazol	Sistémico	Bencimidazol
Carboxin	Sistémico	Carboxamidas
Thiram	Contacto	Ditiocarbamato
<i>Bacillus subtilis</i>	Contacto	Biológico



El diseño experimental a utilizar es denominado por Rodríguez (1991) como un experimento factorial con un tratamiento extra y la comparación de medias entre testigo y tratamientos, los factores son:

- 3 Híbridos
- 4 Productos Químicos
- 3 Dosis
- 1 Testigo Absoluto por Híbrido

El número de tratamientos es igual a 39; 3 híbridos x 4 productos químicos x 3 dosis + 3 testigos = 39 tratamientos, para mayor simplicidad de captación de los 39 tratamientos, se dividen en los tres híbridos participantes (Cuadro 3.5):

Se acondiciona la semilla de los tres híbridos, procediendo a su limpia, lo cual se realiza mecánicamente en una seleccionadora Carter Day de laboratorio, utilizando el cilindro ranurado.

El volumen mínimo de semilla a obtener es de 11.00 kilogramos por híbrido, procediendo a homogenizar y subdividir en 13 sublotos cada uno de los híbridos.

Cuadro 3.5. Listado de híbridos y tratamientos con fungicida y dosis aplicada.

Híbridos y Tratamientos					Dosis
A	B	C	Fungicida	Grado	ml o g en 100 kg de semilla
1	14	27	Testigo absoluto	----	0.0
2	15	28	* Captan	Baja	62.5
3	16	29	* Captan	Media	187.0
4	17	30	* Captan	Alta	312.5
5	18	31	Tiabendazol + Captan	Baja	100 + 187
6	19	32	Tiabendazol + Captan	Media	200 + 187
7	20	33	Tiabendazol + Captan	Alta	300 + 187
8	21	34	Carboxin + Thiram	Baja	187.5
9	22	35	Carboxin + Thiram	Media	250.0
10	23	36	Carboxin + Thiram	Alta	312.5
11	24	37	<i>Bacillus subtilis</i> + Captan	Baja	500 + 187
12	25	38	<i>Bacillus subtilis</i> + Captan	Media	1000 + 187
13	26	39	<i>Bacillus subtilis</i> + Captan	Alta	1500 + 187

\* Producto de Referencia

### Tratamiento

La determinación de las dosis de tratamiento, es en base a lo recomendado por el formulador, la cual se asigna a la dosis media; dosis baja y alta, quedan equidistantes a lo recomendado por el formulador. Cuando no

existe recomendación del fungicida por aplicar a la semilla de maíz, se toma como indicativo otro tipo de semilla de tamaño aproximado al cereal en estudio.

La mezcla de fungicidas e insecticida se afora con agua a la proporción de 1000 cc/100 kg de semilla, la finalidad es obtener un cubrimiento uniforme del producto sobre el pericarpio del maíz. Los formuladores citan en sus recomendaciones la aplicación de 594 a 1250 cc por 100 kg de semilla, para maíces de campo y dulce respectivamente.

El tratamiento de la semilla se realiza en bolsa de plástico, en la cual se deposita la semilla, se le agrega la cantidad dosificada de la mezcla y se infla, atrapando el aire del medio ambiente, la bolsa debe ser de un volumen mayor al volumen de la semilla y ésta debe ser fácilmente manejable por el operador. Con esto se evita la interacción de productos y diferencia en dosis, a causa de que se desecha la bolsa de polietileno de cada tratamiento en turno.

### **Germinación Estándar**

Las pruebas a aplicar en el laboratorio se determinan mediante la prueba de germinación, siguiendo las reglas de ISTA (1985). El substrato utilizado es papel anchor con dimensión de 13 x 15 pulgadas, los pliegos utilizados son dos, formando tacos los cuales se depositan en la germinadora a una temperatura de  $25^{\circ}\text{C} \pm 1$  en posición vertical. Las lecturas registradas en esta prueba son las de: vigor, (lectura a los cuatro días de su siembra);

germinación, anormalidad y semillas muertas, información ésta obtenida a los siete días de siembra.

### **Envejecimiento Acelerado**

La capacidad de almacenamiento o resistencia al deterioro se predice mediante la prueba de envejecimiento acelerado relacionando la germinación de esta prueba con su potencial fisiológico a desarrollar a diferentes condiciones ambientales. La alta humedad relativa (80 a 100 por ciento) y la temperatura de 42° centígrados propicia el desarrollo de hongos, el lapso de tiempo en estas condiciones para la semilla de maíz es de 72 horas (Moreno, 1984). En nuestro estudio estos valores se logran en una cámara VWR Scientific, la cual está acondicionada con una chaqueta interior, la que se carga con agua destilada para que funcione como radiador y así mantenga el interior de la cámara a la temperatura deseada y programable en este aparato. Posterior a esta etapa se efectúa la prueba de germinación, con cuatro repeticiones por tratamiento para a los siete días dar lectura de lo observado. En nuestro caso decidimos el dictaminar lo observado en: germinación normal, plántula débil, plántula anormal y semillas muertas; la lectura de germinación es extrapolada a lectura de vigor (Baskin, 1987 y Moreno, 1984).

## Peso Seco

Las plántulas normales resultantes de la prueba germinación estándar, se les condiciona para cuantificar peso seco de la plúmula mesocotilo y radículas, siguiendo los lineamientos de AOSA (1983). Se utilizó una estufa marca Precisión en la cual son depositados los materiales o biomásas a desecar por un lapso de 24 horas a una temperatura de 80 °C. El material resultante es pesado en una balanza analítica Bosch serie S2000 de precisión  $\pm .0001$  gramos. El peso seco resultante es dividido entre el número de plántulas participantes, obteniéndose el peso seco por plántula y específicamente cada una de las partes en análisis (plúmula, mesocotilo, radícula).

## Sanidad de Semilla

En las pruebas de sanidad la forma más común para aislar *Fusarium* spp. de un material vegetativo es colocando en el medio de cultivo PDA, la semilla o parte vegetativa por determinar su sanidad. Las semillas al llevar al medio de cultivo son desinfectadas con hipoclorito de sodio, a una concentración del 3 por ciento por un lapso de tres minutos, la finalidad de esta acción es reducir el número de organismos secundarios que compitan en tiempo y espacio con los microorganismos primarios de crecimiento lento, que estuvieren dentro de la semilla de maíz, como es el caso de *Fusarium moniliforme* (Moreno, 1993; Nelson *et al.*, 1983).

En el presente estudio una de las pruebas, es la expresión de *Fusarium moniliforme* de la semilla, en el medio de cultivar Papa Dextrosa Agar (PDA), utilizando para ello el medio de cultivo comercial Bioxon, el método de preparación es el recomendado por el fabricante, las cajas petri a usar fueron de plástico de una dimensión de 8 cm de diámetro: el ritual de llenado y siembra se realiza en una campana de aislamiento de aire de flujo laminar de las industrias Alder, la esterilización del instrumental y medio de cultivo se realizó en una autoclave vertical de 1.5 k de presión y 119 °C de temperatura por un lapso de 15 minutos.

El número de semillas por caja petri es 10, tratando queden equidistantes una de otra para facilitar el conteo de las colonias que pudieran desarrollarse en cada semilla, el número de repeticiones fue de cuatro para cada uno de los 39 tratamientos. El primer conteo, presencia o lectura de las colonias en las semillas se realiza a partir de las 24 horas después de sembrar, ello para evitar errores por invasión de colonias entre las semillas. Se concluye el conteo a los siete días. El sellar las cajas petri se realiza con listones de papel Kleen Pack, estos listones se cortaron con el fuego de mechero de alcohol colocado dentro de la cámara de transferencia o de flujo laminar, evitando con esto fuertes tirones al listón, lo cual causa el desacomodo de la semilla sembrada sobre el PDA, en la siembra nos auxiliamos con pinzas de punta roma, las cuales son flameadas en forma constante y con éstas introducimos, la semilla en un mínimo de abertura de la caja petri al medio de cultivo evitando así contaminantes del medio ambiente.

Tanto en el medio de cultivo como en forma natural, las mutaciones ocurren y con ello la morfología del hongo se altera, siendo ésta, la base de la identificación. El hongo también altera su virulencia transformándose comúnmente en benigna, al desarrollarse constantemente entre el hongo en el medio de cultivo. Los procedimientos en la elaboración del medio deben ser estables, para con ello, reconocer las variantes y descartar estas diferencias y mutantes a presentar (Windels, 1993).

La contaminación del medio PDA con patógenos de laboratorio, nos obligó a utilizar la prueba de congelamiento, utilizando como substrato papel secante en cajas petri, las cuales ya sembradas con la semilla de los tratamientos es llevada a germinación por un lapso de 48 horas a 25 °C, las 10 semillas en cinco repeticiones inician su proceso de germinación, lo cual es interferido al cambiar de medio ambiente por llevarlas a la temperatura de -20 °C donde se congela la semilla, matando al germen y otra flora microbiana pero no a *Fusarium spp.*, el cual es nuestro objetivo primario. El lapso de tiempo en temperatura de congelamiento es de 24 horas, para posteriormente llevarlo a una estufa a 26°C para el desarrollo de patógenos en el substrato papel, los cuales se detectan a las 24 horas de permanecer en la estufa.

### **Análisis Estadístico**

La información resultante es analizada estadísticamente en cada una de las pruebas desarrolladas a través de un diseño experimental

completamente al azar con arreglo trifactorial y un tratamiento extra. Los datos resultantes de las variables en estudio son transformados del parámetro porcentaje a unidad angular mediante Arco Seno  $\sqrt{Y/100}$ , y es igual a la calidad porcentual de la semilla ajustando y adecuando los valores a una distribución estadística permitiendo una mayor sensibilidad en los resultados alcanzados. Otra transformación utilizada fue la de raíz cuadrada con el fin anterior. También los valores decimales de peso seco se multiplicaron por 100 unidades para un desarrollo matemático de mayor comodidad computacional, es decir se modificó la escala del valor original.

El modelo estadístico es:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \lambda_k + \alpha\lambda_{ik} + \beta\lambda_{jk} + \alpha\beta\lambda_{ijk} + \gamma_\lambda + \epsilon_{ijkl}$$

donde:

$Y_{ijkl}$  = variable de respuesta

$\mu$  = media general

$\alpha_i$  = efecto de híbrido de maíz

$\beta_j$  = efecto del fungicida

$\alpha\beta_{ij}$  = interacción del híbrido en el fungicida

$\lambda_k$  = efecto de la dosis

$\alpha\lambda_{ik}$  = interacción híbrido-dosis

$\beta\lambda_{jk}$  = interacción fungicida-dosis

$\alpha\beta\lambda_{ijk}$  = interacción híbrido-fungicida-dosis

$\gamma_\lambda$  = efecto del testigo o tratamiento extra



$\epsilon_{ijkl}$  = efecto del error experimental

$i = 1, 2, \dots, a$  híbrido de maíz

$j = 1, 2, \dots, b$  fungicida

$k = 1, 2, \dots, c$  dosis

$l = 1, 2, \dots, r$  repetición

$m = 1, 2, \dots, d$  testigo o tratamiento extra

De acuerdo a la significancia en las fuentes de variación en el análisis de varianza se realiza una estratificación de medias en base a la Prueba de DMS (0.05), identificando las medias que difieren significativamente entre los factores. Asimismo se comparan las medias entre el tratamiento extra y los factores en estudio mediante la prueba de Student (0.05).

## RESULTADOS Y DISCUSION

La evaluación de los cambios intrínsecos de la fisiología y sanidad de la simiente de maíz, ocasionada por el uso variable de fungicidas y dosis sobre el pericarpio de la semilla de tres diferentes híbridos de este cereal, son determinados dentro del marco estadístico del modelo denominado: análisis trifactorial con un tratamiento extra, aplicado éste a cada una de las siguientes pruebas de laboratorio:

- Prueba de germinación estándar
- Pruebas de sanidad
- Pruebas de envejecimiento acelerado
- Prueba de peso seco

Las pruebas en mención dan origen a una serie de información cuantitativa, la que se analiza en el modelo citado, cuando su ANVA presenta significancia estadística, se jerarquizan sus medias mediante la metodología diferencia media significativa ( $DMS_{\leq 0.05}$ ), las cuales se grafican, el resto de la información se recopila en el apartado denominado: apéndice del proyecto, que contendrá la información estadística resultante, en su totalidad.

Los resultados con trascendencia serán expuestos y discutidos en cada una de las pruebas con apoyo de Figuras del análisis de medias.

## Germinación Estándar

Esta prueba se realiza de inmediato al tratamiento de la semilla (0 días), repitiéndose a los 180 días posteriores de haber tratado y almacenado la semilla en cuestión. La información estadística que se obtiene se asienta en el Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1. Nivel de significancia estadística de la prueba: Germinación estándar de semilla de maíz de tres híbridos, tratados con cuatro fungicidas a tres dosis, con posterior almacenamiento de 180 días.

FV	% Vigor		% Gers. Días de Almacenamiento		% Anormal		% S. Muerta	
	0 - 180	0 - 180	0 - 180	0 - 180	0 - 180	0 - 180	0 - 180	0 - 180
Híbridos	**	**	**	**	**	**	**	**
Fungicidas	**	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Dosis	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Híbs-Fungs.	**	**	NS	NS	**	NS	NS	NS
Híbs-Dosis	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS
Fungs-Dosis	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Híbs-Fungs. Dss.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
To. Vs Fact.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV %	3.23	3.00	1.97	2.11	22.00	23.55	23.15	23.17

\*\* Diferencia altamente significativa ( $P \leq 0.01$ )

\* Diferencia estadísticamente significativa ( $P \leq 0.05$ )

NS Diferencia estadísticamente no significativa

Dss = Dosis Fact. = Factores

Fungs = Fungicidas

Híbs = Híbridos

To = Testigo absoluto

La germinación estándar presenta diferencia altamente significativa en el análisis de varianza (ANVA), para las fuentes:

- Híbridos
- Fungicidas
- Híbridos-Fungicidas
- Híbridos-Dosis (<sup>\*</sup>)

Estas fuentes se proceden a analizar y discutir en forma particular para enfatizar lo desarrollado en este proyecto.

Las Figuras 4.1 y 4.2 determinan la calidad de la semilla, expresan su capacidad de almacenamiento a los 180 días, presentando diferencias estadísticas de medias en el factor híbridos en los parámetros: vigor, germinación y semilla muerta, lo que se observa en el Cuadro 4.2 corroborando los preceptos de deterioro, lo cual es inexorable, irreversible y variable.

En este análisis se determina que el híbrido A es de menor calidad a sus similares B y C, lo cual se confirma en la interacción híbridos-fungicidas, también se detecta la dormancia del híbrido C que incrementa su vigor y germinación en el almacenamiento. Es de hacer la observación que la prueba de germinación estándar, no presenta diferencias significativas en la primer fecha de su desarrollo (cero días) lo cual se capta literalmente en el Cuadro 4.2, con la excepción de semilla muerta.

---

<sup>\*</sup> Diferencia mínima significante

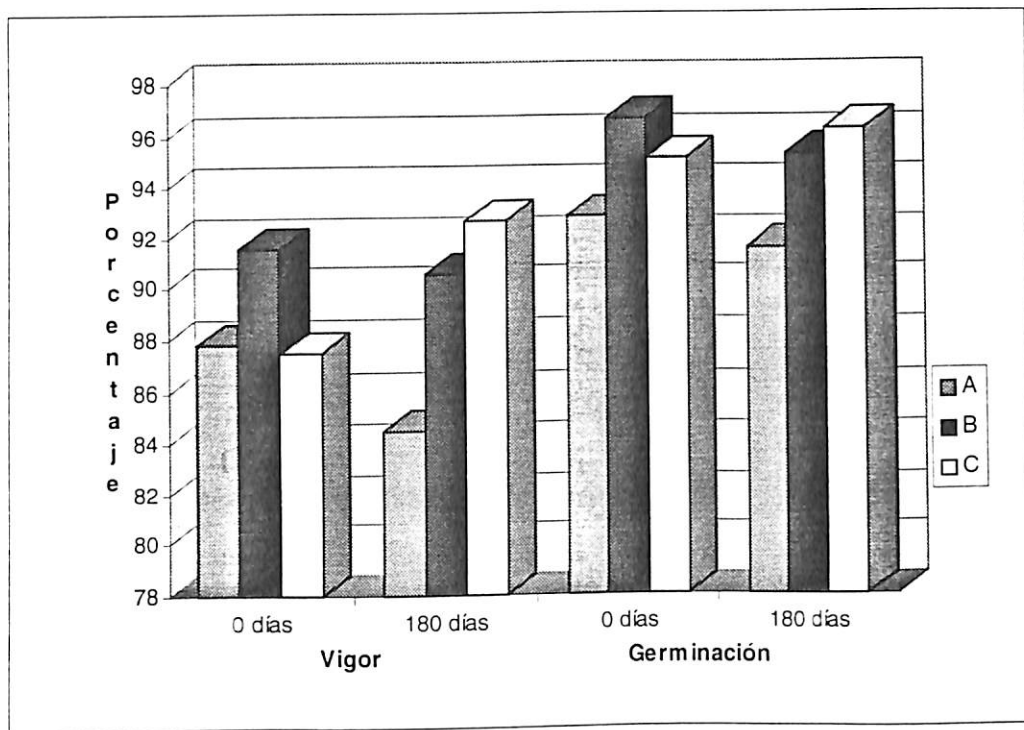


Figura 4.1. Germinación estándar desarrollada a los 0 y 180 días del postratamiento de la semilla, registrando los parámetros: vigor y germinación.

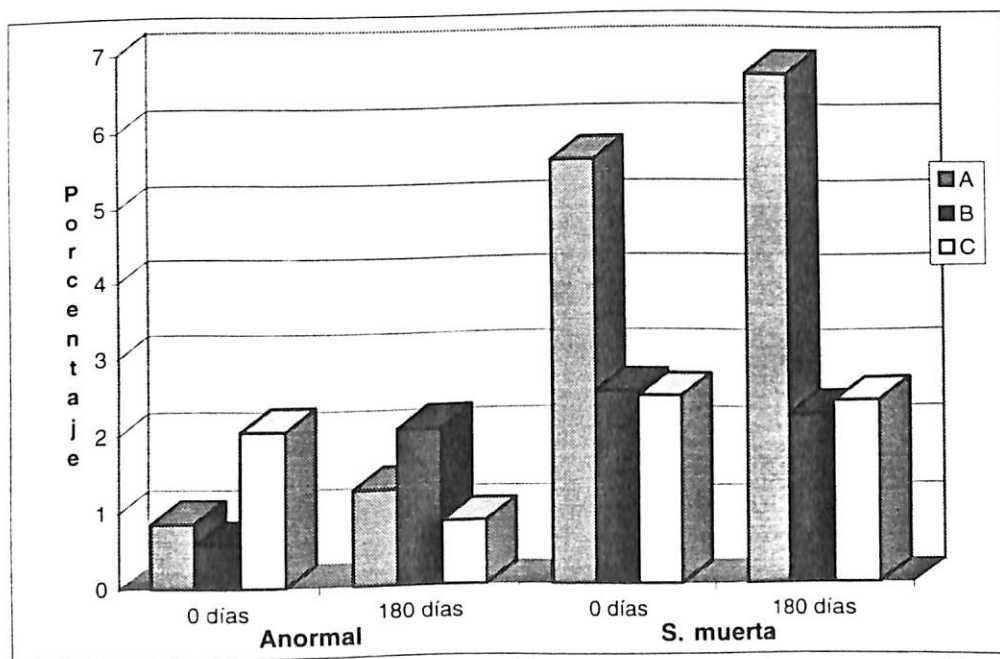


Figura 4.2. Porcentaje de plántulas anormales y semillas muertas resultantes de la prueba de germinación estándar a los 0 y 180 días de postratamiento.

**Cuadro 4.2. Valores medios jerarquizados provenientes de la prueba germinación estándar exaltando la diferencia entre el factor: Híbridos de maíz tratado y la fecha de almacenamiento.**

FV Hibs.	% Vigor		% Germinación		% Anormal		% S. Muerta	
	0 Días	180 días	0 Días	180 días	0 Días	180 días	0 Días	180 días
1 - A	87.81A	84.47B	92.79A	91.54B	0.86A	1.27A	5.88B	6.68B
2 - B	91.57A	90.53A	96.63A	95.21AB	0.58A	2.05A	2.49A	2.20A
3 - C	87.48A	92.62A	95.07A	96.25A	2.04A	0.84A	2.43A	2.37AB

Valores medios con igual literal son estadísticamente similares ( $DMS \leq 0.05$ )

0, días = 0 días semilla almacenada tratada

180, días = 180 días de semilla almacenada tratada.

El efecto químico fungistático de los productos sobre la germinación de la semilla hacen notar su presencia específica en el vigor de la semilla en la fecha posterior al tratamiento (180 días), señalando que el fungicida biológico *Bacillus subtilis* + Captan causa mayor efecto positivo en el vigor de la simiente, con un efecto mínimo de los productos: Tiabendazol + Captan y Carboxin + Thiram. Lo anterior se especifica en el Cuadro 4.3, el mismo que da origen a la Figura 4.3. Cabe señalar que los tratamientos a la semilla se pueden anexar a las causas de variabilidad del vigor citada por Moreno (1984) o considerarla como factor del medio ambiente.

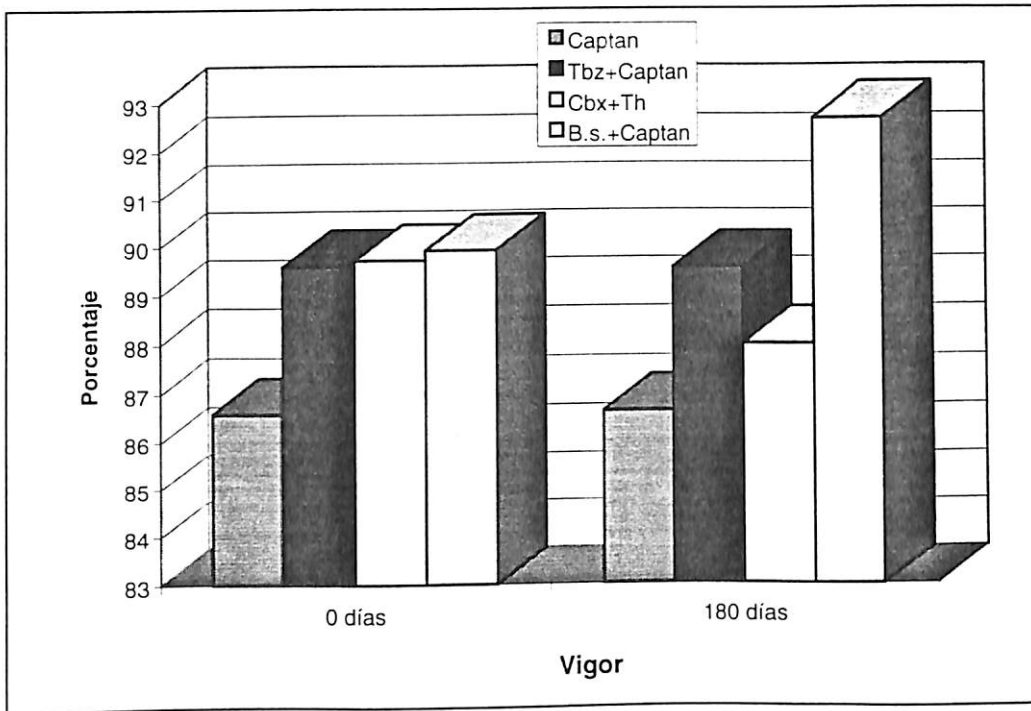


Figura 4.3. Porcentaje de vigor de semilla de maíz tratada con fungicidas Captan, Tiabendazol (Tbz) + Captan, Carboxin (Cbx) + Thiram (Th), *Bacillus subtilis* (B.s.) + Captan, y resultados de las pruebas de germinación a los 0 y 180 días del postratamiento.

Cuadro 4.3. Valores medios jerarquizados provenientes de la prueba germinación estándar efectuada a semilla de maíz híbrida a quien se le trató con diferentes fungicidas y se almacenó.

FV Fungs.	% Vigor		% Germ.		% Anorm.		% S. Muerta	
	0, Días-	180 Días	0, Días-	80 Días	0, Días-	180 Días	0, Días-	180 Días
Captan	86.59A	86.62B	94.37A	93.49A	1.23A	1.85A	3.74A	4.05A
Tbz+Cpt.	89.60A	89.54AB	95.16A	94.55A	0.93A	0.98A	3.45A	3.73A
Cbx+Thr.	89.71A	87.98AB	95.11A	94.50A	1.20A	1.22A	3.20A	3.65A
B.s.+Cpt.	89.92A	92.66A	94.66A	94.78A	1.15A	1.46A	3.57A	2.91A

Medias con similar literal, estadísticamente son iguales ( $DMS \leq 0.05$ ). Fungs.= Fungicidas, B.s.= *Bacillus subtilis*, Cbx = Carboxin, Cpt=Captan, Tbz= Tiabendazol, Th = Thiram, 0 Días = 0 Días de almacenaje semilla tratada  
180 Días = 180 Días de almacenamiento de semilla tratada

Referente a los parámetros plántulas anormales y semillas muertas, las cuales estadísticamente en la prueba de medias ( $DMS \leq 0.05$ ) no expresan diferencia entre tratamientos, al analizar objetivamente el Cuadro 4.3 en las anormales y semillas muertas si se detecta diferencia entre los tratamientos fungicidas, citando a Tiabendazol + Captan como el que presenta menor incidencia de plántulas anormales y el fungicida *Bacillus subtilis* + Captan, como el tratamiento que presenta menor porcentaje de semillas muertas. Se expresa lo anterior en la Figura 4.4.

La diferencia fisiológica de los híbridos de maíz proviene desde los cuidados, labores culturales de campo, daños físicos de cosecha, almacenamiento y acondicionamiento, esta diferencia se detecta en el estadio fisiológico; vigor y semilla muerta expresándolo en las Figuras 4.5 (vigor) y 4.6 (semilla muerta) originadas por el Cuadro 4.4 y 4.5.

La incidencia de semilla muerta, es reflejo del deterioro originado por la calidad inicial e información genética de los híbridos de maíz en estudio, expresando sus diferencias en el Cuadro 4.5 de la columna semilla muerta el cual origina la Figura 4.6.

En ésta se observa el deterioro del híbrido A, el por ciento de semilla muerta es superior a los híbridos B y C y se incrementa con el almacenamiento, lo cual se expresa estadísticamente en el Cuadro 4.2.



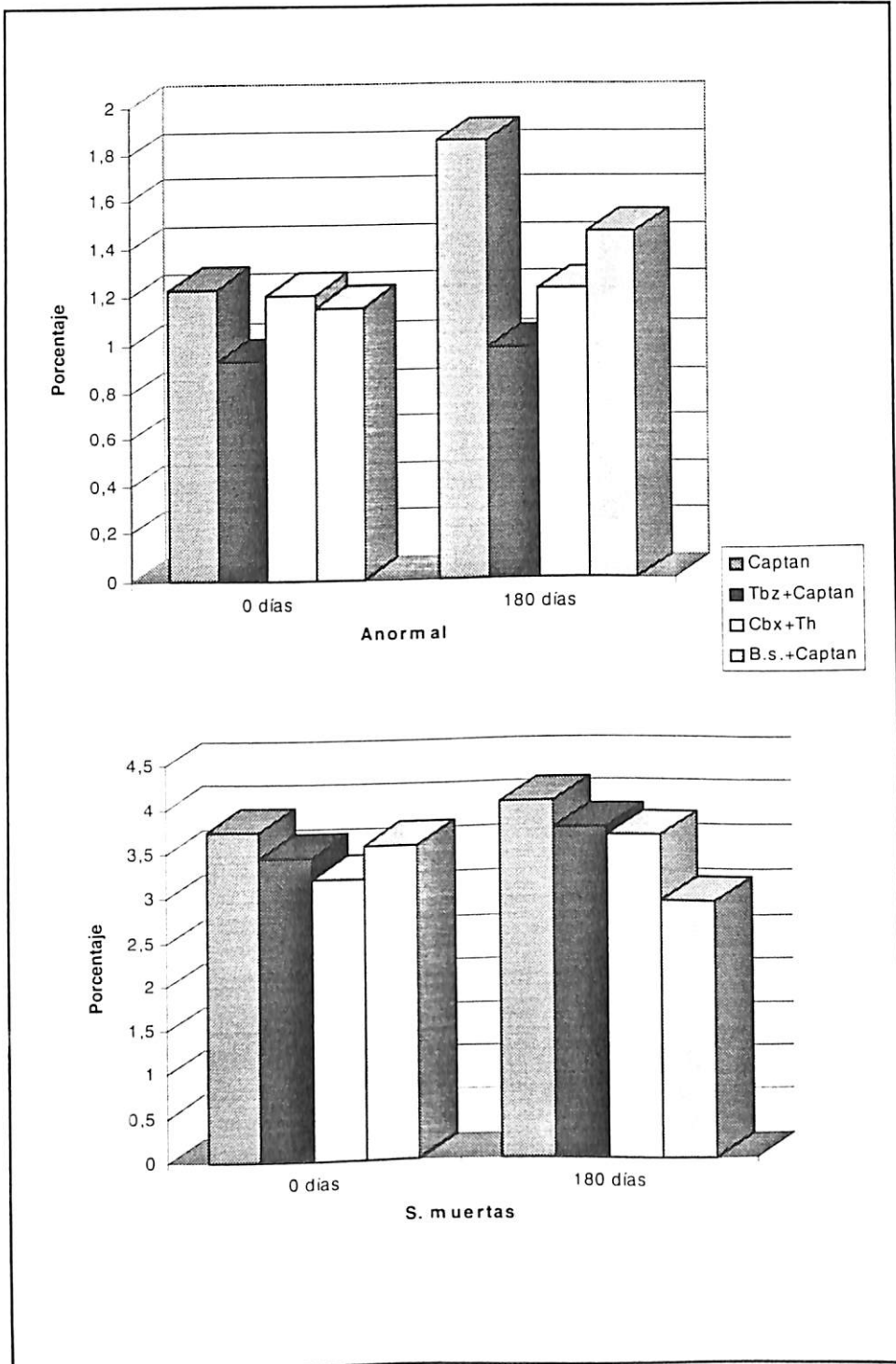


Figura 4.4. Porcentaje de plántulas anormales y semillas muertas de las pruebas de germinación a los 0 y 180 días del tratamiento de semillas de híbridos de maíz.

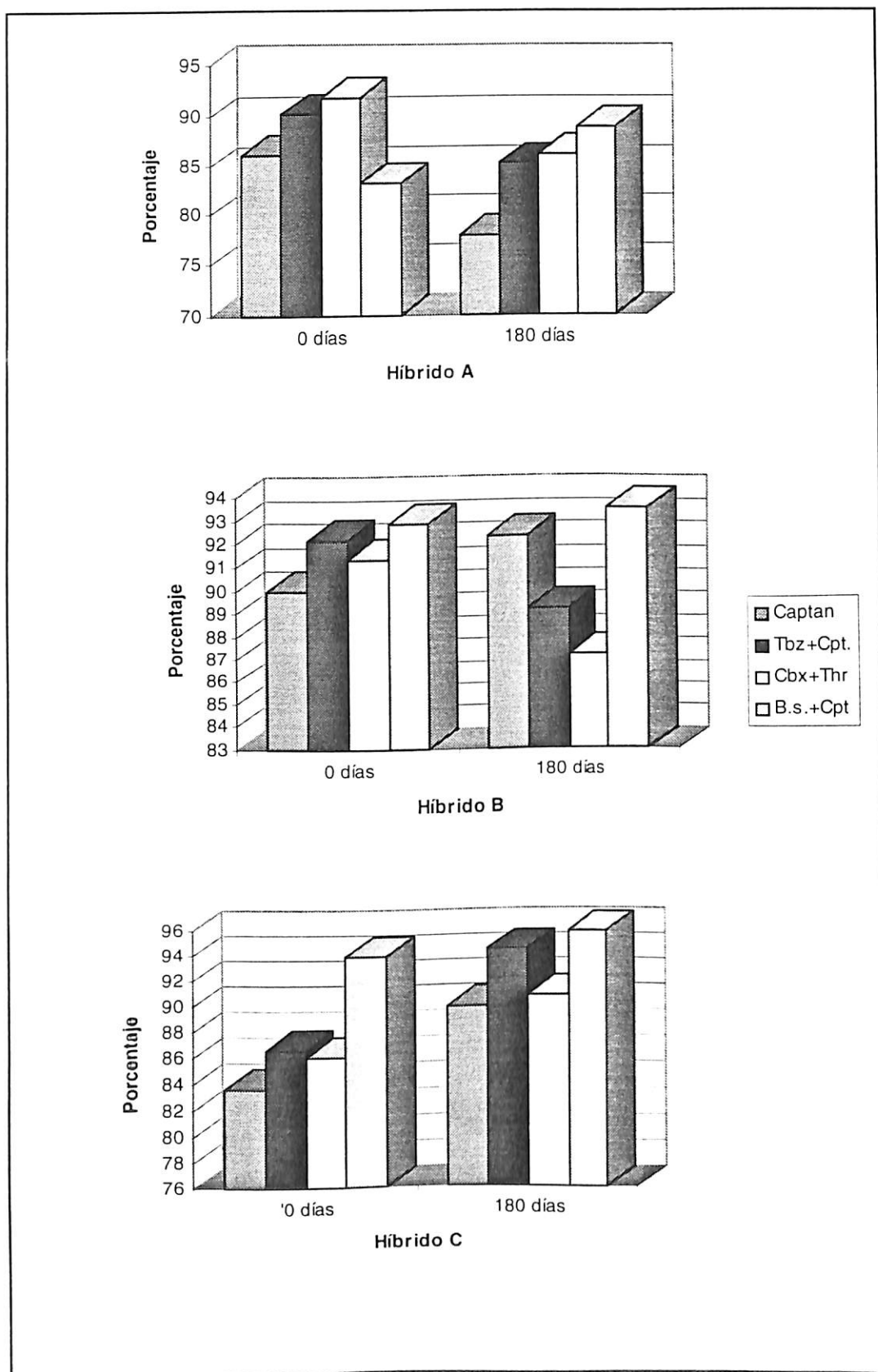


Figura 4.5. Vigor de semilla de tres híbridos de maíz tratados con cuatro fungicidas en dos fechas de postratamiento 0 y 180 días.

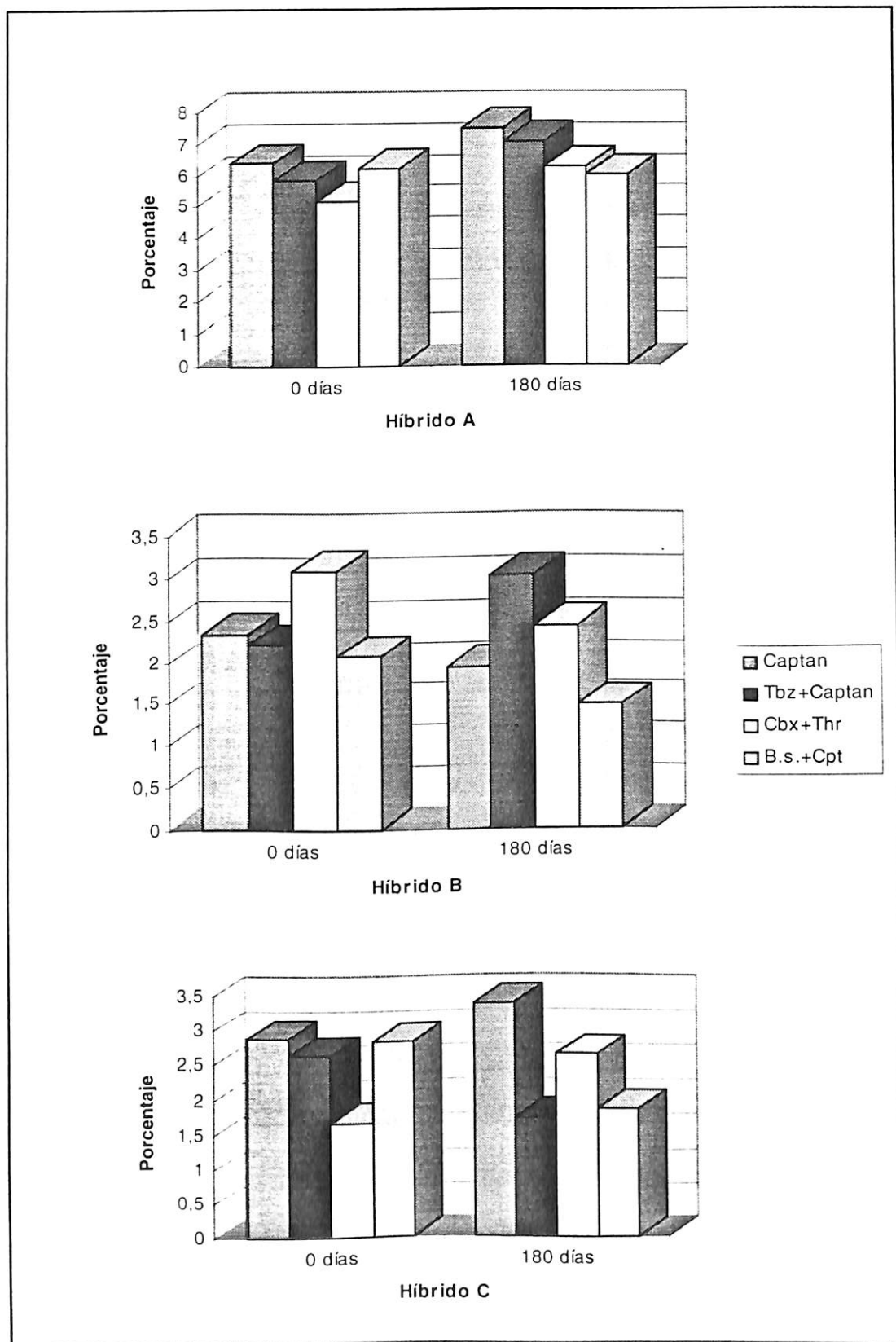


Figura 4.6. Porcentaje de semilla muerta de los híbridos A, B y C tratados con cuatro diferentes fungicidas almacenados por 0 y 180 días

Cuadro 4.4. Valores medios jerarquizados provenientes de la prueba germinación estándar de la semilla de maíz de: tres híbridos tratados con cuatro diferentes fungicidas.

FV Hib.	Fungs.	% Vigor		% Germinación	
		0- Días	180 Días	0- Días	180 Días
A	Captan	86.16 CDE	77.81 E	92.16 BC	89.50 D
A	Tbz+Cpt.	90.15 ABC	85.15 D	93.50 ABC	91.32 CD
A	Cbx+Thr	91.82 ABC	86.16 D	94.33 ABC	92.83 ABCD
A	B.s.+Cpt	83.15 E	88.83 BCD	91.16 C	92.50 BCD
B	Captan	89.98 ABCD	92.33 ABC	97.00 A	96.17 AB
B	Tbz+Cpt.	92.16 ABC	89.16 BCD	96.83 A	95.00 ABC
B	Cbx+Thr.	91.33 ABC	87.14 CD	95.67 ABC	94.50 ABC
B	B.s.+Cpt.	92.83 AB	93.49 AB	97.00 A	95.16 ABC
C	Captan	83.64 DE	89.83 ABCD	93.96 ABC	94.83 ABC
C	Tbz+Cpt.	86.49 BCDE	94.33 AB	95.16 ABC	97.33 A
C	Cbx+Thr.	85.98 CDE	90.66 ABCD	95.33 ABC	96.17 AB
C	B.s.+Cpt.	93.83 A	95.67 A	95.83 AB	96.67 AB

Valores medios con similar literal, estadísticamente son iguales ( $DMS \leq 0.05$ )

B.s. = *Bacillus subtilis* Cbx = Carboxin Cpt = Captan Tbz = Tiabendazol

Th = Thiram 0 Días = 0 Días de semilla tratada almacenada

180 Días = 180 Días de semilla tratada almacenada.

Asimismo, es de señalar la consistencia estadística del producto *Bacillus subtilis* + Captan, su tendencia es fijar el número de semillas muertas durante el almacenamiento. La incoherencia de la acción de los otros productos, es a causa del número mínimo de semillas muertas observadas, lo cual se constata en el coeficiente de variabilidad elevado, C.V. 23.15 y 23.17 por ciento para 0 días y 180 días respectivamente de almacenamiento.

La semilla en uso, presentó una interacción de híbridos y fungicidas, interactuando en su fisiología, acentuándose durante el almacenamiento por la calidad inicial que conserva cada material genético en estudio.

Cuadro 4.5. Valores medios jerarquizados provenientes de la prueba germinación estándar de la semilla de maíz de: tres híbridos tratados con cuatro diferentes fungicidas.

FV Híb.	Fungs.	% Anormalidad		% S. Muerta	
		0- Días	180 Días	0- Días	180 Días
A	Captan	1.08 AB	2.57 A	6.38 E	7.47 E
A	Tbz+Cpt.	0.28 A	1.00 A	5.82 CDE	7.06 DE
A	Cbx+Thr	0.28 A	0.55 A	5.13 BCDE	6.25 CDE
A	B.s.+Cpt	1.94 AB	1.12 A	6.21 DE	5.97 BCDE
B	Captan	0.28 A	1.84 A	2.35 AB	1.94 AB
B	Tbz+Cpt.	0.59 AB	1.21 A	2.22 AB	3.03 ABCDE
B	Cbx+Thr.	0.87 AB	2.54 A	3.09 ABCDE	2.43 ABC
B	B.s.+Cpt.	0.59 AB	2.72 A	2.07 A	1.47 A
C	Captan	2.54 B	1.21 A	2.87 ABC	3.37 ABCDE
C	Tbz+Cpt.	2.07 AB	0.75 A	2.63 AB	1.72 A
C	Cbx+Thr.	2.66 B	0.75 A	1.67 A	2.63 ABCD
C	B.s.+Cpt.	1.00 AB	0.67 A	2.82 ABC	1.86 AB

Valores medios con similar literal, estadísticamente son iguales ( $DMS \leq 0.05$ )

B.s. = *Bacillus subtilis* Cbx = Carboxin Cpt = Captan Tbz = Tiabendazol

Th = Thiram 0 Días = 0 Días de semilla tratada almacenada

180 Días = 180 Días de semilla tratada almacenada.

Es consenso general de los usuarios de semillas, la importancia del vigor que está correlacionado con la germinación de ésta. Cuando se analiza la interacción híbrido-dosis se presenta la correlación en mención y en forma expresa cuando la semilla se almacena por largos períodos de tiempo, constatando lo anterior en el híbrido A, donde el vigor a los cero días de tratado no tiene diferencia con los híbridos B y C, pero si tiene diferencia de vigor a los 180 días de tratado y almacenado por ese lapso de tiempo, el deterioro se

acentúa en el proceso de germinación en el largo período de almacenamiento.

Lo anterior se detecta en el Cuadro 4.6.

Cuadro 4.6. Valores medios jerarquizados provenientes de la prueba, germinación estándar participando los factores: híbridos de maíz y diferente dosis con dos fechas de almacenamiento.

FV Hibs.	Dosis	% Vigor		% Germinación	
		0- Días	180- Días	0- Días	180 Días
A	Baja	89.11 A	84.34 B	94.00 AB	91.62 BC
A	Media	86.73 A	84.86 B	92.99 AB	91.99 BC
A	Alta	87.61 A	84.22 B	91.37 B	90.99 C
B	Baja	92.37 A	91.87 A	95.50 AB	95.87 AB
B	Media	92.36 A	89.87 AB	97.12 A	94.87 ABC
B	Alta	89.99 A	89.84 AB	97.25 A	94.87 ABC
C	Baja	86.36 A	92.37 A	95.62 AB	95.87 AB
C	Media	89.11 A	92.74 A	95.47 AB	95.62 AB
C	Alta	86.97 A	92.74 A	94.12 AB	97.25 A

Valores medios con similar literal estadísticamente son iguales ( $DMS \leq 0.05$ )

0 Días = 0 Días de almacenada la semilla tratada

180 Días = 180 Días de almacenada la semilla tratada

En el mismo Cuadro 4.6, se detecta que el mejor híbrido en cuanto a vigor es el C, siguiéndolo el híbrido B, estas diferencias se registran a los 180 días de tratado y almacenado, ya que a los cero días de tratado no presentaron diferencia en el vigor expresado. Los híbridos en estudio expresan su vigor plenamente particular entre sí (Figura 4.7).

Referente a los datos de germinación es mínima la diferencia expresada a los cero días de tratamiento, lo cual se detecta a los 180 días de almacenado, expresando su variabilidad genética con los resultados de germinación del mismo Cuadro 4.6, es posible captar el efecto de sobre dosis, cuando la semilla se trata con la dosis alta, ello para los híbridos A y B, el híbrido C continúa reflejando su superioridad y no es afectado por este factor.

Los resultados estadísticos del ANVA de la prueba germinación estándar sintetizados en el Cuadro 4.1, indican la no significancia (N.S.) en la fuente de variación dosis, esta aseveración se desvirtúa al aplicar la prueba de medias denominada: Diferencia media significativa (DMS), prueba que capta la heterogeneidad existente en los resultados analizados, expresando esta variabilidad entre los híbridos participantes, conservando la tendencia por expresar homogeneidad en la jerarquía de literales dentro del híbrido analizado.

El parámetro semilla muerta en la interacción: híbrido - dosis, presenta diferencia significativa en el Cuadro 4.1, en la columna de almacenamiento cero días, y al analizar las medias a través de la prueba  $DMS \leq 0.05$ , se capta la heterogeneidad existente entre los híbridos participantes y dentro del mismo híbrido, expresando lo anterior cuantitativamente en el Cuadro 4.7, donde se jerarquiza el valor de las medias resultantes, originando la Figura 4.8.

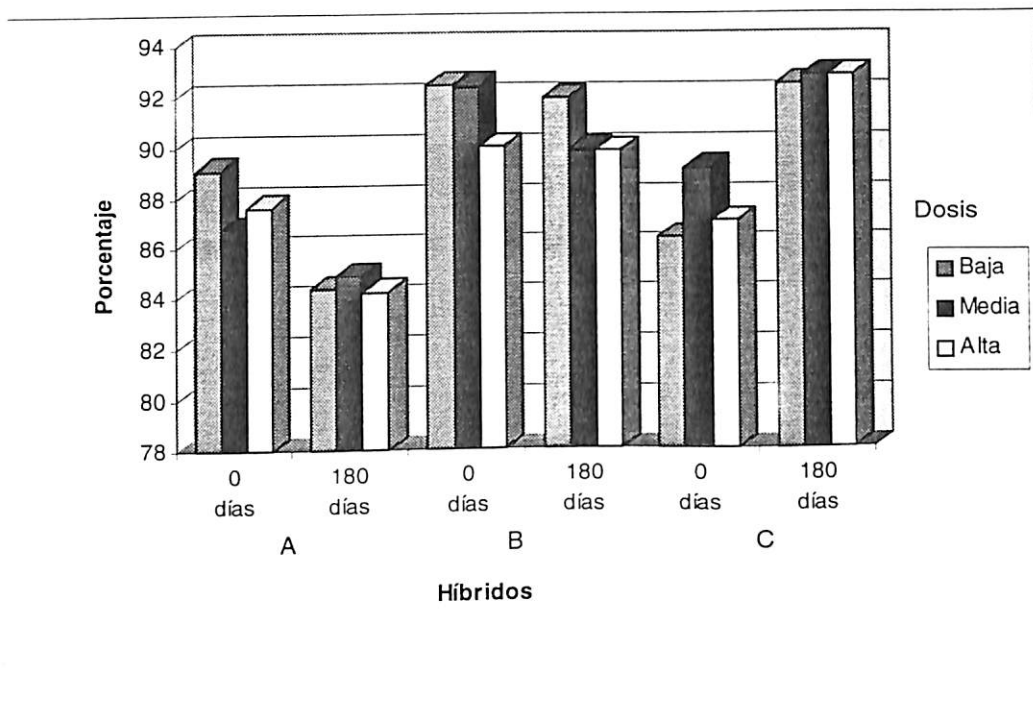


Figura 4.7. Porcentaje del vigor de semilla de maíz, interactuando los híbridos y las dosis de los fungicidas con dos fechas de postratamiento.

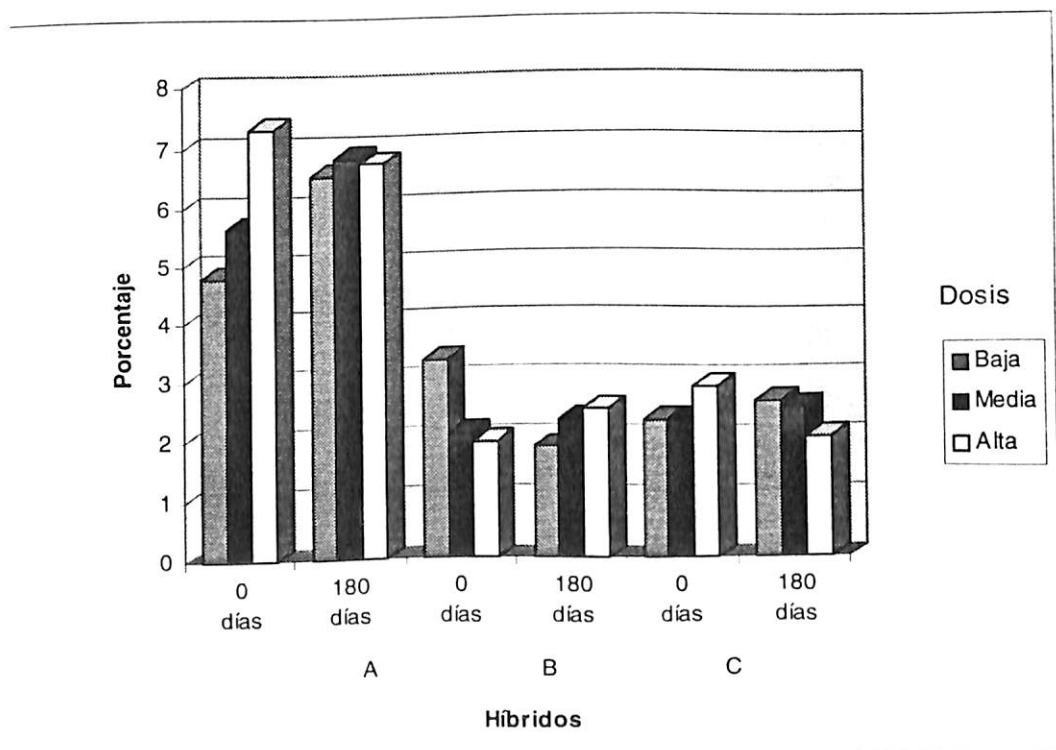


Figura 4.8. Porcentaje de semilla muerta resultante en la interacción: híbrido-dosis con fechas de almacenamiento postratado.



Cuadro 4.7. Valores medios jerarquizados provenientes de la prueba, germinación estándar participando los factores: híbridos de maíz y diferente dosis con dos fechas de almacenamiento.

FV Hibs.	Dosis	% P. Anormal		% Semilla Muerta	
		0- Días	180 Días	0- Días	180 Días
A	Baja	0.79 AB	1.47 A	4.77 ABC	6.52 BC
A	Media	0.94 AB	0.64 A	5.64 BC	6.80 C
A	Alta	0.86 AB	1.76 A	7.32 AC	6.72 AC
B	Baja	0.76 AB	1.96 A	3.34 BC	1.85 A
B	Media	0.55 A	2.34 A	2.07 A	2.30 AB
B	Alta	0.43 A	1.87 A	1.94 A	2.47 ABC
C	Baja	1.63 AB	1.01 A	2.30 A	2.60 ABC
C	Media	1.86 AB	1.11 A	2.30 A	2.50 ABC
C	Alta	2.65 B	0.43 A	2.87 AB	2.02 A

Valores medios con similar literal estadísticamente son iguales (DMS  $\leq$  0.05)

0 Días = 0 Días de almacenada la semilla tratada  
180 Días = 180 Días de almacenada la semilla tratada

Esta información estadística refleja lo señalado con anterioridad, respecto a la calidad inicial del híbrido A, el cual de inmediato presenta la alta incidencia de semilla muerta lo que se acentúa con el deterioro causado en el almacenamiento, caso contrario corresponde a la expresión cuantitativa del híbrido C el que tiende a conservar su calidad a través del almacenamiento.

### Sanidad de Semilla

Generalmente plantas y semillas de maíz están colonizados por un complejo de hongos del género *Fusarium*, Kedera *et al.* (1994). Citan a *F.*

*moniliforme*, *F. proliferatum*, y *F. subglutinans*. Moreno (1984) relaciona en el mismo cultivo a *F. moniliforme*, *F. roseum* y a *F. tricinctum*. Lotes de semilla de maíz, con apariencia de sanidad están infectados al 100 por ciento (Kommedahl y Windels, 1986).

En el presente estudio se detectó principalmente a *Fusarium moniliforme* Sheld, *F. roseum* (*F. graminearum*) Schwabe y a *F. moniliforme* var. *subglutinans* en un porcentaje de 65.57, otros microorganismos presentes son: *Rhizopus* spp 18.74 por ciento, *Aspergillus* spp 8.44, *Penicillium* spp 4.68 y Bacterias spp en 2.57 por ciento. Estos microorganismos se desarrollaron en PDA más cloruro de sodio al 4 por ciento.

En esta sección del estudio, se analiza el efecto fungistático de cuatro productos que se aplican a la semilla, variando dosis e híbridos tratados, los resultados generalizados con el nivel de significancia se registran en el Cuadro 4.8, presentando dos columnas de información (PDA y papel de germinación) correspondiendo al medio donde se desarrolló el hongo *Fusarium* spp.

Las fuentes de variación que resultan con significancia estadística son:

F.V.	Significancia
Híbridos	No significativo
Fungicidas	**
Híbridos-Fungicidas	**
Híbridos-Fungicidas-Dosis	*

## Testigo vs. Factoriales

\*\*

Cuadro 4.8. Niveles de significancia estadística en la presencia de *Fusarium* spp en la semilla de tres híbridos de maíz, tratada con cuatro fungicidas y tres dosis, prueba desarrollada en dos medios diferentes de cultivo.

F.V.	PDA	Papel de ger. + Congto.
Híbridos	N.S.	**
Fungs.	**	**
Dosis	N.S.	N.S.
Hibrs-Fungs.	N.S.	**
Hibrs-Dosis	N.S.	N.S.
Fungs- Dosis	N.S.	N.S.
Hibrs-Fung. Dosis	N.S.	*
T. vs Fact.	**	**
C.V.%	23.45	17.05

\*\* Dif. Altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ) \* Dif. Significante ( $P \leq 0.05$ )

N.S. Dif. No significativa PDA = Papa Dextrosa Agar

Papel de ger. + Congto. = Papel de germinación + Trat. de congelamiento

Fungs. = Fungicidas

Al analizar en forma particular cada uno de los factores anteriores se detecta que en el factor híbrido (Cuadro 4.9), el material que presenta menor incidencia de *Fusarium* spp es el identificado con la literal B; con diferencia altamente significativa (\*\*) en el medio, papel de germinación más congelamiento, medio el cual considero y recomiendo como el más aceptable (de los dos analizados) para la expresión de *Fusarium* spp en la semilla.

**Cuadro 4.9. Prueba de medias a semilla de tres híbridos de maíz, sembrados en medios de cultivo para el desarrollo de *Fusarium spp.***

FV Híbridos	Incidencia <i>Fusarium spp.</i>	
	PDA	Papel de ger. + Congto.
A	29.18 A	30.37 B
B	30.81 A	14.21 A
C	25.24 A	42.85 B

Medias con la misma literal, estadísticamente son similares (D.M.S.  $\leq 0.05$ )

Medios de cultivo PDA = Papa, dextrosa, agar

Papel de ger. = Papel especial para germinar semillas

Congto. = Proceso de congelamiento por un período de 24 horas a una temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$

El factor fungicidas, en el tratamiento de semillas y su efecto sobre el patógeno en estudio, presenta resultados estadísticos altamente significantes, los cuales en forma contundente expresan que el tratamiento químico de mayor efecto sobre el patógeno en cuestión es la mezcla Tiabendazol más Captan, resultado parecido al obtenido por Wilson (1993) en maíz dulce. Lo anterior está expresado en el Cuadro 4.10 que da origen a la Figura 4.10.

**Cuadro 4.10. Valores medios de la presencia de *Furasium spp.* en semillas de maíz híbrida tratada con cuatro fungicidas y germinada en los medios de cultivo PDA y papel de germinación.**

F.V. Fungs.	% Incidencia <i>Fusarium spp.</i>	
	PDA	Papel de G + Congto.
Captan	51.06 B	41.04 B
Tbz + Cpt.	4.10 A	1.82 A
Cbx +Thr.	32.18 B	33.71 B
B.s. + Cpt.	35.10 B	46.72 B

Valores medios con la misma literal, estadísticamente son similares (D.M.S.  $\leq 0.05$ )

Medios de cultivo: PDA = Papa Dextrosa Agar Papel de G. = Papel especial para germinar semillas

Fungs. = Fungicidas participantes B.s. = *Bacillus subtilis* Cbx = Carboxin Cpt = Captan Tbz = Tiabendazol

Th = Thiram; Congto. = Proceso de congelamiento por un período de 24 horas a una temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$ .

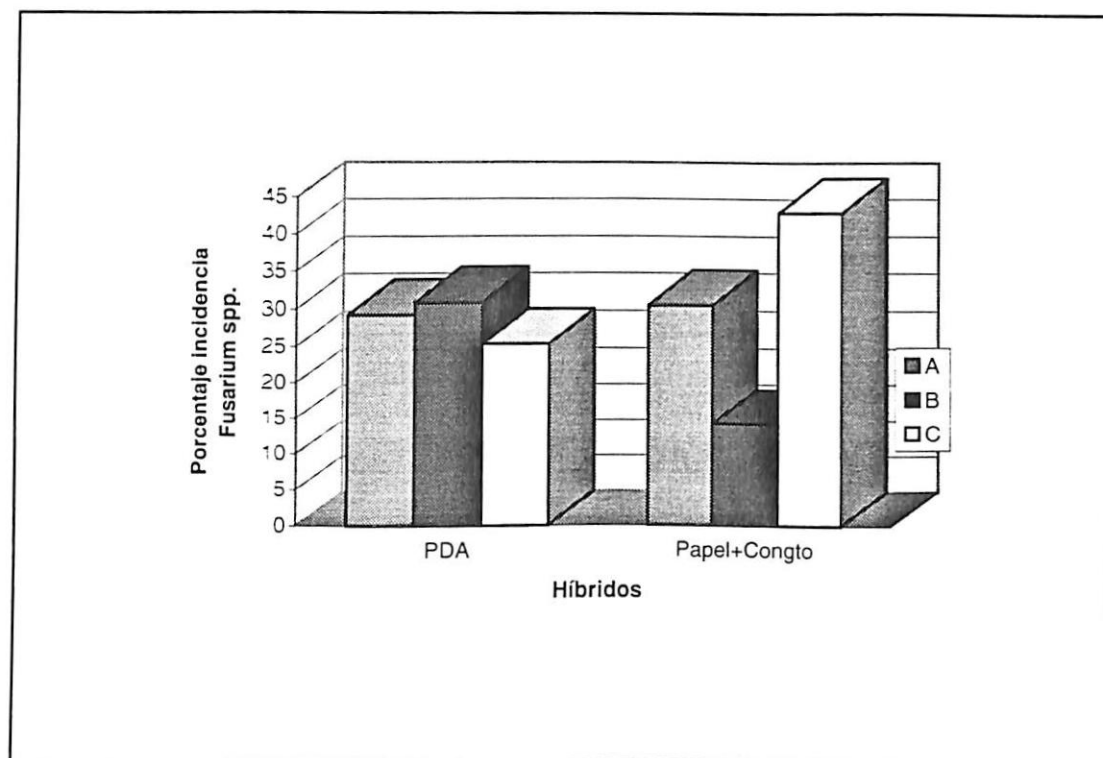


Figura 4.9. Incidencia de *Fusarium spp.* desarrollado en dos diferentes medios en tres híbridos analizados de maíz.

El Cuadro 4.11 muestra la reacción del microorganismo *Fusarium spp* cuando interactúa el material genético (híbridos) y el fungicida, resultando estadísticamente significantes cuando se utiliza el medio papel de germinación más congelamiento, reafirmando que el producto Tiabendazol más Captan resulta ser el más efectivo en el combate del patógeno objetivo en este estudio, resultados que se muestran en la Figura 4.11.

Los resultados analíticos expresados en el Cuadro 4.11, Figura 4.11 definen el efecto fungistático selectivo sobre el híbrido tratado, detectando diferencia significativa entre híbridos. Cuadro 4.11, considerando existe

diferencia a la condición física, fisiológica y genética de la semilla, razón de ello se requieren tratamientos apropiados y no generalizar la aplicación fungistática sobre la semilla. Ullstrup (1977) detecta diferencias de susceptibilidad en maíces dulces altos en lisina, a los dentados.

**Cuadro 4.11. Resultado de valores medios de la presencia de *Fusarium* spp. en la semilla de maíz interactuando: híbridos-fungicidas en el combate del microorganismo desarrollado en los medios de cultivo PDA y papel de germinación, más el tratamiento de congelamiento.**

FV	Híbs - Fungs.	% de Incidencia <i>Fusarium</i> spp.	
		PDA	Papel de ger. + Congto.
A	Captan	59.46 D	59.27 CD
A	Tbz + Cpt.	5.96 AB	0.00 A
A	Cbx + Thr	21.05 ABC	38.13 B
A	<i>B.s.</i> + Cpt.	40.93 CD	38.87 B
B	Captan	52.28 D	5.22 A
B	Tbz + Cpt.	2.69 A	1.58 A
B	Cbx + Thr.	41.27 CD	6.30 A
B	<i>B.s.</i> + Cpt.	38.15 CD	59.55 CD
C	Captan	42.08 CD	74.80 D
C	Tbz + Cpt.	3.74 A	4.05 A
C	Cbx + Thr.	35.56 CD	68.47 D
C	<i>B.s.</i> + Cpt.	26.86 BCD	42.75 BC

Valores medios con similar literal, estadísticamente son idénticos (D.M.S.  $\leq$  0.05)

Medios de cultivos: PDA = papa, dextrosa, agar

Papel de ger. = Papel especial para germinación

Congto.= Proceso de congelamiento por un período de 24 horas a una temperatura de -20°C

Híbs. = Tres híbridos de maíz Fungs.= Fungicidas participantes B.s. = *Bacillus subtilis*

Cbx = Carboxin, Cpt = Captan Tbz = Tiabendazol Th = Thiram

La interacción de los tres factores: Híbridos-fungicidas-dosis, estadísticamente registran significancia (\*) cuando se expresa el micro-organismo en el papel de germinación más congelamiento, resultando este medio el apropiado para el estudio de *Fusarium* spp, presente en la semilla, cumpliendo con ello con otro de los objetivos asignados en este trabajo.

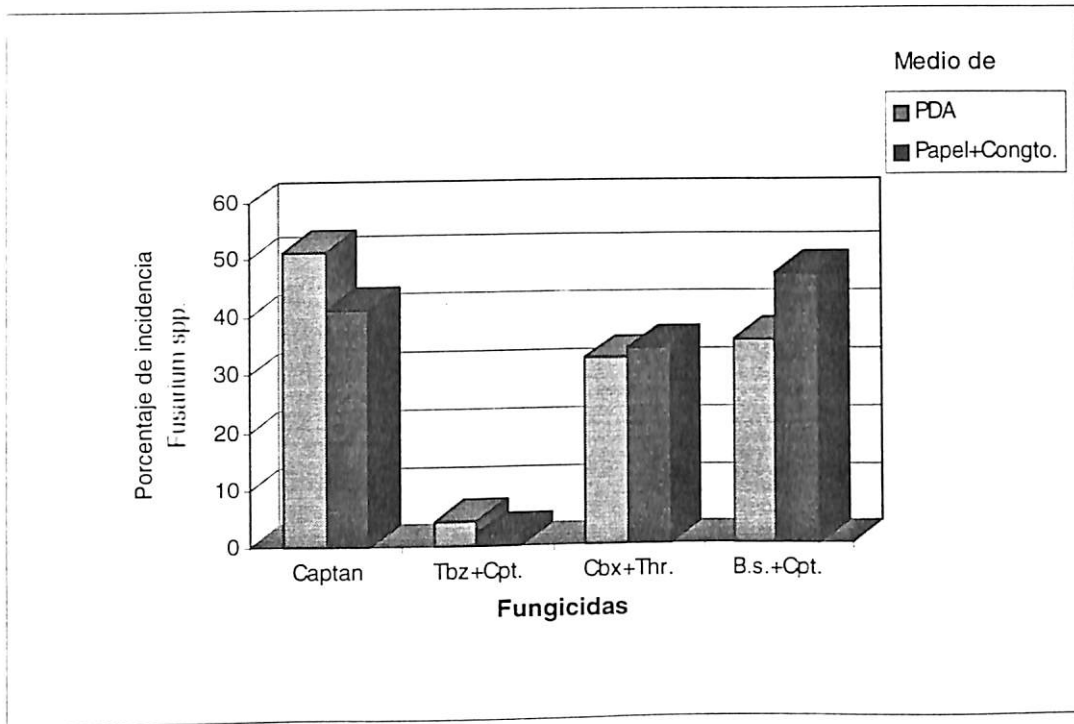


Figura 4.10. Combate químico de *Fusarium* en semilla de maíz híbrido infectada, desarrollado en dos medios de cultivo.

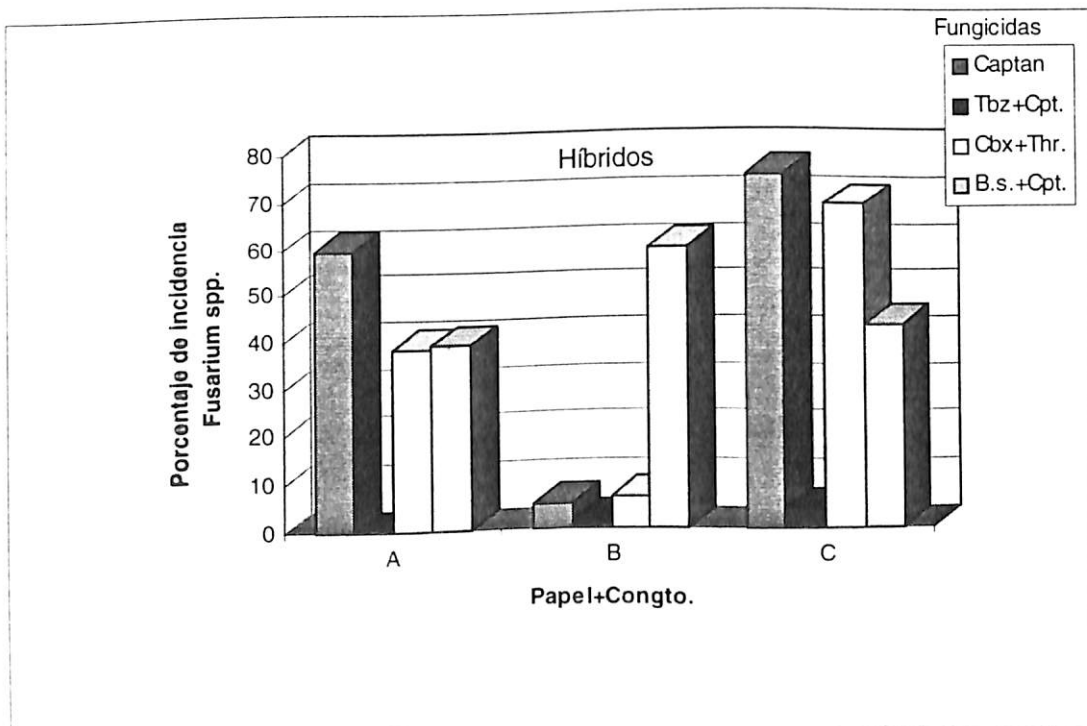


Figura 4.11. Interacción híbridos maíz-tratamiento químico en la incidencia de *Fusarium* desarrollado en el medio de cultivo papel de germinación + congelamiento.

Cuadro 4.12. Resultado de la prueba de medias de la interacción de los factores: híbridos-fungicidas-dosis, interactuando en la semilla tratada para combatir al microorganismo *Fusarium spp.*

FV	% de Incidencia de <i>Fusarium spp.</i>							
	Hibs.	Fungs.	Dosis	PDA			Papel de G. + Congto.	
A	Captan	Baja	66.17	JK	NS	48.37	EFG	**
A	Captan	Media	63.98	IJK	NS	73.29	HIJ	NS
A	Captan	Alta	48.88	GHIJK	NS	57.29	EFGHI	**
A	Tbz + Cpt	Baja	9.04	ABCD	**	00.00	A	**
A	Tbz + Cpt	Media	6.21	ABC	**	00.00	A	**
A	Tbz + Cpt	Alta	2.92	AB	**	00.00	A	**
A	Cbx + Th	Baja	24.71	CDEFGH	**	47.79	EFG	**
A	Cbx + Th	Media	17.77	ABCDEF	**	28.02	C	**
A	Cbx + Th	Alta	20.85	BCDEFG	**	39.64	CDE	**
A	B.s.+Cpt	Baja	36.36	EFGHIJK	**	28.65	CD	**
A	B.s.+Cpt	Media	43.97	FGHIJK	NS	39.91	CDE	**
A	B.s.+Cpt	Alta	42.59	FGHIJK	NS	49.15	EFG	**
B	Captan	Baja	46.96	FGHIJK	NS	11.20	B	**
B	Captan	Media	59.34	IJK	NS	00.00	A	**
B	Captan	Alta	50.84	GHIJK	NS	5.52	AB	**
B	Tbz + Cpt	Baja	5.45	ABC	**	5.08	AB	**
B	Tbz + Cpt	Media	0.00	A	**	0.00	A	**
B	Tbz + Cpt	Alta	2.92	AB	**	0.00	A	**
B	Cbx + Th	Baja	52.16	HIJK	NS	7.16	AB	**
B	Cbx + Th	Media	35.79	EFJHIJ	*	6.69	AB	**
B	Cbx + Th	Alta	36.65	EFJHIJK	*	5.08	AB	**
B	B.s.+Cpt	Baja	33.26	DEFJHIJ	*	72.48	HIJ	NS
B	B.s.+Cpt	Media	35.08	EFJHIJ	*	54.52	EFGHI	NS
B	B.s.+Cpt	Alta	46.64	FJHIJ	NS	52.50	EFGH	NS
C	Captan	Baja	72.37	K	NS	83.63	J	NS
C	Captan	Media	24.34	BCDEFG	**	65.62	GHIJ	NS
C	Captan	Alta	35.08	EFGHIJ	NS	75.61	IJ	NS
C	Tbz + Cpt	Baja	9.04	ABCD	**	1.71	AB	**
C	Tbz + Cpt	Media	0.00	A	**	00.00	A	**
C	Tbz + Cpt	Alta	2.92	AB	**	7.16	AB	**
C	Cbx + Th	Baja	38.54	EFGHIJK	NS	71.11	HIJ	NS
C	Cbx + Th	Media	31.34	DEFGHI	*	73.87	IJ	NS
C	Cbx + Th	Alta	36.94	EFGHIJK	NS	60.76	FGHI	NS
C	B.s.+Cpt	Baja	14.85	ABCDE	**	44.57	CDEF	**
C	B.s.+Cpt	Media	31.34	DEFGHI	*	38.75	CDE	**
C	B.s.+Cpt	Alta	36.22	EFGHIJK	NS	45.04	DEF	**

Valores medios con idéntica literal, estadísticamente son similares ( $DMS \leq 0.05$ ), + 0.05 (199 g/E) = 1.98.  
Medios de Cultivo: PDA = Papa, Dextrosa Agar Papel de ger. = Papel específico para germinar semillas  
Congto. = proceso de congelamiento por un período de 24 horas a una temperatura de -20°C.  
F. Spp. = *Fusarium spp.* B.s. = *Bacillus subtilis* t 0.05(119 g/EE) = 1980 Cbx = Carboxin  
Cpt = Captan Tbz = Tiabendazol Th = Thiram \*\* = Diferencia altamente significativa  
( $t \leq 0.05$ ) = Diferencia estadística significativa ( $t \leq 0.05$ ) NS = Diferencia estadística no significativa.



En las Figuras 4.12, 4.13, 4.14, procedentes del Cuadro 4.12, es elocuente el efecto fungistático de Tiabendazol + Captan, no existiendo diferencia significativa en el efecto dosis, lo cual está expresado en el Cuadro 4.8. El efecto factorial expresado es muy similar en las Figuras 4.12 y 4.14, lo cual reafirma los resultados obtenidos y analizados, con referencia a el efecto fungistático positivo de la mezcla química Tiabendazol + Captan.

La sanidad de la semilla del híbrido B es determinante para el efecto del fungicida sobre *Fusarium*, determinando el efecto nulo del fungicida y cantidad aplicada en el tratamiento sobre el pericarpio, lo cual en este tipo de material es antieconómico aplicar fungicidas de alto costo.

### **Envejecimiento Acelerado**

Esta prueba fue desarrollada por la Universidad de Mississippi para predecir técnicamente la capacidad de almacenamiento y el vigor de la semilla, utilizándola en el presente estudio para el análisis de los materiales en proyecto, obteniéndose los resultados del Cuadro 4.13, donde se sintetiza la significancia estadística del análisis de varianza.

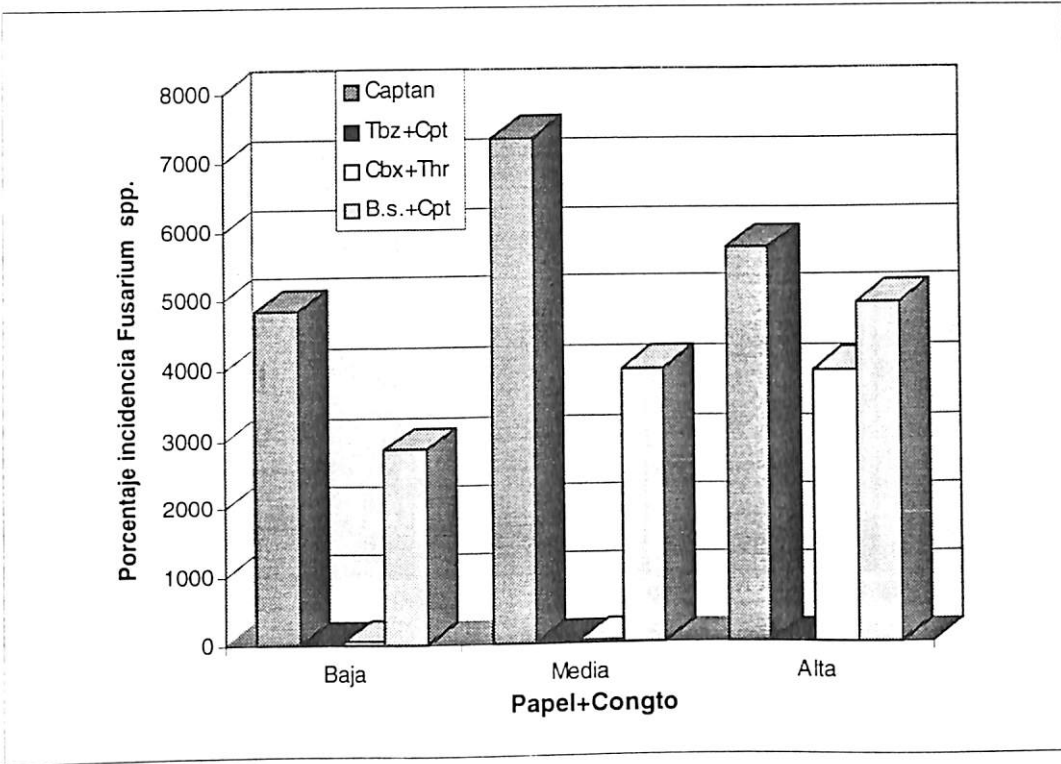


Figura 4.12. Presencia de *Fusarium* spp. usando como medio papel de germinación en el híbrido de maíz A.

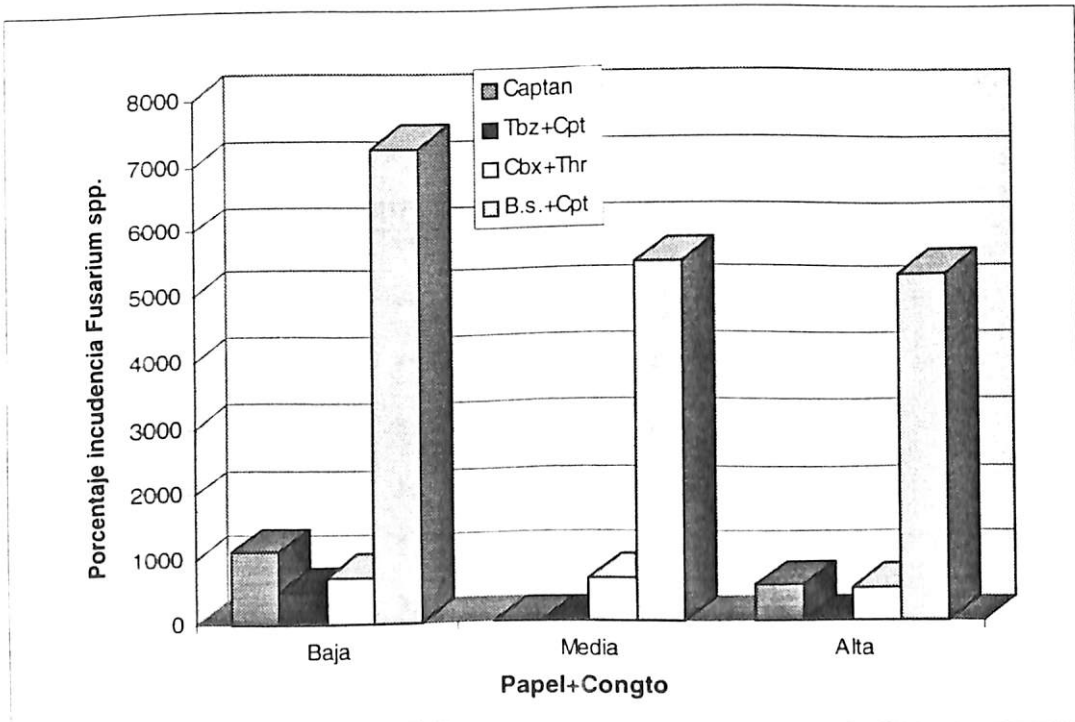


Figura 4.13. Presencia de *Fusarium* spp. usando como medio papel de germinación en el híbrido de maíz B.

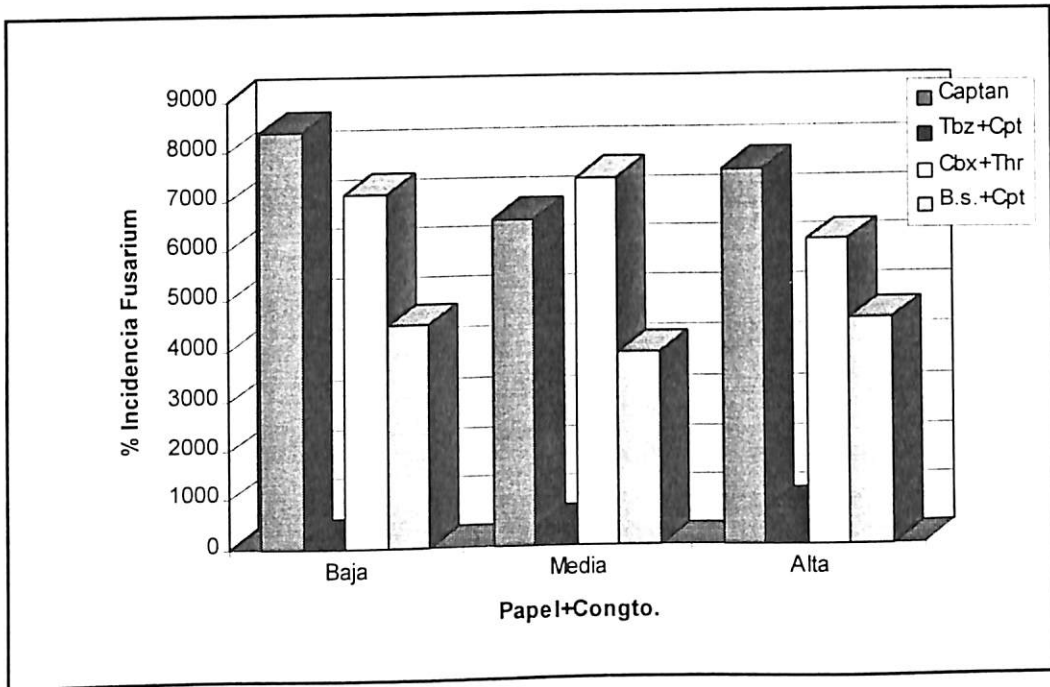


Figura 4.14. Presencia de *Fusarium* spp. usando como medio papel de germinación en el híbrido de maíz C.

Cuadro 4.13. Significancia estadística obtenida en la prueba denominada: envejecimiento acelerado al cual fue sometida la semilla de maíz de tres híbridos tratados con fungicidas y dosis diferenciales.

FV	Germinada	Plántula Débil	Anormal	Semilla Muerta
Híbridos	**	NS	**	**
Fungis.	**	NS	NS	**
Dosis	**	NS	NS	**
Hibs- Fungis.	*	NS	NS	**
Hibs- Dosis	NS	NS	NS	NS
Fungis.- Dosis	*	NS	NS	NS
Hibs- Fungis.- Dss	NS	NS	NS	NS
To. Vs. Fact.	NS	NS	**	NS
C.V.%	5.26	28.17	26.54	22.32

\*\* Diferencia Altamente Significante ( $P \leq 0.01$ )

\* Diferencia Significativa ( $P \leq 0.05$ )

NS Diferencia No Significativa

Lo detectable en esta información es la alta correlación de las columnas referente a la significancia del estadio de germinación y semilla muerta, coincidiendo en alto grado la información de la germinación con la de vigor registrado en el Cuadro 4.1 (con la excepción de los factores dosis y fungicidas dosis).

El análisis e interpretación para cada uno de los factores de la fuente de variación los cuales resultaron significantes se discuten a continuación.

El Cuadro 4.14 predice que el material de mayor capacidad de almacenamiento y vigor es el híbrido C, coincidiendo con ello con la información obtenida en el Cuadro 4.2 de germinación estándar, este híbrido presenta dormancia en su fisiología.

Cuadro 4.14. Valores medios y la diferencia entre los híbridos de semilla de maíz, comparados en la prueba de envejecimiento acelerado.

FV Híbridos	% de Plántulas			% Semillas Muerta
	Germinada	Débil	Anormal	
A	87.68 AB	2.78 A	1.24 A	6.46 AB
B	76.84 B	3.25 A	4.97 A	12.00 B
C	90.71 A	1.92 A	2.22 A	3.82 A

Medias con misma literal son estadísticamente iguales (D.M.S.  $\leq 0.05$ )

El Cuadro 4.15 detecta la interacción de los factores híbrido-fungicida, los cuales resultan significantes para semilla muerta, expresando en su análisis

un comportamiento no del todo heterodoxo, existiendo resultados positivos para el uso del fungicida *Bacillus subtilis* para los híbridos A y C.

Cuadro 4.15. Valores medios y la diferencia entre tratamientos, semilla de maíz de tres híbridos y cuatro fungicidas aplicados a la simiente, la cual es sometida al estrés del envejecimiento acelerado.

FV	Híbridos	Fungicidas	% de Plántula			% Semilla
			Germinada	Débil	Anormal	Muerta
A	A	Captan	87.17 AB	3.12 A	1.18 AB	6.54 BC
A	A	Tbz+Cpt	84.57 AB	3.84 A	1.18 AB	9.53 B
A	A	Cbx+Th	86.15 AB	2.16 A	1.00 A	8.19 BC
A	A	B.s.+Cpt	92.93 A	2.09 A	1.63 AB	2.35 A
B	B	Captan	82.51 AB	4.37 A	4.71 AB	8.25 BC
B	B	Tbz+Cpt	65.50 C	1.97 A	5.25 AB	23.77 C
B	B	Cbx+Th	77.63 B	3.89 A	6.78 B	8.50 BC
B	B	B.s.+Cpt	82.24 AB	2.89 A	3.30 AB	9.66 B
C	C	Captan	90.22 A	4.22 A	1.42 AB	2.66 A
C	C	Tbz+Cpt	87.78 AB	2.01 A	3.52 AB	4.85 BC
C	C	Cbx+Th	90.59 A	0.87 A	2.98 AB	4.82 BC
C	C	B.s.+Cpt	94.30 A	0.87 A	1.11 AB	3.06 A

Valores medios con misma literal son estadísticamente similares (D.M.S.  $\leq$  0.05)  
 B.s. = *Bacillus subtilis*      Cbx = Carboxin      Cpt = Captan  
 Tbz = Tiabendazol              Th = Thiram

La nula definición del efecto fungistático y la dosis aplicada sobre la semilla de maíz de los tres híbridos, se deja observar en el Cuadro 4.16 y por conclusión, lo mismo se detecta en el análisis estadístico de las medias cuando interactúan los tres factores, Híbridos-fungicidas-dosis.

Cuadro 4.16. Diferencia entre valores medios de la semilla de maíz híbrida tratada con cuatro fungicidas y tres dosis, posteriormente llevada al estrés de envejecimiento acelerado cuantificando su efecto en la prueba de germinación.

FV Fungs.	Dosis	% Plántula			% Semilla Muerta
		Germinada	Débil	Anormal	
Captan	Baja	88.94 AB	2.35 A	1.63 A	6.08 A
Captan	Media	85.76 ABC	4.31 A	3.09 A	4.26 A
Captan	Alta	85.16 ABC	5.15 A	2.35 A	6.75 AB
Tbz+Cpt	Baja	84.76 ABC	3.46 A	3.42 A	6.16 A
Tbz+Cpt	Media	77.66 BC	3.22 A	2.58 A	14.75 BC
Tbz+Cpt	Alta	74.83 C	1.18 A	4.14 A	15.40 C
Cbx + Th	Baja	91.25 A	1.11 A	1.50 A	5.54 A
Cbx + Th	Media	88.21 AB	1.75 A	2.58 A	6.17 A
Cbx + Th	Alta	75.05 C	4.06 A	6.58 A	9.83 ABC
B.s.+ Cpt	Baja	92.27 A	2.16 A	1.50 A	3.14 A
B.s.+ Cpt	Media	87.89 AB	1.93 A	3.73 A	5.09 A
B.s.+ Cpt	Alta	89.16 AB	1.67 A	1.18 A	6.16 A

Valores medios con similar literal son estadísticamente iguales (D.M.S.  $\leq$  0.05)

B.s. = Bacillus subtilis      Cbx = Carboxin      Cpt = Captan  
Tbz = Tiabendazol      Th = Thiram

Con lo anterior concluimos que la prueba envejecimiento acelerado no es una prueba apropiada para detectar el efecto fungistático sobre la fisiología de la semilla en almacenamiento y su vigor.

### Peso Seco

Durante el desarrollo de este estudio se detectó la aparente diferencia que existe en el tamaño, grosor, vigor, de las plántulas en análisis, considerando detectar esa diferencia, se determinó obtener el peso seco de las

plántula, como una posible fuente de indicación del efecto de los factores en estudio.

El Cuadro 4.17 engloba los resultados estadísticos obtenidos del peso seco de las plántulas, expresa mínima diferencia significativa, entre los factores en estudio, se detectó la diferencia en:

- Híbridos, en los factores mesocotilo y radícula.
- Híbridos-fungicidas, en el mesocotilo
- Híbridos-fungicidas-dosis, en el mesocotilo
- Testigo vs factores, en la plúmula, mesocotilo y radícula.

Cuadro 4.17. Nivel de significancia estadística del peso seco de las partes de plántula (plúmula, mesocotilo y radícula) germinada de semilla de maíz híbrida variando en los factores: híbridos fungicidas y dosis, aplicados estos en el tratamiento de la semilla.

FV	Peso	Seco. de la Plántula	
	Plúmula	Mesocotilo	Radícula
Híbridos	NS	**	**
Fungicidas	NS	NS	NS
Dosis	NS	NS	NS
Híbs. Fungs.	NS	**	NS
Híbs. Dosis	NS	NS	NS
Fung. Dosis	NS	NS	NS
Hib. Fung. Dss	NS	*	NS
To. Vs. Fact.	**	**	**
C.V.%	8.79	13.10	10.78

\*\*Diferencia Altamente Significante ( $P \leq 0.01$ ) \*Diferencia Estadística Significante ( $P \leq 0.05$ )  
NS Diferencia Estadística No Significante

Analizando las medias en DMS ( $P \leq 0.05$ ) de los factores significantes encontramos que no existe diferencia entre los híbridos participantes cuando se

les determina el peso seco de las plántulas normales obtenidas, lo cual está determinado en el Cuadro 4.18.

Cuadro 4.18. Comparación de medias del peso seco de las partes fisiológicas de las plántulas de maíz procedentes de semilla de tres híbridos.

FV Híbrido	Peso Seco en Miligramos		
	Plúmula	Mesocotilo	Radícula
A	48.991 A	16.020 A	42.304 A
B	49.033 A	14.725 A	45.143 A
C	48.289 A	15.893 A	42.466 A

Medias con la misma letra son iguales estadísticamente (D.M.S.  $\leq 0.05$ )

En la interacción Híbridos-fungicidas la diferencia significativa, es en el mesocotilo, columna que registra alta diferencia significativa, al diferenciar y jerarquizar las medias de los tratamientos, son nulos y contrastantes los resultados obtenidos, al definir como el peor producto a Captan, en el híbrido B y como el mejor producto en el híbrido C. Considerando estos resultados, se requiere de determinar los factores explícitos a participar en esta prueba para definir su apoyo en el combate a *Fusarium* spp y efectos colaterales.



## CONCLUSIONES

El parámetro vigor o primer conteo en la prueba germinación estándar explícitamente en la interacción factorial, híbrido por fungicida, se expresó inmediato al tratamiento de la semilla. La diferencia fisiológica, así como el efecto muy particular de los fungicidas participantes, se acentúan estas diferencias en la etapa de almacenamiento. La mezcla *Bacillus subtilis* más Captan, en forma primordial expresaron mayor vigor en el material genético utilizado, en las dos fechas analizadas, cero y 180 días del postratamiento.

El factor dosificación del fungicida aplicado sobre la testa de la semilla presentó diferentes reacciones de germinación entre los híbridos analizados expresando diferencias varietales a los cero días el efecto es similar para todos los híbridos, no presentó diversificación varietal.

Respecto al combate del patógeno en estudio *Fusarium moniliforme* Sheld, como infectante de la semilla de maíz, se concluye que de los productos utilizados, la mezcla Tiabendazol más Captan resultó la más impactante positivamente determinado en forma particular por fungicida y en la interacción híbrido por fungicida, asimismo se detecta la diversificación fisiológica de los híbridos a la reacción dosificada de los fungicidas, requiriendo estudios

específicos de los híbridos para la asignación de las dosis, para con ello definir el umbral económico del tratamiento en forma varietal exclusiva, sugiriendo análisis mínimos del producto a aplicar a causa de su alto efecto fungistático detectado abatiendo costos por tratamientos específicos.

La cámara húmeda, caja petri más papel filtro y congelamiento, resultó un buen medio para el desarrollo de *Fusarium* sobre la semilla de maíz, permitiendo cumplir con los preceptos de una prueba de laboratorio.

## Sugerencias

En base a lo observado en este estudio nos permitimos hacer patente las siguientes inquietudes aplicables a la tecnología de semillas.

Es consenso generalizado en el tratamiento de semillas, el aplicar el producto base en kilos o litros por tonelada de semilla, axioma que puede cambiar a causa del tamaño de la semilla a: gramos o mililitros del producto base por número de semillas. detectable lo anterior por la capa variable del producto sobre la testa de la semilla.

Lo abrasivo, lo fétido de los productos utilizados, sugiere el utilizar componentes buffer que amortigüen lo citado, lo que repercutiría en el incremento del uso particular del producto modificado.

## RESUMEN

El área de producción de maíz es de 130 millones de hectáreas a nivel mundial, en esa superficie se tiene la seguridad de estar presente *Fusarium moniliforme*, el cual afecta en menor o mayor grado lo producido, ya fuere en rendimiento o en desmerecimiento de la calidad alimenticia.

En México se siembran alrededor de siete millones de hectáreas, siendo las regiones agrícola del Bajío y norte de Tamaulipas donde mayor incidencia de *Fusarium* se ha detectado, la literatura reporta mermas del 30 por ciento en lotes afectados por este patógeno.

Además de causar bajas en el rendimiento, existe el riesgo de la toxicidad de los granos con presencia de *Fusarium*, que producen toxinas las cuales causan alteraciones en el organismo que las consume, como son : inapetencia, trastornos sexuales, problemas patológicos en animales domésticos, no rumiantes, y relacionándosele con el cáncer en el esófago de los humanos.

El tratamiento a la semilla con fungicidas, es una práctica generalizada ancestral, utilizando productos que han evolucionado con el tiempo buscando

más y mayor efectividad en el combate de las enfermedades transmitidas en la simiente. En la actualidad las semillas se tratan principalmente con fungicidas de contacto como Captan o Thiram, que combaten fundamentalmente a la microflora presente sobre la testa de la semilla, pero nunca a los que se encuentran en forma sistémica en el interior de la semilla como es el caso que nos ocupa, para ello actualmente existen los fungicidas de efecto sistémico, que actúan a distancia de donde fueron aplicados.

La cantidad de fungicidas aplicado en el tratamiento a la semilla es mínimo y rápidamente biodegradado por los organismos del suelo, razón de ello es poco contaminantes del medio ecológico, además de existir el nuevo fungicida de origen biológico *Bacillus subtilis*, en el combate de hongos y entre ellos *F. moniliforme* tema de este estudio.

Los objetivos de este programa son :

- Evaluación de cuatro fungicidas, uno de contacto, dos sistémicos y uno biológico, en diferentes dosis de tratamiento en el combate de *F. moniliforme*.
- El efecto de estos fungicidas y sus dosis en la calidad fisiológica de la semilla híbrida de maíz en fechas inmediatas al tratamiento y después de almacenamiento.
- De dos medios de cultivo, determinar el más propicio en cuanto a desarrollo y cuantificación del patógeno *Fusarium*.

Para el desarrollo del proyecto se obtuvo semilla híbrida de maíz no tratada de tres híbridos, producidos en una región con incidencia de *Fusarium*, con la finalidad de contar con semilla infectada en campo, desconociendo el grado específico de la infección, A este material se le aplican las pruebas fisiológicas de pureza y de laboratorio, determinando la aceptación como material apropiado para nuestros objetivos.

Este proyecto se desarrolló en los laboratorios del Centro de Semillas de la UAAAN, sitio en el cual se aplican los diferentes fungicidas con sus dosis, realizando a la brevedad las pruebas de este proyecto: germinación estándar, prueba de sanidad en PDA y papel filtro, envejecimiento acelerado, peso seco.

Los resultados obtenidos en este estudio indican que el fungicida de mayor efecto fungistático sobre *Fusarium* es Tiabendazol mezclado con Captan, con la perspectiva a minimizar la dosis de aplicación sobre la testa de la semilla, detectando la diferencia entre híbridos de la dosis requerida.

El fungicida biológico *Bacillus subtilis* más Captan, presentó tendencia, vigorizante en la semilla de maíz analizada en este trabajo cuando ésta es almacenada después del tratamiento por un lapso de 180 días, el efecto fungistático es mayor al testigo de referencia Captan.

El medio más indicado para la expresión del patógeno *F. moniliforme* entre PDA y papel, en caja de petri, este último fue el mejor, resultando aséptica y económica su utilización.

En este trabajo se detecta la diferente respuesta entre híbridos de maíz al tratamiento de la semilla, lo que implica analizar previamente en forma específica, el material genético al que se aplicará el compuesto químico protectante.

Los fungicidas y su dosificación en la semilla en el parámetro vigor, no se expresa de inmediato, se requiere del almacenamiento para la estabilización del producto sobre la fisiología de la semilla y se detecta su diversificación, respecto a la germinación, no presentó diferencia significativa su utilización y almacenamiento.

## LITERATURA CITADA

- Association of Official Seed Analysts (AOSA). 1983. Seed vigour testing handbook. Contribution No. 32. USA. 82 p.
- Backman, P.A., P.M. Brannen and W.F. Mahafee. 1995. Plant response and disease control following seed inoculation with *Bacillus subtilis*. Auburn University. USA. 11 p.
- Baskin, C.C. 1987, Accelerated ageing test. In Perry D.A. (De.) Handbook of vigour test methods. International Seed Testing Association. p. 43.48. The Netherlands.
- Bateman, G.L., H. Ehle and H.A.H. Wallace. 1986. Fungicida treatment of cereal. In: Jeffs, K.A. (De.). Seed treatment 2 de. Rothamsted experimental Station Great Britain. p. 83-137.
- Bauer, M.L. 1984. Sinopsis Histórica. En: Fitopatología. Colegio de Postgraduados. México. p. 1-7.
- Booth, C. 1971. The genus *Fusarium*. Common wealth Mycological Institute, England. p. 11-13. Great Britain.
- Boyacioglu, D., N.S. Hettiarachchy and R.W. Stack. 1992. Effect of three systemic fungicide on deoxynivalenol (Vomitoxin) production by *Fusarium graminearum* Wheat. Can. J. Plant. Sci. 72:93-101. Canadá.



- Brannen, P.M. and P.A. Backman. 1994. Suppression of *Fusarium* wilt of cotton with *Bacillus subtilis* hoppen box formulations. Auburn University. USA. p 1-3.
- Curtis, D.L. 1983. Algunos aspectos de la producción de semilla de *Zea mays*. (Maíz) en EUA. En: Habbleshwaite, P.D. (De.). Producción Moderna de Semillas. Tomo II. Hemisferio Sur Uruguay. p. 466-480.
- Daniels, B.A. 1983. Elimination of *Fusarium moniliforme* from corn seed. Plant Disease. 67:609-611. USA.
- Delouche, J.C. and H.C. Potts. 1983. The importance of seed in agriculture and the need for a seed program. In: Seminar on improved rice seed production in West Africa. P. 1-20. Sierra Leone.
- Desjardins, A.E., R.D. Plattner and P.E. Nelson. 1994. Fumonisin production and other traits of *Fusarium moniliforme* Strain from maize in Northeast México. A. Appl. Environ. Microbiol. 60(5):1695-1697. USA.
- Dunleavy, S. 1955. Control of Damping-off of sugar beet by *Bacillus subtilis*. Phytopath. 252-258. USA.
- Fallon, R.E. 1982. Fungicide seed treatment of maize to improve establishment and control seedling pathogens. New Zealand Journal. Exp. Agr. 10:197-202. New Zealand.
- Foley, D.C. 1962. Systemic infection of corn by *Fusarium moniliforme*. Phytopath. 52:870-872. USA.

- Futrell, M.C. 1972. New concept in chemical seed treatment of agronomic crops. *J. Environ. Quality*. 1(3):240-243. USA.
- Gustafson, I. 1993. Kodiak biological fungicide. Technical bulletin. Plano Texas: 1-8 p. USA.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1985. International rules for seed testing. *Seed Sci. and Technol.* 13(2): 301-519. The Netherlands.
- Jefts, K.A. 1986. A brief history of seed treatment. In: Jefts, K.A. (Ed.). *Seed treatment*. Rothamsted Exp. Stat. Great Britain. p. 1-5.
- Kedera, C.J., J.F. Leslie and L.E. Claflin. 1994. Genetic diversity of *Fusarium* section *Liseola* (*Gibberella fujikuroi*) in individual maize stalk. *Phytopath.* 84:603-607. USA.
- Kommedahl, T. and C.E. Windels. 1986. Treatment of maize seed. In: Jefts, K.A. (Ed.). *Seed treatment*. 2 de. England p. 163-183. Great Britain.
- Lawrence, E.B., P.E. Nelson and J.E. Ayers. 1981. Histopathology of sweet corn seed and plants infected with *Fusarium moniliforme* and *F. oxysporum*. *Phytopath.* 71:379-386. USA.
- Liddell, C.M. 1991. Recent advances in *Fusarium* systematics. *Phytopathology*. 81(9):1044-1045. USA.
- Marasas, W.F.O., N.P.J. Kriek., V.M. Wiggins., P.S. Steyn., D.K. Towers and T.S. Hastie. 1979. Incidence, geographic distribution, and toxigenicity of *Fusarium* species in South African corn. *Phytopath.* 69. 1181-1185. USA.

- McGee, D.C. 1988. Maize diseases, The American Phytopathological Society USA. p. 13-15.
- Mendoza, C.M. 1990. Fungicidas sistémicos y su modo de acción. Depto. Parasitología Agr. Universidad Chapingo. México.
- Messiaen C.M: et R. Cassini. 1968. La systematique des *Fusarium*. Ann Epiphythyties. 19:387-454. France.
- Moreno, E.M. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Inst. de Biología. UNAM. México. 383 p.
- Moreno, E.M. 1993. Tratamiento químico de las semillas para el combate de los hongos. Instituto Biol. UNAM. México. 68 p.
- Navarrete, R.M. 1986. Factores ambientales y biológicos que influyen en el desarrollo de la enfermedad germinación prematura del maíz causada por *Fusarium moniliforme* Sh. Tesis Maestría, C.P. Chapingo, México. 63 p.
- Nelson, P.E., T.A. Tousson and W.F. O. Marasas. 1983. *Fusarium* species. An Illustrated manual for identification. The Pennsylvania State Univ. Press. USA. 191 p.
- Nelson, P.E., A.E. Desjardins and R.D. Plattner. 1993. Fumonisin, mycotoxins produced by *Fusarium* species: Biology chemistry and significance. Annu. Rev. Phytopath. 31:233-252. USA.
- Neergaard. P. 1977. Economic significance of seed-borne diseases. In: Seed Pathology (I). Great Britain.

- Niederhauser, J.S. 1949. Enfermedades del maíz. Folleto divulgación Oficina Estudios Especiales S.A.G. México. p. 5-39.
- Ooka, J.J. and T. Kommedahl. 1977. Wind and rain dispersal of *Fusarium moniliforme* in corn fields. *Phytopath.* 67: 1023-1026. USA.
- Pedersen, W.L., J.M. Perkins and D.G. White. 1986. Evaluation of Captan as a seed treatment for corn. *Plant Disease.* 70:45-49. USA.
- Rodríguez, S.M. 1991. Experimentos factoriales con un tratamiento extra. En: métodos de investigación pecuaria. Editorial Trillas. México p. 128-133.
- Romero, C.S. 1993. Género *Fusarium* Link. En : hongos fitopatógenos. UACH. México. p.308-316.
- Styer, R.C., and D.S. Cantliffe. 1984. Infection of two endosperm mutants of sweet corn by *F. moniliforme* and its effect on seedling vigor. *Phytopath.* 74:189-194 USA.
- Trenholm, H.L., D.B. Prelusky., J.C. Young y J.D. Miller. 1990. La reducción de micotoxinas en alimentos para animales. Pub. 1827. Agr. Canadá. 25 p.
- Ullstrup, A.S. 1977. Diseases of corn. In: Corn and corn improvement (De) G.F. Sprague. Amer. Soc. Agron. USA. p. 391-500.
- Wain, R.L. and G.A. Carter. 1977. Nomenclature and definition. In: Marsh, R.W. (De.) Systemic fungicides. 2 de. London and New York. p. 1-5. USA.

Warham. E.J. 1984. Pruebas de sanidad de semillas. En: Memorias del III Curso de Actualización de semillas. UAAAN. México p. 121-133.

Wilson, D. O., Jr. S.K. Mohan., E.A. Knott and B. Shafii. 1993. Evaluation of fungicide seed treatments for shrunken-2 (Supersweet) sweet corn. *Plant Disease* 77:348-351. USA.

Windels, C.E. 1993. *Fusarium* . In: Singleton, L.L. J. D. Mihail and Ch.M. Rush. (De.). Soilborne Phytopathogenic fungi. *Amer. Phytopath. Soc.* p.115-128. USA.

## **APENDICE**

Cuadro A.1. Valores medios y la diferencia jerárquica de los fungicidas participantes en el tratamiento de semilla de maíz híbrida, la cual es sometida a el estrés de la prueba envejecimiento acelerado, obteniendo los resultados en una prueba de germinación.

FV Fungicidas	% Plántula			% Semilla
	Germinación	Débil	Anormal	Muerta
1 Captan	86.61 A	4.00 A	2.34 A	5.67 A
2 Tbz + Cpt	79.04 A	2.57 A	3.22 A	11.79 A
3 Cbx - Th	84.73 A	2.25 A	3.40 A	7.10 A
4 B.s.+ Cpt.	89.77 A	1.92 A	1.98 A	4.75 A

Medias con la idéntica literal son estadísticamente similares (DMS  $\leq$  0.05)

B.s. = *Bacillus subtilis*

Cuadro A.2. Valores medios y su diferencia resultante en la dosis de fungicida aplicado a la semilla de maíz híbrida y sometida a la prueba envejecimiento acelerado, reflejándose su efecto mediante la prueba de germinación estándar.

FV	% de Plántula			% Semilla
	Germinada	Débil	Anormal	Muerta
1 Baja	89.29 A	2.24 A	1.99 A	5.19 A
2 Media	84.84 A	2.76 A	2.79 A	7.24 A
3 Alta	80.96 A	2.92 A	3.43 A	9.30 A

Valores medios con similar literal, son estadísticamente iguales. (D.M.S.  $\leq$  0.05)

Cuadro A.3. Distribución y medias del peso seco de la plúmula, mesocotilo y radícula, de una plántula de maíz procedente de semilla tratada con diferencia en híbridos y fungicidas.

FV Hibs.	Fungs.	Peso Seco (Mg.)		
		Plúmula	Mesocotilo	Radícula
A	Captan	46.483 A	15.566 ABC	41.983 A
A	Tbz+Cpt	50.291 A	15.958 ABC	41.033 A
A	Cbx+Th	48.733 A	16.083 ABC	42.466 A
A	B.s.+Cpt	50.458 A	16.400 ABC	43.733 A
B	Captan	49.833 A	13.700 C	46.800 A
B	Tbz+Cpt	50.758 A	15.800 ABC	44.225 A
B	Cbx+Th	49.300 A	14.058 BC	44.450A
B	B.s.+Cpt	46.241 A	15.341 ABC	45.100 A
C	Captan	46.541 A	17.083 A	41.958 A
C	Tbz+Cpt	48.733 A	15.266 ABC	41.666 A
C	Cbx+Th	49.258 A	16.733 AB	43.816 A
C	B.s.+Cpt	48.625 A	14.491 ABC	42.425 A

Medias con la misma literal son similares estadísticamente (D.M.S.  $\leq$  0.05)

*B.s.* = *Bacillus subtilis*

Cbx = Carboxin

Cpt = Captan

Tbz = Tiabendazol

Th = Thiram



Cuadro A.4. Resultados de valores medios de una semilla de maíz, de tres híbridos tratados con cuatro fungicidas y tres dosis con posterior presión mediante la prueba de envejecimiento acelerado.

FV	Hibs.	Fungs.	Dosis	Germinadas	% de Plántulas		Anormal	% Semilla			
					Débil	Muerta					
A	A	Captan	Baja	90.97 ABCD	*	1.60 ABC	NS	0.87 AB	**	5.89 ABCDEFG	NS
A	A	Captan	Media	90.90 ABCD	*	1.83 ABCD	NS	0.87 AB	**	4.59 ABCDEF	NS
A	A	Captan	Alta	79.82 DEFG	NS	6.40 BCD	NS	1.83 AB	**	9.42 EFG	NS
A	A	Tbz+Cpt	Baja	85.81 ABCDEFGH	NS	3.33 ABCD	NS	1.83 AB	**	7.83 CDEFG	NS
A	A	Tbz+Cpt	Media	83.94 BCDEFGH	NS	6.76 CD	NS	1.83 AB	**	7.83 CDEFG	NS
A	A	Tbz+Cpt	Alta	83.94 BCDEFGH	NS	1.83 ABCD	NS	0.00 A	**	3.27 G	NS
A	A	Cbx+Th	Baja	89.99 ABCDE	*	0.00 A	*	0.87 AB	**	8.77 DEFG	NS
A	A	Cbx+Th	Media	92.95 ABC	*	0.00 A	*	0.00 A	**	6.92 BCDEFG	NS
A	A	Cbx+Th	Alta	75.88 HI	NS	7.88 D	NS	2.25 AB	*	8.94 DEFG	NS
A	A	B.s.+Cpt	Baja	93.96 AB	**	2.87 ABCD	NS	0.87 AB	**	1.83 ABC	NS
A	A	B.s.+Cpt	Media	88.94 ABCDEF	NS	2.62 ABCD	NS	3.33 ABC	*	3.73 ABCDEF	NS
A	A	B.s.+Cpt	Alta	95.95 AB	**	0.87 AB	NS	0.87 AB	**	4.60 AB	NS
B	B	Captan	Baja	84.92 ABCDEFGH	*	2.87 ABCD	NS	3.33 ABC	NS	8.00 CDEFG	NS
B	B	Cuptan	Media	76.84 GHI	NS	4.04 ABCD	NS	8.77 CD	NS	8.14 DEFG	NS
B	B	Captan	Alta	85.88 ABCDEFGH	*	5.74 BCD	NS	2.62 ABC	NS	8.63 DEFG	NS
B	B	Tbz+Cpt	Baja	77.68 FGH	NS	4.49 ABCD	NS	4.59 ABC	NS	9.75 FG	NS
B	B	Tbz+Cpt	Media	63.87 J	*	0.87 AB	**	2.87 ABC	NS	31.77 H	**
B	B	Tbz+Cpt	Alta	55.70 J	**	0.87 AB	**	8.77 CD	NS	33.45 H	**
B	B	Cbx+Th	Baja	86.89 ABCDEFGH	**	3.73 ABCD	NS	2.87 ABC	NS	5.44 ABCDEF	NS
B	B	Cbx+Th	Media	80.89 CDEFGH	NS	3.73 ABCD	NS	4.49 ABC	NS	9.62 FG	NS
B	B	Cbx+Th	Alta	65.72 IJ	NS	4.21 ABCD	NS	14.61 D	**	10.76 FG	NS
B	B	B.s.+Cpt	Baja	87.94 ABCDEFG	**	0.87 AB	**	2.89 ABC	NS	7.55 BCDEFG	NS
B	B	B.s.+Cpt	Media	80.94 CDEFGH	NS	3.46 ABCD	NS	5.44 BC	NS	8.14 DEFG	NS
B	B	B.s.+Cpt	Alta	77.97 EFGH	NS	4.64 ABCD	NS	1.83 AB	NS	13.71 G	NS
C	C	Captan	Baja	90.97 ABCD	NS	2.62 ABCD	NS	0.87 AB	NS	4.49 ABCDEF	NS
C	C	Captan	Media	89.81 ABCDE	NS	6.87 CD	NS	0.87 AB	NS	0.87 A	NS
C	C	Captan	Alta	89.89 ABCDE	NS	3.46 ABCD	NS	2.62 ABC	NS	2.87 ABCDE	NS
C	C	Tbz+Cpt	Baja	90.97 ABCD	NS	2.62 ABCD	NS	4.00 ABC	NS	1.83 ABC	NS
C	C	Tbz+Cpt	Media	85.93 ABCDEFGH	NS	2.62 ABCD	NS	1.83 AB	NS	8.77 DEFG	**
C	C	Tbz+Cpt	Alta	86.47 ABCDEFGH	NS	0.87 ABCD	NS	4.90 ABC	NS	4.64 ABCDEF	NS
C	C	Cbx+Th	Baja	96.98 A	NS	0.00 A	NS	0.87 AB	NS	2.62 ABCD	NS
C	C	Cbx+Th	Media	90.97 ABCD	NS	1.83 ABCD	NS	3.73 ABC	NS	2.87 ABCDE	NS
C	C	Cbx+Th	Alta	83.99 BCDEFGH	NS	0.87 AB	NS	4.64 ABC	NS	9.81 FG	**
C	C	B.s.+Cpt	Baja	94.98 AB	NS	2.87 ABCD	NS	0.87 AB	NS	0.87 A	NS
C	C	B.s.+Cpt	Media	93.96 AB	NS	0.00 A	NS	1.60 AB	NS	3.73 ABCDEF	NS
C	C	B.s.+Cpt	Alta	93.95 AB	NS	0.00 A	NS	0.87 AB	NS	4.92 ABCDEF	NS

Valores medios con similar literal son estadísticamente iguales. (DMS ≤ 0.05); B.s. = *Bacillus subtilis* Cbx = Carboxin Cpt = Captan Tbz = Tiabendazol  
 Th = Thiram \*\* Diferencia altamente significativa (t ≤ 0.01) \* Diferencia estadísticamente significativa (t ≤ 0.05) NS Diferencia estadística no significativa

Cuadro A.5. Valores medios y la distribución jerárquica del peso seco de la plántula de maíz de una semilla tratada, interactuando los factores: híbridos - fungicidas - dosis y el testigo absoluto.

FV	Hibs.	Fungs.	Dosis	Peso Seco (Mg.)			Radicula		
				Plúmula	Mesocotilo	Radicula			
A	A	Captan	Baja	47.000 CDE	**	17.475 ABC	**	41.600 ABCDEF	**
A	A	Captan	Media	47.650 CDE	**	15.950 BCDEFGH	NS	37.875 F	NS
A	A	Captan	Alta	44.800 E	**	13.275 HI	NS	46.475 ABCD	**
A	A	Tbz+Cpt	Baja	48.600 BCDE	**	16.650 BCDEF	*	39.600 CDEF	*
A	A	Tbz+Cpt	Media	52.275 ABCD	**	15.750 BCDEFGH	NS	42.050 ABCDEF	**
A	A	Tbz+Cpt	Alta	50.000 ABCDE	**	15.475 BCDEFGH	NS	41.450 ABCDEF	**
A	A	Cbx+Th	Baja	49.775 ABCDE	**	15.775 BCDEFGH	NS	45.500 ABCDE	**
A	A	Cbx+Th	Media	50.050 ABCDE	**	16.750 BCDE	*	39.625 CDEF	*
A	A	Cbx+Th	Alta	46.375 DE	**	15.725 BCDEFGH	NS	42.275 ABCDEF	**
A	A	B.s.+Cpt	Baja	55.175 A	**	17.350 ABCD	**	45.375 ABCDE	**
A	A	B.s.+Cpt	Media	45.750 E	**	15.025 CDEFGH	NS	39.325 DEF	NS
A	A	B.s.+Cpt	Alta	50.450 ABCDE	**	16.825 ABCDE	*	46.500 ABCD	NS
A	B	Captan	Baja	47.375 CDE	*	13.875 FGH	NS	46.750 ABC	NS
B	B	Captan	Media	48.000 CDE	**	11.000 I	NS	47.075 AB	NS
B	B	Captan	Alta	54.125 AB	**	16.225 BCDEFG	**	46.575 ABCD	NS
B	B	Tbz+Cpt	Baja	51.975 ABCD	**	15.425 BCDEFGH	*	48.325 A	NS
B	B	Tbz+Cpt	Media	52.775 ABC	**	16.750 BCDE	**	43.200 ABCDEF	NS
B	B	Tbz+Cpt	Alta	47.525 CDE	**	15.225 CDEFGH	NS	41.150 ABCDEF	NS
B	B	Cbx+Th	Baja	48.600 BCDE	**	13.425 GHI	NS	44.175 ABCDEF	NS
B	B	Cbx+Th	Media	49.900 ABCDE	**	14.250 EFGH	NS	45.300 ABCDE	NS
B	B	Cbx+Th	Alta	49.400 ABCDE	**	14.500 DEFGH	NS	43.875 ABCDEF	NS
B	B	B.s.+Cpt	Baja	45.200 E	NS	14.675 CDEFGH	NS	42.525 ABCDEF	NS
B	B	B.s.+Cpt	Media	48.225 BCDE	**	15.925 BCDEFGH	*	45.150 ABCDEF	NS
B	B	B.s.+Cpt	Alta	45.300 E	NS	15.425 BCDEFGH	*	47.625 AB	NS
C	C	Captan	Baja	46.400 DE	NS	19.650 A	**	43.075 ABCDEF	NS
C	C	Captan	Media	48.450 BCDE	*	16.625 BC	*	39.475 CDEF	NS
C	C	Captan	Alta	44.775 E	NS	14.975 CDEFGH	NS	43.325 ABCDEF	NS
C	C	Tbz+Cpt	Baja	50.700 ABCDE	**	15.025 CDEFGH	NS	41.625 ABCDEF	NS
C	C	Tbz+Cpt	Media	45.400 E	NS	15.075 CDEFGH	NS	39.050 EF	NS
C	C	Tbz+Cpt	Alta	50.100 ABCDE	**	15.700 BCDEFGH	NS	44.325 ABCDEF	NS
C	C	Cbx+Th	Baja	49.800 ABCDE	**	15.900 BCDEFGH	NS	46.750 ABC	**
C	C	Cbx+Th	Media	49.675 ABCDE	**	16.200 BCDEFG	*	44.125 ABCDEF	NS
C	C	Cbx+Th	Alta	48.300 BCDE	*	18.100 AB	**	40.575 BCDEF	NS
C	C	B.s.+Cpt	Baja	49.825 ABCDE	**	14.250 DEFGH	NS	41.725 ABCDEF	NS
C	C	B.s.+Cpt	Media	48.550 BCDE	*	14.225 DEFGH	NS	43.975 ABCDEF	NS
C	C	B.s.+Cpt	Alta	47.500 CDE	*	15.000 CDEFGH	NS	41.575 ABCDEF	NS

Medias con similar literal, estadísticamente son iguales (D.M.S.  $\leq 0.05$ ) B.s. = *Bacillus subtilis* Cbx = Carboxin Cpt = Captan Tbz = Thiabendazol  
 Th = Thiram Mg = Miligramos \*\* Diferencia altamente significativa ( $\leq 0.01$ ) \* Diferencia estadística significativa ( $\leq 0.05$ ) NS Diferencia estadística no significativa